Кулунда: сельское хозяйство и низкоэмиссионные технологии устойчивого землепользования

Монография

Барнаул

Издательство
Алтайского государственного
университета
2021

УДК 911.2(571.150): 332.3
ББК 26.829(2Рос-4Алт)+65.281
К 905

Научные редакторы
В.И. Беляев, доктор технических наук, профессор;
М.М. Силантьева, доктор биологических наук, профессор;
А.М. Никулин, кандидат экономических наук;
А.А. Бондарович, кандидат географических наук

К 905 **Кулунда: сельское хозяйство и низкоэмиссионные технологии устойчивого землепользования :** коллективная монография / под науч. ред. В.И. Беляева, М.М. Силантьевой, А.М. Никулина, А.А. Бондаровича. – Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 2021. – 619 с.

ISBN 978-5-7904-2593-6.

Цель монографии – рассмотреть эволюцию ландшафта Кулундинской степи под воздействием человека, а также предложить технологические решения в области земледелия, которые позволят предотвратить эмиссию парниковых газов и одновременно адаптировать растениеводство к климатическим изменениям. В монографии затронуты не только вопросы физико-географических особенностей Кулундинской степи и истории ее освоения, но также проведен глубокий анализ социально-экономических факторов землепользования. Изучены особенности внедрения на примере модельных фермерских хозяйств низкоэмиссионных технологий земледелия. Интересен опыт по разработке и внедрению платформы, позволяющей заинтересованным сторонам осуществлять поддержку методов землепользования и управления почвами, адаптированных к местным условиям и климату.

Монография рассчитана на географов, климатологов, ботаников, почвоведов, социологов, агрономов, экономистов, политологов, фермеров, а также государственных служащих, курирующих вопросы реализации экологической и аграрной политики в России и Казахстане. Издание будет полезно студентам, а также тем, кто интересуется вопросами устойчивого и ресурсосберегающего землепользования на фоне глобальных изменений климата.

УДК 911.2(571.150):332.3
ББК 26.829(2Рос-4Алт)+65.281

Издание опубликовано в рамках Программы развития Алтайского государственного университета на 2021–2030 гг. при поддержке Приоритет 2030. Стратегический проект «Инновационные технологические решения и продукты для устойчивого развития сельского хозяйства – АгроБиоТех» и германо-российского проекта «КУЛУНДА - Как предотвратить глобальный синдром «dust bowl» – «пыльных бурь»?» при финансировании Федерального министерства образования и научных исследований Германии (BMBF; FKZ 01LL0905D).

ISBN978-5-7904-2593-6

© Оформление. Издательство Алтайского государственного университета, 2021

Посвящение Ги Ляфонду

У Научно-производственного центра зернового хозяйства им. А. И. Бараева, 22 июля 2011 г. Справа налево: Манфред Фрюауф, Владимир Беляев, Ги Ляфонд, Тобиас Майнель

Рабочая группа исследователей-геоэкологов Университета им. Мартина Лютера Галле-Виттенберг с 1998 г. занимается изучением на территории Евразийской степи вредных для почвы изменений, наступающих в результате интенсивного земледелия. На протяжении многих лет мы анализировали данную научную проблему с геоэкологической точки зрения. Однако в целях выработки практических рекомендаций, а не только простого фиксирования негативных для почвы факторов нам нужно было рассмотреть ситуацию с агрономической и экономической сторон. Значительная часть исследований по устойчивому земледелию на территории прерий Северной Америки – ландшафта, очень похожего на регион исследования нашего проекта – была проведена ученым Ги Ляфондом (Guy Lafond) на Опытном хозяйстве Индиан-Хед (Indian Head Research Farm) в канадской провинции Саскачеван. Опубликованные результаты были крайне интересными и многообещающими. Они имели прямое отношение как раз к тем аспектам, над которыми мы работали. Бывшая коллега из Галле профессор Ульрике Харденбикер напрямую познакомила нас с Ги Ляфондом. Мы с профессором Манфредом Фрюауфом незамедлительно приняли приглашение посетить его научно-исследовательский центр и опытные площадки в Канаде в 2002 г.

То, что мы увидели, поразило нас очень сильно. Это действительно превзошло все наши ожидания. Во-первых, нас впечатлил научный уровень, на котором проводилось исследование технологии прямого посева. Здесь уже давно не ставился вопрос, который нас беспокоил: «Быть или не быть прямому посеву?». Проводимое исследование уже было направлено исклю-

чительно на изучение вопроса «Как проводить прямой посев?». Во-вторых, мы были под большим впечатлением от самого Ги Ляфонда. Его абсолютная открытость и знание всех агрономических тонкостей земледелия в засушливых районах были просто поразительными. С помощью своей уникальной способности объяснять сложные взаимосвязи понятным и простым языком он значительно расширил «горизонт наших знаний» относительно прямого посева всего за полтора дня общения.

Наше первое знакомство переросло в интенсивное общение в рамках последующих нескольких личных встреч в Канаде и регулярной переписке. В 2007 г. мы смогли в первый раз пригласить Ги в Сибирь и познакомить его с нашими партнерами, среди них с профессором Владимиром Беляевым, а также показать ему наши опытные площадки. Так как Ги Ляфонд и его коллеги на тот момент уже имели многолетний опыт исследования прямого посева, он смог предостеречь нас от возможных ошибок и рассказал о «подводных камнях» и возможных рисках. При этом он всегда оставался крайне скромным человеком и преданным своему делу профессионалом. За время его визита у нас возникла личная дружба.

Когда проект «Кулунда» был запущен в 2011 г., нам предоставилась отличная возможность проверить полученные в Канаде результаты в сибирских условиях и показать эффективно функционирующую систему прямого просева. Ги Ляфонд опять же нас поддержал в этом и выступил в качестве научного и практического консультанта. Он дал существенный импульс проекту, особенно в части разработки дизайна исследования и севооборота.

Без Ги Ляфонда проект «Кулунда» никогда бы не состоялся, особенно в части его практической значимости.

Я знаю, что всем соавторам данной монографии очень тяжело осознавать, что Ги не смог обсудить с нами результаты проекта. Ляфонд покинул нас слишком быстро. Это случилось 26 апреля 2013 г. Тяжелее еще и от того, что эти достойные результаты положили основу для последующего проекта, который был запущен в Казахстане в 2017 г. Ги наверняка посчитал бы его интересным и творческим.

Дорогой Ги, мы продолжаем твое дело по масштабному внедрению устойчивого прямого посева в засушливой зоне Евразийской степи, как это делал ты. Спасибо тебе за основу, которую ты заложил для нас. Нам тебя не хватает, не хватает твоего совета и твоего жизнелюбия.

Тобиас Майнель
Астана, 5 ноября 2017 г.

Посвящение Манфреду Фрюауфу

Профессор, почетный доктор Манфред Фрюауф

Без профессора, почетного доктора Манфреда Фрюауфа, нашего дорогого учителя, коллеги и друга данная монография бы не состоялась.

Географ и преподаватель высшей школы Манфред Фрюауф посвятил более 30 лет своей жизни изучению связи человека с окружающей средой. При этом главным объектом его научных работ стали сельские территории, в частности, влияние сельскохозяйственного использования на почвы и их назначение в ландшафте. Будучи высокомотивированным педагогом, своим неравнодушным отношением к предмету он воодушевлял многие поколения студентов к познанию данной научной области. Поддержка молодых исследователей была делом его жизни. С 1991 г. под его руководством 25 молодых исследователей успешно закончили аспирантуру, защитив диссертации, и пять сотрудников в его научной группе получили степени докторов наук. Результаты его научного труда отражены в более 150 публикациях.

Помимо многочисленных исследований по изменению климата, землепользованию и деградации ландшафта на территории федеральной земли Саксония-Ангальт (Германия), в его научные интересы входили темы глобальных изменений землепользования и их экологических последствий в степях Евразии и Северной Америки. Профессор М. Фрюауф уже в 1980-е гг. установил тесные связи с университетами и научными учреждениями Советского Союза. Особо интенсивное взаимодействие осуществлялось с географическими факультетами государственных университетов Москвы, Уфы и Барнаула. Сотрудничество с коллегами Алтайского государственного университета в сфере науки и образования было его личной инициативой, которая

предопределила особое место его трудовой деятельности в течение 25 лет. Взаимодействуя с коллегами, он открыл для себя новое направление – изучение природной зоны степей. Научный интерес к данной теме выразился в дальнейшей реализации разных научных проектов на территории Алтайского края. Как первоклассному специалисту по вопросам геоэкологии данного региона и последствиям использования степей, распространяющихся за пределы края, профессору Манфреду Фрюауфу удалось побудить выдающихся ученых Алтайского края и Германии к разработке и реализации большого научного проекта. Цель данного проекта заключалась не только в научном анализе отдельных последствий трансформации экосистемы и интенсивного землепользования, но и в выявлении структуры влияния данных изменений во всей их совокупности и выработке пригодных для практического применения решений по устойчивому землепользованию и региональному развитию. Именно в этом состоит удивительная заслуга профессора М. Фрюауфа.

В проекте «Кулунда», в котором взаимодействовали более 30 исследователей из 16 немецких и российских университетов, крупных научных организаций и двух компаний (представителей среднего бизнеса) он выполнял роль научного руководителя. На основе данного проекта развились новые научные инициативы дальнейшего плодотворного сотрудничества, развития практико-ориентированных обучающих концепций, а также развития стратегий устойчивого землепользования. Для того, чтобы иметь возможность выполнить заявленные в рамках проекта «Кулунда» задачи, он даже отсрочил официальное завершение своей трудовой карьеры. Последние годы своей научной деятельности Манфред Фрюауф посвятил стабилизации научной кооперации с Алтайским государственным университетом и подготовке основы для ее долгосрочного развития.

К сожалению, он не смог застать выход англоязычной публикации результатов многолетней научной работы в Юго-Западной Сибири. Манфред Фрюауф скончался от коварной болезни на последнем этапе работы над монографией. Теперь мы хотим посвятить русскоязычную версию монографии по результатам проекта профессору, почетному доктору Манфреду Фрюауфу.

Герд Шмидт, Тобиас Майнель,
все участники и друзья проекта «Кулунда»
29 июня 2021 г.

Глава 1. Кулунда: сельское хозяйство и низкоэмиссионные технологии устойчивого землепользования

Г. Гуггенбергер

Аннотация. Влияние человека на растительность и почвы в степях юго-западной Сибири прослеживается уже в течение нескольких столетий. Однако особенно сильное воздействие оказала кампания по освоению целинных земель в период с 1954 по 1963 г., а также и вся сельскохозяйственная деятельность в последующий период. Наряду с этим изменение климата стало актуальным для данной территории, оказывая потенциально сильное воздействие на продуктивность и накопление почвенного органического углерода степных экосистем. Цель монографии – рассмотреть эволюцию ландшафта Кулундинской степи под воздействием человека, учитывая, как землепользование, так и изменение климата, и выявить общие характеристики экосистемного отклика. Монография построена по классическому принципу: от физико-географических особенностей Кулундинской степи, история антропогенного воздействия на Кулундинскую степь и затем социально-экономические факторы землепользования, разработка устойчивых агрономических методов, а также разработка и внедрение платформы, позволяющей заинтересованным сторонам осуществлять поддержку методов землепользования и управления почвами, адаптированных к местным условиям и климату.

Ключевые слова: возделывание почвы, деградация почвы, дистанционное зондирование, землепользование, изменение землепользования, изменение климата, Кулундинская степь, органическое вещество почвы, социально-экономическая история, степные почвы, степная растительность, целина.

Несмотря на то, что освоение целинных земель в 1954–1963 гг., как известно, оказало особенно сильное влияние на растительность и почвы степ-

ной зоны юго-западной Сибири, значительное антропогенное воздействие в данном регионе можно проследить на протяжении нескольких веков. Почти одновременно с началом крупномасштабного сельскохозяйственного использования степных почв в этой области стало актуальным изменение климата, что наряду с землепользованием оказывает воздействие на растительность и почвы. Цель главы этой книги – обсудить реакцию растительности и почв Кулундинской степи на возделывание степных почв в эпоху изменения климата. При этом излагаются естественно-научные основы, рассматриваются социально-экономические факторы землепользования, разработка устойчивых агрономических методов, а также разработка и внедрение позволяющей заинтересованным сторонам осуществлять поддержку методов землепользования и управления почвами, адаптированных к местным условиям и климату.

Монография начинается со статьи К. Веше с соавторами, в которой климат, флора и растительность района исследований – Кулундинской степи – рассматриваются в контексте евразийского степного пояса. Авторы рассматривают природные зоны изучаемого региона в градиенте с северо-востока к юго-западу, разделяющем лесостепи, типичные и сухие степи. Поскольку Кулундинская степь в целом характеризуется большим количеством зимних осадков и, как следствие, увлажненными почвами в весенний период, луговые экосистемы региона скорее имеют сходство со степями западной Евразиии, чем со степями расположенными далее к востоку Монгольского плато. В своей главе Н. Харламова рассматривает изменение климата в российских степях за последние 50 лет. Ее анализ показал, что, в частности, в Кулундинской степи заметно повышается среднегодовая температура. При этом среднегодовое количество осадков сильно варьирует, но имеет тенденцию к снижению. Вместе с тем, рост температуры и уменьшение количества осадков приводит к заметному повышению степени аридности лесостепных и степных ландшафтов Алтайского края. В следующей статье Н. Лащинский с соавторами установили, что растительный покров Кулундинской степи, помимо геологического субстрата и рельефа, зависит также и от климатических условий. Они сделали вывод, что на лессовых участках встречается два типа растительности: один на возвышенных равнинах, другой – в понижениях, и оба они представлены сухими лугами и березовыми редколесьями. Растительность третьего типа произрастает на почвах, сформировавшихся на песчаных материнских породах, и представлена сосновыми лесами в сочетании с псаммофитными степными растениями. Видовой состав всех трех растительных сообществ Кулундинской степи существенно меняется вдоль климатического градиента. Почвы Кулундинской степи рассмотрены в главе А. Мизгирева с соавторами. Основываясь на детальной информации, накопленной начиная с 50-х гг. прошлого столетия, можно утверсждать, что по-

чвы здесь довольно мозаичны, с преобладанием черноземов (49% от общей площади) и каштановых почв (20%), причем доля последних увеличивается по направлению к юго-западу. Эти почвы в основном сопровождаются акризолями, феоземами и солонцами. Наряду с этим, в главе А. Мизигирева с соавторами представлено подробное описание почв района исследований, показано, что распределение различных типов почв может довольно сильно отклоняться от среднего, а также рассмотрена проблема сложностей перевода при использования различных систем классификации почв. В главе А. Прищепова с соавторами приведен обзор сельскохозяйственного землепользования всей азиатской части России на протяжении 800 лет. Связывая сельскохозяйственное использование земель с основными социально-экономическими и политическими событиями в России, авторы показывают, что до середины XIX в. использование сельскохозяйственного потенциала азиатской части России было очень низким. Отмена крепостного права русских крестьян в 1861 г. и быстрый рост населения России привели к миграции в Азиатскую Россию и умеренной экспансии пахотных земель. Наконец, наибольший вклад в переход на пахотные земли внесла кампания освоения целинных и залежных земель. А. Прищепов и его соавторы обсуждают отклик сельскохозяйственного землепользования на крупные социально-политические потрясения, но, наряду с этим, подчеркивают значительные перспективы для увеличения сельскохозяйственного производства. М. Фрюауф и М. Борисенко в своей главе рассматривают роль ранних поселений и этапов сельскохозяйственного землепользования в юго-западной Сибири вплоть до начала 1950-х гг. Авторы отмечают, что мигрирующие крестьяне из европейской части России начали заселять степь в XIX в., чему способствовали такие государственные меры, как налоговые льготы и освобождение от воинской повинности. Благодаря Столыпинским аграрным реформам и развивающейся инфраструктуре использование сельскохозяйственных земель к началу XX в. значительно расширилось. Период между двумя мировыми войнами характеризовался коллективизацией, при этом сеть населенных пунктов продолжала развиваться до 1920-х гг., но не претерпела существенных изменений в период между 1930-ми и 1950-ми гг. Следующая глава М. Фрюауфа с соавторами посвящена теме освоения целинных земель в период 1954–1963 гг. Целью этой кампании было увеличение сельскохозяйственного производства для решения проблемы нехватки продовольствия в Советском Союзе после Второй мировой войны. Преобразование степей площадью 420000 км^2 в пахотные земли, в основном на северном Казахстане и в юго-западной Сибири, оказало большое влияние не только на почвы, которые ежегодно подвергались вспашке, но также и на развитие населения. Однако вскоре на новых пахотных землях появились признаки растущей деградации почвы, поэтому начали применяться новые мето-

ды управления почвой, опирающиеся на менее интенсивное воздействие на нее. Это показывает, что детальное знание пространственно-временного землепользования и изменения почвенного покрова имеет основополагающее значение для оценки потенциальных решений для развития сельского хозяйства, адаптированного к условиям местности и климата. В главе С. Хезе с соавторами представлены разновременные спутниковые данные, а также исторические топографические карты для выявления изменений в землепользовании. Таким образом, авторы смогли не только идентифицировать, но и впервые смогли количественно оценить изменения земного покрова за 60 лет в Кулундинской степи.

В последующих главах рассматриваются последствия преобразования степей в сельскохозяйственные угодья для растительного покрова и для почв. В своей главе М. Силантьева и ее соавторы обсуждают влияние общей вспашки и длительной эксплуатации пастбищ на изменения в растительном покрове и биоразнообразии Кулундинской степи. На основе ряда примеров авторы показывают, как антропогенное землепользование приводит к разрушению и фрагментации растительных сообществ, снижению численности видов и ценотического разнообразия, что приводит к потере фитоценозами способности к саморегуляции и саморегенерации. Вместо них возникают агрофитоценозы, которые отличаются низким видовым разнообразием сегетальных растений по сравнению с европейскими агрофитоценозами и характеризуются иммиграцией инвазивных видов растений. В следующей публикации Г. Шмидт и его соавторы сообщают о некоторых основных физических свойствах почвы и их изменении после преобразования в пахотные земли. Они показали, что природные степные почвы характеризуются высоким содержанием гумуса и стабильной структурой, что определяет их устойчивость к эрозии. Преобразование степных экосистем в пахотные земли приводит к серьезному ухудшению многих физических свойств почвы, например, снижению агрегатной устойчивости, уплотнению и снижению водоудерживающей способности. В свою очередь, все это увеличивает восприимчивость почвы к эрозии и негативно сказывается на ее продуктивности. Ситуацию можно улучшить, адаптировав методы управления почвой. Статья А. Бондаровича с соавторами посвящена исследованиям влажности почвы и процессам испарения влаги. Используя данные автоматических метеостанций, станции гидрологического мониторинга почвы и, в частности, тщательно разработанную гравитационную лизиметрическую станцию с автоматической регистрацией массы, авторы показывают, что почва при нулевой обработке имеет почти такой же баланс почвенной влаги, как и нетронутые степные почвы. Фактические измерения эвапотранспирации выявили не учитываемое ранее существенное влияние росы на водный баланс коренных степных почв, а также почв с нулевой обработкой за счет шероховатой

поверхности, способствующей сбору воды. Антропогенное землепользование и изменения в землепользовании также влияют на запасы органического углерода в почве и на функцию почв, как поглотителя (стока) или источника углерода. Поэтому в своей главе Г. Гуггенбергер с соавторами дают оценку влияния землепользования и климатических условий на запасы органического углерода почвы на лугопастбищных угодьях Западной Сибири и представляют сценарии их будущего развития. Они установили, что возделывание Кулундинской степи привело к потере около 20–35 % органического углерода почвы, независимо от климатических условий. Авторы сделали вывод о том, что минимальная или нулевая обработка почвы предоставляет возможность увеличить запасы органического углерода в почве, хотя потенциальный эффект может быть ограниченным. Так, с помощью модели управляемых земель Лунд-Потсдам – Йена был дан прогноз продолжающихся потерь углерода из почвы, вызванных изменением климата. В заключительной главе М. Фрюауф и его соавторы обсуждают причинно-следственные связи между физическими и химическими свойствами почвы при различных методах управления земельными ресурсами с целью адаптации к климатическим изменениям и обеспечении устойчивого регионального развития. Особое внимание уделяется пространственно-дифференцированному выявлению отдельных форм деградации почвы в Кулундинской степи. Показано, что метод и интенсивность управления земельными ресурсами напрямую связаны с восприимчивостью почвы к эрозии и ее общей уязвимостью. В заключение в главе описаны структура и процессы различных явлений, необходимых для объяснения синдромов деградации почв на региональном уровне.

Глава 2. Кулундинская степь как часть евразийской степной зоны

К. Веше, А. Королюк, Н. Лащинский,
М. М. Силантьева, Х. Роше, И. Хенсен

Аннотация. Евразийские степи представляют собой континентальную часть мировых злаковников умеренных широт и когда-то формировали один из крупнейших целостных наземных биомов протяженностью около 10 млн км^2. Настоящая глава описывает ключевые аспекты степей и рассматривает Кулунду в этом контексте, представляя обзор данных и карт по климату, флоре и растительности. Относительно сухие условия лимитируют рост деревьев по всему биому, в то время как злаки обычно имеют высокое обилие. Основные классы растительности включают луговые степи, часто перемежающиеся с небольшими участками лесов (и поэтому упоминаемые как лесостепные ландшафты), типичные степи и сухие степи. Все они представлены в исследованном регионе. Кулунда, таким образом, является типичным примером западно-евразийских степей с преобладанием осадков в зимнее время. Весна не настолько сухая, как в прилежащих районах Монголии и Китая, что обусловливает развитие богатой и специализированной флоры. В рамках фитосоциологической классификации Браун-Бланке злаковники Кулундинского региона принадлежат к классу *Festuco-Brometea*, что также подчеркивает большее сходство с западной Евразией, чем с монгольским плато на востоке. Западно-евразийские степи были подвержены обширной распашке, и Кулунда не была исключением. Сохранилось не более 17% (около 28000 км^2) естественных степей. Эти участки содержат большое количество видов растений, находящихся под угрозой исчезновения на региональном уровне и все еще отражают большую часть разнообразия типов растительности, присущих этому ключевому азиатскому региону.

Ключевые слова: климат, биогеография, флора, Средняя Азия, злаковники, растительность.

2.1. Евразийские степи – протяженность и значение

Степи представляют евразийскую часть мировых злаковников умеренной зоны, которые занимают огромную область в умеренных широтах всего мира. В отличие от большинства типов злаковников в Западной Европе или в восточной части Соединенных Штатов, злаковники Евразийского степного пояса обычно лишены деревьев, главным образом из-за сезонно сухого климата.

Рис. 2.1. Расположение Кулундинского региона в пределах Евразийского степного пояса. Зеленый многоугольник указывает на потенциальное распределение биома Палеарктической степи; рельеф заштрихован черно-белым для ориентации (см. рис. 2.6, где представлена карта реальных пастбищ в районе Кулунды. Источник J. Treiber адаптирован из (Wesche et al., 2016)

Евразийские степи некогда представляли собой один из наиболее крупных непрерывных наземных биомов. Они занимали территорию от небольших островков степной растительности в Центральной Европе через Восточную Европу и Южную Сибирь до Дальнего Востока. Точные границы пояса установить сложно, поскольку степной биом пересекает различные политические и научные области, в каждой из которых ученые публикуют результаты исследований на своем языке и, что более важно, со своими собственными концепциями и определениями степей и их экологии (Zemmrich, 2005). Русские авторы были первыми, представившими всесторонний обзор степей (Walter, 1974; Лавренко и др., 1991; Лавренко, Карамышева, 1993). С того мо-

мента было опубликовано много работ, особенно о степях Китая, что можно рассматривать как наиболее значительное достижение последнего времени. Согласно последним обзорам (Werger and van Staalduinen, 2012; Wesche et al., 2016) евразийский степной биом занимает примерно 10 млн км^2, что составляет примерно 7% поверхности суши (рис. 2.1). Из них примерно 9 млн км^2 составляют собственно степи, что соответствует ранее сделанным оценкам (Dengler et al., 2014; Dixon et al., 2014). Степи Росси были недавно закартированы с высокой детальностью и точностью. Например Смелянский и др. (2012) оценивают общую площадь потенциальной степной области в России в 2,3 млн км^2. Они также приводят подробный перечень пастбищных угодий, которые на настоящий момент занимают около 0,6 млн км^2, что составляет 12% степного биома России. Обновленная карта, составленная этой же командой, доступна на http://savesteppe.org, и сравнение с естественным ареалом степей (рис. 2.1) иллюстрирует фрагментированный характер русских степей.

Землепользование существенно повлияло на распространение и структуру евразийских злаковников. Это воздействие ограничено несколькими регионами, но привело к изменению ландшафта в целом, как это показано, например, на нашем ключевом участке. Кулунда все еще входит в десятку крупнейших степных территорий России. Расположенная в центре степной зоны, она покрывает 170 000 км^2, из которых 28000 км^2 могут рассматриваться как злаковники в широком смысле слова (по данным Смелянского и Тишкова (2012), включая залежные земли.

2.2. Макроклиматическая ниша

Степи характеризуются умеренными до низких среднегодовыми температурами, засушливыми условиями и хорошо выраженной сезонностью по температурам и осадкам. В русских степях среднегодовые температуры обычно колеблются в интервале 1–6°C, с жарким летом и часто очень холодной зимой. Годовое количество осадков составляет от 200 до 40 мм. По пространственному градиенту температуры следуют широтной закономерности (рис. 2.2а, б), с более теплыми условиями в южном направлении. Принимая во внимание, что количество осадков обычно ограничено, пространственные и временные вариации в количестве осадков гораздо более критичны в отношении функционирования экосистем (Wesche, Treiber, 2012). Сезонное распределение осадков различается между основными степными регионами, при этом распределение зимних осадков показывает отчетливый долготный градиент (рис. 2.2 c, d).

Более точно горные системы Тянь-Шаня и Алтая (примерно 80–90°E) образуют основную преграду в этом отношении: в то время как осадки на восток от этой границы (например, в степях северного Китая и Монго-

лии) в основном приурочены к летним месяцам, более западные степные регионы получают большую долю зимних осадков. Биогеографы традиционно признают эту разницу, рассматривая как Центральную Азию – восточную часть биома и как Среднюю Азию – регионы к западу от Тянь-Шаня – Алтая (см., например: (Jäger and Hilbig, 2010)).

Рис. 2.2 Макроклимат биома степей Евразии: a) среднегодовая температура; b) индекс континентальности как разница между максимальной температурой самого теплого месяца и минимальной температурой самого холодного месяца; c) среднегодовая сумма осадков; d) сумма осадков за самый холодный квартал (декабрь–февраль). Многоугольники указывают приблизительное положение Кулундинского района. Источник J. Treiber, адаптированный из (Wesche et al., 2016), климатические данные (Hijmans et al., 2005).

Кулундинская степь расположена к западу от вышеупомянутого основного климатического барьера и является частью Средней Азии. Регион представляет восточную окраину климата Dfb по Кёппену (снег/влажность/теплое лето (Kottek et al., 2006)) и является достаточно гумидным по сравнению с бессточными областями далее на юг в Казахстане (Bsk по Кёппену). Стандартные диаграммы Вальтера-Лита суммируют основные широтные модели с севера на юг (рис. 2.3).

Рис. 2.3. Стандартные климатические диаграммы Вальтера-Лита для выбранных государственных метеостанций в районе Кулунды: а) Барнаул (53°21' с.ш., 83°50' в.д.); б) Рубцовск (51°31' с.ш., 81°12' в.д.); в) Михайловское (51°49' с.ш., 79°59' в.д.). Исходные данные получены с сайта Climate data.org, январь 2017 г.

Температуры довольно сходны по всему региону (исключая случаи высотной поясности) в отношении как среднегодовых значений, так и выраженных сезонных изменений: средние температуры летних месяцев более 20°C, вегетационный период ограничен первыми заморозками в сентябре, а зимы холодные со среднемесячной температурой ниже нуля с октября по апрель. Осадки распределены более равномерно в течение года: хотя имеется летний максимум, существенное количество дождя или снега выпадает с октября в течение всего зимнего сезона. Как следствие, количество доступной влаги весной довольно велико, что характерно для среднеазиатского региона в отличие от очень сухих весен в Центральной Азии. В отношении пространственного распределения годовое количество осадков увеличивается от границы Казахстана на юго-западе к предгорьям Алтая на востоке (рис. 2.3), что, в свою очередь, обусловливает основную зональность местообитаний, описанную далее (см. также гл. 3).

2.3. Флора и биогеография

Наши знания по биогеографии Евразии гораздо более полные, чем для любого другого континента. Различными авторами были представлены схемы биогеографических зон, из которых наиболее важные были основаны на флоре. Определения и концепции различались, но, следуя пионерной работе Гризебаха (1894), большинство авторов рассматривало Среднюю Азию как подразделение Азиатского флористического региона (Тахтаджан, 1986) или сходного Ирано-Туранского флористического региона (IT, Zohary 1962). В системе Тахтаджана (1986), Средняя Азия (а также и Кулунда) относится к западноазиатскому субрегиону, или западной части Ирано-Туранского региона соответственно. Последний может быть грубо разделен вдоль гради-

ентов климатических условий и флористического состава, становясь более «средиземноморским» в восточном направлении (Djamali et al., 2012).

Рис. 2.4. Характерные элементы растительного мира Кулундинского района: a) *Paeonia hybrida* Pall., эндемик Западной Сибири, Башкирского Зауралья и Казахстана (Редькина и др., 2008); b) *Adonis villosa* Ledeb., эндемик Юго-Западной Сибири (Hoffmann, 1998); c) Анабасис сальса, характерный вид засушливых пустынь Средней Азии, простирающийся до западной Монголии и западного Китая; d) *Iris glaucescens* произрастает на каменистых склонах и мезостепях юга Сибири и прилегающих регионов Средней Азии. Исходные фотографии: a, b – И. Хенсена; c – С.В. Смирнова, d – П. А. Косачева

В отношении зонирования с севера на юг Кулунда расположена в переходной зоне между засушливыми центральными районами Средней Азии и лесной зоной Северной Азии. Северная часть территории исследований принадлежит к евро-сибирскому региону или бореальному подцарству (Тахтаджан, 1986) с преобладанием таежной растительности. Центральная и южная части Кулунды попадают в северный региональный субцентр 3 Ирано-Туранского флористического региона (IT, см. обсуждение концеп-

ции в (Manafzadeh et al., 2016)). Включающая около 27000 видов западная часть IT (т.е. Средняя Азия) гораздо богаче видами, чем восточная часть (т.е. Центральная Азия), которую населяют около 5000 видов. Примерно от 25 до 40% видов западной IT являются эндемиками – преимущественно травянистые и кустарниковые таксоны, см. (Zohary, 1973; Тахтаджан, 1986).

Флора кулундинского региона представлена 785 видами на территории Алтайского края (Силантьева, 2013). Аборигенная группа включает 701 вид и подвид высших сосудистых растений из 296 родов и 78 семейств. Адвентивная группа представлена 84 видами высших сосудистых растений, относимых к 64 родам и 28 семействам (Силантьева, 2013). Семейства *Asteraceae*, *Poaceae* и *Chenopodiaceae* преобладают в составе аборигенной флоры по числу видов. Наиболее богаты по видовому составу роды *Artemisia, Carex, Potentilla, Astragalus* и *Atriplex*. Среди адвентивных видов преобладают семейства *Asteraceae, Brassicaceae, Chenopodiaceae* и *Poaceae*, а к крупнейшим родам относятся Chenopodium и Atriplex. Адвентивные виды встречаются преимущественно на нарушенных территориях, в поселениях, на сельскохозяйственных полях и в садах.

В составе флоры выделяется несколько биогеографических групп (рис. 2.4).

Большинство таксонов имеют палеарктическое и европейско-древнесредиземноморско-сибирское распространение. Голарктический геоэлемент и виды понто-казахстано-южносибирского геоэлемента (*Petrosimonia triandra, Salsola mutica, Crinitaria tatarica*) несколько менее многочисленны. Через Кулунду проходит северо-восточный предел распространения видов западноазиатско-северотуранско-казахстано-югозападносибирского геоэлемента (*Anabasi salsa, Artemisia pauciflora, Climacoptera crassa, Kalidium foliatum, Limonium suffruticosum, Nitraria schoberi* и др.). Эндемичный и субэндемичный геоэлемент (около 2%) представлен в основном южнозападносибирскими и алтае-джунгарскими видами. Строгими эндемиками (неоэндемиками) Кулунды являются *Lotus krylovii* и *Puccinellia kulundensis* (Силантьева, 2013).

К редким и находящимся под угрозой исчезновения видам в Кулундинской степи можно отнести 69 видов, из которых 33 внесены в Красную книгу Алтайского края (2006), пять видов (*Fritillaria meleagroides, Stipa pennata, S. zalesskii, Caulinia flexilis, Marsilea strigosa*) включены в Красную книгу РФ (2008) и 37 видов – в Красную книгу Новосибирской области (2008).

2.4. Растительность

На макроуровне были предложены различные схемы для классификации степной растительности (Лавренко, Карамышева, 1993; Zemmrich, 2005). Эти схемы могут на грубом физиономическом уровне отличать ландшафты

альпийских степей от пустынных степей, типичных степей и мозаики лесов и луговых степей (также известной как лесостепной ландшафт). В то время как альпийские степи в основном встречаются в горных цепях, окружающих Центральную Азию, пустынные степи приурочены к бассейнам Средней и Центральной Азии (Wesche et al., 2016). Они встречаются, например, в Казахстане, в то время как менее аридный регион российской Кулунды занят типичными степями и большой площадью лесостепи. Последняя представляет наиболее влажный тип среди основных формаций, позволяющий лесам расти в местообитаниях с благоприятным водным режимом, таких как северные склоны, небольшие западины или в особых почвенных условиях (рис. 2.5).

Рис. 2.5. Основные типы растительности Кулундинского региона (более подробное описание см. в главе 3: a) березовый лес на склонах вдоль эрозионных оврагов; b) березовые колки; c) типичный участок степи с Stipa spp.; d) влажная депрессия с галофитной растительностью (Halocnemum strobilaceum)

Мозаичный характер лесостепных ландшафтов также очевиден в Кулундинском регионе, где леса представляют зональную растительность

на северо-востоке и протягиваются в виде полос в степную область в западном направлении. Степи и старые остепненные залежи образуют относительно небольшие участки в ландшафте и часто ассоциируются с лесными полосами (рис. 2.6). В общем они составляют только небольшую часть растительного покрова Кулундинского региона.

Рис. 2.6. Подробная карта Кулундинского региона с более крупными степными участками (нижний порог 500 га) на основе полевых исследований (исследование под руководством А. Королюка, неопубликованные данные, см.: (Смелянский и др., 2016) для получения дополнительных данных)

Российскими учеными были разработаны гораздо более сложные схемы для классификации русских степей (современный обзор см. (Смелянский, Тишков, 2012)). Есть три основных пространственных градиента в евразийской степной растительности: широтный, долготный и высотный. Основными подразделениями являются долготные секции вдоль Тянь-Шань – Алтайского (Енисейского) раздела, соответствующие климатической и флористической зональности, описанной выше. Восточносибирско-внутреннеазиатский (Дауро-Монгольский) степной субрегион Центральной Азии отделяется от понтийско-казахстанского степного субрегиона на западе (Лавренко и др., 1991), который также включает Кулундинский регион. Это также отражается в формальных фитосоциологических классификационных схемах. Класс Festuco-Brometea Br.-Bl. et Tx. ex Soo 1947 объединяет умеренные евро-сибирские сухие злаковники (Willner et al., 2017). В азиатской части России этот класс представлен степями Западно-Сибирской рав-

нины (Королюк, 2014) и северной периферии Алтае-Саянских гор (Королюк, Макунина, 2001; Королюк, 2007). Класс Cleistogenetea squarrosae (Mirkin et al., ex Korotkov et al., 1991) объединяет степи Внутренней Азии (Центральной Азии) к востоку от реки Обь. Их непрерывный ареал охватывает южную Сибирь в России, большую часть Монголии и провинцию Внутренняя Монголия в Китае (Миркин и др., 1986; Hilbig, 1995; Королюк 2002; Королюк, Макунина, 2009; Ермаков 2012). Степные сообщества также формируют экстразональные участки в Северо-Восточной Азии (Миркин и др., 1985; Синельникова, 2009; Reinecke et al., 2017).

Более детальная классификация основывается на высотных поясах и широтных градиентах. Кулундинский регион охватывает три основные типа степных сообществ (Смелянский, Тишков, 2012): луговые степи (формирующие мозаику с лесами на ландшафтном уровне), типичные степи и сухие степи. В северной части Кулундинского региона относительно влажные условия (рис. 2.3а) позволяют существовать продуктивным и многовидовым злаковникам (детальнее см. гл. 3). Эти сообщества луговых степей обычно встречаются на хорошо развитых черноземных почвах (см. гл. 4). Характерные виды включают дерновинные злаки: *Stipa pennata* и *Festuca pseudovina*. А также корневищные злаки: *Poa angustifolia, Calamagrostis epigeios, Elytrigia repens* и *Phleum phleoides* (табл. 2.1, Heinicke et al., 2016). Характерной особенностью луговых степей является высокое обилие многолетних трав, которые также распространены далеко на запад вплоть до Центральной Европы: *Fragaria viridis, Galatella biflora, Filipendula vulgaris, Peucedanum morisonii* и т.д. (табл. 2.1).

Таблица 2.1

Значимость количества видов по градиенту влажности засушливых земель вдоль границы с Казахстаном до лугов Алтая

Средние значения показателей влажности	**40–44**	**44–48**	**48–52**	**52–54**	**54–60**
Количество геоботанических описаний	**38**	**181**	**299**	**236**	**131**
Зональный тип степей	**Сухая степь**	**Типичная степь**		**Луговая степь**	
Psathyrostachys juncea	14	3	3	.	.
Artemisia gracilescens	19	+	.	.	.
Kochia prostrata	13	3	2	+	.
Festuca valesiaca	33	36	32	11	+
Stipa capillata	12	29	28	5	+
Artemisia frigida	17	19	10	+	.
Artemisia austriaca	13	14	13	3	+

Окончание таблицы 2.1.

Средние значения показателей влажности	**40–44**	**44–48**	**48–52**	**52–54**	**54–60**
Количество геоботанических описаний	**38**	**181**	**299**	**236**	**131**
Зональный тип степей	**Сухая степь**	**Типичная степь**		**Луговая степь**	
Koeleria cristata	7	15	15	5	1
Carex supina	2	14	15	4	+
Stipa zalesskii	1	4	22	6	1
Medicago falcata	+	5	11	7	4
Thymus marschallianus	.	4	13	7	+
Artemisia glauca	+	4	13	6	1
Helictotrichon desertorum	+	2	15	3	.
Stipa borysthenica	.	7	13	+	.
Poa angustifolia	.	2	12	23	25
Calamagrostis epigejos	.	2	11	20	24
Fragaria viridis	.	+	11	22	22
Galatella biflora	+	1	12	16	15
Filipendula vulgaris	.	.	9	18	15
Festuca pseudovina	.	1	14	13	11
Peucedanum morisonii	.	1	10	11	6
Elytrigia repens	.	3	8	12	15
Carex praecox	.	1	10	13	12
Artemisia pontica	.	+	9	16	10
Phleum phleoides	.	1	9	10	11
Stipa pennata	.	+	9	13	6
Achillea asiatica	.	+	4	7	12

По мере того, как условия становятся все более сухими при продвижении на юг и юго-запад (рис. 2.3 с), появляются типичные степи с более засухоустойчивыми дерновинными злаками, такими как *Stipa capillata, S. zalesskii, Festuca valesiaca, Koeleria cristata* и *Helictotrichon desertorum*. Разнотравье и низкие полукустарнички, такие как *Artemisia frigida, A. austriaca, A. glauca* и *Thymus marschallianus* также обычны. Типичные степи могут также произрастать на черноземе, хотя их проективное покрытие меньше, чем в северной части изучаемого региона (Королюк, 2014). По направлению к границе Казахстана сообщества становятся более открытыми. Здесь преобладают сухие степи (например, разнотравно-дерновинно-злаковые степи на каштано-

земе), которые характеризуются несомкнутым травяным покровом, а также преобладанием подземной фитомассы над надземной (Королюк, 2014).

Благодарности: Мы искренне благодарим Steffen Heinicke, группу ботаников из Алтайского государственного университета и всех участников Кулундинского проекта за помощь на полевых работах и при обработке данных. Georg Guggenberger и Gerd Schmidt сделали полезные комментарии в ранней версии текста. Наша работа преимущественно финансировалась из гранта BMBF как часть Кулундинского проекта.

Библиографический список

Dengler J, Janisova M, Török P, Wellstein C (2014) Biodiversity of Palaearctic grasslands: a synthesis. Agr Ecosyst Environ 182:1–14.

Dixon AP, Faber-Langendoen D, Josse C, Morrison J, Loucks CJ (2014) Distribution mapping of world grassland types. J Biogeogr 41:2003–2019.

Djamali M, Brewer S, Breckle SW, Jackson ST (2012) Climatic determinism in phytogeographic regionalization: a test from the Irano-Turanian region, SW and Central Asia. Flora—Morphol Distrib Funct Ecol Plants 207:237–249.

Ecological problems and livelihoods in a changing world. Springer, Heidelberg, pp 3–43.

Grisebach A (1894) Die Vegetation der Erde nach ihrer klimatischen Anordnung [The vegetation of the earth according to its climatic arrangement]. W. Engelmann, Leipzig [in German].

Heinicke S, Hensen I, Rosche C, Hanselmann D, Gudkova PD, Silanteva MM, Wesche K (2016) Fragmentation and environmental constraints influence genetic diversity and germination of Stipa pennata in natural steppes. Flora—Morphol Distrib Funct Ecol Plants 224:42–49.

Hijmans RJ, Cameron SE, Parra JL, Jones PG, Jarvis A (2005) Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. Int J Climatol 25:1965–1978.

Hilbig W (1995) The vegetation of Mongolia. SPB Academic Publishing, Amsterdam, NL Hoffmann MH (1998) Ecogeographical differentiation patterns in Adonis sect. Consiligo (Ranunculaceae). Plant Syst Evol 211:43–56.

Jäger EJ, Hilbig W (2010) Kommentare zu V. I. Grubovs pflanzeographischer Gliederung Zentralasiens und zur englischen Übersetzung der “Rasteniya Central’noj Azii” [Comments on V. I. Grubov’s plantographical classification of Central Asia and the English translation of the “Rasteniia Tsentral’noi Azii”]. Feddes Repertorium 121:14–17 [in German].

Kottek M, Grieser J, Beck C, Rudolf B, Rubel F (2006) World map of the K ppen-Geiger climate classification updated. Meteorol Z 15:259–263.

Lavrenko EM, Karamysheva ZV (1993) Steppes of the former Soviet Union and Mongolia. In: Coupland RT (ed) Ecosystems of the world 8b—natural grasslands.

Elsevier, Amsterdam, London, New York, Tokyo. P. 3–59.

Lavrenko EM, Karamysheva ZV, Nikulina RI (1991) Stepi Evrazii (Eurasian steppes). In: Biologicheskie.

Manafzadeh S, Staedler YM, Conti E (2016) Visions of the past and dreams of the future in the Orient: the Irano-Turanian region from classical botany to evolutionary studies. Biol Rev 92:1365–1388.

Mirkin BM, Gogoleva PA, Kononov KE (1985) The vegetation of Central Yakutian alases. Folia Gebotanica et Phytotaxonomica 20:345–395.

Red'kina NN, Mullagulov RY, Yanbaev YA, Muldashev AA, Akilov RZ (2008) Hybrid peony (Paeonia hybrida Pall.), a rare endangered plant of BashkirTrans-Uralian Region: Autocorrelation analysis of the spatial genotype distribution under different environmental conditions. Contemp Probl Ecol 1:707–711.

Reinecke J, Troeva E,Wesche K (2017) Extrazonal steppes of northern Siberia—Phytosociological classification and ecological characterization. Phytocoenologia 47:167–196.

Resursy i prirodnye Usloviia Mongolskoi Narodnoi Respublike, vol 35, P. 1–144. (in Russian).

Smelansky I, TishkovA(2012) The steppe biome inRussia: ecosystem services, conservation status, and actual challenges. In: Werger MJA, van Staalduinen M (eds) Eurasian steppes. Ecological problems and livelihoods in a changing world. Springer, Heidelberg, P. 45–102.

Smelansky IE et al (2016). Карта сохранившихся степных экосистем (степных массивов) России. ООО «Прозрачный мир и Сибэкоцентр». http://savesteppe.org/ru/maps.

Takhtajan AL (1986) Floristic regions of the world. University. of California Press, Berkeley.

Walter H (1974) Die Vegetation Osteuropas, Nord- und Zentralasiens [The vegetation of Eastern Europe, North and Central Asia]. G. Fischer, Stuttgart [in German].

Werger MJA, van Staalduinen M (2012) Eurasian steppes. Ecological problems and livelihoods in a changing world. Springer, Heidelberg, P. 565.

Wesche K, Ambarlı D, Kamp J, Török P, Treiber J, Dengler J (2016) The Palaearctic steppe biome: a new synthesis. Biodivers Conserv 25:2197–2231.

Wesche K, Treiber J (2012) Abiotic and biotic determinants of steppe productivity and performance—a view from Central Asia. In: Werger MJA, van Staalduinen M (eds) Eurasian steppes.

Willner W, Kuzemko AA, Dengler J, Chytrý M, Bauer N, Becker T, Bi¸tˇa-Nicolae C, Botta-Dukát Z, Cˇ arni A, Csiky J, Igic´ R, Ka¸cki Z, Korotchenko I, Kropf M, Krstivojevic´-C´ uk M, Krstonošic´ D, Rédei T, Ruprecht E, Schratt-Ehrendorfer L, Semenishchenkov Y, Stanˇci´c Z, Vashenyak Y, Vynokurov D, Janišová M (2017) A higher-level classification of the Pannonian and western Pontic steppe grasslands (Central and Eastern Europe). Appl Veg Sci 20:143–158.

Zemmrich A (2005) Die Steppengliederung der Mongolei aus Sicht der russischen und mongolischen Geobotanik [The steppe structure of Mongolia from the point of view of Russian and Mongolian geobotany]. Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung 44:17–35 [in German].

Zohary M (1962) Plant life of Palestine, Israel and Jordan. Ronald Pr, New York.

Zohary M (1973) Geobotanical foundations of the Middle East, 2 vols. Gustav Fischer/Swets & Zeitlinger, Stuttgart/Amsterdam.

Ермаков Н.Б. (2012) Высшие синтаксоны типичных и сухих степей юга Сибири и Монголии. Вестник НГУ: Сибирь: Биология, Клиническая медицина 10: 5–15.

Королюк А.Ю. Растительность. Степи Центральной Азии. Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2002. С. 45–94.

Королюк А.Ю. () Степная растительность (Festuco-Brometea) предгорий Западного Алтая // Растительность России. 2007. №10. С. 38–60.

Королюк А.Ю. (2014) Сообщение класса Festuco-Brometea на территории Западно-Сибирской равнины // Растительность России 25: 45–70.

Королюк А.Ю., Макунина Н.И. (2001) Луговые степи и остепненные луга Алтае-Саянской горной области. Порядок Stipetalia sibiricae, союз Aconito barbati-Poion transbaicalicae. Крыловия 3: 35–49.

Королюк А.Ю., Макунина Н.И. (2009) Настоящие степи Алтае-Саянской горной области (порядок Stipetalia krylovii Кононов, Гоголева и Миронова, 1985) // Растительный мир Азиатской России 2: 43–53.

Красная книга Алтайского края (2006) Растения. Издательство АлтГУ, Барнаул.

Красная книга Новосибирской области. Животные, растения и грибы. Новосибирск, 2008.

Красная книга Российской Федерации. Растения и грибы. Ассоциация научных изданий КМК. М., 2008.

Лавренко Е.М., Карамышева З.В., Никулина Р.И. Степи Евразии // Биологические ресурсы и природные условия Монгольской Народной Республики. Т. 35. 1991. С. 1–144.

Миркин Б.М., Алимбекова Л.М., Манибазар Н., Онищенко Л.И. (1986) Второе приближение флористической классификации растительности речных поим Монгольской Народной Республики. Биологические науки, 9: С. 83–91.

Силантьева М.М. Конспект флоры Алтайского края. Барнаул, 2013.

Синельникова Н.В. Эколого-флористическая классификация растительных сообществ верхов Колымы. Магадан, 2009.

Глава 3. Изменчивость климата Кулундинской степи

Н.Ф. Харламова, М. Фрюауф

Аннотация. Природные условия являются важными, постоянно действующими факторами территориальной организации сельского хозяйства, влияющими на эффективность производства. Среди них климат считается основным и наиболее важным фактором. В данной статье рассматривается пространственно-временная изменчивость теплового режима и условий увлажнения Кулундинской степи как элемента Южно-Сибирской агростепи в пределах Евразийского степного пояса лесостепной и степной природных зон. Межгодовая изменчивость климата оказывает большое влияние на сельское хозяйство. Лучшее понимание и учет факторов изменчивости климата позволяют решать проблемы, связанные с глобальными изменениями климата. Снижение уязвимости различных секторов, таких как биоразнообразие, лесное хозяйство и сельское хозяйство, к изменчивости климата путем повышения осведомленности о политике, методах работы и технологиях во многих случаях уменьшит долгосрочную уязвимость этих систем к изменению климата.

Ключевые слова: изменчивость климата, гидротермический коэффициент Селянинова ГТК, коэффициент увлажнения Иванова, режим осадков, увеличение температуры. тепловой режим.

Введение

Евразийский степной пояс лесостепи и степи играет ведущую роль в мировом производстве сельскохозяйственной продукции. Геополитическое и ресурсное значение этих территорий возрастает в связи с ростом мирового населения, нехваткой плодородных земель, изменением климата и угрозой продовольственных кризисов. Для решения фундаментальной проблемы оптимизации взаимодействия природы и общества Евразии в условиях глобаль-

ного изменения природной среды необходимо оценить текущее и прогнозируемое изменение климата (Шумова, 2005, 2007; Харламова и др., 2014).

Кулундинская степь относится к Российскому степному поясу, который является частью Евразийской степной системы. Происходящие здесь изменения климата является ярким отражением глобального изменения климата и требуют углубленного изучения, в том числе понимания региональных особенностей внутренней территории Южно-Сибирской агростепи. Здесь, в Алтайском крае, сосредоточены большие площади пахотных земель с плодородными почвами. Их использование значительной степени зависит от состояния засушливого умеренно-континентального климата (Харламова, Силантьева, 2011а, б).

Рис. 3.1. Изменение годового количества осадков (мм/75 лет) на территории России за 1936–2010 гг. (Второй Доклад об оценке…, 2014)

Согласно данным Росгидромета, в последние десятилетия в Российской Федерации потепление происходило быстрее и в большей степени, чем в большинстве других регионов мира (Росгидромет, 2014). В течение последних 40 лет среднее повышение глобальной температуры составило около 0,17 °С за десятилетие. На территории России этот рост температуры происходил намного быстрее – 0,43 °С за десятилетие. Тренд годового количества осадков за 1936–2010 гг. был положительным для большей части России, в то время как в юго-восточной части Западной Сибири, где расположен Алтайский край, наблюдался отрицательный тренд (рис. 3.1).

Для более глубокого понимания временного состояния и изменчивости климата Южно-Сибирской агростепи необходимо изучение более длительного периода наблюдений для всей степной и прилегающей лесостепной природных территорий России.

3.1. Материалы и методы исследования

Лесостепная и степная зоны России протягиваются непрерывной полосой через Восточно-Европейскую равнину, Южный Урал и Западно-Сибирскую равнину до Оби (степь) и Салаирского кряжа (лесостепь).

К востоку от реки Чумыш лесостепи и степи встречаются только в виде изолированных островов вблизи Красноярска, Канска и Иркутска, а также в межгорных речных долинах Алтая, Саян и Забайкалья, не образуя зональной полосы (Харламова, Козлова, 2015). Общая площадь степной природной зоны (северная и сухая степи) в Алтайском крае, основная территория которой лежит в пределах Кулундинской равнины, относительно невелика, но именно здесь сосредоточены основные массивы пахотных земель с наиболее продуктивными черноземами и каштановыми почвами (рис. 3.2).

Рис. 3.2. Распространение степей и лесостепей на территории России (http://savesteppe.org/ru/steppe-oopt)

Для статистического анализа изменчивости теплового режима и годового режима атмосферных осадков территории лесостепной и степной зон России за 1966–2012 гг. использовался массив ежемесячных данных открытого доступа ВНИИГМИ-МЦД (http: www.meteo.ru) по 33 метеостанциям, расположенным с запада на восток Евразийского степного пояса. В целях оценки теплообеспеченности сельскохозяйственных культур применяется общепринятый в России показатель – сумма активных температур выше +10 °С ($\sum T > 10$ °С). Для оценки условий увлажнения сельскохозяйственных площадей применяются два наиболее часто используемых в России показателя: гидро-

термический коэффициент Г.Т. Селянинова (ГТК) и коэффициент увлажнения Н.Н. Иванова (КУ) (Росгидромет, 2012). Коэффициент ГТК включен в перечень показателей (индикаторов) засушливости климата (Stadler, 1987).

ГТК был определен Селяниновым (1955) как отношение суммы осадков за вегетационный период к сумме среднесуточных температур этого периода:

$$ГТК=\sum P/\left(_{T>10°C}\right):10,$$

где ΣP – сумма осадков за период с со среднесуточной температурой воздуха выше 10 °C в мм, отнесенная к количеству тепла (ΣT) за тот же период, уменьшенному в 10 раз (Селянинов, 1955).

Г.Т. Селяниновым по величине ГТК выделены следующие градации степени увлажнения территорий:

- умеренно-влажная (1,3–1,5);
- недостаточно влажная (1,0–1,3);
- засушливая / сухая (0,7–1,0);
- очень сухая (0,5–0,7);
- чрезвычайно сухая (< 0,5).

При расчете коэффициента увлажнения (КУ) по Н.Н. Иванову годовое испарение рассчитывается по формуле

$$E_o = c\,\text{ƺ}\theta,$$

где E_o – испарение в мм / год, ƺθ – суммы температур выше 10 ° (ΣT > 10 ° C), c – коэффициент 0,18.

Соответственно, КУ за год выражается формулой

$$КУ=P/\left(0{,}18\,\text{ƺ}\,\theta\right),$$

где P – количество осадков за год в мм (Кельчевская, 1971).

Исследование соотношения территорий Алтайского края, Республики Алтай и Новосибирской области с суммами активных температур выше +10 °C (ΣT> 10 °C), характеризующими вариации теплообеспеченности при выращивании различных сельскохозяйственных культур, получено путем построения эмпирической зависимости ΣT > 10°C в зависимости от высоты (z), широты (φ) и долготы (λ) местности:

$$T_{>10°C}=f\left(z,\varphi,\lambda\right).$$

Оценка годовых, месячных и среднесезонных (зима – январь, лето – июль) изменений температуры воздуха, годовых осадков и коэффициентов увлажнения КУ и ГТК проводилась на основе коэффициентов линейных трендов b, °C / 10 лет и мм / 10 лет.

3.2. Результаты и обсуждение

Анализ термического режима лесостепной и степной зон России за 1966–2012 гг. показывает, что среднегодовая температура воздуха снижается в направлении с запада на восток с 11,9 °С (Краснодар) до 0,8 °С (Барабинск), зимняя температура – от – 0,1°С (Краснодар) до – 8,5 °С (Барабинск), а летняя – от 24,0 °С (Краснодар) до 19,2 °С (Барабинск).

Таблица 3.1

Оценки линейного тренда годовой температуры воздуха в лесостепной и степной природных зонах России, 1966–2012 гг.

Метеостанции	b – коэффициент линейного тренда, °С / 10 лет	Метеостанции	b – коэффициент линейного тренда, °С / 10 лет
Краснодар	0,4	Армавир	0,2
Славгород	0,2	Ростов-на-Дону	0,2
Цимлянск	0,4	Волгоград	0,4
Чертково	0,3	Валуйки	0,4
Воронеж	0,5	Калач	0,4
Тамбов	0,4	Урюпинск	0,4
Фролово	0,4	Пенза	0,4
Саратов	0,4	Ершов	0,4
Безенчук	0,4	Сорочинск	0,5
Домбаровский	0,4	Бреды	0,4
Троицк	0,4	Макушино	0,4
Ишим	0,5	Русская Поляна	0,4
Татарск	0,4	Барабинск	0,5
Славгород	0,7	Рубцовск	0,4
Змеиногорск	0,4	Камень-на-Оби	0,4
Ребриха	0,3	Барнаул	0,3
Бийск, Зональная	0,4	Среднее	0,4

Средняя скорость изменения годовой температуры в России с лесостепными и степными ландшафтами в течение 1966–2012 гг. составила 0,4 °С / 10 лет (табл. 3.1). Полученные результаты практически полностью совпадают с оценками, приведенными во Втором оценочном докладе Росгидромета, согласно которому скорость потепления за период 1976–2012 гг. составила 0,52 °С / 10 для европейской территории России и 0,29 °С / 10 для Западной Сибири (Росгидромет, 2014).

Скорость потепления возрастает от западных к восточным районам лесостепных и степных ландшафтов России с увеличением континентальности климата. Таким образом, районами наименьшего повышения годовой тем-

пературы воздуха являются юго-западные регионы России (Ростов-на-Дону, Ставрополь и Армавир). Более интенсивное повышение годовой температуры наблюдается в Западно-Сибирской лесостепи (Барабинск и Ишим), достигая максимальных значений 0,7 °С/10 лет (Славгород) в пределах Кулундинской степи Алтайского края (рис. 3.3).

Рис. 3.3. Пространственное распределение коэффициентов линейных трендов среднегодовой температуры воздуха (°С/10 лет) на территории лесостепной и степной природных зон России в 1966–2012 гг.

Из-за большой протяженности территории России и разнообразия ее природных условий климатические изменения происходят неравномерно, а скорость потепления различных сезонов года неодинакова. Более значительные темпы повышения температуры воздуха характерны для зимнего сезона, составляя 0,6 °С/10 лет в противоположность летнему, темпы прироста средней температуры которого в лесостепной и степной природных зонах России в два раза меньше – 0,3°С/10 лет (табл. 3.2).

Приведенные результаты исследований свидетельствуют о существенных изменениях термического режима на всей территории лесостепной и степной природных зон России, характеризующихся потеплением со средней скоростью 0,4 °С/10 лет. Наиболее высокие темпы повышения температуры воздуха наблюдаются в зимний сезон, достигая максимальных значений на территории Европейской России.

Таблица 3.2

Оценки линейного тренда осредненной по сезонам температуры приземного воздуха на территории лесостепной и степной природных зон России, 1966-2012 гг.

Метеостанция	**b – коэффициент линейного тренда, °С/10 лет**		**Метеостанция**	**b – коэффициент линейного тренда, °С/10 лет**	
	январь	**июль**		**январь**	**июль**
Краснодар	0,6	0,6	Армавир	0,5	0,3
Ставрополь	0,4	0,4	Ростов-на-Дону	0,5	0,4
Цимлянск	0,7	0,5	Волгоград	0,8	0,5
Чертково	0,8	0,5	Валуйки	0,9	0,6
Воронеж	1,0	0,6	Калач	0,9	0,4
Тамбов	0,9	0,6	Урюпинск	1,0	0,5
Фролово	0,9	0,5	Пенза	1,0	0,6
Саратов	1,3	0,2	Ершов	1,0	0,5
Безенчук	1,0	0,4	Сорочинск	0,9	0,4
Домбаровский	0,8	0,2	Бреды	0,8	0,2
Троицк	0,7	0,3	Макушино	0,5	0,2
Ишим	0,6	0,1	Русская Поляна	0,3	0,0
Татарск	0,3	-0,1	Барабинск	0,5	0,0
Славгород	0,2	0,0	Рубцовск	0	0,0
Змеиногорск	0,0	0,1	Камень-на-Оби	0	0,1
Ребриха	-0,1	0,0	Барнаул	-0,1	0,0
Бийск, Зональная	0	0,2	Среднее	0,6	0,3

Исследование изменений в соотношении площадей территории Алтайского края, Республики Алтай и Новосибирской области с различными суммами активных температур выше +10°С ($\sum t>10$°С), характеризующими вариации теплообеспеченности выращивания разнообразных сельскохозяйственных культур, показывают, что при сохранении темпов потепления к концу 2025 г., с повышением среднегодовой температуры воздуха на 1 °С, увеличение сумм активных температур может составить до 300 °С. Поэтому границы территорий с обеспеченностью теплом $\sum T > 10$ °С, равным 2200–2400 и 2400–3000 °С (условия сухой и чрезвычайно сухой степи) могут значительно продвинуться на север (рис. 3.4) (Михайлова, Харламова 2006; Михайлова и др., 2008).

Рис. 3.4. Термические условия (сумма активных температур выше +10°С): а – снижение среднегодовой температуры на 1°С; б – современное состояние; в – повышение среднегодовой температуры на 1°С

Изменчивость годовых осадков также характеризуется неоднородностью (Харламова, 2013а, б). Наиболее заметное сокращение годового количества осадков в течение 1966–2012 гг. наблюдалось в западных регионах России, особенно в степных районах Западного Прикаспия (-100 мм/10 лет, см. рис. 3.5). Отрицательные тренды осадков меньших значений (-20 мм/10 лет) наблюдались в Приазовской лесостепи и южной лесостепи Алтая. Противоположные тенденции увеличения годовой нормы осадков на 20 мм/10 лет были выявлены вдоль северных границ лесостепной зоны России, в частности, на крайнем северо-востоке этой зоны (40 мм/10 лет), где наблюдается барьерный эффект Кузнецкого Алатау.

Рис. 3.5. Пространственное распределение коэффициентов линейных трендов годовой суммы осадков (мм/10 лет) на территории лесостепной и степной природных зон России, 1966–2012 гг.

Наиболее значительное сокращение годовых осадков со второй половины XX в. наблюдалось в западных регионах России, особенно в степных районах Западного Прикаспия, Приазовской лесостепи, лесостепных и степных районах Алтая. Данные территории являются наиболее значимыми сельскохозяйственными районами России, поэтому выявленные тенденции, безусловно, сказываются на структуре и качестве сельскохозяйственного производства.

Средние значения коэффициента увлажнения (КУ) Иванова лесостепных и степных ландшафтов России варьируют в диапазоне от 20,8–29,2% (Акбулак, Рубцовск и Славгород) до 69,2% (Змеиногорск, см. табл. 3.3). Значения гидротермического коэффициента (ГТК) в лесостепи и степи изменяются от 0,4 (Славгород) до 1,2 (Змеиногорск). В соответствии с изменчивостью ГТК определены следующие зоны увлажнения:

- недостаточно влажная зона (Краснодар, Ставрополь, Бийск и Змеиногорск);
- засушливая (Безенчук, Фролово, Урюпинск, Чертково, Ростов-на-Дону, Камень-на-Оби, Барнаул, Ребриха);
- очень сухая (Акбулак, Бреды, Русская Поляна, Рубцовск);
- чрезвычайно сухая (Славгород) (табл. 3.3).

Таблица 3.3

Средние значения ГТК и коэффициента увлажнения лесостепных и степных ландшафтов России в 1966–20212 гг.

№	Метеостанция	Значение КУ/характеристика увлажнения	Значение ГТК/характеристика увлажнения
Лесостепные зоны			
1	Краснодар	55,7 (недостаточное)	1 (недостаточно влажные)
2	Камень-на-Оби	43,2 (недостаточное)	0,8 (засушливые)
3	Барнаул	55,5 (недостаточное)	0,9 (засушливые)
4	Ребриха	48,1 (недостаточное)	0,9 (засушливые)
Степные зоны			
5	Ставрополь	57,2 (недостаточное)	1 (недостаточно влажные)
6	Ростов-на-Дону	49,4 (недостаточное)	0,9 (засушливые)
7	Чертково	47,3 (недостаточное)	0,9 (засушливые)
8	Урюпинск	44,7 (недостаточное)	0,8 (засушливые)
9	Фролово	38,2 (недостаточное)	0,7 (засушливые)
10	Безенчук	44,3 (недостаточное)	0,8 (засушливые)
11	Акбулак	29,2 (скудное)	0,5 (очень сухая)
12	Бреды	40,6 (недостаточное)	0,7 (очень сухая)
13	Русская Поляна	41,5 (недостаточное)	0,7 (очень сухая)
14	Бийск, Зональная	59,7 (недостаточное)	1,1 (недостаточно влажные)
15	Змеиногорск	69,2 (недостаточное)	1,2 (недостаточно влажные)
16	Рубцовск	26,6 (скудное)	0,5 (очень сухая)
17	Славгород	20,8 (скудное)	0,4 (чрезвычайно сухая)

При общей тенденции к снижению степени увлажнения с увеличением континентальности климата от западных границ лесостепной и степной природных зон России до Алтайского края значительный барьерный эффект оказывали Алтайский и Саянский горные хребты, способствующие увеличению доступности влаги на территории (рис. 3.6).

Линейные тренды КУ и ГТК, отражающие общую долгосрочную тенденцию изменчивости увлажнения в течение 1966-2012 гг., являются отрицательными на большей части исследуемой территории, например, см. данные метеостанции Славгород (рис. 3.7), в то время как для некоторых районов, таких как метеостанции Барнаул (рис. 3.8) и Ребриха, отмечаются незначительные положительные тенденции увеличения влагообеспеченности.

Рис. 3.6. Пространственное распределение коэффициентов увлажнения ГТК (а) и КУ (б) в лесостепной и степной природных зонах России, 1966–2012 гг.

Рис. 3.7. Метеостанция Славгород, 1966–2012 гг.: изменение значений коэффициента Иванова (а), ГТК (б)

Рис. 3.8. Метеостанция Барнаул, 1966-2012: .: изменение значений коэффициента Иванова (а), ГТК (б)

Рис. 3.9. Изменчивость годовых сумм осадков, метеостанция Барнаул, 1838–2028; красная линия – сглаженная фильтром, серая линия – годовое значение (без поправки на смачивание)

Таким образом, в результате исследования пространственно-временной изменчивости степени увлажнения лесостепных и степных ландшафтов России за период 1966–2012 гг. была выявлена общая тенденция к увеличению засушливости. На фоне долговременной отрицательной направленности линейных трендов отмечаются ритмические периоды относительного снижения и увеличения влажности.

Результаты, полученные при исследовании относительно коротких периодов времени, как и в данном исследовании (1966–2012 гг.), могут не соответствовать долгосрочным тенденциям, выявленным на основе многолетних серий метеорологических наблюдений различных метеостанций.

Представленная на рисунке 3.9 ритмичность влажных и сухих периодов была определена на основе анализа распределения годовых осадков на Барнаульской метеостанции за период 1838-2028 гг. (Харламова, Ревякин 2006; Харламова 2010). Согласно этим наблюдениям, начиная с 2007 г. наблюдается тенденция к увеличению содержание влаги, которая может сохраниться и в ближайшие годы.

Изменение годового количества атмосферных осадков на протяжении 2008–2016 гг. подтверждают этот вывод. Однако особенностью современных изменений климата начиная с середины XX в. является изменение соотношения тепло- и влагообеспеченности. Равноценное количество осадков в начале и в конце XX в. обеспечивало разную увлажненность, поскольку при более высоком уровне температур увлажнение уменьшается. И если темпы потепления сохранятся в ближайшие годы, то уровень увеличения осадков,

ожидаемый до 2038 г. (рис. 3.9), может быть недостаточным для повышения общей увлажненности (Харламова, 2013).

Выводы

Пространственно-временная изменчивость теплового режима и увлажненности территории Кулундинской степи указывает на заметное увеличение годовой температуры воздуха (в среднем на 0,4 °С/10 лет) в течение почти 50-летнего периода (1966–2012 гг.), особенно в зимний сезон. Этот вывод согласуется с увеличением засушливости лесостепных и степных ландшафтов, где сосредоточены основные сельскохозяйственные площади.

Тенденции изменений годовых сумм осадков и коэффициентов увлажнения по Иванову (КУ) и Селянинову (гидротермический коэффициент, ГТК) отрицательны практически для всей территории. Наиболее заметное снижение годового количества осадков и влаги со второй половины XX в. наблюдается в западных регионах, особенно в степных районах Западного Прикаспия, Приазовских степях, лесостепных и степных районах Кулунды в Алтайском крае.

Проблемы в сельском хозяйстве, вызванные климатическими изменениями регионального и глобального масштабов, являются общими для многих регионов. Поэтому результаты исследований по данной тематике на пример Южно-Сибирской агростепи достаточно актуальны и за пределами данного исследуемого региона.

Библиографический список

Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Техническое резюме. М. : Росгидромет, 2014. 94 с.

Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. М. : Росгидромет, 2014. 61 с.

Кельчевская Л.С. Методы обработки наблюдений в агроклиматологии: методическое пособие. Л., 1971. 215 с.

Методы оценки последствий изменения климата для физических и биологических систем: монография / М. Д. Ананичева [и др.].; науч. ред. С.М. Семенов ; Федер. служба по гидрометеорологии и мониторингу окр. среды (Росгидромет). М. : Планета, 2012. 511 с.

Михайлова Л.А., Харламова Н.Ф. Геоинформационное моделирование климатических параметров на примере Сибирского региона // Ползуновский вестник. 2006. № 4-2. С. 113–118.

Михайлова Л.А., Харламова Н.Ф., Михайлов Н.Н. Геоинформационные технологии при изучении региональных климатических изменений // Изменения состояния окружающей среды в странах Содружества в условиях текущего изменения климата / отв. ред.. В.М. Котляков. М. : Медиа-Пресс, 2008. С. 96–101.

Селянинов Г.Т. Климатическое районирование СССР для сельскохозяйственных целей // Сборник памяти Л.С. Берга. М. ; Л., 1955. С. 29–89.

Харламова Н.Ф. Оценка и прогноз современных изменений климата Алтайского региона: монография. Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2013а. 156 с.

Харламова Н.Ф. Климат Алтайского региона : учебник. Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 2013б. 108 с.

Харламова Н.Ф. Долговременные климатические изменения на внутриконтинентальной территории России (Алтайский регион) // Известия Алтайского гос. ун-та. 2010. №3/1(67). С. 133–140.

Харламова Н.Ф., Бондарович А.Н., Козлова Д.С., Плехова А.В. Изменчивость увлажненности территории лесостепной и степной зон Алтайского края в течение 1982–2013 гг. // География и природопользование Сибири. Вып. 18. 2014. С. 206–215.

Харламова Н.Ф., Козлова Д.С. Изменчивость термического режима и увлажнения лесостепных и степных природных зон России в течение 1966–2012 гг. // География и природопользование Сибири. Вып. 20. 2015. С. 169–181.

Харламова Н.Ф., Силантьева М.М. Современное состояние и тенденции изменений климата Кулунды // Известия Алтайского гос. ун-та. 2011а. №3/2(71). С. 50–55.

Харламова Н.Ф., Силантьева М.М. Зависимость урожайности зерновых культур в районах Кулунды от климатических факторов // Известия Алтайского гос. ун-та. 2011б. №3/2(71). С. 88–94.

Шумова Н.А. Оценка уязвимости гидротермических условий и зональных границ аридных территорий при различных сценариях изменения климата // Аридные экосистемы, 2007. Т. 13, №32. С. 34–46.

Шумова Н.А. Прогноз воздействия возможных изменений климата на гидротермические условия и урожай сельскохозяйственных культур лесостепной и степной зон // Оценка влияния изменения режима вод суши на наземные экосистемы. М., 2005. С. 71–107.

Kharlamova N.F., Revyakin V.S. Regional climate and environmental chance in Central Asia / Environmental Security and Sustainable Land Use / Edited Hartmut Vogtmann, Nikolai Dobretsov / Springer. The NATO Programme for Security through Science. The Netherlands. 2006. P. 19–26.

Stadler SJ (1987) Aridity indexes. In: Oliver JE, Fairbridge RW (eds) The encyclopedia of climatology. Van Nostrand Reinhold Company, New York, P. 102–106.

Глава 4. Структура растительности и экологические градиенты: от леса к сухой степи

Н. Лащинский, А. Королюк, К. Веше

Аннотация. Структура растительности и растительные сообщества, ассоциирующиеся с ней, определялись на региональном уровне на основе анализа данных дистанционного зондирования и наземной информации. Три основных типа пространственной структуры были описаны в зависимости от экологических факторов: геологического субстрата (лесс или песок), рельефа, осадков и теплообеспеченности. Первые два типа характеризуются одинаковым субстратом (лесс), но различным рельефом, состоят из сухих злаковников в сочетании с березовыми лесами. Первый тип пространственной структуры на возвышенных равнинах с разветвленной системой логов выглядит как лесные участки в форме дендритов или амебообразные, окруженные степями или пахотными землями. Второй тип на низких равнинах с плохим дренажом, пятнистый с многочисленными округлыми лесными участками, имеющими местное название «колки», окруженными степями. Третий отличается в основном по субстрату (песок) и представлен сосновыми лесами в сочетании с псаммофитными степями. Каждый тип пространственной структуры состоит из различных типов растительности (леса и злаковники) и распространен более или менее по всей территории Кулунды. Девять типов лесных экосистем и четыре типа злаковников можно выделить по видовому составу и их экологическим требованиям. В зависимости от местных климатических условий комбинация растительных сообществ в каждом типе пространственной структуры меняется с запада на восток по градиенту осадков и с юга на север по градиенту теплообеспеченности.

Ключевые слова: Пространственная структура растительности, степь, сосновый лес, ординация, экологический градиент, индикаторные виды.

Введение

В первой главе Кулундинская степь была представлена как относительно однородный регион и часть евразийской степной зоны. В этой главе мы рассмотрим растительность Кулунды в более крупном масштабе и опишем ее пространственную структуру в зависимости от различных экологических градиентов. Если на континентальном уровне климат является основным фактором распределения типов растительности, то на региональном уровне есть несколько экологических факторов, одинаково важных для пространственной структуры растительного покрова. Состав и структура растительности отражают рельеф, климат и геологические условия, а состав растительных сообществ подвержен влиянию множества экологических факторов, включая воздействие человека.

Растительность Кулундинского региона была существенно трансформирована за счет антропогенного влияния. Для экологически устойчивого землепользования знание естественной, или так называемой потенциальной растительности является, однако, очень важным. Оно также важно для понимания взаимоотношений между растительностью и условиями местообитаний – знание этих взаимоотношений позволят нам предсказывать реакцию растительности на изменения климата, почв и т.п.

Несмотря на значительные изменения, привнесенные в ландшафт с колонизацией территории Кулунды человеком, все еще возможно найти небольшие участки естественной или малонарушенной растительности. В настоящем разделе мы скомбинировали доступные спутниковые снимки с наземной информацией, взятой из литературы и полученной нами в ходе полевых исследований. Мы фокусировались на зональной растительности, исключая такие сообщества, как околоводная растительность, различные типы болот, сырые луга и растительность на засоленных почвах. Основываясь на этих материалах, мы описали типы пространственной структуры в зональной растительности по всему Кулундинскому региону и установили ключевые экологические факторы, ответственные за разнообразие растительности.

Наиболее важными из этих экологических факторов являются субстрат, рельеф и местный климат. В соответствии с дифференциацией рельефа и поверхностного геологического субстрата могут быть выделены три основных типа пространственной структуры растительности. Каждый тип пространственной структуры содержит ограниченный набор типов растительности, из которых наиболее контрастными являются леса и степи.

4.1. Основные типы пространственной структуры растительного покрова и соответствующие им растительные сообщества

Зональная растительность на равнинах, покрытых лессовидными отложениями, представлена сухими злаковниками, лишенными деревьев (степями), и листопадными лесами. В зависимости от рельефа эти два типа растительности имеют два различных типа пространственного распределения.

На возвышенной равнине в восточной части Кулунды, ближе к реке Обь, поверхность равнины хорошо дренирована обширной сетью логов. В этих условиях все плоские, хорошо дренированные поверхности покрыты степными сообществами, в то время как леса встречаются по днищам логов или на их северных и восточных склонах. На спутниковых снимках эти лесные участки выглядят в форме дендритов или амебоподобных контуров в окружении степей или пахотных земель (рис. 4.1).

Рис. 4.1. Спутниковый снимок 1-го класса закономерностей пространственного распределения растительности

На низменных равнинах с плохим дренажем в западной части Кулунды широко распространены суффозионные просадки, выражающиеся в многочисленных мелких (обычно 20–200 м в диаметре) округлых западинах. Как и в первом случае, все дренированные плоские поверхности заняты степями, а леса расположены в западинах. Полная картина при взгляде сверху представляет собой многочисленные округлые лесные массивы, имеющие местное название «колки», в окружении степей (рис. 4.2).

Рис. 4.2. Спутниковый снимок 2-го класса пространственного распределения растительности

В обоих случаях соотношение между лесом и степью строго определяется особенностями рельефа – длиной логов или размером и количеством западин.

Третий тип пространственной структуры растительного по-

Рис. 4.3. Спутниковый снимок 3-го класса закономерностей в пространственном распределении растительности

крова связан с древней системой параллельных дренирующих долин, заполненных аллювиальными песчаными отложениями. Мезорельеф этих бывших долин сформирован деятельностью ветра в форме дюнных полей. Здесь основным типом растительности выступают сосновые леса из Pinus sylvestris. Злаковники в этом случае занимают небольшие территории во вторичных местообитаниях, возникших после пожаров или вырубок. В мелком масштабе структура растительного покрова довольно монотонна, с небольшими прогалинами на фоне лесного ландшафта (рис. 4.3).

Для каждого типа пространственной структуры растительности три типа лесных сообществ могут быть выделены в зависимости от географического положения. Каждый тип имеет несколько характерных особенностей в структуре и, главным образом, в видовом составе сообществ. Таблицы 4.1, 4.2 и 4.3 суммируют характеристики структуры и видового состава для каждого типа леса.

Нелесная растительность представлена четырьмя основными типами сухих злаковников (табл. 4.4). В северной части лесостепи зональный тип злаковников представлен луговыми степями. Эти сообщества характеризуются доминированием мезоксерофитных многолетних трав (Galatella biflora, Filipendula vulgaris, Fragaria viridis и др.) и корневищных злаков (Poa angustifolia и Calamagrostis epigeios). Дерновинные злаки, такие как Festuca pseudovina, Stipa pennata и Koeleria cristata могут быть местами обильны. Поскольку эти сообщества произрастают на слабо засоленных почвах, здесь часто присутствуют галотолерантные растения (Artemisia nitrosa, A. rupestris, Iris halophyla, Limonium gmelinii, Pedicularis dasystachys и др.).

Дерновинно-злаковые степи с богатым разнотравьем широко распространены в южной части лесостепной зоны и в северной части степной зоны. Это наиболее многовидовые сухие злаковники в Западной Сибири. Сообщества обычно полидоминантные с обильными дерновинными злаками (Festuca valesiaca, Stipa capillata, Koeleria cristata, Stipa pennata, S. zalesskii) и разнотравьем (Fragaria viridis, Filipendula vulgaris, Galatella biflora, Artemisia spp., Thymus marschallianus и др.). Эти степи также характеризуются высоким обилием мезоксерофитных злаков и осок (Poa angustifolia, Calamagrostis epigeios, Carex praecox).

Типичные дерновинные степи широко распространены в степной зоне, особенно в ее южной части. Stipa capillata и Festuca valesiaca наиболее частые доминанты верхнего и нижнего подъярусов травостоя соответственно. Совместно с этими доминирующими видами произрастают обычные степные ксерофиты: Artemisia frigida, Koeleria cristata, Artemisia austriaca, Carex supina. Эти растительные сообщества показывают наименьшее разнообразие видов среди анализируемых степей, в основном за счет засушливых условий и повсеместного перевыпаса.

Песчаные степи распространены на аллювиальных песчаных отложениях в степной зоне. Они формируют мозаику с сухими сосновыми лесами. Иногда псаммофитные злаковники образуются после пожара или вырубки. К обильным видам относятся ксерофиты (Festuca valesiaca, Artemisia frigida, Stipa capillata, Carex supina) а также виды, предпочитающие песчаные почвы (Stipa borysthenica, Cleistogenes squarrosa, Artemisia marschalliana и др.).

4.2. Обзор растительности и взаимоотношений растительности с факторами среды

Каждое растительное сообщество было охарактеризовано серией описаний, и для каждого описания среднегодовая температура и количество осадков было извлечено из базы данных WorldClim (Hijmans et al., 2005). Также были использованы экологические шкалы для растений южной Сибири (Цаценкин и др., 1974, Королюк, 2006). Показатели для каждого вида представляют экологический оптимум для данного вида на градиентах влажности и богатства почвы. Средний показатель по влажности и богатству почвы рассчитывался для каждого описания как среднее значение соответствующего показателя для всех видов, зарегистрированных на данной площадке.

Ординация описаний использовалась для определения основных географических и экологических закономерностей распределения степной растительности. Из анализа исключались виды, обнаруженные менее чем в пяти описаниях. Значения покрытия видов трансформировались в порядковую шкалу. Выборка данных размещалась и анализировалась в среде IBIS (Интегрированная ботаническая информационная система) (Зверев, 2007). Для ординации мы использовали canonical correspondence analysis (CCA) со стандартными установками, принятыми в программе PAST (Hammer et al., 2001).

Полученный график ординации показывает достаточно ясную дифференциацию растительных сообществ (рис. 4.4).

Все сосновые леса сгруппировались в нижней части скаттерограммы. Наиболее обособленную позицию занимают сосновые леса седьмого типа. Это объясняется видовым составом сообществ с большой долей бореальных лесных видов (Chimaphila umbellate, Vaccinium vitis-idaea) и хорошо разви-

тым моховым ярусом. В этом отношении сосновые леса седьмого типа напоминают настоящие таежные леса, обычно расположенные намного севернее Кулундинского региона. Сосновые леса девятого типа также хорошо отделяются от всех других лесов, но близки к псаммофитным степям. Сходство между песчаными степями и южными сосновыми лесами основано на группе видов, приспособленных к засушливым условиям (ксерофиты) и/или к песчаному субстрату (псаммофиты), которые типичны для обоих типов сообществ (Artemisia marschalliana, Gypsophila paniculata, Koeleria glauca, Scorzonera ensifolia, Silene borysthenica, Stipa borysthenica). Эти два типа сообществ создают сукцессионную серию, запускаемую в случае пожара или вырубки. Сосновые леса восьмого типа сходны со склоновыми листопадными лесами на ординационном графике. И те, и другие леса произрастают на относительно влажных, но хорошо дренированных почвах и содержат диагностические виды класса Brachypodio pinnati-Betuletea pendulae. Они представляют зональную лесную растительность Западно-Сибирской лесостепной зоны (Brachypodium pinnatum, Rubus saxatilis, Iris ruthenica).

Рис. 4.4. Точечная диаграмма анализа канонических соответствий геоботанических описаний. Цифры соответствуют единицам растительности. Собственные значения (%): 1 ось – 50,9, 2 ось – 26,1. Растительные сообщества: 1 – балочный лес, 2 – балочный лес, 3 – балочный лес, 4 – березовый колок, 5 – березовый колок, 6 – березовый колок, 7 – сосновый бор, 8 – сосновый бор, 9 – сосновый бор, 10 – луговые степи и ксерофитные луга, 11 – типичные кустарниковые степи с большим количеством разнотравья, 12 – типичные кустарниковые степи с малым количеством разнотравья, 13 – песчаные степи. Сокращения: fid – плодородие почвы, MAP – среднегодовые осадки, MAT – средняя годовая температура, sp – количество видов в геоботаническом описании, wet – влажность почвы.

Сообщества листопадных лесов намного ближе друг к другу на скаттерограмме. По сравнению с сосновыми лесами листопадные леса склонов логов характеризуются большим видовым разнообразием, но более низкими среднегодовыми температурами. Березовые колки занимают промежуточное положение между склоновыми листопадными лесами и степями. Между собой склоновые и колочные леса хорошо различаются по градиенту влажности. Оба типа листопадных лесов расположены близко друг к другу из-за присутствия довольно большой группы мезофитных и ксеромезофитных лесных видов (Lathyrus pisiformis, Artemisia latifolia, Fragaria viridis и др.).

Рис. 4.5. Пространственные закономерности средней годовой температуры по Кулунде (по данным WorldClim). Цвета соответствуют средним годовым температурам в ° С. Черный квадрат обозначает изучаемую область.

Рис. 4.6 Пространственные закономерности среднегодовых сумм осадков по Кулунде (по данным WorldClim). Цвета соответствуют годовому количеству осадков в мм. Черный квадрат обозначает изучаемую область

Степные сообщества занимают левую часть скаттерограммы. Они ассоциируются с наиболее сухими местообитаниями (низкие значения количества осадков и влажности почвы) на продуктивных почвах (наибольшие значения почвенного богатства). Внутри этой группы все степные типы хорошо различаются по градиентам влажности и богатства почвы. Луговые степи и остепненные луга довольно близки к сухим колочным лесам на скаттерограмме. Это отражает факт того, что в лесостепном ландшафте эти сообщества растут в непосредственной близости и имеют общую группу светолюбивых мезоксерофитов (Artemisia macrantha, Filipendula stepposa, Galatella biflora, Lathyrus pratensis, L. tuberosus, Lupinaster pentaphyllus). Наиболее обособленную позицию среди степных типов на скаттерограмме занимают песчаные степи, близкие к южным степным лесам, как уже было отмечено выше.

Доступные климатические данные для Кулунды из базы данных WorldClim (Hijmans et al., 2005) показывают наличие отчетливого градиента

среднегодовой температуры с юга на север (рис. 4.5), а также годового количества осадков с востока на запад (рис. 4.6).

Для всех трех типов пространственной структуры растительного покрова состав растительных сообществ существенно изменяется вдоль этих климатических градиентов. Первый тип пространственной структуры, который встречается ближе к реке Обь, преимущественно изменяется вдоль западно-восточного градиента, в то время как второй, более западный тип показывает более выраженный градиент с юга на север. Поскольку ленточные сосновые леса вытянуты с юго-запада на северо-восток через весь Кулундинский регион, они показывают оба градиента. Дополнительно необходимо упомянуть, что такие экологические факторы как засоление и уровень грунтовых вод также играют важную роль в дифференциации растительного покрова. Их влияние выражается в формировании азональных типов растительности, не рассматриваемых в настоящей главе.

Библиографический список

Hammer, Harpe DAT, Ryan PD (2001) PAST: paleontological statistics software package for education and data analysis. Palaeontol Electronica 4(1):1–9.

Hijmans RJ, Cameron SE, Parra JL, Jones PG, Jarvis A (2005) Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. Int J Climatol 25:1965–1978.

Зверев А.А. Информационные технологии в исследованиях растительного покрова. Томск: ТМЛ-Пресс, 2007.

Королюк А.Ю. Экологические оптимумы растений Южной Сибири. Ботанические исследования Сибири I Казахстана. 2006. №12. С. 3–28.

Цаценкин И.А., Дмитриева С.И., Беляева Н.В., Савченко И.В. Методические указания по экологической оценке кормовых угодий лесостепной и степной зоны Сибири и Дальнего Востока. Степные зоны Сибири по признакам растительности. ВНИИК. М., 1974.

Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб., 1995.

Таблица 4.1

Основные характеристики лесных сообществ первого типа пространственной структуры растительности (видовая систематика по Черепанову, 1995)

Тип сообщества	Доминирующие виды древесного яруса	Средняя сомкнутость крон (%)	Средняя высота древостоя (м)	Средний диаметр ствола (см)	Кустарниковый ярус	Травяной ярус		Моховой ярус	Видовое богатство (количество видов сосудистых растений на 400 м^2)	Диагностические виды
					Проективное покрытие (%) и доминирующие виды	Высота (см) / Проективное покрытие (%)	Доминирующие виды	Проективное покрытие (%) и доминирующие виды		
Овражный лес Участок 1	*Betula pubescens, Populus tremula*	60	21	29	20 *Caragana arborescens, Salix cinerea*	74/75	*Brachypodium pinnatum, Rubus saxatilis, Angelica sylvestris, Filipendula ulmaria*	Отсутствует	46	*Salix cinerea, Ribes nigrum, Poa palustris,Filipendula ulmaria, Cirsium setosum, Urtica dioica, Crepis sibirica, Geranium pratense, Equisetum pratense, Stachys palustris, Alopecurus pratensis, Ranunculus auricomus, Paris quadrifolia, Trollius asiaticus, Carex cespitosa, Ranunculus repens*

Окончание таблицы 4.1

Тип сообщества	Доминирующие виды древесного яруса	Средняя сомкнутость крон (%)	Средняя высота деревьев (м)	Средний диаметр ствола (см)	Кустарниковый ярус		Травяной ярус		Моховой ярус		Видовое богатство (количество видов сосудистых растений на 400 м²)	Диагностические виды
					Проективное покрытие (%)	Доминирующие виды	Высота (см) / Проективное покрытие (%)	Доминирующие виды	Проективное покрытие (%) и доминирующие виды			
Образный лес Участок 2	*Betula pendula, Populus tremula*	60	20	30	45 *Caragana arborescens*		43/60	*Brachypodium pinnatum, Rubus saxatilis, Iris ruthenica, Lathyrus vernus, Pteridium aquilinum*	Отсутствует		56	*Padus avium, Phlomoides tuberosa, Silene nutans, Viola hirta, Cirsium seratuloides, Helictotrichon pubescens*
Образный лес Участок 3	*Betula pendula, Populus tremula, Betula pubescens*	60	19	26	35 *Caragana arborescens*		44/40	*Calamagrostis epigeios, Carex supina, Poa angustifolia, Fragaria viridis, Pteridium aquilinum*	Отсутствует		40	*Bromopsis inermis, Sambucus sibirica, Taraxacum officinale, Potentilla canescens, Elymus caninus*

Таблица 4.2

Основные характеристики лесных сообществ второго типа пространственной структуры растительности

Тип сообщества	Доминирующие виды древесного яруса	Средняя сомкнутость крон (%)	Средняя высота древостоя (м)	Средний диаметр ствола (см)	Кустарниковый ярус	Травяной ярус		Моховой ярус	Видовое богатство (количество видов сосудистых растений на 400 м^2)	Диагностические виды
					Проективное покрытие (%) и доминирующие виды	Высота (см) / Проективное покрытие (%)	Доминирующие виды	Проективное покрытие (%) и доминирующие виды		
Березовый колочный лес Участок 4	*Betula pendula, Populus tremula*	60	19	24	Изредка	46/70	*Calamagrostis epigeios, Brachypodium pinnatum, Iris ruthenica, Rubus saxatilis*	Отсутствует	47	*Artemisia macrantha, Vicia megalotropis*
Березовый колочный лес Участок 5	*Betula pendula, Populus tremula*	60	17	20	Изредка	50/60	*Calamagrostis epigeios, Carex praecox, Poa angustifolia, Rubus saxatilis*	Отсутствует	43	*Sedum telephium, Lathyrus tuberosus*

Окончание таблицы 4.2

Тип сообщества	Доминирующие виды древесного яруса	Средняя сомкнутость крон (%)	Средняя высота деревьев (м)	Средний диаметр ствола (см)	Кустарниковый ярус		Травяной ярус		Моховой ярус		Видовое богатство (количество видов сосудистых растений на 400 м²)	Диагностические виды
					Проективное покрытие (%) и доминирующие виды		Высота (см) / Проективное покрытие (%)	Доминирующие виды	Проективное покрытие (%) и доминирующие виды			
Березовый колочный лес Участок 6	*Betula pendula, Populus tremula*	60	14	18	10 Rosa laxa		34/40	*Calamagrostis epigeios, Carex supina, Poa angustifolia, Peucedanum morisonii, Carex praecox*	Отсутствует		36	*Spiraea crenata, Rosa laxa, Ribes aureum, Artemisia dracunculus, Chenopodium album, Asparagus officinalis, Artemisia commutata*

Таблица 4.3

Основные характеристики лесных сообществ третьего типа пространственной структуры растительности

Тип сообщества	Доминирующие виды древесного яруса	Средняя сомкнутость крон (%)	Средняя высота древостоя (м)	Средний диаметр ствола (см)	Кустарниковый ярус	Травяной ярус		Моховой ярус	Видовое богатство (количество видов сосудистых растений на 400 м²)	Диагностические виды
					Проективное покрытие (%) и доминирующие виды	Высота (см) / Проективное покрытие (%)	Доминирующие виды	Проективное покрытие (%) и доминирующие виды		
Сосновый лес Участок 7	*Pinus sylvestris*	60	24	28	8 *Caragana arborescens*	20/25	*Vaccinium vitis-idaea, Calamagrostis epigeios, Iris ruthenica, Carex ericetorum*	80 Pleurozium schreberi, Dicranum polysetum	20	*Carex ericetorum, Chimaphila umbellata, Vaccinium vitis-idaea, Dicranum polysetum, Pleurozium schreberi, Ptilium crista-castrensis*
Сосновый лес Участок 8	*Pinus sylvestris, Betula pendula, B. pubescens*	60	24	36	8 *Caragana arborescens*	34/70	*Rubus saxatilis, Brachypodium pinnatum, Iris ruthenica, Equisetum pratense*	5 Pleurozium schreberi	47	*Sorbus sibirica, Agrimonia pilosa, Fragaria vesca, Geranium sylvaticum, Orthilia secunda, Dryopteris carthusiana, Platanthera bifolia*
	Pinus sylvestris	40	18	28	отсутствует	26/20	*Carex supina, Koeleria glauca, Festuca beckeri,*	Изредка	28	*Pulsatilla patens, Alyssum turkestanicum, Allium nutans, Stipa anomala,*

Окончание таблицы 4.3

Тип сообщества		Доминирующие виды древесного яруса	Средняя сомкнутость крон (%)	Средняя высота древостоя (м)	Средний диаметр ствола (см)	Кустарниковый ярус		Травяной ярус		Моховой ярус		Видовое богатство (количество видов сосудистых растений на 400 м²)	Диагностические виды
						Проективное покрытие (%) и доминирующие виды		Высота (см) / Проективное покрытие (%)	Доминирующие виды	Проективное покрытие (%) и доминирующие виды			
Сосновый лес Участок 9									*Stipa borysthenica*				*Arabidopsis thaliana, Gypsophila paniculata, Cleistogenes squarrosa, Artemisia marschalliana, Syrenia siliculosa, Silene borysthenica, Silene chlorantha, Kochia laniflora, Jurinea cyanoides, Koeleria glauca, Festuca beckeri, Scorzonera ensifolia*

Таблица 4.4

Основные характеристики степных сообществ (IV - значение индикатора, состоящее из квадратного корня (f * c), где f – частота встречаемости (%), c – среднее проективное покрытие (%)

Тип сообщества	**Доминирующие виды (значение IV больше 20)**	**Содоминирующие виды (значение IV от 10 до 20)**	**Общее проективное покрытие (%)**	**Видовое богатство (количество видов сосудистых растений на 100 м²)**	**Диагностические виды**
Луговые степи и остепненные луга Участок 10	*Galatella biflora, Filipendula vulgaris, Poa angustifolia, Fragaria viridis, Calamagrostis epigeios*	*Festuca pseudovina, Elytrigia repens, Peucedanum morisonii, Artemisia pontica, Carex praecox*	80	38	*Agrostis vinealis, Artemisia macrantha, Eremogone longifolia, Filipendula stepposa, Fragaria viridis, Galatella biflora, Galium boreale, Hieracium umbellatum, Inula britannica, Lathyrus pratensis, Lathyrus tuberosus, Lupinaster pentaphyllus, Plantago maxima, Poa urssulensis, Sanguisorba officinalis, Serratula coronata, Seseli strictum, Tanacetum vulgare, Thalictrum simplex*
Типичные богаторазнотравные дерновинно-злаковые степи Участок 11	*Festuca valesiaca*	*Poa angustifolia, Fragaria viridis, Filipendula vulgaris, Stipa capillata, Koeleria cristata, Calamagrostis epigeios, Stipa pennata, Galatella biflora, Stipa zalesskii, Artemisia pontica,*	70	43	*Achillea nobilis, Helictotrichon desertorum, Oxytropis pilosa, Seseli ledebourii, Stipa zalesskii, Tephroseris integrifolia*

Окончание таблицы 4.4

Тип сообщества	**Доминирующие виды (значение IV больше 20)**	**Содоминирующие виды (значение IV от 10 до 20)**	**Общее проективное покрытие (%)**	**Видовое богатство (количество видов сосудистых растений на 100 м²)**	**Диагностические виды**
		Artemisia glauca, Thymus marschallianus, Carex praecox, Artemisia austriaca, Phleum phleoides			
Типичные небогаторазнотравные дерновинно-злаковые степи Участок 12	*Stipa capillata, Festuca valesiaca*	*Artemisia frigida, Koeleria cristata, Artemisia austriaca, Carex supina*	63	21	Нет
Песчаные степи Участок 13	*Festuca valesiaca, Stipa borysthenica*	*Artemisia frigida, Stipa capillata, Carex supina, Cleistogenes squarrosa, Artemisia marschalliana*	53	30	*Artemisia marschalliana, Astragalus onobrychis, Centaurea adpressa, Chenopodium acuminatum, Cleistogenes squarrosa, Gypsophila paniculata, Helichrysum arenarium, Kochia laniflora, Koeleria glauca, Scorzonera ensifolia, Silene borysthenica, Stipa borysthenica*

Глава 5. Почвы Центральной и Западной степи Алтайского края

А. Мизгирев, М. Цирдт, П. Иллигер, А. Е. Кудрявцев,
А. А. Бондарович, Е. Штефан, Г. Шмидт

Аннотация. Всемирная справочная база почвенных ресурсов (англ. World Reference Base for Soil Resources, далее WRB) была выбрана в качестве система классификации почвы для исследований в проекте «КУЛУНДА». Углубленный анализ и оценка антропогенных изменений почвы потребовали использования исторической информации, основанной на российской системе классификации почв. Карта почв Алтайского края и российская классификация почв (Почвенная…, 1986; Почвоведение, 1988), а также результаты почвоведческой экспедиции в Алтайском крае в 1954 и 1955 гг. (Почвы..., 1959) были использованы в качестве справочной базы данных. Эту историческую информацию о почве необходимо было преобразовать в систему WRB, чтобы сделать ее сопоставимой с современными данными. Конвертирование и трансформация данных зачастую приводит к потере и искажению информации. Особенно страдает информация о пространственном распределении и доле площадей в группах почв, что влияет на качество анализа динамики изменений в системе землепользования. Статья описывает проблемы конвертирования различных почвенных баз данных информации и возможные способы решения данной проблемы.

Ключевые слова: WRB, сельское хозяйство, изменение землепользования, деградация почв, картографирование почвы.

Введение

Доминирующие почвенные группы исследуемого региона являются результатом формирования в условиях умеренно-континентального климата вдоль градиента от лесостепи до типичной и сухой степи. Отложения позднего плейстоцена, такие как лессовые и лессовидные суглинки, явились

материнским материалом педогенеза. Короткий вегетационный период и большая годовая амплитуда температуры является важной предпосылкой для педогенеза данной территории (Почвы…, 1959; Почвоведение, 1988). Различия обусловлены северо-восточно-юго-западным градиентом. В то время, как на северо-востоке годовое количество осадков находится между 500 и 600 мм/год, на юго-западе выпадает только от 250 до 300 мм/год. Уменьшение осадков влечет за собой снижение биомассы, следовательно, содержания гумуса в почве и уменьшение мощности гумусового горизонта. В этой связи существуют различные варианты каштановых почв и черноземов, которые являются основой для сельского хозяйства региона. Распространены также солонцы и солончаки – менее 25% в регионе. Как правило, они не используются в сельском хозяйстве.

Систематическое картирование почв региона было начато уже в конце девятнадцатого столетия и достигло своего пика в период кампании освоения целинных и залежных земель 1954–1965 гг. В 1959 г. Академией наук СССР было опубликовано издание «Почвы Алтайского края» – краткое резюме почвенных исследований 1950-х гг. На основании этой работы и результатов исследований почв в последующие годы вышла в свет почвенная карта Алтайского края в масштабе 1:500 000 (Почвенная…, 1986). Обе публикации являются основой для исследования деградации почвы в проекте «КУЛУНДА». Сравнительный анализ характеристик и состояния почв имеет важное значение при поиске подходов в оценке воздействия землепользования на почву. Исторически сложилось так, что в международной практике разработаны различные системы и методы классификации почвы, которые в настоящее время создают проблемы для их идентификации. Не только классификация, но различаются также полевые и аналитические методы, что затрудняет, а порой и делает невозможным сравнение исторических данных с современными. В статье представлено не только описание почв западной части Алтайского края, но и рассмотрены проблемы конвертации картографической информации и проведено сравнение лабораторных методов для определения характеристик почв.

5.1. Конвертирование российской классификации типов почв в соответствии со стандартом WRB

Необходимость перевода информации о почвах из российской системы классификации, а также результатов полевых и лабораторных исследований возникла в связи с соглашением об использовании WRB (FAO2014) в качестве справочной системы для работы по проекту «КУЛУНДА». Первые шаги по сбору российской информации о почвах и ее использованию в международном контексте были предприняты еще в 1980-х гг.. Это было сделано для проекта

GLASOD (англ. Global Assessment of soil Degradation) (Oldeman et al. 1991), целью которого была глобальная оценка деградации почв (Stolbovoy, Fischer, 1997). В. Столбовой представил обновленную версию российской информации о почвах для Карты почв мира, обобщенной усилиями Продовольственной и сельскохозяйственной организацией ООН (англ. Food and Agriculture Organization, далее FAO) в 2000 г. В основу преобразования легла почвенная карта России масштабом 1:2500000. К сожалению, для достаточно дифференцированного изображения различных групп и характеристик почв в западной части Алтайского края в проекте «КУЛУНДА» этот масштаб не подходил. Потребовалось преобразование информации о почвах с более высоким разрешением. Для этих целей была использована Почвенная карта Алтайского края в масштабе 1:500 000 (Ковда, 1973; Почвоведение, 1988), которая была опубликована Комитетом геодезии и картография Российской Федерации в 1992 г.

5.1.1. Сравнение различных классификаций

Для использования карты почв высокого разрешения Алтайского края потребовалось новое и дифференцированное преобразование групп почв в формат WRB. Сравнение карт почв для Алтайского края выявили некоторые различия по группам почв на основе российской системы классификации почв. В карте масштаба 1:2500000 отсутствуют десять подгрупп почвы, которые содержатся в легенде карты на 1:500 000 масштаба (см. табл. 5.1). Была проведена коррекция с поправкой на почвы исследовательского региона. В этом процессе в общей сложности 40 групп почв и почвы в регионе исследования были определены в подгруппы, которые и были переведены в WRB. Сравнение описаний почвенных профилей в обеих картографических легендах показало некоторые различия (см. табл. 5.1 и главу 2). Причина различий заключается в том, что описание горизонтов карты почвенного покрова масштаба 1:500 000 (Ковда, 1973) отличаются от легенды Карты почв мира ФАО (Stolbovoi, 2000), поскольку в 1974 г. была использована классификация почв WRB (см. табл. 5.1). Дальнейшее использование таких почвенных карт несет в себе некоторую неопределенность, для сравнительного анализа и оценки явлений деградации почвы.

Таблица 5.1

Сравнение и конвертирование почвенной информации исследуемого региона с различными масштабными ссылками (Mizgirev 2013)

Название на русском языке	**Транслитерация**	**Название на английском языке**	**Тип профиля (Ковда 1973; Почвоведение 1988)**	**Тип профиля (Stolbovoy 2000)**
Черноземы оподзоленные	Chernozemy opodzolennye	Chernozems podzolized	Ah/AB/Bt,f,al/Bca/Cca	A1-A1B-Bt-Bca-Bcca-Cca

Продолжение таблицы 5.1

Название на русском языке	**Транслитерация**	**Название на английском языке**	**Тип профиля (Ковда 1973; Почвоведение 1988)**	**Тип профиля (Stolbovoy 2000)**
Черноземы выщелоченные	Chernozemy vyshelochennye	Chernozems leached	Ah/AB/Bt/Bca/Cca	A1-A1B-Bt-Bca-Bcca-Cca
Черноземы типичные	Chernozemy tipichnye	Chernozems typical	Ah/AB/Bca/BCca/Cca	A1-A1Bca-Bca-BCca-Cca
Черноземы обыкновенные	Chernozemy obyknovennye	Chernozems ordinary	Ah(Aca)/ABca/Bnca/BCcs	A1-A1Bca-Bca-BCca-Cca-Cs
Черноземы обыкновенные карбонатные	Chernozemy obyknovennye karbonatnye	Chernozems ordinary calcareous		A1ca,z-A1Bca,z-BCca,z-Cca
Черноземы обыкновенные солонцеватые	Chernozemy obyknovennye coloncevatye	Chernozems ordinary solonetzic		A1-A1Bslca-Bsl,ca-Cca
Черноземы южные	Chernozemy yuzhnye	Chernozems southern	Ah(Aca)/AB(ABca)/Bca/BCca/Cca/Ccs/Cca	A1ca-A1Bca,sl-BCs-Cs
Черноземы южные солонцеватые	Chernozemy yuzhnye coloncevatye	Chernozems southern solonetzic		A1-A1Bslca-Bsl,ca-Cca
Лугово-черноземные	Lugovo-chernozemnye	Meadow-chernozemics	Ad/AB/Bca/Cg	A1-A1B-B-Bca-Cca(Cca,g)
Лугово-черноземные солонцеватые	Lugovo-chernozemnye solontsevatye	Meadow-chernozemics solonetzic	Ad/AB/Bca/Bna/Cg	A1-A1Bsl,ca-Bsl,ca-Cca(g)
Лугово-черноземные засоленные	Lugovo-chernozemnye zasolennye	Meadow-chernozemics saline	Ad/AB/Bca/Bsa/Cg	A1-A1Bsl,ca-Bsl,ca-Cca(g)
Темнокаштановые	Temnokashtanovye	Chestnuts dark	A/AB1/AB2/Bca/Bcs/C	A1-A1B-Bca-Bca,cs-Ccs
Каштановые	Kashtanovye	Chestnuts	A/AB/Bt/Bca/Bcs/C	A1-B-Bca,cs-BCcs-Ccs
Светлокаштановые	Svetlokashtanovye	Chestnuts light	A/E/Bt/Bca/Bcs/C	A1-B-Bca-Bcs-Ccs

Продолжение таблицы 5.1

Название на русском языке	**Транслитерация**	**Название на английском языке**	**Тип профиля (Ковда 1973; Почвоведение 1988)**	**Тип профиля (Stolbovoy 2000)**
Каштановые солонцеватые	Kashtanovye solontsevatye	Chestnuts solonetzic	A/AB/Bt/Bca/Bcs/Bna/C	
Светло-каштановые солонцеватые	Svetlokashtanovye solontsevatye	Chestnuts light solonetzic	A/E/Bt/Bca/Bcs/Bna/C	
Луго-во-каштановые	Lugovato-kashtanovye	Meadow-chestnuts	Ad/AB/Bca/Bcs/Cg	A1-B-Bca-Cca(Cca,g)
Лугово-каштановые солонцеватые	Lugovato-kashtanovye solontsevatye	Meadow-chestnuts solonetzic	Ad/AB/Bca/Bcs/Bna/Cg	A1-A1Bsl-Bca-BCca(cs)-Ccs(g)
Лугово-каштановые засоленные	Lugovato-kashtanovye zasolennye	Meadow-chestnuts saline	Ad/AB/Bca/Bcs/Bsa/Cg	
Болотные низинные торфянисто-и торфяно-глеевые	Bolotnye nizinnye torfyanisto- i torfyano-gleevye	Peats low moor gleyic and peats boggy gleyic	T1/(T2/) G	
Лугово-болотные	Lugovo-bolotnye	Meadow-boggy	Ad(T)/G	(O)-Av-A1g-Bg-G
Лугово-болотные засоленные	Lugovo-bolotnye zasolennye	Meadow-boggy saline	Ad,na(Tna)/G	A1(sl)-A1B(sl)-Bca,(cs),(s),(g)-Cg,ca,(cs),(s)
Луговые	Lugovye	Meadows	Ad/A/AC/Cg	A1-A1B-Bg,ca-Cg,ca
Луговые засоленные	Lugovye zasolennye	Meadows saline	Ad/A/ACna/Cg	A1(sl)-A1B(sl)-Bca,(cs),(s),(g)-Cg,ca,(cs),(s)
Солоди луговые	Solodi lugovye	Meadows differentiated and solodic	Ad(T)/Eg/Bt,g/Bca, g/Bcs,g/Bsa,g/Cg(G)	A1-A2(A1A2)-Bt,(g)- Bca,(g)-Cg

Окончание таблицы 5.1

Название на русском языке	**Транслитерация**	**Название на английском языке**	**Тип профиля (Ковда 1973; Почвоведение 1988)**	**Тип профиля (Stolbovoy 2000)**
Солонцы лугово-черноземные	Solontsy lugovo-chernozemnye	Meadow-chernozemics solonetzic	Ad/(Ah/)E/Bna/Bca/Bcs/Bsa/C	
Солонцы лугово-черноземные засоленные	Solontsy lugovo-chernozemnye zasolennye	Meadow-chernozemics solonetzic and saline		
Солонцы лугово-каштановые	Solontsy lugovo-kashtanovye	Meadow-chestnuts solonetzic	Ad/(Ah/)E/Bna/Bca/Bcs/Bsa/C	
Солонцы лугово-каштановые засоленные	Solontsy lugovo-kashtanovye zasolennye	Meadow-chestnuts solonetzic and saline		
Солончаки типичные	Solonchaki tipichnye	Solonchaks typical	Asa/ACsa/Csa	
Солончаки луговые	Solonchaki lugovye	Solonchaks meadow	Ad,sa/ACsa/Csa	
Аллювиальные луговые насыщенные	Allyuvial'nye lugovye nasyshennye	Alluvials meadow saturated	Ad/A/AC/Cg A1-B-Bg-CDg	
Аллювиальные луговые насыщенные засоленные	Allyuvial'nye lugovye nasyshennye zasolennye	Alluvials meadow saturated saline	Ad/A/ACna/Cg	
Аллювиальные лугово-болотные	Allyuvial'nye lugovo-bolotnye	Alluvials swamp meadow	Ad(T)/G	

Таблица 5.2

Название на русском языке	**Транслитерация**	**Название на английском языке**	**Группа WRB (FAO/IIASA/ISRIC/ISSCAS/JRC 2012)**	**Классификатор WRB**	**Код_wrb**
Черноземы оподзоленные	Chernozemy opodzolennye	Chernozems podzolized	Phaeozem	Luvic	PHlv
Черноземы выщелоченные	Chernozemy vyshelochennye	Chernozems leached	Chernozem	Luvic	CHlv
Черноземы типичные	Chernozemy tipichnye	Chernozems typical	Chernozem	Haplic	CHha
Черноземы обыкновенные	Chernozemy obyknovennye	Chernozems ordinary	Chernozem	Haplic	CHha
Черноземы обыкновенные карбонатные	Chernozemy obyknovennye karbonatnye	Chernozems ordinary calcareous	Chernozem	Haplic	CHca
Черноземы обыкновенные солонцеватые	Chernozemy obyknovennye coloncevatye	Chernozems ordinary solonetzic	Chernozem	Luvic	CHlv
Черноземы южные	Chernozemy yuzhnye	Chernozems southern	Chernozem	Calcic	CHca
Черноземы южные солонцеватые	Chernozemy Yushnye solontsevatye	Chernozems southern solonetzic	Chernozem	Calcic, Luvic	CHcalv
Лугово-черноземные	Lugovo-chernozemnye	Meadow-chernozemics	Phaeozem	Haplic	PHha
Лугово-черноземные солонцеватые	Lugovo-chernozemnye solontsevatye	Meadow-chernozemics solonetzic	Phaeozem	Luvic	PHlv
Лугово-черноземные засоленные	Lugovo-chernozemnye zasolennye	Meadow-chernozemics saline	Phaeozem	Luvic	PHlv
Темнокаштановые	Temnokashtanovye	Chestnuts dark	Kastanozem	Haplic	KSha

Продолжение таблицы 5.2

Название на русском языке	**Транслитерация**	**Название на английском языке**	**Группа WRB (FAO/IIASA/ISRIC/ISSCAS/JRC 2012)**	**Классификатор WRB**	**Код_wrb**
Каштановые	Kashtanovye	Chestnuts	Kastanozem	Haplic	KSha
Светло-каштановые	Svetlokashtanovye	Chestnuts light	Kastanozem	Haplic	KSha
Каштановые солонцеватые	Kashtanovye solontsevatye	Chestnuts solonetzic	Kastanozem	Luvic	KSlv
Светло-каштановые солонцеватые	Svetlokashtanovye solontsevatye	Chestnuts light solonetzic	Kastanozem	Luvic	KSlv
Луго-во-каштановые	Lugovato-kashtanovye	Meadow-chestnuts	Phaeozem	Haplic	PHha
Луго-во-каштановые солонцеватые	Lugovato-kashtanovye solontsevatye	Meadow-chestnuts solonetzic	Phaeozem	Luvic	PHlv
Лугово-каштановые засоленные	Lugovato-kashtanovye zasolennye	Meadow-chestnuts saline	Phaeozem	Luvic	PHlv
Болотные низинные торфянисто-и торфяно-глеевые	Bolotnye nizinnye torfyanisto- i torfyano-gleevye	Peats low moor gleyic and peats boggy gleyic	Histosol	Terric	HStr
Лугово-болотные	Lugovo-bolotnye	Meadow-boggy	Gleysol	Mollic	GLmo
Лугово-болотные засоленные	Lugovo-bolotnye zasolennye	Meadow-boggy saline	Gleysol	Mollic	GLmo
Луговые	Lugovye	Meadows	Gleysol	Umbric	GLum
Луговые засоленные	Lugovye zasolennye	Meadows saline	Gleysol	Umbric	Glum
Солоди луговые	Solodi lugovye	Meadows differentiated and Solodic	Planosol	Mollic	PLmo

Окончание таблицы 5.2

Название на русском языке	**Транслитерация**	**Название на английском языке**	**Группа WRB (FAO/IIASA/ISRIC/ISSCAS/JRC 2012)**	**Классификатор WRB**	**Код_wrb**
Солонцы лугово-черноземные	Solontsy lugovo-chernozemnye	Meadow-chernozemics solonetzic	Solonetz	Gleyic	SNgl
Солонцы лугово-черноземные засоленные	Solontsy lugovo-chernozemnye zasolennye	Meadow-chernozemics solonetzic and saline	Solonetz	Gleyic	SNgl
Солонцы лугово-каштановые	Solontsy lugovo-kashtanovye	Meadow-chestnuts solonetzic	Solonetz	Gleyic	SNgl
Солонцы лугово-каштановые засоленные	Solontsy lugovo-kashtanovye zasolennye	Meadow-chestnuts solonetzic and saline	Solonetz	Gleyic	SNgl
Солончаки типичные	Solonchaki tipichnye	Solonchaks typical	Solonchak	Haplic	SCha
Солончаки луговые	Solonchaki lugovye	Solonchaks meadow	Solonchak	Gleyic	SCgl
Аллювиальные луговые насыщенные	Allyuvial'nye lugovye nasyshennye	Alluvials meadow saturated	Fluvisol	Umbric	FLum
Аллювиальные луговые насыщенные засоленные	Allyuvial'nye lugovye nasyshennye zasolennye	Alluvials meadow saturated saline	Fluvisol	Thionic	FLti
Аллювиальные лугово-болотные	Allyuvial'nye lugovo-bolotnye	Alluvials swamp meadow	Fluvisol	Umbric	FLum

Примечание: FAO – англ. Food and Agriculture Organization (русс. Продовольственная и сельскохозяйственная организация), IIASA – англ. International Institute for Applied Systems Analysis (Международный институт прикладного системного анализа), ISRIC – англ. International Soil Reference and Information Centre (русс. Международный справочно-информационный центр по почвам), ISSCAS – англ. Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences (пер. Институт почвоведения Китайской Академии наук), JRC – англ. Joint Research Centre of the European Commission (пер. Объединенный исследовательский центр Европейской комиссии).

5.1.2. Пример нового изучения и описания почвы

В дополнение к анализу картографического материала были проведены полевые исследования: закладка и описание почвенных профилей, отбор проб. Почвенные профили были описаны на основе системы классификации почв WRB. Почвенные пробы были проанализированы для определения таких характеристик, как органическое вещество, текстура, стабильность агрегатов, содержание карбонатов, плотность, pH. Анализы проводились в лабораториях Алтайского государственного университета, Аграрного государственного университета Алтайского края, а также в Институте водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук. Сформирована база данных почвенных профилей, которая доступна по электронному адресу: http://www.sibessc.unijena.de/. Целью исследований было сравнение текущих результатов с данными более ранних почвенных исследований и оценки воздействия сельскохозяйственного землепользования на почвы региона. В результате педологического анализа было получено множество новых данных о характеристиках почв исследованных профилей. На рисунке 5.1 представлены профили распространенных почвенных групп Haplic Chernozem (черноземы типичные) и Haplic Kastanozem (Каштановые почвы).

Profile - Datasheet

Name/No.	202
Date	28-05-2014
Editor	Illiger/Stephan/Mizgiriev
Position	81,637673 - 52,900049
Altitude	247 m
Inclination/ Exposition	< 1°
Usage	Extensive Pasture, Hay Meadow
Notice	West of Perwomayskij, no tilling since 1960s
Soil Type	Haplic Chernozem

Horizon Symbol	Ah	AC	C		
Lower edge (cm)	45	60	60+		
Grain Size	Ut2	Ut2	Ut3		
Soil Colour	10YR 2/1	mix	10YR 5/4		
Moisture (FDR)	31,4%	26,2%	27,0%		

Laboratory Results

Horizon	Depth (cm)	Bulk Density (g/cm³)	SOM (%)	pH H_2O	Elec. conduc. (µS/cm)	$CaCO_3$ (%)	SOC (%)	C/N
Ah	15	1,09	5,85	6,8	251	0,09	3,33	10,6
Ah	30	1,14	4,79	7,3	246	0,28	2,72	10,5
C	60	1,34	2,3	7,7	592	0,18	1,31	13,0

Profile - Datasheet

Name/No.	78
Date	17-09-2012
Editor	Illiger/Stephan/ Schmidt/Holzweißig
Position	N5769406.13E424631.51
Altitude	137m
Inklination/ Exposition	>1
Usage	Field/ Pea
Notice	Amazone test field; Poluyamkij/ Condor (No-till)
Soil Type	Haplic Kastanozem

Horizon Symbol	Ah	AC	Ckc	C
Lower edge (cm)	30	45	90	120+
Moisture (FDR)	22,6 %	20,1 %	-	17,6 %
Grain Size	Ufs	Ufs	Ls2	Sl4

Laboratory Results

Horizon	Depth (cm)	Bulk density (g/cm³)	SOM (%)	pH H2O	Elec. conduc. (µS/cm)	$CaCO_3$ (%)	SOC (%)	C/N
Ah	15	1,17	4,68	8,5	398	0,43	2,69	12,4
AC	30	1,27	4,27	7,3	127	0,23	2,45	9,6
Ckc	60	1,31	3,55	7,9	355	11,66	2,04	25,4
C	120	1,46	1,86	8,1	268	5,43	1,07	10,4

Рис. 5.1 Примеры стандартных профильных листов почвенного обследования проекта KULUNDA: слева – Haplic Chernozem, справа – Haplic Kastanozem

5.2. Сопоставимость аналитических методов

Возможность сопоставить результаты предполагает, что лабораторные анализы проводятся с использованием одних и тех же методов, а оценка результатов основана на одной и той же системе классификации. Однако аналитические методы для определения многочисленных характеристик почвы не только неоднократно менялись в прошлом, но и в настоящее время являются более совершенными. Это представляет одну из самых больших проблем для преобразования почвенной информации из российской системы классификации почв в систему классификации WRB. Речь в первую очередь идет об использовании результатов ранних исследований почв. Особую проблему представляют текстура почвы и ее органическое вещество. Российская система классификации размеров частиц использует другие пределы, а для определения содержания гумуса применяется совершенно другой аналитический метод. Например, анализ органического вещества почвы мы проводили различными методами, и они показали несопоставимые результаты.

5.2.1 Текстура

Текстура является фундаментальной физической характеристикой почвы, которая влияет на гидровлические свойства почв и их подверженности эрозионным процессам. На рисунке 5.2 сравниваются российская и международная классификации гранулометрического состава почв. Границы гранулометрических классов в российской системе ниже, чем в международной классификации. Использование текстурных данных, полученных с помощью различных методов классификации, может привести к ошибочным оценкам эрозионной или водоудерживающей способности почвы. Например, инфильтрационная способность песчаной почвы недооценивается, если используется российская гранулометрическая система классификации, так как максимальный размер песка в ней составляет 1 мм. В зависимости от количества частиц размером от 1 до 2 мм в почве поровое пространство и диаметр пор могут быть меньше, чем предполагается.

Рис. 5.2. Сравнение российского и международного классов размерности частиц почвы (Почвоведение, 1988; Mizgirev, Thürkow, Zierdt, 2015; Scheffer, Schachtschabel, 2000)

Различия между системами классификации еще более значительны в отношении определения текстурных классов на основе гранулометрического состава. В то время как определение для глины практически идентично, гранулометрический состав алевритов и суглинков сильно различается в двух системах (рис. 5.3). Сопоставимость почв зависит от текстурных классов, что делает практически невозможным преобразование данных из одной системы в другую. По этой причине стандартизированная оценка эрозионной восприимчивости местности на основе старых и современных данных и оценка эффектов землепользования страдают от высокой неопределенности (Mizgirev, 2013; Mizgirev, Thürkow, Zierdt, 2015).

Рис. 5.3. Комбинированное отображение текстурных классов на основе российской и международной систем классификаций (основной цвет — международная классификация, зеленый цвет — российская система). (FAO, 2014; Почвоведение, 1988; Mizgirev, Thürkow, Zierdt, 2015)

5.2.2. Органическое вещество почвы, гумус, органический углерод

Органические вещества в почве, которые остаются после разложения органического вещества, называются гуминовыми веществами. Именно поэтому в литературе термин «гумус» часто используется как синоним термина «органическое вещество». Количество органического вещества, или гумуса,

помимо текстуры, является важной характеристикой почв для их классификации. Кроме того, прямое сравнение данных об органическом веществе почвы в динамике позволяет оценить деградацию почвы при различных видах землепользования.

Традиционно определение всех органических соединений углерода в славяноязычном регионе проводится методом мокрого сжигания по Тюрину. Сухое сжигание в муфельной печи (также называемое потерей при сжигании) и элементный анализ являются общепринятыми методами в США и Западной Европе. Более высокие или низкие результаты из-за использования различных аналитических методов могут привести к различной классификации почв. Это является проблемой, поскольку данные, собранные в рамках проекта, не могут быть легко сопоставлены с данными, полученными в ходе прошлых российских почвенных исследований. По этой причине определение органического вещества почвы было проведено с применением новых методов и описанием почвенных горизонтов в соответствии с международной классификацией (см. гл. 19). Затем для оценки деградации почв в зависимости от землепользования был применен метод хронопоследовательностей.

5.3. Почвенная карта Алтайского края на основе классификации WRB

Благодаря своему расположению в континентальном регионе Южной Сибири Алтайский край имеет типичную почвенную структуру степных регионов. Вдоль климатического северо-западного-юго-восточного градиента ландшафт изменяется путем перехода от лесостепи с типичными черноземами на востоке Алтайского края к светлым каштановым почвам сухой степи на юго-западе.

Около 71% почв Алтайского края составляют черноземы и каштановые почвы (рис. 5.4). Solonetz, Gleysols, Fluvisols, Histosols занимают меньшие площади.

Исследования проекта «КУЛУНДА» были сосредоточены на территории с общей площадью 77 427 км^2 к западу от реки Обь и к северу от реки Алей, которая граничит с Новосибирской областью на севере и Казахстаном на западе. 69% почв региона составляют Chernozems (49%) и Kastanozems (20%) (см. рис. 5.5), что соответствует распределению почв всего Алтайского края. Другие группы почв исследуемой территории: Acrisol (13%), Phaeozem (6%) и Solonetz (5%).

Почвенная структура районов, в которых были расположены тестовые площадки, различна в зависимости от местных условий. На рисунке 5.6 показана интеграция почвенных групп Мамонтовского и Михайловского районов в масштабе 1: 500 000 во Всемирную почвенную карту ФАО масштаба 1:5000000.

Рис. 5.4. Почвенная карта Алтайского края на основе карты классификации почв WRB в масштабе 1:5000000 (FAO, 2007, 2014). См. легенду к таблице 5.1

Рис. 5.5. Процентное соотношение групп почв исследуемого региона (FAO/IIASA/ ISRIC/ISSCAS/ JRC, 2012). См. легенду к таблице 5.1

name_ru_v	bodentyp_wgs84.name_trans	rsg_wrb	suffix_wrb
Лугово-черноземные засоленные	Lugovo-chernozemnye zasolennye	Chernozem	gleyic, natric
Лугово-черноземные солонцеватые	Lugovo-chernozemnye solontsevatye	Chernozem	gleyic
Лугово-черноземные	Lugovo-chernozemnye	Chernozem	gleyic
Луговато-каштановые засоленные	Lugovato-kashtanovye zasolennye	Kastanozem	gleyic, natric
Каштановые солонцеватые	Kashtanovye solontsevatye	Kastanozem	luvic
Каштановые	Kashtanovye	Kastanozem	luvic
Черноземы южные	Chernozemy yuzhnye	Chernozem	xeric
Черноземы выщелоченные	Chernozemy vyshelochennye	Chernozem	luvic
Черноземы обыкновенные солонцеватые	Chernozemy obyknovennye solontsevatye	Chernozem	calcic, luvic
Черноземы обыкновенные	Chernozemy obyknovennye	Chernozem	calcic

Рис. 5.6. Интеграция почвенных карт Михайловского и Мамонтовского районов Алтайского края масштаба 1:500 000 в мировую почвенную карту ФАО для исследуемой территории (Mizgirev, 2013)

Почвенная карта Михайловского района в масштабе 1:500 000 показывает не только большое разнообразие, но и другое процентное соотношение почв по сравнению с исследуемым регионом (см. рис. 5.7). Здесь только 26% почв являются Chernozem, но доля Solonetz составляет 20%, что почти в четыре раза выше, чем в исследуемом регионе. Доля Podzoluvisol – около 14%, а доля Kastanozem в Михайловском районе такая же, как и во всем регионе исследований.

Рис. 5.7. Процентное соотношение различных типов почв в Михайловском районе. Источник: Почвоведение, (1988)

Выводы

Исследование почвенной структуры и почвенных характеристик в Алтайском крае представляло собой сложную задачу для всех участников, поскольку сравнительный анализ состояния почв основывался на педологических данных исторических российских почвенных обследований и новых, современных данных. Различные системы классификации почв и аналитические методы в совокупности создают сложно решаемые проблемы для исследований в международных проектах. Множество российских почвенных данных начиная с 1950-х гг. находятся в открытом доступе, однако, чтобы использовать эти данные для сравнительного анализа, их нужно было преобразовать, что практически всегда приводит к потере части информации. Существует возможность корректировать имеющуюся информацию, но учитывая размер территории исследования и ограничения по времени, это было сделано только на локальном уровне.

Благодарность

Работа выполнена в рамках госзадания Алтайского государственного университета «Тюрко-монгольский мир "Большого Алтая": единство и многообразие в истории и современности» (проект номер – 748715Ф.99.1.ББ97АА00002).

Библиографический список

Ковда В.А. Основы учения о почвах. М. : Наука, 1973. 448 с.

Почвенная карта Алтайского края и Республики Алтай. 1986. Масштаб 1:500000 / РосНИИЗемпроект. 1 л.

Почвоведение : учебник : в 2 ч. / под ред. В. А. Ковды, Б. Г. Розанова. Ч. 1: Почва и почвообразование. М. : Высш. шк., 1988. 400 с.

Почвы Алтайского края / АН СССР, Почв. ин-т им. В.В. Докучаева. М. : Изд-во Акад. наук СССР, 1959. 382 с.

FAO — Food and Agriculture Organization of the United Nations (2007). Digital soil map of the world. Rome.

FAO — Food and Agriculture Organization of the United Nations (2014) World reference base for soil resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. In: World soil resources reports. 106. Rome.

FAO/IIASA/ISRIC/ISSCAS/JRC (2012) Harmonized world soil database (version 1.2). FAO, Rome, Italy and IIASA, Laxenburg, Austria.

Mizgirev A (2013) Konzeption eines Web-GIS mit transkribierten Kartenelementen für das KULUNDA-Projekt. Diploma Thesis, Martin Luther University Halle-

Wittenberg [не опуликовано].

Mizgirev A., Thürkow D., Zierdt M. (2015) Konzeption eines Web-GIS zur bilingualen Transformation geographischer Namen. Kartographische Nachrichten 3:139–145.

Oldeman L.R., Hakkeling R.T.A., Sombroek W.G. (1991) World map of the status of human-induced soil degradation: An explanatory note. Wageningen: International Soil Reference and Information Centre; Nairobi: United Nations Environment Programme.

Scheffer F, Schachtschabel P (2000) Lehrbuch der Bodenkunde. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin.

Stolbovoy V., Fischer G. (1997) A new digital georeferenced database of soil degradation in Russia, IIASA Interim Report, IR-97-084/November, Laxenburg.

Stolbovoy V. (2000) Soils of Russia: correlated with the revised legend of the FAO soil map of the world and world reference base for soil resources, IIASA Research Report, RR-00-13, June, Laxenburg.

Глава 6. 800 лет изменения сельскохозяйственного землепользования в азиатской части России

А.В. Прищепов, Ф. Ширхорн, Н. Дронин,
Е.В. Понькина, Д. Мюллер

Аннотация. Азиатская часть России является аграрным регионом мирового значения, который, однако, является недостаточно изученным. В этой главе рассматривается история развития сельского хозяйства в азиатской части России, называемой Сибирью и представляющей обширный регион, простирающийся от Уральских гор до Тихого океана. Во-первых, дается обзор агроэкологических условий по региону. Во-вторых, описывается динамика землепользования, урожайности и надоев молока со Средних веков до современности, выделяются основные причины, лежащие в основе наблюдаемых изменений в масштабах и интенсивности сельскохозяйственного производства. Рассматривается неиспользованный аграрный потенциал региона, связанный с возможностями расширения посевных площадей и повышением продуктивности в растениеводстве и животноводстве. Особое внимание уделяется социально-экономическим и экологическим препятствиям, ограничивающим раскрытие производственного потенциала в регионе.

Ключевые слова: исторические изменения землепользования, движущие факторы, аграрный потенциал, разрыв в урожайности, расширение производства, забрасывание сельхозземель.

Введение

Россия располагает огромными земельными ресурсами, пригодными как для растениеводства, так и для животноводства. Однако земельные ресурсы, пригодные для сельского хозяйства, распределены по территории неравномерно: примерно две трети из 75 миллионов гектаров (млн га) обрабатываемых сельскохозяйственных угодий и 26% общего объема производства животноводческой продукции в 2013 г. были расположены в западной (евро-

пейской) части страны (Барталев и др., 2016; Росстат, 2016). Соответственно, большинство научных исследований фокусированы на изучении изменений аграрного землепользования и производственных возможностей в европейской части России (de Beurs, Ioffe, 2014; Ioffe, Nefedova, 2004; Prishchepov et al., 2013; Schierhorn et al., 2014), как исключение, лишь несколько исследований охватило всю территорию России (Dronin, Kirilenko, 2010; Dronin, Bellinger, 2005; Meyfroidt et al., 2016; Nefedova, 2011; Савин и др., 2001; Swinnen et al., 2017) или отдельные области азиатской части страны[1] (Horion et al., 2016; Kühling et al., 2016; Pavlova et al., 2014; Tchebakova et al., 2011; Wegren et al., 2015; Wright et al., 2012). Однако азиатская часть России в целом до сих пор остается недостаточно изученной. Следовательно, в англоязычной литературе мало что известно об историческом развитии сельского хозяйства за Уралом. Азиатская Россия является уникальной территорией, где сельское хозяйство начало развиваться только в середине девятнадцатого века (Dronin, Bellinger, 2005; Riasanovsky, 2000; Treadgold, 1957).

Азиатская Россия испытала различные потрясения, связанные с изменением сельскохозяйственного землепользования в XIX–XX вв., такие как массовая миграция населения из европейской части России в Сибирь, когда около 7–8 миллионов человек перешли через Урал в середине XIX и начале XX в., имеющая поразительные параллели с миграцией из Европы в США через Атлантический океан и связанным с ней массовым освоением пахотных земель на Великих равнинах США.

Сельскохозяйственная экспансия, связанная с миграцией в Сибирь, была прервана колоссальными социально-политическими потрясениями Первой мировой войны (1914 г.), Великой Октябрьской революции (1917 г.) и Гражданской войны (1917–1923 гг.). После 1923 г. постепенное расширение пахотных земель продолжалось вплоть до потрясений, вызванных Второй мировой войной. Другая, гораздо более масштабная волна расширения масштабов земледелия в Азиатской России началась в 1954 г., когда советское правительство провело кампанию по освоению целинных и залежных земель, в ходе которой с 1954 по 1963 г. в Сибири было распахано 13,6 млн га (Durgin, 1962; Josephson et al., 2013). Наконец, еще одним переломным моментом, повлиявшим на расширение пахотных земель, стал распад Советского Союза в 1991 г. и отказ от государственно-командной экономики, что привело к массовому забрасыванию пашни и пастбищ в середине 1990-х гг. В результате сельскохозяйственное производство в Азиатской России начало восстанавливаться только ближе к 2000-м гг. Площади пахотных земель и поголовье скота в настоящее время остаются значительно ниже уровня 1991 г. (Росстат, 2016; Schierhorn et al., 2016), а текущий уровень продук-

[1] Этот обширный регион азиатской части России известен всем как Сибирь.

тивности в растениеводстве и животноводстве не дотягивает до уровня промышленно-развитых стран (Schierhorn et al., 2016). Это говорит о том, что Россия обладает огромным неиспользованным сельскохозяйственным потенциалом за счет как возвращения в производство неиспользуемых пашни и пастбищ, так и повышения продуктивности в сельском хозяйстве (Saraykin et al., 2017; Савин и др., 2001; Schierhorn et al., 2014; Swinnen et al., 2017). Более того, Россия обладает земельными ресурсами, которые ранее не использовались и могли бы быть использованы в сельскохозяйственном производстве (Tchebakova et al., 2011).

В этой главе сначала будут описаны агроэкологические условия азиатской части России, затем дан краткий исторический обзор развития сельского хозяйства за последние 800 лет, структурированный по основным политическим вехам. Наконец, рассмотрен потенциал сельскохозяйственного производства азиатской части России.

6.1. Географическое описание Азиатской России как сельскохозяйственного региона

Азиатская часть России занимает значительную часть евразийского континента, простирающуюся от Урала до Тихого океана. Дальний Восток[2] также рассматривается в качестве территории азиатской России. В целом регион занимает примерно 77% территории страны, или 13 млн км^2. Даже без европейской части России, ее азиатская часть была бы с большим отрывом самой большой страной в мире. На севере она ограничена Северным Ледовитым океаном, а на юге граничит с Монголией, Китаем и Казахстаном. Азиатская часть России подразделяется на несколько природных субрегионов: Западная Сибирь, Восточная Сибирь, Прибайкалье и Забайкалье, Северо-Восточная Сибирь и Южная Сибирь с горными хребтами Алтая и Саян, а также Дальний Восток (рис. 6.1).

Высота азиатской части России значительно варьируется. На западе этот регион характеризуется непрерывным ровным ландшафтом на протяжении сотен километров, называемым Западно-Сибирской равниной. Более половины территории Западно-Сибирской равнины (или субрегиона Западной Сибири) занимают низменности с высотами ниже 100 м (более подробную информацию об агроклиматических условиях Западной Сибири вы можете найти в главе 8, авторы – М. Фрюхауф, М. Борисенко). На Среднесибирском плоскогорье можно обнаружить более пересеченную местность

[2] Дальний Восток состоит из Амурской, Магаданской, Сахалинской областей, Камчатского, Приморского и Хабаровского краев, а также Еврейской и Чукотской автономных областей (см. рис. 6.1).

с высотами до 1700 м; достигающим 3000 м к восточным краям. На юге Сибири Саянские горы поднимаются на высоту 3100 м, образуя границу с Монгольской Народной Республикой.

Климатические условия в азиатской части России значительно различаются. Учитывая суровые и продолжительные зимы, большая часть ее в настоящее время не подходит для растениеводства и животноводства, за исключением оленеводства в некоторых районах Северо-Западной Сибири. Сельское хозяйство ведется в южных частях Западной и Восточной Сибири с дополнительным сельскохозяйственным районом вокруг Якутска.

1-Altai Krai;2-Altai Republic;3-Amur;4-Buryat Republic;5-Chelyabinsk;6-Chukotskiy AO;7-Evreyskiy AO;8-Hanty-Mansiyskiy AO 9-Irkutsk;10-Kamchatskiy Krai;11-Kemerovo;12-Khabarovsk Krai;13-Khakasiya Republic;14-Krasnoyarsk Krai;15-Kurgan 16-Magadan;17-Novosibirsk;18-Omsk;19-Primorje; 20-Sakha(Yakutiya) Republic; 21-Sakhalin; 22-Sverdlov;23-Tomsk,24-Tyumer 25-Tyva Republic;26-Yamalo-Neneckiy AO;27-Zabaikalye

Рис. 6.1. Россия и азиатская часть России

К 2013 г. 68 млн га, или 5% всей территории Азиатской России было отведено под сельское хозяйство, из которых 21,8 млн га было использовано под сельскохозяйственные культуры. В пределах территорий, где ведется земледелие, (рис. 6.1) минимальная среднемесячная температура составляет –12 °С в феврале, а максимальная – +18 °С в июле. Для сравнения, минимальная среднемесячная температура в земледельческом поясе европейской части России составляет –9 °С, а максимальная – +20 °С. В азиатском аграрном поясе России насчитывается примерно 121 день в году, когда температура воздуха поднимается выше +10 °С, для сравнения: в европейской части России эта величина составляет 150 дней (Афонин и др., 2008). Что касается количества

дней с температурой выше 10 °C, то некоторые сибирские регионы, специализирующиеся на производстве пшеницы (например, южная Тюмень, Курганская область, Алтайский край) (рис. 6.1), можно сравнить с регионами в неплодородных районах (нечерноземная Россия). Однако пригодность почвы для производства пшеницы в Западной Сибири намного лучше.

Среднегодовое количество осадков в сельскохозяйственном поясе азиатской части России составляет 383 мм, в отличие от 454 мм в европейской части. Засушливость климатических условий, оцениваемая по величине гидротермического коэффициента Селянинова (ГТК) – индекс, который отражает условия от засухи до переувлажнения как соотношение сумм осадков и суммы температур в течение вегетационного периода, составляет в среднем 1,2 для азиатской части России и 0,9 для ее европейской части (значения ГТК более одного указывают на чрезмерное количество осадков, чем ниже значение, тем выше интенсивность засухи, значения ниже 0,5 указывают на сильную засуху).

6.3. Накопление огромных земельных резервов в азиатской части России к 1917 г.

На территории азиатской России веками жили кочевники, охотники и собиратели с незначительной сельскохозяйственной деятельностью и низким уровнем производства. Еще в XII в. в поисках меха для торговли с Ганзейским союзом новгородские купцы и охотники пересекли Уральские горы и достигли долин нижней Оби, обосновавшись в некоторых частях северной Сибири (Treadgold, 1957). Монгольское завоевание восточнославянских княжеств, занимавших Русскую равнину, временно остановило дальнейшее проникновение восточных славян в Сибирь. Освободившись от монгольского ига, Московское княжество сначала расширило свою территорию за счет лесостепных рубежей европейской части России. Вольный город Новгород с югорскими землями в Сибири был завоеван позже. К 1554 г. московский великий князь Иван IV (Иван Грозный) уже носил, среди прочих, титул Правитель Сибири (Treadgold, 1957). Позже, с 1581 по 1585 г., казачий атаман Ермак Тимофеевич продолжил завоевание Сибири. Основание городов Тобольск (1590), Томск (1604) и Енисейск (1618) и дальнейшее проникновение к Тихому океану свидетельствуют о быстром завоевании Сибири в период позднего Средневековья (рис. 6.1).

Однако основной интерес в освоении азиатской части России был связан с охотой и торговлей пушниной, которая пользовалась высоким спросом на внутреннем и международном рынках. Позже появились дополнительные стимулы для завоевания этой территории – драгоценные камни и металлы. Можно сделать вывод, что торговля собольим мехом была основной мотива-

цией для расширения Московского государства на сибирскую территорию. Даже через 300 лет после завоевания Ермаком Сибирь была в первую очередь источником меха, драгоценных камней и металлов.

До середины XIX в. экономические интересы по использованию сельскохозяйственного потенциала азиатской части России были незначительными. Амурская область и российский Дальний Восток (рис. 6.1) были единственными регионами Азиатской России, где сельское хозяйство было хорошо развито бохайцами, корейцами и чжурчжэнями уже в XII в. до переселения русских, в основном в пойме Амура (Окладников, 1959). На остальной территории Азиатской России сельское хозяйство было сосредоточено вблизи сторожевых застав и горнозаводских городов для удовлетворения потребности русских поселенцев в зерновых культурах, таких как рожь и пшеница, основных ингредиентов для выпечки хлеба, традиционного продукта питания (Forsyth, 1992; Окладников, 1959; Treadgold, 1957). Сибирь, находясь на внешней границе России, также стала печально известна переселением каторжников и дворян, попавших под царскую опалу (Forsyth, 1992; Treadgold, 1957). К 1815 г. в России проживало около 42 миллионов человек, и только 1,1 миллиона человек на азиатской территории, из которых всего 430 000 были коренным населением (Blackwell, 1968; Окладников, 1968a; Treadgold, 1957). Предположив, что для удовлетворения спроса на сельскохозяйственную продукцию на душу населения требуется около 4,4 га обрабатываемых сельскохозяйственных угодий (посевов, сенокосов, пастбищ), в том числе около 1 га пашни (Dronin, Bellinger, 2005; Окладников, 1968a), для землепользования такой интенсивности в азиатской части России около 1815 г. было необходимо всего лишь 0.67 млн га земель (коренное население было исключено из расчета, поскольку не зависело от зерна как основного пищевого продукта).

В XIX в. прозвучали призывы к переселению в азиатскую часть России, и появилась потребность в «государственных» крестьянах для выполнения работ всех видов. Призывы, в частности, были адресованы крестьянам в умеренных и лесостепных районах европейской части России, где наблюдалась нехватка земли (Окладников, 1968b; Treadgold, 1957). Сибирь также привлекала тех, кто хотел исповедовать религию от основного течения Русской православной церкви, например старообрядцев, а также тех, кто бежал от крепостного права или имел проблемы с законом. В этом отношении Сибирь служила свободной утопической землей для того, чтобы начать жизнь заново. Местные власти в азиатской части России не имели желания отправлять обратно «неофициальных» поселенцев, потому что это повлекло бы дополнительные административные и финансовые затраты, а также из-за нехватки в Сибири рабочей силы в то время.

Примерно 1,2 миллиона человек переселились туда с 1815 по 1860 г., из которых 350 тысяч были ссыльными и заключенными, а 200 тысяч чело-

век – так называемыми неофициальными переселенцами, ищущими лучшей жизни в азиатской части России (Окладников, 1968а; Treadgold, 1957). Как следствие, общая численность населения в данном регионе (включая коренных жителей) увеличилась с 1,1 миллиона в 1815 г. до 2,9 миллиона в 1860 г. (Treadgold, 1957). Это означает, что спрос на пахотные земли в азиатской части России увеличился более чем в два раза и составил примерно 2,3 млн га (предположительно при той же интенсивности землепользования в 4,4 га на душу населения, из которых 1 га требуется для пашни). Расширение пахотных земель происходило главным образом на территории современных Челябинской, Курганской, Тюменской, Омской, Новосибирской областях и в Алтайском крае; эти районы являются частью плодородного черноземного пояса Западной Сибири.

Динамика миграции в Сибирь ускорилась после 1861 г., когда было отменено крепостное право, а крестьяне получили свободу передвижения (Riasanovsky, 2000). Более того, к середине XIX в. территория России расширилась до Черного моря, тем самым устранив угрозу нашествий кочевников или турок. Когда несколько десятилетий спустя Россия завоевала Кавказ и Центральную Азию, большие площади незанятых и плодородных степных почв от Австро-Венгрии до Монголии перешли во владение Российской империи и могли теперь быть распаханы, включая многие никогда ранее не возделываемые земли.

Несмотря на обширные и плодородные земельные ресурсы в степях европейской части России, население империи продолжало страдать от отсутствия продовольственной безопасности и нехватки земель в некоторых густонаселенных районах с умеренным климатом. Население России резко выросло, увеличившись со 118 до 179 миллионов человек с 1880 по 1914 г. Колонисты, которые прибыли на юг Европейской России с черноземными почвами, были в основном крупными владельцами недвижимости, они производили сельскохозяйственные культуры для продажи на рынке, что резко отличалось от преобладавшего в прежние времена натурального и домашнего сельского хозяйства (Parker, 1969). В то время как в 1860-х гг. половина зерновых, выращенных на юге России, экспортировалась, к началу XX в. доля экспорта зерновых увеличилась до 80%, ограничив количество зерновых, доступное для внутреннего потребления (Челинцев, 1928; Dronin, Bellinger, 2005).

В дополнение к наиболее популярной для возделывания на севере ржи, на юге – пшенице и льну с коноплей в качестве технических культур были введены новые культуры, такие как сахарная свекла, хлопок и кукуруза, что создало дополнительную нагрузку на системы землепользования и способствовало сокращению степей (Parker, 1969). Однако урожайность зерна оставалась низкой и составляла всего 6–7 центнеров с гектара, или

примерно половину того, что было достигнуто в Европе к тому времени. Одной из причин этой разницы было неактивное использование минеральных удобрений в большинстве регионов России. Подводя итоги, можно сказать, что несмотря на обширные территории, крестьянство в европейской части России к концу XIX и началу XX в. страдало от низкой производительности труда и нехватки земли. Населению требовалось больше земли для сельскохозяйственного производства, Это способствовало миграции в азиатскую часть России в поисках новых возможностей для сельскохозяйственного производства.

Сочетание недостатка пахотных земель и низкой урожайности привело к волнениям по всей Европейской России в 1905–1907 гг., что побудило правительство Российской империи разработать программы переселения и расширения пахотных земель в Азиатской России. Одной из инициатив была, например, аграрная реформа Петра Столыпина, которая способствовала миграции россиян в Сибирь с 1906 по 1914 г. Население азиатской части России выросло с 5,7 до 9,3 миллиона человек в период с 1897 по 1911 г., в то время как коренное население выросло намного меньше, составив от 870 тысяч до 972 тысяч человек (Treadgold, 1957). К 1913 г. население в данном регионе составляло 10 миллионов человек, в то время как на территории всей России проживало тогда 125 миллионов. После 1913 г. дальнейшая миграция крестьян из европейской части России прекратилась из-за начала Первой мировой войны, а расширение пахотных земель практически остановилось до середины 20-х г. XX в.

Рис. 6.2. Динамика посевных площадей (а) и поголовья скота (б) для европейской и азиатской части России с 1913 по 2013 г. Источник статистических данных для 1913, 1928–1938, 1940, 1950, 1953–2013: Госплан СССР (1939), Госплан СССР (1957, 1959), Госплан СССР (1960-1963), ЦСУ СССР (1965-1976), ЦСУ СССР (1981–1988), ЦСУ СССР (1990), Росстат (2016)

1913 г. стал лучшим по экономическим показателям в истории императорской России, и этот год позже послужил ориентиром для сравнения пока-

зателей сельского хозяйства в советское время. К 1913 г. площадь пахотных земель в азиатской части России достигла 10 млн га, а поголовье скота насчитывало 9 млн голов (рис. 6.2 а, б). В том же 1913 г. на территории, которая в настоящее время является Алтайским краем, была задействована наибольшая площадь пахотных земель в 2 млн га, из которых 90% было использовано для производства зерна (более подробную информацию об историческом развитии сельского хозяйства в Алтайском крае можно найти в гл. 8). Самая высокая доля пашни в азиатской части России (18% от общей площади) была отмечена в Курганской области, а самая низкая доля (1%) – в Амурской области на Дальнем Востоке.

После 1913 г. милитаризация экономики и потеря устоявшихся международных рынков из-за Первой мировой войны привели к колоссальным колебаниям поставок зерна внутри страны. Несмотря на продолжающееся производство зерна в азиатской части России после 1914 г., внутренние торговые связи между азиатской и европейской территориями были частично прерваны во время войны. Это нарушило стабильные поставки зерна в города европейской части России, что привело к волнениям в армии и социальной напряженности, и в конечном итоге к отречению императора от власти в 1917 г., свержению Временного правительства и восстанию большевиков.

6.3. Аграрный коллапс после 1917 г. и низкие показатели коллективного сельского хозяйства до 1953 г.

1917 г. ассоциируется с глубокими потрясениями в сельском хозяйстве, вызванными Первой мировой войной. Октябрьская революция и последующая Гражданская война привели к значительному сокращению производства сельскохозяйственной продукции по всей России. Национализация и перераспределение земельных активов бывших дворян и землевладельцев после изданного в 1918 г. В.И. Лениным Декрета о земле не смогли решить проблему продовольственной безопасности. Многие трудоспособные мужчины в городах вступили во время Гражданской войны (1917–1923) либо в Красную Армию (сражающуюся на стороне большевиков), либо в Белогвардейскую армию (сражающуюся против большевиков), но многие из них бежали в свои деревни. В результате городское население сократилось на треть, в первую очередь пострадала европейская часть России (Dronin, Bellinger, 2005). Во время войны производство гражданской продукции почти полностью прекратилось, в том числе производство сельскохозяйственной техники и удобрений (Dronin, Bellinger, 2005). Еще одним негативным последствием стал разрыв торговых связей между городскими и сельскими районами. Де-факто полуаграрная Россия вернулась в сельской местности к полной самодостаточности в области сельскохозяйственного производства и изготов-

ления товаров для повседневных нужд, например, металлургических, строительных и текстильных. Во время Гражданской войны сельскохозяйственное производство резко сократилось. Например, производство пшеницы упало на 30% с 1917 по 1920 г. по всей России (Dronin, Bellinger, 2005). Как показывают некоторые исследования, в Азиатской России, по сравнению с Европейской, произошло снижение производства сельскохозяйственных культур на 17% из-за более низкой доли культур, предназначенных для экспорта (Dronin, Bellinger, 2005), в то время как другие исследования отмечают, что по сравнению с 1913 г. к 1922 г. посевные площади сократились вдвое (Окладников, 1968с). Сокращение поголовья скота на 35% повлияло на поставки мяса и молока, а также органических удобрений и тягловой силы[3]. Закупки сливочного масла на экспорт, которыми славилась Сибирь в конце царского правления, сократились в 13 раз с 1917 по 1922 г. (Окладников 1968с). Как следствие, плодородие земель также снизилось.

Период Гражданской войны характеризовался острой нехваткой продовольствия в городах, что вынудило большевиков разработать меры по экспроприации сельскохозяйственной продукции в сельской местности. Падение сельскохозяйственного производства было дополнено засухой 1921 г., которая обострила продовольственный кризис даже в крупных житницах, таких как Поволжье, где миллионы людей погибли от голода. Голод 1921 г. вынудил советское правительство разработать чрезвычайные меры, такие как либерализация торговли и сельскохозяйственного производства с помощью так называемой Новой экономической политики (нэп), просуществовавшей до 1929 г. Однако нэп не решил проблему недостаточного обеспечения продовольствием. В то же время коллективная система не могла обеспечить крестьян достаточными ресурсами, в первую очередь техникой и удобрениями. К 1929 г., когда закончился нэп, сельскохозяйственное производство, согласно официальной статистике, немного восстановилось, и площадь пахотных земель вернулась в европейской части России на уровень 1913 г. и стала еще выше в ее азиатской части (рис. 6.2а) (Dronin, Bellinger, 2005; Окладников, 1968с). Однако поголовье скота продолжало сокращаться (рис. 6.2б). Решение о прекращении нэпа было частично обусловлено необходимостью быстрой индустриализации

[3] Следует отметить, что наши данные за период 1917–1920 гг. отличаются от отчетов других ученых, которые указывали на более резкое сокращение посевных площадей и поголовья скота в период Гражданской войны (Dronin, Bellinger, 2005; Окладников, 1968с). Мы использовали официальную статистику развития сельского хозяйства из различных источников. Официальная статистика за период с 1917 по 1940 г. вызывает сомнения из-за возможных манипуляций со стороны правительства. Мы не можем избежать такой предвзятости, так как хотели использовать систематически собранные данные. Считается, что вся остальная официальная статистика, например, после 1953 г., лучше отражает динамику развития сельского хозяйства.

советской экономики и желанием экспортировать зерно, чтобы получить средства на зарубежные закупки техники для советской промышленности, а также с надеждой на то, что коллективизированное крупномасштабное сельскохозяйственное производство будет эффективным и обеспечит города продовольствием. Всего за один год коллективные хозяйства (колхозы) выросли с 7,7% (1929 г.) до 74% (1930 г.) в Центрально-Черноземной области (Dronin, Bellinger, 2005). К середине 1931 г. советское правительство сообщило об успешном (принудительном) завершении программы коллективизации.

Период 1931–1940 гг. характеризовался расширением посевных площадей, главным образом в азиатской части России (1 млн га в европейской части и 4,5 млн га, или на 22% в азиатской части России) (рис. 6.2 а). В то же время производство скота продолжало снижаться, несмотря на специальные программы (см. Постановление ЦК ВКП(б) «О развертывании социалистического животноводства» 1931 г.). Массовый забой скота, скорее всего, был реакцией крестьян на принудительную коллективизацию. Дальнейшее сокращение поголовья скота впоследствии сказалось на урожайности сельскохозяйственных культур, приведшее к нехватке органических удобрений, лошадиных сил для вспашки и нарушения сложившейся практики севооборота. Сообщалось, что урожайность была всего 7 ц/га и даже ниже по сравнению с дореволюционным временем. Голод, в том числе катастрофический голод 1932–1933 гг., значительно сказался на численности населения в России.

Период Второй мировой войны (в случае Советского Союза – Великой Отечественной войны, длившейся с 1941 по 1945 г.) оказал разрушительное воздействие на сельскохозяйственное производство, особенно в европейской части России, где основные житницы были оккупированы нацистами. В ответ производство переместилось во внутренние регионы России. Из-за нехватки рабочей силы и финансовых средств падение производства растениеводческой продукции наблюдалось и в Азиатской России (рис. 6.2 а). Например, в Алтайском и Красноярском краях, Новосибирской и Омской областях посевные площади сократились на 25% с 1940 по 1943 г. (Окладников, 1968d). Сокращение поголовья скота, в результате которого его численность снизилась на 20%, а лошадей – на 55%, также негативно сказались на производительности сельскохозяйственного сектора (Dronin, Bellinger, 2005). В свою очередь нехватка кормового зерна влияла на продуктивность скота и его поголовье.

После окончания Второй мировой войны посевные площади снова начали медленно расширяться, а поголовье скота немного увеличилось. К 1950 г. по сравнению с 1940 г. площадь посевов стала ниже в европейской части России и достигла того же уровня в азиатской части страны (рис. 6.2а). Однако сектор животноводства, включая производство молока, продолжал

страдать от нехватки кормовых культур и плохого генетического состояния поголовья, что затрудняло снабжение населения молоком и мясом (рис. 6.2б). Принимались меры по оптимизации сельскохозяйственного производства, такие как объединение убыточных колхозов с успешными, но их было недостаточно для решения хронических проблем советского сельского хозяйства, что привело к переменам в сельскохозяйственной политике после 1953 г.

6.4. Экспансия сельского хозяйства в Советском Союзе после 1953 г.

К 1953 г. в СССР был вынужден увеличить производство такой сельскохозяйственной продукции, как зерно и молоко (рис. 6.3 а, б), чтобы удовлетворить растущий внутренний спрос на продовольствие и решить проблему национальной продовольственной безопасности, особенно по потреблению мяса и молока (Dronin, Kirilenko, 2010; Josephson et al., 2013; Prishchepov et al., 2015). Для улучшения производства мяса и молока необходимо выращивать питательные кормовые культуры, а не только заготавливать сено. После Второй мировой войны сельское хозяйство восстанавливалось медленно, и страна переживала голодные времена. В ответ правительство уделило больше внимания стимулированию сельскохозяйственного производства, особенно в условиях формирующейся политической изоляции от Запада (Prishchepov et al., 2015). Однако урожайность пшеницы, молока и производство мяса на душу населения в Советском Союзе оставались значительно ниже средних показателей в западных странах, включая США. Например, яровая пшеница к 1953 г. давала урожайность только 7 ц/га в азиатской части России (рис. 6.3 а, б), и, что интересно, еще меньше в Европейской России (6 ц/га). Таким образом, производительность земли осталась на уровне 1913 г. – лучшего производственного года Российской империи. В период с 1913 по 1953 г. площадь пахотных земель в азиатской части России увеличилась с 10 до 20 млн га. Однако производство было экстенсивным, без особого учета передовых технологий для повышения урожайности. К 1953 г. поголовье скота в азиатской части России было таким же, как и 40 лет назад, т.е. 9 миллионов голов.

Советское государство произвело всего 29,8 млн тонн зерновых в 1953 г., что было ниже довоенного уровня 1940 г. в 35,6 млн тонн (Josephson et al., 2013). Еще одна кампания коллективизации с 1946 по 1953 г. в недавно присоединенных регионах, на территориях современных Беларуси, Украины и стран Балтии, также не смогла существенно увеличить внутренние поставки пшеницы (Josephson et al., 2013). Поэтому пути увеличения сельскохозяйственного производства и продовольственной безопасности стали

главным политическим приоритетом и предметом ожесточенных политических дебатов. После смерти Сталина в 1953 г. в них участвовали его потенциальные преемники, а именно группа сторонников Никиты Хрущева, первого секретаря Центрального комитета, и Георгия Маленкова, председателя Совета Министров СССР. В их борьбе за власть вопрос о будущей ориентации сельскохозяйственной политики играл ключевую роль (Josephson et al., 2013; Prishchepov et al., 2015).

Рис. 6.3. Динамика урожайности яровой пшеницы в ц/га (в 1 ц = 100 кг) (a) и надоев молока (кг/крупный рогатый скот) (b) отдельно для европейской и азиатской части России с 1955 по 2010 г. (урожайность пшеницы) и с 1950 по 2013 г. (надои молока) со скользящим средним значением за пять лет. Источник статистики за 1955–2013 годы: ССО СССР (1957, 1959), ССО СССР (1960-1963), ЦБ СССР (1965–1976), ЦБ СССР (1981–1988), ЦБ СССР (1990). Росстат (2016).

Маленков выступал за повышение урожайности за счет более широкого использования удобрений и современных технологий ведения сельского хозяйства на существующих пахотных землях в так называемых старых сельскохозяйственных районах европейской части России, в сочетании с дополнительным расширением пахотных земель до 14 млн га в районах со средней пригодностью для растениеводства (McCauley, 1976; Prishchepov et al., 2015). Н.С. Хрущев, напротив, выступал за политику расширения выращивания кукурузы в районах, которые ранее были основными житницами по посевам пшеницы и ржи на Украине и в других регионах Европейской России (McCauley, 1976). В свою очередь, выращивание пшеницы предлагали расширить за счет евразийских степей, где обширные участки земли никогда раньше не использовались для пахотного земледелия. Как утверждал Н.С. Хрущев, эта стратегия позволит использовать естественное плодородие сухих и полузасушливых степных почв (Durgin, 1962; McCauley, 1976). Были поддержаны планы Хрущева, возможно, по причине недостатка в СССР резервов для интенсификации сельскохозяйственного производства в сельскохозяйственных районах европейской части России (Prishchepov et al., 2015). Однако наиболее вероятно, что расширение сельского хозяйства в малона-

селенной Азиатской России способствовало увеличению трешению других задач (Wein, 1980).

В феврале 1954 г. Н.С. Хрущев объявил об амбициозном плане увеличения производства зерновых, который предусматривал увеличение посевных площадей на 40 млн га и увеличение производства зерна на 35–40% в течение нескольких лет по сравнению с урожайностью в 1953 г. (Prishchepov et al., 2015). Этот план стал известен как Кампания по освоению целинных и залежных земель (далее – Целинная кампания). Весной 1954 г. тракторы начали вспашку оставшихся нетронутыми степей Европейской России (Волгоград, Ростов, Саратов и Башкирия), а также больших участков в ее азиатской части (Курган, Оренбург, Алтайский край, Кемерово, Новосибирск, Омск, Тюмень, Красноярск, Иркутск, Чита, Северный Казахстан) (рис. 6.1) (Durgin, 1962; McCauley, 1976) в основном с целью возделывания пшеницы. Из 40 миллионов гектаров, которые планировалось ввести в оборот во время Целинной кампании по всей Российской Федерации и Казахстану, 11 миллионов уже были распаханы в 1954 г. (Durgin, 1962; Josephson et al., 2013; Prishchepov et al., 2015). Хотя многие из этих впервые вспаханных площадей не были засеяны, а некоторые были засеяны, но не убраны из-за отсутствия оборудования. 1954 г. позволил заготовить дополнительно 14,7 млн тонн зерна благодаря хорошим погодным условиям. Этот многообещающий ранний успех способствовал дальнейшему расширению Целинной кампании.

Однако последующие годы привели к колоссальным потерям из-за череды засух и разрушили первоначальную веру в то, что каждые пять лет будет по крайней мере два-три хороших урожая. В 1957 г., в неурожайный из-за засухи год, расширение пахотных земель практически прекратилось. Вслед за другим катастрофически засушливым 1963 г., когда урожайность зерновых в среднем составляла всего 3 ц/га, что было недостаточным даже для необходимого количества семян на следующий год, Целинная кампания была завершена (Prishchepov et al., 2015).

В целом с 1953 по 1964 г. по всей Азиатской России (РСФСР) и Казахстану 45 млн га степных земель были преобразованы в пахотные земли. К 1964 г. было распахано примерно 13,6 млн га степей азиатской части России, причем самое значительное расширение пахотных земель произошло в Алтайском крае – на 2,8 млн га (рис. 6.2а) (подробности о Целинной кампании в Западной Сибири и Алтайском крае приведены в гл. 8).

Реализация Целинной кампании позволила решить проблему продовольственной безопасности лишь частично. Каждый гектар, вспаханный в целинных степях, позволял в среднем заготавливать всего 4,4 тонны зерна в год, что увеличивало общее производство зерна в СССР на 20% вместо запланированных 35–40%. Во время Целинной кампании надои молока практически удвоились, вероятно, из-за дополнительных поставок фураж-

ного зерна, произведенного на целинных землях, и из-за замены зерна более питательными кормовыми культурами в умеренной зоне европейской части России (рис. 6.3 б). Тем не менее неудача кампании по освоению целинных и залежных земель стала одной из причин отставки Генерального секретаря компартии Никиты Хрущева. Советскому Союзу даже пришлось начать импортировать зерно у своих политических врагов, Канады и США. Учитывая резкое увеличение поголовья скота с конца 1950-х гг. (рис. 6.2 б) и стабильный рост надоев молока (рис. 6.3 б), советский импорт зерна достиг почти того же количества, что производилось на всей территории целинных земель. Кроме того, экологические издержки Целинной кампании были огромными, поскольку она привела к массовой эрозии почвы, в результате которой урожайность оставалась низкой в течение многих лет; произошло исчезновение степной среды обитания и значительный выброс углерода в почву (Bekenov et al., 1998; Prishchepov et al., 2015; Suleimenov et al., 2012). Позже Хрущев признал, что степи могли бы использоваться как обширные пастбища вместо пашни (Einaudi, 1964), но было слишком поздно менять подходы.

В некоторых районах азиатской части России все же удалось увеличить поставки зерна из-за расширения посевных площадей и повышения урожайности; например, когда количество осадков составляло от 400 до 600 мм, урожайность яровой пшеницы выросла в среднем с 7,5 до 8,6 ц/га к концу освоения целины (рис. 6.3 а). В то же время на пахотных землях в более засушливых районах, например на самом юге Северного Казахстана, где среднегодовое количество осадков может опускаться ниже 200 мм в год, урожайность яровой пшеницы оставалась на уровне 3–4 ц/га (ASK, 2003; Prishchepov et al., 2015). Это говорит о том, что планы противников Хрущева, которые выступали за повышение урожайности за счет более интенсивного землепользования и увеличения посевных площадей всего на 14 млн га в районах с хорошим качеством почвы (вместо 45 млн га, заявленных в ходе кампании), вероятно, подошли бы больше для увеличения сельскохозяйственного производства.

После окончания кампании в 1964 г. площадь пахотных земель в азиатской части Российской Федерации оставалась практически на одном уровне – примерно 35–36 млн га вплоть до распада Советского Союза (рис. 6.2 а). В Казахстане пахотные земли увеличились с 1964 по 1980 г. еще на 8 млн га, вероятно, потому, что почти все доступные земли в азиатской части РСФСР, в том числе во многих маргинальных районах, были уже распаханы к 1964 г.

Еще один интересный момент заключается в том, что после окончания Целинной кампании вплоть до распада Советского Союза урожайность в азиатской части России непрерывно росла. Средняя урожайность яровой пшеницы увеличилась с 9,5 ц/га в 1960-х гг. до 11 ц/га в 1970-х гг. и до 12 ц/

га в 1980-х гг. (рис. 6.3а). Однако она все еще значительно отставала от биологически достижимой (Swinnen et al., 2017), а удои молока были низкими. Прирост только на 1 ц/га в десятилетие в азиатской части России был невысоким, несмотря на растущую интенсификацию сельскохозяйственного производства, например, увеличение использования удобрений и механизацию сельского хозяйства.

Как отмечалось ранее, животноводство было ключевым направлением советской сельскохозяйственной и социальной политики. С 1927 г. и вплоть до 1953 г. в европейской и азиатской частях России наблюдался незначительный рост поголовья скота (рис. 6.2 б). Спрос на продукцию животноводства в этот период вырос, в основном за счет роста численности населения, на 36% (рис. 6.3 б). Примерно 37% пахотных земель было отведено под производство кормов для скота для удовлетворения спроса на говядину и молочные продукты. Подпитываемые инвестициями из нефтегазовых доходов Советского Союза, с 1970-х гг. появляются крупные агрокомплексы, характеризуемые симбиозом растениеводства и животноводства, которые способствовали росту производства животноводческой продукции (рис. 6.2 б). В результате поголовье скота в азиатской части России увеличилось на 36% с 1950 по 1970 г. и еще на 19% с 1971 по 1988 г. (рис. 6.2 б). Затем до 1991 г. поголовье скота несколько сокращалось, что совпало с падением мировых цен на нефть. Это также отражает экономическую стагнацию в Советском Союзе накануне его распада; однако следует признать рост производительности, например, по надоям молока в этот период как в европейской, так и в азиатской части России.

6.5. Крах сельскохозяйственного производства после 1991 г. и его недавнее восстановление

Переход от государственно-командной экономики к рыночной после распада Советского Союза в 1991 г. шел параллельно с крахом торговых соглашений советского времени. Это было особенно важно для западносибирских житниц, например, Алтайского края, расположенного равноудаленно (примерно в 5000 км) и от портов европейской части, и от Дальнего Востока России. После прекращения государственной поддержки сельского хозяйства, особенно в субсидируемом секторе животноводства, где господдержка сократилась на 95%, обнаружилось огромное расхождение между гарантированными ценами до 1991 г. и реальными затратами на производство сельскохозяйственной продукции (Prishchepov et al., 2013). Сокращение субсидий привело к сокращению поголовья скота в азиатской части России более чем наполовину с 1990 по 2000 г. (рис. 6.2б), это было связано с массовым сокращением площадей, используемых под кормовые культуры (рис. 6.2 а), выпас скота и заготовку сена. Таким образом, пострадал сектор животно-

водства, неэффективный, но социально значимый и, следовательно, важный политически, а российское население стало получать недостаточное для рациона количество говядины и молочных продуктов отечественного производства (Schierhorn et al., 2016).

Ситуация усугубилась слабой инфраструктурой, унаследованной с советских времен. В свое время Советский Союз импортировал значительное количество высокопитательных кормовых культур (например, кукурузы) и высококачественной пшеницы из США и Канады, для гарантии того, что производство кормов не привело бы к сокращению производства других сельскохозяйственных товаров, таких как пшеница. Для разгрузки импортируемого зерна в портах Находка и Владивосток на Дальнем Востоке была создана специальная инфраструктура (рис. 6.1). Однако современная портовая инфраструктура не подходит для экспорта большого количества пшеницы, в случае наращивания объемов производства за счет повышения урожайности или при расширении площадей посева. Более того, большинство перерабатывающих мощностей (зернопереработка, кормозаготовительные производства) были построены в регионах, относимых к житницам, таким как Алтайский край. В результате сложившейся инфраструктуры высокие транспортные расходы снижают прибыль от экспорта.

С 1991 по 1995 г. урожайность пшеницы и молока в азиатской части России снизилась, но затем начала восстанавливаться (рис. 6.3 а, б). В общей сложности в азиатской части России в 1991–2000 гг. посевные площади сократились на 11 млн га, или на 30%, в то время как в ее европейской части сокращение произошло на 20 млн га, или на 26% (рис. 6.2 а). Уровень заброшенности пахотных земель в этот период достиг 77% в Забайкалье и даже 84% в Республике Тыва. В период с 1991 по 2000 г. наибольшие площади были заброшены в Красноярском крае (1,27 млн га), за которым следуют Забайкалье (1,18 млн га) и Алтайский край (1,0 млн га). Сокращение сельскохозяйственных угодий продолжалось до 2007 г., когда их площадь достигла минимума из-за 13,7 млн га заброшенных сельскохозяйственных земель в азиатской части России, или 37% всех сельхозугодий, обрабатываемых в 1991 г., по сравнению с 31% заброшенных сельхозугодий в европейской части России (рис. 6.2 а).

Интересно, что степень забрасывания пашни в азиатской части России практически равна площади целинных земель, вспаханных во время кампании с 1954 по 1963 г. Пространственное распределение заброшенных пахотных земель свидетельствует о том, что с большей вероятностью оставляют земли на территориях с избыточным или недостаточным количеством осадков, а также местности с более коротким вегетационным периодом. Районы с высокой концентрацией заброшенных земель расположены на территориях, характеризующихся низкой плотностью населения и более высокими темпами снижения рождаемости (Meyfroidt et al., 2016; Nguyen et al., 2018).

После 2008 г. по всей азиатской части России пахотные земли вновь начали расширяться. К 2013 г. примерно 0,83 млн га заброшенной пашни на этой территории были возвращены в оборот по сравнению с 1,7 млн га в европейской части России. Возвращение в оборот заброшенных пашен в основном происходила в Амурской, Кемеровской и Омской областях, а также в Алтайском крае и шла наиболее интенсивно в районах с наиболее благоприятными природными и экономическими условиями, более доступным выходом на местные и международные рынки (например, в Амурской области) и благоприятными агроэкологическими условиями. Увеличение темпов вовлечения в оборот заброшенных земель связано с восстановлением экономики, быстрым ростом покупательной способности населения и, как следствие, спроса на продукцию животноводства со стороны российских потребителей, а также возобновлением торговых партнерских отношений со странами бывшего Советского Союза и дальнего зарубежья, о чем также свидетельствует вступление России во Всемирную торговую организацию (ВТО) в 2012 г. Открылись новые экспортные рынки, такие как Юго-Восточная Азия, в частности, значительно выросла торговля с Китаем. К примеру, посевные площади сои в Амурской области увеличились в пять раз с 0,16 до 0,8 млн га (2000–2014 гг.), что было обусловлено ростом спроса в соседнем Китае (Росстат, 2016). С 2000 по 2013 г. надои молока резко возросли почти на 1500 кг на корову за десятилетие и стали в три раза выше по сравнению с уровнем 1950 г. Тем не менее надои молока в азиатской части России примерно в два раза ниже, чем в 15 ведущих странах ЕС.

Еще одним событием, которое способствовало восстановлению сельского хозяйства в азиатской части России, стало изменение аграрной политики. С 2016 г. новые законы об эффективном землепользовании и стимулировании рекультивации заброшенных земель заставили региональные власти обеспечить законодательную и инфраструктурную основу для рекультивации, включая изъятие неиспользуемых сельскохозяйственных участков (Российская Федерация, 2016). Эту ситуацию в определенном смысле можно назвать новой кампанией по расширению пахотных земель. Однако успех ее неясен из-за продолжающейся стагнации российской экономики в 2016 и 2017 гг. и отсутствия инфраструктуры для хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, предназначенной для экспорта. Перспективы восстановления мясного сектора также туманны из-за ухудшения покупательной способности многих отечественных потребителей в середине 2010-х гг. К 2013 г. поголовье скота в азиатской части России составляло всего 50% от численности в 1913 г. и только треть от численности в 1991 г. (рис. 6.2 б).

6.6. Перспективы развития сельского хозяйства в азиатской части России

Азиатская часть России простирается на обширной территории протяженностью 6000 км от Урала до Тихого океана, но здесь всего 34 млн га пахотных земель, из которых в 2013 г. 23 млн га обрабатывались, а 11 млн га оставались заброшенными. Производство сельскохозяйственных культур теоретически может быть увеличено за счет возвращения в сельское хозяйство ранее использовавшихся земель, преобразования до сих пор неиспользуемых земель в пашню, например, за счет рекультивации пойм и болот на севере азиатской части России, а также за счет повышения продуктивности пашни.

Однако исследования заброшенных земель в странах бывшего Советского Союза показывают, что рекультивация не станет широко распространенным явлением, принимая во внимание цены на сельскохозяйственную продукцию в азиатской части России в 2017 г. (Meyfroidt et al., 2016; Nefedova, 2011; Saraykin et al., 2017; Schierhorn et al., 2014; Swinnen et al., 2017). Более того, такие социально-экономические ограничения, как нехватка квалифицированной рабочей силы, неразвитая инфраструктура (в частности, отсутствие асфальтированных дорог и современных хранилищ), неблагоприятный инвестиционный климат нейтрализуют стимулы для инвестиций, направленных на повышение производительности сельского хозяйства и рекультивацию земель (Meyfroidt et al., 2016; Swinnen et al., 2017). Кроме того, выращенные культуры должны соответствовать рыночному спросу, поскольку любое дальнейшее расширение пахотных земель может снизить текущие цены; решением может стать диверсификация культур, обусловленная спросом на внутреннем и внешнем рынках и политикой землепользования.

К сожалению, в нынешней российской политике в области сельского хозяйства и землепользования уделяется недостаточно внимания экологическим издержкам, связанным с повторным использованием заброшенных земель (таким, как высвобождение углерода и потеря биоразнообразия) (Bukvareva et al., 2015). Однако заброшенные пахотные земли предоставляют редкую возможность для восстановления фрагментов оставшихся нетронутыми девственных степей, которые по большей части были превращены в пахотные земли в течение XIX–XX вв. в азиатской части России (Kamp, 2014; Kamp et al., 2015). Современная политика землепользования российских регионов состоит в стремлении использовать все пахотные земли независимо от их экологической ценности или социально-экономической маргинальности. Одним из примеров является Алтайский край – южная окраина зернового пояса Западной Сибири, где урожайность пшеницы колеблется от 7 до 10 ц/га, а почвы значительно деградировали в период целинной кампании. Восстановление степей за счет вывода из оборота пахотных земель

до сих пор многими рассматриваются как распространение сорной растительности и потери налоговых поступлений в бюджет. Такое мнение можно было услышать от представителей местных властей. Однако очевидно, что восстановление степей может принести значительные социальные выгоды в плане накопления углерода, улучшения плодородия почв и сохранения среды обитания для многих видов птиц и млекопитающих (Bekenov et al., 1998; Kamp et al., 2015). Кроме того, альтернативные варианты, в частности экстенсивное разведение скота, могут сочетать сельскохозяйственное производство с экологическими преимуществами, включая предотвращение пожаров на пастбищах. Такие инициативы могут также повысить экологическую грамотность и способствовать развитию туризма.

В азиатской части России есть перспективные регионы, имеющие в потенциале резервы расширения используемых сельхозземель, например, в Амурской и Тюменской областях, Красноярском, Хабаровском и Приморском краях. Однако программы по рекультивации и мелиорации таких земель потребовали бы больших инвестиций для очистки земель от леса, известкования и других мелиоративных работ. Высокие затраты на рекультивацию и низкое качество почвы могут снизить ожидаемую экономическую отдачу в этих районах и, как следствие, мотивацию к рекультивации (Чебакова и др., 2011). Однако с прогрессом технологий ведения сельского хозяйства и повышением цен на сельскохозяйственные товары многие из этих районов могут стать привлекательными объектами инвестиций для густонаселенных стран, граничащих с российским Дальним Востоком, а именно Японии, Кореи и, наконец, не в последнюю очередь, Китая (Wegren et al., 2015; Zhou, 2017).

Повышение урожайности сельскохозяйственных культур также может способствовать развитию сельского хозяйства в азиатской части России. Более высоких урожаев сельскохозяйственных культур можно достичь с помощью агрономических мер и улучшенных сортов, а также при строгом соблюдении имеющихся в настоящее время технологий (Prishchepov et al., 2019). Например, увеличение расхода материальных ресурсов приведет к уменьшению нехватки питательных веществ, а капитальные вложения, например в технологию no-till (нулевой обработки почвы), помогут обеспечить высокие урожаи и снизить ущерб плодородия почвы (Bavorova et al., 2017; Ponkina et al., 2012). В секторе животноводства переход к интенсивному производству на кормовых площадках может повысить производительность и оказаться подходящим для азиатской части России.

В то же время в отдельных районах урожайность сельскохозяйственных культур может быть увеличена вдвое или даже втрое, например, на Дальнем Востоке, где разрыв между потенциальной и фактической урожайностью пшеницы составляет 1,5 т/га, или 75% от потенциальной урожайности, оце-

ненной по климатическим данным, и потенциальной урожайностью сортов (Савин и др., 2001; Swinnen et al., 2017). Предполагая рост урожайности пшеницы на 1 ц/га в десятилетие в азиатской части России, потребуется очень длительный период, чтобы преодолеть разрыв между возможной и реальной урожайностью при существующих технологиях. Однако увеличение урожайности может идти нелинейным путем, к примеру, как это произошло в Канаде, где за счет совершенствования методов возделывания сельскохозяйственных культур урожайность выросла на 2 ц/га за 10 лет (Министерство сельского хозяйства и агропродовольственной промышленности Канады, 2013). В то же время невозможно преодолеть 75-процентный разрыв между потенциальной и реальной урожайностью в короткие сроки; для этого при современных темпах роста урожайности потребуется еще около 100 лет.

Некоторое сокращение этого разрыва можно осуществить за счет обучения фермеров лучшим сельскохозяйственным практикам, что позволит добиться значительного улучшения ситуации. Производство можно увеличить еще больше за счет внедрения новейших технологий, таких как использование новых сортов, внедрение точной агротехники, применение улучшенной посевной и уборочной техники, которые помогут снизить потери при сборе урожая (Prishchepov et al., 2019). Для достижения таких инноваций потребуются значительные инвестиции в научные исследования и разработки, которые могут быть осуществлены как за счет средств частных компаний, так и при дополнительной поддержке со стороны государства путем проведения стимулирующей политики, образовательно-консультативных услуг в области сельского хозяйства и инвестиций в научные исследования.

Разрыв в производительности также может быть существенно сокращен в секторе животноводства, доля которого в 2011 г. составила 50% в общем объеме доходов от сельскохозяйственного производства в азиатской части России. Производство говядины, как известно, зависит от производства кормовых культур и состоянием угодий для сенокоса и выпаса скота. И хотя всем известны статистические данные о посевных площадях и их пригодности, для того, чтобы отслеживать реальную динамику пахотных земель, возникает проблема определения фактической площади и местоположения обширных сенокосно-пастбищных угодий в азиатской части России, так как они остаются неясными из-за нечеткого определения понятия «пастбища» и отсутствия подходящих технологий исследования пастбищных ресурсов. Официальная статистика показывает, что в 1989 г. в азиатской части России для сенокоса и выпаса скота использовалось около 35 млн га лугопастбищных угодий (в европейской части России – 44,5 млн га) (ГКС СССР, 1991).

Учитывая резкое сокращение поголовья скота после распада Советского Союза в 1991 г. (снижение примерно на 35% с 1991 по 2013 г.

как в европейской, и в азиатской части России) (рис. 6.2 б), мы можем предположить, что произошло сокращение пастбищ в схожей пропорции, что и количество голов выпасаемого скота (15 млн га заброшенных лугов в европейской части России и 12 млн га в ее азиатской части). Однако более продуктивные пастбища, скорее всего, чрезмерно используются и находятся в основном вблизи населенных пунктов и животноводческих ферм, в то время как более отдаленные пастбища часто все еще нетронуты, используются лишь эпизодически или по-прежнему заброшены. При этом производительность животноводства тоже возросла, следовательно, с 1990 г. также возросла потенциальная интенсивность потребления корма на голову скота.

И наконец, существуют неблагоприятные прогнозы изменения климата, которым политики до сих пор уделяли мало внимания. В частности, в Западной Сибири ожидается повышение температуры в 2,5 раза быстрее по сравнению со средними показателями по всему миру (Беляева, Бокушева, 2017; Росгидромет, 2014). В связи с этим была разработана доктрина превентивных мер по смягчению негативных последствий изменения климата. Однако фактические механизмы, такие как выведение засухоустойчивых сортов сельскохозяйственных культур и внедрение технологий, способствующих сохранению влаги в почвах, далеки от необходимого уровня развития; таким образом, возможности для решения проблемы адаптации к климатическим изменения еще не исчерпаны.

6.7. Заключительные замечания

Описав историческое развитие землепользования в азиатской части России с XII в. по 2017 г., мы связали использование сельскохозяйственных земель с основными социальными, экономическими и политическими событиями в России и показали, что использование сельскохозяйственных земель в этом огромном регионе до середины XIX в. было незначительным, но затем стало быстро расширяться вплоть до 1964 г. Самое первое, хотя и умеренное расширение пахотных земель было вызвано переселением населения Российской империи из европейской части России в Сибирь. Политические меры, принимаемые с 1953 до 1988 г., имели важнейшее значение для реализации имеющихся производственных возможностей в сельском хозяйстве, способствуя превращению Азиатской России в житницу страны. Однако в ходе противоречивой кампании по освоению целинных земель, целью которой было решение проблемы нехватки продовольствия в Советском Союзе, расширение сельскохозяйственного производства привело только к половине его планируемого увеличения при высоких экономических и экологических издержках на дополнительную единицу продукции. Освоение

целины также вызвало значимые и долгосрочные негативные воздействия на окружающую среду, такие, как деградация почвы и сокращение биоразнообразия. Все эти факторы снижали урожайность сельскохозяйственных культур, а последствия кампании дают о себе знать в регионах вплоть до сегодняшнего времени.

На примере азиатской части России можно наглядно проследить тесную взаимосвязь сельскохозяйственного землепользования с социально-политическими потрясениями в стране, такими как распад Советского Союза в 1991 г., вызвавший экономический спад. Однако Россия в целом, а также ее азиатская часть, обладают широкими возможностями для увеличения сельскохозяйственного производства за счет рекультивации части заброшенных пахотных земель и возвращения массово заброшенных пастбищ, повышения продуктивности земель и увеличения производства в секторе животноводства благодаря расширению пастбищных угодий и повышению производительности. В этом регионе, к сожалению, возникает ряд проблем в использовании этих возможностей, особенно в секторе животноводства, требующем больших трудозатрат. Это сокращение и старение населения, отток молодежи в города, неадекватная инфраструктура, негативные последствия изменения климата и окружающей среды, такие как деградация земель, – все это препятствует раскрытию потенциала региона. Экологические последствия расширения сельскохозяйственного производства также должны быть тщательно взвешены, поскольку существующая политика в области землепользования уделяет им недостаточно внимания.

Благодарности: Мы выражаем признательность за финансирование, предоставленное в рамках Междисциплинарного проекта «Кулунда» Федерального министерства науки и образования Германии (BMBF) и Проекта № 559 Европейского Союза «ERA.NET RUS Plus». Работа выполнена в рамках Государственной программы повышения конкурентоспособности Казанского федерального университета. Мы также выражаем признательность за средства, предоставленные Российским фондом фундаментальных исследований, грант № 18-45-030039.

Библиографический список

Afonin AN, Greene AN, Dzyubenko SL, Frolo NI (2008) Interactive agricultural ecological atlas of Russia and neighboring countries. Economic plants and their diseases, pests and weeds.

ASK (2003) Republic of Kazakhstan: 50 years since the beginning of virgin lands campaign. Statistical digest 1953–2003 (Respublika Kazahstan: 50-Let Nachala Osvoenija Celinnyh i Zalezhnyh Zemel'. Statisticheskij Sbornik 1953-2003). Almaty.

Bartalev SA, Plotnikov DE, Loupian EA (2016) Mapping of arable land in Russia using multiyear time series of MODIS data and the LAGMA classification technique. Remote Sens Lett 7:269–278. https://doi.org/10.1080/2150704X.2015.1130874.

Bavorova M, Imamverdiyev N, Ponkina E (2017) Farm-level economics of innovative tillage technologies: the case of no-till in the Altai Krai in Russian Siberia. Environ Sci Pollut Res. https:// doi.org/10.1007/s11356-017-9268-y.

Bekenov AB, Grachev IA, Milner-Gulland EJ (1998) The ecology and management of the Saiga antelope in Kazakhstan. Mammal Rev 28:1–52. https://doi.org/10.1046/j.1365-2907.1998. 281024.x.

Belyaeva M, Bokusheva R (2017) Will climate change benefit or hurt Russian grain production? A statistical evidence from a panel approach. Discuss. Pap Inst Agric Dev Transit Econ 161:1–25.

Blackwell W (1968) Beginnings of Russian industrialization, 1800-1860. Princeton University, Princeton, NJ.

Bukvareva EN, Grunewald K, Bobylev SN, Zamolodchikov DG, Zimenko AV, Bastian O (2015) The current state of knowledge of ecosystems and ecosystem services in Russia: a status report. Ambio 44:491–507. https://doi.org/10.1007/s13280-015-0674-4.

Canada A, A-FC of (2013) Wheat sector profile—part one: overview (November 2010) (report).

Chelinstvev AN (1928) Russian agriculture before revolution. (Russkoe selskoe khozjaistvo pered revolutsiei). Novij Agronom, Moscow.

de Beurs KM, Ioffe G (2014) Use of Landsat and MODIS data to remotely estimate Russia's sown area. J Land Use Sci 9:377–401. https://doi.org/10.1080/1747423X.2013.798038.

Dronin NM, Bellinger EG (2005) Climate dependence and food problems in Russia, 1900–1990: the interaction of climate and agricultural policy and their effect on food problems, NED-New edition, 1. ed. Central European University Press.

Dronin N, Kirilenko A (2010) Climate change, food stress, and security in Russia. Reg Environ. Change 11:167–178. https://doi.org/10.1007/s10113-010-0165-x.

Durgin FAJ (1962) The virgin lands programme 1954-1960. Sov. Stud. 13:255–280 Einaudi G (1964) Khrushchev reported planning to give up Virgin-Land Farms. N. Y. Times 2 Forsyth J (1992) A history of the peoples of Siberia: Russia's north Asian colony, 1581-1990.

Cambridge University Press, Cambridge, New York.

Gks SSSR (1991) Narodnoye Khozyaistvo SSSR v 1990. Finansi i Statistika, Moscow.

Horion S, Prishchepov AV, Verbesselt J, de Beurs K, Tagesson T, Fensholt R (2016) Revealing turning points in ecosystem functioning over the Northern Eurasian agricultural frontier. Glob Change Biol 22:2801–2817. https://doi.org/10.1111/gcb.13267.

Ioffe G, Nefedova T (2004) Marginal farmland in European Russia. Eurasian Geogr Econ 45:45–59.

Josephson P, Dronin N, Mnatsakanian R, Cherp A, Efremenko D, Larin V (2013) An environmental history of Russia, New edn. Cambridge University Press, Cambridge, New York.

Kamp J (2014) Land management: weighing up reuse of Soviet croplands. Nature 505:483. https:// doi.org/10.1038/505483d.

Kamp J, Oppel S, Ananin AA, Durnev YA, Gashev SN, Hölzel N, Mishchenko AL, Pessa J, SmirenskiSM,StrelnikovEG,TimonenS,WolanskaK,ChanS(2015) Globalpopulationcollapse in a superabundant migratory bird and illegal trapping in China. Conserv Biol n/a-n/a. https:// doi.org/10.1111/cobi.12537.

Kühling I, Broll G, Trautz D (2016) Spatio-temporal analysis of agricultural land-use intensity across the Western Siberian grain belt. Sci Total Environ 544:271–280. https://doi.org/10.1016/ j.scitotenv.2015.11.129.

McCauley M (1976) Khrushchev and the development of soviet agriculture. The virgin land programme 1953-1964. Holmes & Meier, New York.

Meyfroidt P, Schierhorn F, Prishchepov AV, Müller D, Kuemmerle T (2016) Drivers, constraints and trade-offs associated with recultivating abandoned cropland in Russia, Ukraine and Kazakhstan. Glob Environ Change 37:1–15. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.01.003.

Nefedova TG(2011) AgriculturallandinRussiaanditsdynamics. RegResRuss 1:292–295. https:// doi.org/10.1134/S2079970511030099.

Nguyen H, Hölzel N, Völker A, Kamp J (2018) Patterns and Determinants of Post-Soviet Cropland Abandonment in the Western Siberian Grain Belt. Remote Sens 10(12):1973. https://doi.org/10. 3390/rs10121973.

Okladnikov AP (1968a) History of Siberia. Siberia as a part of Feudal Russia. Volume II., History of Siberia since early until modern times (In five vlumes). Istorija Sibiri s drevnejshih vremen do nashih dnej (v 5 tomah). Nauka, USSR Academy of Science, Leningrad, USSR.

Okladnikov AP (ed) (1968b) History of Siberia since early until modern times (In five vlumes). Istorija Sibiri s drevnejshih vremen do nashih dnej (v 5 tomah). Nauka, USSR Academy of Science, Leningrad, USSR.

Okladnikov AP (1968c) Siberia during the period of building the socialism. Volume IV., History of Siberia since early until modern times (In five vlumes). Istorija Sibiri s drevnejshih vremen do nashih dnej (v 5 tomah). Nauka, USSR Academy of Science, Leningrad, USSR.

Okladnikov AP (1968d) Siberia during the period of the completion of socialism and transitioning toward communism., History of Siberia since early until modern times (In five vlumes). Istorija Sibiri s drevnejshih vremen do nashih dnej (v 5 tomah). Nauka, USSR Academy of Science, Leningrad, USSR.

Parker WH (1969) An historical geography of Russia. Aldine Publishing Company.

Pavlova VN, Varcheva SE, Bokusheva R, Calanca P (2014) Modelling the

effects of climate variability on spring wheat productivity in the steppe zone of Russia and Kazakhstan. Ecol Model 277:57–67. https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2014.01.014.

Ponkina E, Bavorova M, Prishchepov AV, Kovaleva I (2012) Positive quantitative analysis of farms regarding natural conditions, structure, production program, factor endowment, productivity, economic success and income.

Prishchepov AV, Müller D, Dubinin M, Baumann M, Radeloff VC (2013) Determinants of agricultural land abandonment in post-Soviet European Russia. Land Use Policy 30:873–884. https:// doi.org/10.1016/j.landusepol.2012.06.011.

Prishchepov AV, Petrick M, Müller D, Schierhorn F, Kraemer R, Kurganova I, Kopsidis M (2015) Sixty years of the virgin lands campaign in Russia and Kazakhstan: an assessment from an economic, ecological and political perspective. IAMO Yearb. 2015Leibniz Inst Agric Dev Transit Econ IAMO 39–57.

Prishchepov AV, Ponkina E, Sun Z, Müller D (2019) Revealing the determinants of wheat yields in the Siberian breadbasket of Russia with Bayesian networks. Land Use Policy 80:21–31. https:// doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.09.038.

Riasanovsky NV (2000) A history of Russia, 6th edn. Oxford press, New-York, Oxford.

Roshydromet (2014) Second Roshydromet assessment report on climate change and its consequences in Russian Federation. General Summary. Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring (Roshydromet), Moscow, Russia.

Russian Federation (2016) Federal law “on amendments to certain legislative acts of the Russian Federation in terms of improving the procedure of withdrawal of agricultural plots from agricultural land which are not used for their intended purpose were used with violation of the legislation of the Russian Federation” (O vnesenii izmenenij v otdel’nye zakonodatel’nye akty Rossijskoj Federacii v chasti sovershenstvovanija porjadka iz”jatija zemel’nyh uchastkov iz zemel’ sel’skohozjajstvennogo naznachenija pri ih neispol’zovanii po celevomu naznacheniju ili ispol’zovanii s narusheniem zakonodatel’stva Rossijskoj Federacii). Approved FederalCouncil29thJune2016. Retrievedfromhttp://publication.pravo.gov.ru/Document/View/ 0001201607040150?index=0&rangeSize=1.

Saraykin V, Yanbykh R, Uzun V (2017) Assessing the potential for Russian grain exports: a special focus on the prospective cultivation of abandoned land. In: Gomez y Paloma S, Mary S, Langrell S, Ciaian P (eds) The Eurasian wheat belt and food security. Springer International Publishing, Cham, pp 155–175. https:// doi.org/10.1007/978-3-319-33239-0_10.

Savin IY, Stolbovoy V, van Diepen CA (2001) Crop growth simulation model wofost and its application for land productivity analysis in Russia. V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, Russian Academy of Agricultural Science.

Schierhorn F, Müller D, Prishchepov AV, Faramarzi M, Balmann A (2014) The potential of Russia to increase its wheat production through cropland expansion and intensification. Glob Food Secur 3:133–141. https://doi.org/10.1016/j.gfs.2014.10.007.

SchierhornF,MeyfroidtP,KastnerT,KuemmerleT,PrishchepovAV,M llerD(2016) Thedynamics of beef trade between Brazil and Russia and their environmental implications. Glob Food Secur. https://doi.org/10.1016/j.gfs.2016.08.001.

Suleimenov M, Saparov A, Akshalov K, Kaskardaev Z (2012) Land degradation Issues in Kazakhstan and measures to address them: research and adoption. Pedologist: 373–381.

Swinnen J, Burkitbayeva S, Schierhorn F, Prishchepov AV, Müller D (2017) Production potential in the “bread baskets” of Eastern Europe and Central Asia. Glob Food Secur. https://doi.org/10. 1016/j.gfs.2017.03.005.

Tchebakova NM, Parfenova EI, Lysanova GI, Soja AJ (2011) Agroclimatic potential across central Siberia in an altered twenty-first century. Environ Res Lett 6:045207. https://doi.org/10.1088/ 1748-9326/6/4/045207.

Treadgold DW (1957) The great Siberian migration government and peasant in resettlement from emancipation to the First World War. Princeton University Press, Princeton.

Wegren SK, Nikulin AM, Trotsuk I (2015) Russia’s tilt to Asia and implications for agriculture in theFar East. EurasianGeogr Econ56:127–149. https://doi.org/10.1 080/15387216.2015.1066263.

Wein N (1980) Twenty-five years of new land (Fünfundzwanzig Jahr Neuland). Geogr Rundsch 32:32–38.

Wright CK, De Beurs KM, Henebry GM (2012) Combined analysis of land cover change and NDVI trends in the Northern Eurasian grain belt. Front Earth Sci 6:177–187. https://doi.org/10.1007/ s11707-012-0327-x.

Zhou J (2017) Chinese agrarian capitalism in the Russian Far East. Third World Themat. TWQ J.0, 1–21. https://doi.org/10.1080/23802014.2016.1327795.

Окладнков А.П. Далекое прошлое Приморья. Владивосток, 1959.

Глава 7. Русские поселения и начало земледелия в Юго-Западной Сибири до окончания Второй мировой войны

М. Фрюауф, М.А. Борисенко

Аннотация. В данной публикации представлены основные этапы развития расселения и землепользования в юго-западной Сибири с XVIII в. с особым акцентом на Алтайский край, который был и остается важным аграрным регионом России. Первые поселения были основаны русскими переселенцами в XVIII в., преимущественно вдоль реки Оби. Уже позже, в XIX в., мигрирующие крестьяне из европейской части России начали заселять степные районы. Благодаря свободе вероисповедания и правительственным положениям, таким как налоговые льготы и освобождение от военной службы, а также растущему спросу на сельскохозяйственную продукцию, число поселений и землепользование в сельском хозяйстве быстро росли. В Алтайском крае в XX в. началась новая эпоха благодаря использованию техники, развитой инфраструктуре и Столыпинской аграрной реформе. После Первой мировой войны, революционных событий и последующей Гражданской войны в России производительность животноводства и урожайность растениеводства значительно снизились. После победы большевиков условия для развития поселений и землепользования изменились. Важным было увеличение числа поселений в 1920-е гг., реформа землевладения и увеличение размеров полей.

Ключевые слова: Сибирь, развитие аграрного землепользования, исторические этапы, расселение населения, Алтайский край, Столыпинские реформы, Октябрьская революция, изменение землепользования, политические причинно-следственные факторы.

7.1. Аграрные земельные ресурсы Сибири

Площадь Сибири составляет 13 миллионов км^2, но только 5% (650 000 км^2) из них используется в сельском хозяйстве (Halicki, Kulizhsky, 2015). Эта отрасль в основном сосредоточена на юге Западно-Сибирской равнины, в степном треугольнике между Омском, Новосибирском и Барнаулом – столицей Алтайского края (рис. 7.1). Эти степные зоны (степь и лесостепь) составляют 21% всей территории Западной Сибири (Wein, 1999). В этом районе проживает около 15,1 миллиона жителей (Плешакова, Дробышев, 2002).

Юго-Западносибирский сельскохозяйственный треугольник площадью 360 000 км^2 является крупнейшим аграрным регионом Сибири. 55% земель используются для обработки почвы, остальные площади – пастбища (N.N, 2005). Такое широкое сельскохозяйственное использование земли обусловлено ее благоприятным климатом, когда безморозный период составляет более 90 дней (Meyer, 2008), и почвенными условиями. В целом, три четверти почв в этом районе составляют черноземы.

Рис. 7.1. Пахотные земли в Сибири (Wein, 1999)

Доля сельскохозяйственной продукции Западной Сибири составляет примерно 11% от общероссийской (N.N., 1997). Однако эта обрабатываемая земля относится к районам, которые интенсивно подвержены различным процессам деградации почв и опустынивания (Wein, 1999; Meyer, 2008).

В пределах сельскохозяйственного треугольника большое значение имеет территория Алтайского края (рис. 7.2), особенно Кулундинская степь. История региона является примером взаимосвязи между землепользованием и развитием поселений. В настоящее время Алтайский край является вторым по значимости зернопроизводящим регионом России после Оренбургской области.

Как показано на рисунке 7.2, Алтайский край с населением 2,4 миллиона человек располагается на юге Западной Сибири. Его площадь составляет около 169 000 км², при этом большая её часть (100 000 км²) образует северо-восточный угол Казахской степи, которая является частью Евразийской степи.

Рис. 7.2. Алтайский край и экорегионы Кулундинской степи (Illiger tt al., 2014)

Освоение аграрных земель в Сибири, особенно на юге Западной Сибири, значительно отличается от сельскохозяйственного развития европейской территории России. Аграрное развитие Сибири в гораздо большей степени было обусловлено социальными потрясениями и политическими решениями в российской и советской истории (Окладников, 1968; Nikonov, Schulze, 2004). Различия заметны в степени использования сельского хозяйства, его общей производительности и значения для развития региона. Из-за этих различий между аграрными регионами к западу от Урала и сельскохозяйственными районами Сибири возник резкий контраст по типам интенсивного развития, которым подверглись регионы, и временем, когда они произошли. Эти уникальные явления привели к различным социально-экономическим и экологическим последствиям для каждого из регионов.

7.2. Развитие сети поселений и землепользования до Октябрьской революции

В современных границах Алтайского края первые русские поселения основывались либо вблизи крепостей, либо вдоль Оби. В начале XVIII в. на этой территории русские поселения располагались в непосредственной близости от цепи крепостей на границе Российской империи, построенных сибирскими казаками. Почти все поселения находились на восточном берегу Оби, вдоль реки, на защищенной от нападения кочевников стороне (Анашкин, 1995). В первой половине XVIII в. было основано 206 поселений, а в последующем до конца века было зарегистрировано еще 348 новых поселений. Только некоторые районы на западе и юго-востоке Алтая не были заселены к концу XVIII в. (Колдаков, 2011).

В конце XVIII – начале XIX в. крестьяне из европейской части России в основном прибывали в наиболее плодородные районы лесостепи и степи. Обещание свободы вероисповедания, данное Екатериной II, также привлекло немецких колонистов-меннонитов поселиться в этом регионе. Вслед за прибытием новых поселенцев степной регион вошел в состав Российской империи.

Миграция крестьян следовала за «Сибирским походом» вдоль северной границы степи Алтайского края (Stadelbauer, 1986). В европейской части России крестьяне были привязаны к своему землевладельцу как крепостные до 1861 г., но в Сибири система крепостного права в такой форме не существовала. Поэтому во второй половине XIX в. многие крестьяне предпочли поселиться в Сибири. Спрос на сельскохозяйственную продукцию возрос, и все большему числу хозяйств пришлось обрабатывать землю (Moon, 2013). Еще в 1843 г. российское правительство способствовало освоению восточных земель, предоставив каждому новому поселенцу участки площадью 38

га. Из-за свободы вероисповедания, а также дополнительных правительственных положений, таких как налоговые льготы и освобождение от военной службы (Nikonov, Schulze, 2004), обработка земли была ускорена, а затем получила еще один толчок благодаря постановлению о приобретении земли 1865 г. (Винокуров, Суходолов, 1996). В течение следующих лет мигрировало около 350 тысяч крестьян, и население Сибири быстро выросло. К 1897 г. в Сибири проживало 5,75 миллиона человек, причем 90% населения были выходцами из европейской части России (Wein, 1999).

На Алтае население увеличилось с 432 тысяч до 1,3 миллиона человек в период с 1862 по 1897 г. (Jakutin, 2005). Во второй половине XIX в. было основано множество новых поселений. Благодаря такому притоку крестьян Алтайский край стал одним из основных сельскохозяйственных центров Сибири (Никулина, 2015) (рис. 7.3).

Рис. 7.3. Населенные пункты Алтайского края, основанные между 1850 и 1899 гг. Составлено авторами на основе (Булыгин, 2000)

Во второй половине XIX в. производительность сельского хозяйства в Сибири стала намного более эффективной. Благодаря развитию надлежащей системы управления земельными ресурсами ежегодное производство зерна в Западной Сибири выросло с 1,4 млн до более чем 7 млн тонн в период с 1850 по 1900 г. (Naumov, 2006; Łukawski, 1981). Хотя в этот период не применялись удобрения, но для поддержания плодородия почвы исполь-

зовались два метода: во-первых, традиционная система севооборота, во-вторых, крестьяне начали чередовать используемые земли (Липинская, 1998). Пару сезонов поле оставлялось под паром, в это время обрабатывался другой участок земли. Применение этой системы было осуществимо из-за огромного количества земель, доступных в то время в Сибири. Стремительное развитие сельского хозяйства привело к избытку производства в конце XIX в., и часть излишков, в основном зерна, была отправлена в европейскую часть России (Halicki, Kulizhsky, 2015).Но развитие сельского хозяйства в этих ландшафтах также вызывало экологические проблемы со значительными социально-экономическими последствиями. Первые крупные исторически известные бедствия в России, вызванные опустыниванием и деградацией земель, произошли в 1891 г. и начале XX в. (Брагина, 2003), когда 30 миллионов человек пострадали в России и Южной Сибири от катастрофических засух (Тимирязев, 1941, 1948).

На рубеже XIX–XX вв. в Алтайском крае началась новая эпоха. Ручной труд стал заменяться машинным, а транспорт перешел с использования водных путей на железные дороги. Строительство Транссибирской магистрали, а также Столыпинская аграрная реформа (1906) еще больше ускорили заселение и аграрное развитие Сибири (Воронов, 2003). К 1908 г. число переселенцев было в 17 раз больше, чем тремя годами ранее. В 1905 г. в Алтайский край прибыло 37 тысяч новых переселенцев. К 1908 г. это число выросло до 650 тысяч человек. Было основано больше поселений, и еще больше усилилась обработка земли между 1906 и 1914 гг. Реформы облегчили крестьянам индивидуальное приобретение земли и владение ею (Воронов, 2003). Во время Столыпинской реформы 250 тысяч крестьян из европейской части России каждый год использовали свой шанс и приезжали в Алтайский край (Анашкин, 1995).

К тому времени сельскохозяйственными угодьями управляли сельские общины. Сельскохозяйственное производство Сибири шло в ногу с растущим спросом населения на продовольствие (Moon, 2013). С 1897 по 1914 г. население Сибири увеличилось на 73% до 2,6 миллиона человек (Анашкин, 1995), а обрабатываемые земли удвоились (Воронов, 2003).

В 1912 г. на юг Западной Сибири, особенно в Алтайский край, прибыло более 800 тысяч новых поселенцев. Карта (рис. 7.4), составленная на начало XX в., показывает, что район в предгорьях Алтая был одним из самых густонаселенных в Юго-Западной Сибири. В течение семи лет, с 1906 по 1913 г., было основано около 600 новых поселений. Кулундинская степь имела важное значение в Алтайском крае, так как из-за массовой миграции здесь сформировалось многонациональное население русских, украинцев, немцев, казахов и др. (N.N., 2007). В 1908 г. переселенцы из Центральной России основали город Славгород, который быстро стал центром производства и тор-

говли. В радиусе 40–50 км от Славгорода было основано около 400 деревень (Никулина, 2015). В период между 1907–1914 гг. немецкое население Славгородского округа насчитывало около 17 тысяч человек, проживавших в 124 населенных пунктах.

Рис. 7.4. Размещение переселенцев в азиатской части России с 1893 по 1912 г. (Архив Алтайского государственного университета)

В начале XX в. 53% населения Кулундинской степи составляли немцы, 36% – украинцы и 9% – русские (Матис, 2008). После революции 1917 г. большинство сибирских немцев проживало на территории Алтайского края. 36 тысяч немцев проживали на территории нынешнего Алтайского края, а 32 тысячи человек – в бывшем Славгородском округе, в настоящее время к нему относятся Благовещенский, Бурлинский, Кулундинский, Немецкий национальный и Славгородский районы (Матис, 2008).

До начала Первой мировой войны большая часть пахотных земель этого района использовалась в земледелии. Еще одной важной частью сельского хозяйства было разведение крупного рогатого скота (Forsyth, 1994).

Как показано на рисунке 7.5, большинство поселений было основано в северо-западной и центральной частях Алтайского края, в наиболее пло-

дородных степных районах. Северо-запад стал предпочтительным районом для расселения немцев и был одним из самых населенных районов Юго-Западной Сибири.

К 1910 г. в Сибири для производства продовольствия использовалось около 323 000 км^2 сельскохозяйственных угодий, что приводило к ежегодному избытку пшеницы в миллион тонн (Lincoln, 1994). По сравнению с другими районами России сельское хозяйство Сибири на рубеже веков было достаточно технологически развитым.

Рис. 7.5. Населенные пункты Алтайского края, основанные между 1900 и 1918 гг. Составлено авторами на основе (Булыгин, 2000)

С появлением новых поселений и превращением степи в сельскохозяйственные угодья сельскохозяйственное производство неуклонно росло. К 1913 г. 30,4% зерна, продаваемого в мире, поступало из России, что делало Российскую империю крупнейшим мировым экспортером зерна. В Сибири пахотные поля и пастбища были больше, а сельскохозяйственная техника лучше, чем в европейской части России. В 1911 г., когда в Европейской России все еще молотили зерно вручную, у сибирских крестьян было 37 тысяч косилок и 39 тысяч грабель, запряженных лошадьми (Lincoln, 1994).

Поголовье скота в Сибири также отличалось и было другим (Wein, 1999; Винокуров, Суходолов, 1996). Сравнение между Томской губернией Центральной Россией показало, что количество лошадей, крупного рогатого

скота и свиней на душу населения в Сибири было в три раза выше. Поголовье скота у сибирских крестьян было высоким даже по сравнению с международными показателями. Среднее поголовье лошадей на 100 человек равнялось в Германии 7 голов, в США – 25, в Канаде – 41, однако в Сибири поголовье составляло 56 лошадей.

Производство мяса, молока и масла также было довольно эффективным по сравнению с другими частями России. В 1913 г. Россия стала вторым по величине мировым экспортером сливочного масла (после Дании). Она заработала в два раза больше, экспортируя масло, чем экспортируя золото (Wein, 1999). Благодаря своему эффективному сельскому хозяйству Сибирь в то время стала районом с избытком сельскохозяйственной продукции.

Расцвет российского сельского хозяйства закончился после начала Первой мировой войны, а также революции 1917 г. и ее последствиями (Stadelbauer, 1986; Nikonov, Schulze, 2004).

7.3. От большевистской Октябрьской революции до эпох Сталина и Хрущева

После Первой мировой войны, революции и последующей Гражданской войны в России урожайность животноводства и растениеводства значительно снизилась. Производство продукции растениеводства упало на 61% в период с 1917 по 1922 г. (Горюшкин, 1966). Производство масла в 1921 г. составляло всего 3% от производства масла в 1913 г. (Wein, 1999).

После принятия большевиками в октябре 1917 г. декрета «О земле» крупное землевладение было упразднено. Земельные владения со скотом и сельскохозяйственным оборудованием были конфискованы, а земля была распределена между крестьянами, которые ее обрабатывали. Однако производительность появившихся небольших хозяйств была очень низкой. Принудительная реквизиция зерна плюс неурожай привели к великому русскому голоду 1921/1922 гг., унесшему миллионы жизней. Площадь, используемая для производства зерна, сократилась на треть в период с 1913 по 1921 г., а общий объем сельскохозяйственного производства снизился до одной трети довоенного уровня (Hughes, 2003; Łukawski, 1981).

В 1922 г. Ленин предложил Новую экономическую политику (нэп). Для стимулирования экономики страны в период нэпа между 1922 и 1928 гг. частная собственность в небольших масштабах была вновь разрешена (Горюшкин, 1966). Принудительная реквизиция зерна была заменена налогом, и крестьяне могли в частном порядке продавать свои излишки. Таким образом, продовольственная ситуация стабилизировалась. К концу 1920-х гг. производство зерна в Советском Союзе было на 100% выше, а производство мяса – 175% выше, чем в 1921 г. (Nikonov, Schulze, 2004). В это время три чет-

верти всех обрабатываемых земель принадлежали хозяйствам среднего размера. Они производили 80% сельскохозяйственной продукции Сибири. Оставшаяся земля принадлежала мелким и крупным хозяйствам, и в это время были созданы первые сельскохозяйственные кооперативы. По сравнению с 1913 г. площадь растениеводства в Советском Союзе увеличилась на 12%, а животноводства – на 14% (Окладников, 1968).

В Алтайском крае в начале большевистской революции 25 тыс. км^2 использовались в сельском хозяйстве. В 1920-е гг. здесь также была увеличена площадь обрабатываемых земель в общей сложности до 37 тыс. км^2 к 1940 г. (Jakutin, 2005).

В 1920-е гг. в Алтайском крае существовало более пяти тысяч небольших населенных пунктов. Но из-за новых политических условий возникновение новых поселений значительно сократилось; прекратили свое существование многие деревни, появившиеся в результате небывалого всплеска селообразования начала 20-х гг. XX в. – поселки-мельницы, поселки-лесорубов и другие (Казанцев, 2004). При новом политическом режиме основное внимание уделялось концентрации жителей в более крупных населенных пунктах. Таким образом, Алтайский край оставался преимущественно аграрным регионом до конца 1920-х гг., когда число населенных пунктов начало сокращаться.

Преемник Ленина Сталин не согласился с нэпом и увидел в нем противоречие идеологии социализма (Hughes, 2003). Нэп был отменен в 1928 г., была проведена коллективизация. Этот процесс завершился в 1937 г., когда более 90% хозяйств были объединены в колхозы или совхозы. Хорошо оборудованные крупные фермы Северной Америки были образцом для новых коллективных и государственных крупных хозяйств Советского Союза. Целью Сталина была продовольственная безопасность, но снижение урожайности из-за коллективизации и плохого управления в сочетании с неблагоприятными природными условиями привело к страшному голоду 1932/33 гг. с миллионами смертей (Tauger, 2001). Еще одной целью коллективизации было создание более эффективной сельскохозяйственной системы для высвобождения рабочих для индустриализации страны. В то время около 80% населения все еще трудилось в сельском хозяйстве.

Алтайский край получил выгоду от строительства Туркестано-Сибирской железной дороги в конце 1920-х гг. и к концу 1930-х гг. стал одним из крупнейших аграрно-промышленных регионов Сибири (Официальный сайт…).

С 1939 по 1941 г. было проведено обширное исследование почвы на площади более одного миллиона квадратных километров по всему Советскому Союзу. Цель исследования состояла в том, чтобы определить районы, пригодные для дальнейшего освоения сельскохозяйственных земель (Josephson it al., 2013). Реализация этой в основном политически мотивированной идеи

освоения новых земель в Западной Сибири была прервана Второй мировой войной и ее последствиями.

В период Великой Отечественной войны Алтайский край принял более 100 эвакуированных предприятий из западных районов страны. Война изменила экономическую структуру региона, обеспечив промышленное развитие и создав новые поселения, такие как города Горняк в 1942 г. или Яровое в 1943 г.

Площадь обрабатываемых земель в Советском Союзе значительно сократилась после окончания войны. К концу 1940-х гг. в Алтайском крае для сельскохозяйственного производства использовалась площадь 28000 км^2 (Быков и др., 2014). Осуществление программы продовольственной безопасности привело к расширению обрабатываемых земель, и к 1954 г. площадь сельскохозяйственных угодий была такой же или даже больше, чем до Великой Отечественной войны войны. В Алтайском крае площадь обрабатываемых земель возросла до 45000 км^2 и превышала свои довоенные размеры (Jakutin, 2005; Парамонов и др. 1997). Однако цель обеспечения продовольственной безопасности населения России достигнута не была.

Заключение

На протяжении своей 300-летней истории освоение земель Алтайского края русскими проходило разные этапы развития. В начале XVIII в. в Алтайском крае были основаны русские поселения в непосредственной близости от цепи крепостей вдоль границы Российской империи. В XIX в. созданию новых поселений способствовало развитие сельского хозяйства и торговли. После снижения роли горнодобывающей промышленности в XIX в. главная роль перешла к сельскому хозяйству, которое стало основой экономики Алтайского края на рубеже XIX–XX вв. Массовый приток крестьян ускорил развитие поселений. Развивающаяся инфраструктура, такая как Алтайская железная дорога, Столыпинские земельные реформы способствовали экономическому росту региона. Многонациональное население Алтайского края в основном состояло из русских, украинцев, немцев и казахов.

Вторая мировая война и ее последствия оказали большое влияние на экономическую структуру края. Около сотни заводов были эвакуированы в Алтайский край и усилили его промышленное развитие, что оказало влияние на посевные площади в регионе. В советский период сеть поселений развивалась поэтапно. В 1920-е гг. в Алтайском крае число сельских поселений достигло своего пика. Сеть поселений не сильно изменилась в период с 1930-х по 1950-е гг. при сталинском режиме.

Библиографический список

Burke M (2012) Russia's Periphery. Virgin Lands. http://russiasperiphery.blogs.wm.edu/centralasia/general/virgin-lands/. Accessed 18 December 2016.

Bykov NI, Yeryomin AA, Borisenko MA (2014) Demographic Transformation of Municipal Districts and Settlements of Altai Krai in the Post-Soviet Period. In Madry C (ed) The Social Transformation of the Cities and Regions in the Post-Communist Countries. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznan. P. 23–33.

Forsyth J (1994) A History of the Peoples of Siberia: Russia's North Asian Colony, 1581–1990. Cambridge University Press, Cambridge, p 186.

Halicki W, Kulizhsky SP (2015) Changes in Arable Land Use in Siberia in the 20th Century and their Effect on Soil Degradation. Int J Environ Stud 72(3): 456–473.

Hughes J (2003) Stalin, Siberia and the Crisis of the New Economic Policy. Soviet and East European studies Series. Cambridge University Press, Cambridge. P 81.

Illiger P, Frühauf M, Schmidt G, Meinel T, Belyaew V, Silanteva M, Kasarjyan M (2014) Ökosystemkonversion und ihre Folgen bezüglich der Kohlenstoffsenken-Funktion in der westsibirischen Kulundasteppe. In: Grunewald K, Bastian O, Drozdow A, Grabovsky V (eds), Erfassung und Bewertung von Ökosystemdienstleistungen (ÖSD) – Erfahrungen, insbesondere aus Deutschland und Russland. BfN-Skripten 373, Bonn. P. 300–319.

Jakutin NB (2005) Erschließungsetappen und aktuelle Probleme der Neulandregion. In: 50 Jahre Neulanderschließung – Vestnik der Altai-Universität Barnaul. Nr. 1 (13) 2004. P. 38–48.

Josephson P, Dronin N, Mnatsakanian R, Cherp A, Efremenko D, Larin V (2013) An Environmental History of Russia. Cambridge University Press, Cambridge.

Lincoln BW (1994) The conquest of a continent, Siberia and the Russians. Cornell University Press, Ithaca. P. 261.

ukawski Z (1981) Historia Syberii. Ossolineum, Wroclaw. P. 174.

Meyer BC, Schreiner V, Smolentseva EN, Smolentsev BA (2008) Indicators of desertification in the Kulunda Steppe in the south of Western Siberia. Arch Agron Soil Sci 54(6). P. 585–603.

Moon D (2013) The plough that broke the steppes. Agriculture and environment on Russia's Grasslands, 1700–1914. Oxford University Press, Oxford.

N.N (2007) Кулундинский район: страницы истории и современность. Т. 1. Барнаул : Азбука, 461 с.

N.N. (1997) Охрана окружающей среды в Российской Федерации в 1996 году / Госкомстат России, Статистический сборник, М., 1997.

N.N. (2005) Степи Евразии: сохранение природного разнообразия и мониторинг состояния экосистем, Оренбург: Институт Степи, 2005.

Naumov IV (author), Collins DN (ed) (2006) The history of Siberia. Routledge, Norfolk. P. 137.

Nikonov AA, Schulze E (2004) Drei Jahrhunderte Agrarwissenschaft in Russland: Von 1700 bis zur Gegenwart. In: Studies on the Agricultural and Food Sector in Central and Eastern Europe, IAMO 27.

Stadelbauer J (1986) Die Erschließung Sibiriens: räumliche Gefügemuster eines historischen Prozesses. In: Leptin G (ed) Sibirien: ein russisches und sowjetisches Entwicklungsproblem. Berlin-Verlag Spitz, Berlin. P. 11–33.

Tauger MB (2001) Natural disaster and human actions in the Soviet Famine of 1931–1933. Carl Beck Papers Russ East Eur Stud 1506. P. 1–65.

Wein N (1999) Sibirien. PerthesRegionalprofile. Gotha, Stuttgart: Klett-Cotta.

Анашкин А.П. История Алтая : учебное пособие. Ч. I. Барнаул, 1995. 480 с.

Брагина Т. 17 июня – Всемирный день борьбы с опустыниванием. Экосводка №. 285. 2003. URL: http://www.seu.ru/svodka/285.htm (дата обращения: 17.06.2003).

Булыгин Ю.С. Список населенных пунктов Алтайского края : справочник. Барнаул, 2000. 237 с.

Винокуров М.А., Суходолов А.П. Сибирь в первой четверти XX века. Иркутск, 1996.

Воронов И. Столыпин и русская Сибирь // Экономика и жизнь. Сибирь. 2003. 189 с.

Горюшкин Л.М. Сельское хозяйство Сибири в восстановительный период (1921–1925) // Сибирь и период строительства социализма. Новосибирск : Наука, 1966.

Казанцев В.И. К истории расселения крестьян на территории Алтайского края // Научные чтения памяти Ю.С. Булыгина : сборник научных статей / под ред. Ю.М. Гончарова. Барнаул, 2004.

Колдаков Д.В. Геоинформационные технологии в изучении заселения территории Алтая в XVIII в. // Актуальные вопросы истории Сибири. Восьмые научные чтения памяти профессора А.П. Бородавкина : материалы конференции / под ред. В.А. Скубневского, К.А. Пожарской. Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 2011.

Липинская В.А. Традиционное сельское хозяйство русских крестьян в Сибири на Дальнем Востоке // Традиционный опыт природопользования в России. М. : Наука, 1998.

Матис В.И. Немцы Алтая (справочно-библиографический сборник) / под общ. ред. В.И. Матиса. Барнаул : Изд-во АКИПКРО, 2008.

Никулина И.Н., Жиляков, Д.В., Кунгурова Е.В. История Алтая: персоналии, термины, хронология : учебное пособие. Ч. I. Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2015. 83 с.

Окладников А.П. История Сибири с древнейших времен до наших дней. Л. : Наука, 1968.

Официальный сайт правительства Алтайского края (2016) История Алтайского края. URL: http://altairegion22.ru/territory/history/ (дата обращения: 11.11.2016).

Парамонов Е.Г., Ишутин Я.Н., Симоненко А.П. Кулундинская степь: проблемы опустынивания. Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 1997.

Плешакова М.В., Дробышев Д.С. Регионалистика : учебное пособие. М., 2002.

Тимирязев К. Борьба растений с засухой // К. Тимирязев. Избраное. Ч. 2. М., 1948.

Тимирязев К. Земледелие и физиология растений. М. : Сельхозгис, 1941. 450 с.

Глава 8. Кампания по освоению целинных земель (1954–1963 гг.) в Советском Союзе и ее последствия в позднесоветский период на примере территории Западной Сибири

М. Фрюауф, Т. Майнель, Г. Шмидт

Аннотация. Цель кампании по освоению целины, проводимой в период правления Н.С. Хрущева, заключалась в увеличении темпов сельскохозяйственного производства для снижения дефицита продовольствия в Советском Союзе в послевоенный период. Кампания была направлена на преобразование обширных степных площадей, в основном территорий Северного Казахстана и Алтайского края, в пахотные земли для возделывания зерновых. За 10 лет кампании по освоению целинных земель было распахано 420 000 км^2 степи. Большая часть пришлась на казахстанскую территорию бывшего Советского Союза. В глобальном масштабе данная акция была крупнейшим преобразованием экосистемы пастбищ умеренного пояса XX в., которое также имело важное значение для изменения демографической ситуации, выразившейся в притоке населения на данную территорию. Переселенцы селились в новых населенных пунктах, которые одновременно являлись центрами созданных сельскохозяйственных предприятий. Экономический успех кампании оказался в значительной степени зависим от погодных условий, в частности от количества осадков. Урожайность сельскохозяйственных культур в разные годы была крайне нестабильной, поэтому политические задачи кампании выполнены не были. В то же время усиливающаяся деградация почв повлияла на использование сельскохозяйственных земель. После смещения Н.С. Хрущева новые партийные лидеры ввели более совершенные методы управления землей, которые были направлены на решение экологических проблем, что постепенно стало способствовать стабилизации урожайности.

Ключевые слова: освоение целины, Советский Союз, специально отведенные территории, экономический эффект, Алтайский край, виды и интенсивность землепользования, деградация почв.

8.1. История, политические мотивы и реализация кампании

К идее масштабного расширения посевных площадей в Советском Союзе вернулись после окончания Второй мировой войны, которая имела катастрофические последствия для советского сельского хозяйства и продовольственной ситуации в стране. К концу 1940-х гг. производство зерна составляло лишь от одной трети до половины довоенного уровня (Durgin Jr., 1962). Даже в 1953 г. объем производства зерна (29,8 млн т) был все еще ниже объема производства 1940-х гг. (35,6 млн т) (Josephson et al., 2013). Кроме того, так называемая кукурузная кампания, инициированная в целях повышения производства мяса и молока, привела к значительному сокращению площадей, традиционно используемых для выращивания зерна в южных районах Черноземья (Eule, 1962; Wein, 1983). В результате Советский Союз стал все больше зависим от импорта зерна из Северной и Южной Америки. Импорт зерна был очень дорогостоящим, так как Советскому Союзу приходилось вести закупки в иностранной валюте. Такие расходы в дополнение к новым вызовам начинающейся холодной войны подвергали экономику страны значительному давлению.

Рис. 8.1. Призыв к участию в кампании по освоению целины[1]

[1] http://t3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcT83Th5mJweG2

Сначала политическое руководство страны рассматривало возможность интенсификации производства зерна в регионах со сложившейся сельскохозяйственной структурой. Однако промышленность, все еще ослабленная Второй мировой войной, не имела возможности производить требуемое количество минеральных удобрений (Георгиев, Флорентьев, 1955).

После смерти И.В. Сталина пост лидера Коммунистической партии Советского Союза занял выходец из украинского аграрного региона Н.С. Хрущев. Он стал главным сторонником идеи расширения посевных площадей, которая была частью сталинского плана преобразования природы. Несмотря на критику членов партии (Г.М. Маленкова и др.) и ученых Н.С. Хрущев успешно продвигал концепцию увеличения производства зерна путем аграрного освоения новых, необработанных – целинных – земель, а также ранее обрабатываемых и некогда заброшенных – залежных – земель (McCauley, 1976). Освоение целинных земель начало реализовываться на юге Западной Сибири почти сразу же (через два месяца) после принятия соответствующего постановления и сопровождалось широкой политической пропагандой среди масс (рис. 8.1).

8.2. Отведение территорий для реализации кампании по освоению целины и ее экономический эффект

Во время кампании по освоению целинных земель в оборот были включены в основном ранее не используемые степные территории, а также участки степи, ранее использовавшиеся только для выпаса скота. Однако некоторые залежные поля, не используемые на тот момент для возделывания культур, также были рекультивированы. Такие поля, обычно располагавшиеся вблизи населенных пунктов, были заброшены до начала Второй мировой войны в следствие принудительной сталинской коллективизации и нерационального ведения хозяйства. Уже в первый год кампании было освоено 110 000 км^2 земель. Только в Казахской Советской Социалистической Республике в пахотные земли было обращено 50 000 км^2 (рис. 8.2).

Высокие урожаи введенных в оборот земель (рис. 8.3) усилили намерения руководства партии по расширению площади осваиваемых земель до 300 000 км^2 в 1955 г., из которых засеяно было только 200 000 км^2 (Durgin Jr., 1962).

Целью первоначального плана было преобразование земель площадью 130 000 км^2 (McCauley, 1976), но из-за политических мотивов освоение расширялось все больше и больше (Prishchepov et al., 2015). Уже через короткий промежуток времени дополнительные участки распаханных земель можно было обнаружить повсюду в российской степной полосе (рис. 8.3).

Рис. 8.2. Сцепка гусеничных тракторов, распахивающих пастбищные земли[2]

Рис. 8.3. Масштабы и территории кампании по освоению целинных земель (Народное хозяйство РСФСР, 1957)

Наибольшая территория (площадью 255 000 км²) была введена в оборот в степи, расположенной на севере Казахстана (Тортаева, 2003; Kraemer

[2] http:// kazakhsteppe.com/uploads/Threads/zelina_small.jpg. (дата обращения: 10.11.2017).

et al., 2015). Кроме того, 62 000 км^2 земель было распахано на юге Западной Сибири, 42 000 км^2 – в Восточной Сибири и 45 000 км^2 – на территории к югу от Урала (Durgin Jr., 1962; Wein, 1983; McCauley, 1976; Rostankowski, 1979; Wein, 1999; Stadelbauer, 1987). К концу кампании по освоению целинных земель общая площадь введенных в оборот земель составила 418 000 км^2 – рекордная территория, равная площади Германии и Австрии. Кампания, не имеющая аналогов в мире! Распаханные земли находились в основном южнее существующих аграрных районов и примыкали к ним. К тому же земли, находящиеся между небольшими «островными» сельскохозяйственными районами, обрабатывались с целью их объединения в крупные территории пахотных земель. Такая логика расширения земель применялась в зоне типичных степей с ограниченным слоем чернозема (глубина горизонта Ah от 30 до 40 см), а также в более засушливых степных районах с преобладанием каштановых почв (Meinel, 2002).

Освоение земель распространялось все больше и больше на территории с континентальным и засушливым климатом со среднегодовым количеством осадков менее 300 мм (Hahn, 1964), а в некоторых районах даже менее 250 мм (рис. 8.4). Такие аграрные районы сталкивались с определенными рисками: повышенной эвапотранспирацией, большим непостоянством осадков, повышенной вероятностью наступления ранних или поздних заморозков, засух и ветровой эрозии, которые влияют на продолжительность вегетационного периода и приводят к повышенной неустойчивости урожайности, а иногда даже к полной потере урожая (Rostankowski, 1979; Meinel, 2002). Регионы с таким климатом на Великих равнинах в США считаются крайне уязвимыми для засух и лишь в редких случаях используются для выращивания сельскохозяйственных культур (Späth, 1980). В первый год реализации кампании по освоению целины погодные условия были весьма благоприятными, что привело к высокой урожайности в соответствии с целями политического плана. В отдельные годы объем урожая на новых аграрных территориях составлял 40% от общего урожая зерновых в Советском Союзе. Однако, по крайней мере в начале кампании, инфраструктура была настолько ограничена, что большую часть неожиданно высокого урожая приходилось оставлять на полях, поскольку его было невозможно переработать (Durgin Jr, 1962; Eule, 1962; McCauley,1976).

Вскоре после первого успеха последовала отрезвляющая засуха. Несмотря на то, что в 1955 г. распаханная площадь в Казахстане увеличилась почти вдвое, урожай был на 38% ниже, чем годом ранее. В Казахстане в том году не удалось выполнить показатели экономического плана, поскольку новые земли были засеяны лишь частично (на 35%), а урожайность по отдельным районам была довольно низкой и составила всего 1,5–2,5 ц/га (Durgin Jr, 1962; McCauley,1976).

За этой неудачей последовал небывалый урожайный 1956 г., а его результат, казалось, оправдал все риски, взятые на себя в рамках кампании по освоению целинных земель. В том году Советский Союз произвел около 125 млн т зерна. Однако в 1957 г., к всеобщему разочарованию, снова наступила засуха. Урожайность целинных земель снизилась на 40%, а в Казахстане она составила даже менее 50%. Несмотря на то, что урожай зерна в 1961 г. был высоким, Н.С. Хрущев постановил распахать залежные земли и земли, которые были отведены под пастбища (McCauley,1976). Погодные условия для выращивания зерновых в 1962 г. были благоприятными, и урожай снова был высоким, но в 1963 г. из-за изменившихся погодных условий (особенно в европейских черноземных областях) низкий урожай привел к новому экономическому бедствию.

Средняя урожайность снова составила около 3,1 ц/га в распаханных казахстанских землях (Тортаева, 2003). Объема урожая не хватило даже для проведения посевной кампании следующего года (Josephson et al., 2013). Из-за сокращения продовольственных запасов повсеместно в Советском Союзе стали забивать скот (Prishchepov et al., 2015; Народное хозяйство РСФСР, 1957; Народное хозяйство РСФСР, 1991).

Рис. 8.4. Почвы возделываемых территорий России и Казахстана (Meinel, 2002)

Данная чрезвычайная ситуация потребовала дорогостоящего импорта Советским Союзом 10 млн т зерна из западных стран. Советское правительство было вынуждено признать, что первичные цели кампании по освоению целинных земель – создание эффективного буфера от неурожая в традицион-

ных аграрных регионах в виде производства зерна от 160 до 180 млн т в год к 1965 г. – не были достигнуты, что потребовало принятия определенных дополнительных мер. Первыми действиями стали отстранение Н.С. Хрущева от власти и изменение аграрной политики страны (Josephson et al., 2013).

8.3. Кампания по освоению целины в Алтайском крае

Степи южной части Западной Сибири, в частности Кулундинская степь, по площади целинных земель были вторым регионом после степной части современного Северного Казахстана.

До начала кампании по освоению целинных земель зерно производилось в основном в лесостепной зоне, зоне типичной степи (с изогиетой осадков 400 мм), а также частично в зоне засушливой степи. В результате расширения кампании по освоению целинных земель в южном и юго-западном направлениях классическая граница пригодных для возделывания культур пахотных земель была нарушена. Здесь, в Кулундинской степи, были распаханы первые участки степи в рамках всей целинной кампании, что широко использовалось как средство пропаганды – этот факт до сих пор отражен в памятнике гусеничному трактору (рис. 8.5), который использовался для освоения целинных земель.

Рис. 8.5. Памятник гусеничному трактору в хозяйстве «Комсомольское», использовавшемуся в рамках кампании по освоению целины

В период между 1930-ми гг. и началом кампании по освоению целинных земель количество населенных пунктов в Алтайском крае сократилось с более чем пяти тысяч до менее чем четырех тысяч.

Во время освоения целины сформировалась новая структура поселений. Их размеры увеличились. Поселения были напрямую связаны с образованием колхозов и совхозов. 78 совхозов и 77 колхозов с большим количеством новых населенных пунктов были основаны в Алтайском крае во время кампании (рис. 8.6).

На тот момент в таких поначалу довольно скудных поселениях проживало около 13 тысяч переселенцев. Они прибывали в основ-

ном из центральной России и с территории нынешней Украины. В результате кампании по освоению целинных земель землепользование, расселение и численность населения в Кулундинской степи резко изменились (Яшутин, 2004).

Всего за два года было освоено 29 000 км^2 ранее неиспользуемых степных земель, а также земель, используемых только для выпаса скота (Орловский, 1955). Площадь пашни увеличилась на 65% в этой части предгорной территории Алтая (Яшутин, 2004).

По данным Т. Майнеля (Meinel, 2002), площадь пахотных земель за это время увеличивалась за счет трех разных типов земель, различающихся в зависимости от ландшафта, существующей инфраструктуры и предыдущего использования этой территории.

Площадь пахотных земель в основном увеличилась за счет территорий в западной и юго-западной частях региона. Здесь преобладают почвы (южных) черноземов, особенно темно- и светло-каштановые почвы (Meinel, 2002). Распашка земель вышла за пределы изогиеты 400 мм осадков и распространилась на территории, где выпадает менее 250 мм осадков в год. Освоение земель затронуло не только «полуестественную» степь, ранее использовавшуюся только для выпаса скота, но и ранее возделываемые залежные земли. Такие поля обычно располагались вблизи населенных пунктов, которые были заброшены до или во время Второй мировой войны. Причиной прекращения работы на них, как правило, была низкая урожайность из-за засух. Большинство залежных полей были заброшены между 1932 и 1936 г. (Zentralarchiv-Altai Krai, 1954) – период политических репрессий, которые распространялись даже на аграрные регионы страны.

В рамках кампании по освоению целинных земель впервые были использованы участки с градиентом более 10%, иногда даже более 15% (Wein, 1999). Большинство этих участков, образующих переходную зону к Алтайским горам, относятся к юго-восточной части Кулундинской степи и характеризуются несколько большей возвышенностью и более холмистым рельефом. Причинами реализации кампании в этой территории стали немного большее количество осадков, практика экстенсивного управления почвой благодаря использованию современной агротехники, а также цели распашки земель в соответствии с центральным экономическим планом, поставленные советским правительством.

К концу кампании до 93% некоторых районов степной и лесостепной зоны Алтайского края были преобразованы в пахотные земли (Ковалев, Трофимов, 1966). Лишь небольшие луга, совершенно не используемые или используемые только для выпаса скота, оставались нетронутыми рядом с вновь созданными крупными сельскохозяйственными степными районами (Яшутин, 2004).

Рис. 8.6. Увеличение площади пахотных земель во время кампании по освоению целины в Кулундинской степи Алтайского края (Белоглазов, 1999)

Рис. 8.7. Обширные поля с защитными лесными насаждениями лесостепной зоны вблизи Барнаула

Рис. 8.8. Количество осадков и урожайность по Алтайскому краю, Павловскому району и хозяйству «Комсомольское» (лесостепная зона) (внутренние данные хозяйства «Комсомольское»)

Кампания по освоению целины предполагала также в перераспределение структуры уже возделываемых площадей в окрестностях населенных пунктов. Целью этой операции было создание больших полей средней площадью 100 га (рис. 8.7). Даже сегодня на степной территории сельхозугодий все еще преобладают поля стандартного размера 500 м х 2000 м, разделенные защитными лесополосами. Расположение (ориентация) полей рассчитывалось с учетом основного (юго-западного) направления ветра. Как отмечали Ф.А. Дургин, В. Ойле, М. МакКоли, П. Ростанковский, Н. Вайн и Й. Штадельбауэр (Durgin, 1962; Eule, 1962; Wein, 1983, 1999; Stadelbauer, 1987), для целинных земель в целом, урожайность культур в Кулундинской степи сильно варьируется. Основной причиной этого является вариабельность осадков в период роста растений (рис. 8.8).

Рис. 8.9. Черноземный горизонт в лесостепной зоне, хозяйство «Комсомольское» (Frühauf , Meinel, 2014)

Как показано на рисунке 8.8, урожайность целинных земель хозяйства «Комсомольское» благодаря более благоприятному количеству осадков и лучшим почвенным условиям (характеристике почвы)

выше, чем средняя по району и краю. Годовое количество осадков на границе с лесостепной зоной составляет около 400 мм, из почв преобладают черноземы (рис. 8.9) с горизонтом Ah средней мощности 40 см.

На обширных территориях Кулундинской степи с более низкой нормой осадков зависимость урожайности сельскохозяйственных культур от осадков гораздо больше, чем в лесостепной зоне с ее более высокими осадками и черноземами (Frühauf , Meinel, 2007).

8.4. Тип и интенсивность землепользования как первопричина деградации почв

Помимо данных о почвах и климатических условиях, для понимания специфики урожайности культур важны знания о типе и интенсивности применяемых сельскохозяйственных методов. В первые годы в целинных регионах использовалась те же технологии возделывания, что и в традиционных регионах Центрального Черноземья в Советском Союзе. Семенное ложе готовилось путем вспашки и последующего боронования. По сравнению с сельскохозяйственными регионами европейской части Советского Союза в целинных регионах вносилось гораздо меньше удобрений.

В целях увеличения производства пшеницы на только что введенных в оборот полях четыре года подряд выращивалась яровая пшеница, что подвергало почвы целинных земель высокому риску эрозии. В результате в 1956 г. в регионе прошли мощнейшие пыльные бури. П. Костровски упоминает о пыльных бурях весной 1957 г. такой силы, что материал из Кулундинской степи переносился вплоть до далекого города Барнаула (Костровски, 1959).

Пылевые облака затемняли небо, и в течение дня в пострадавшем районе не выключалось уличное освещение. Скапливались огромные наносы грунта высотой до трех метров. Летом вдоль железных дорог были установлены ветрозащитные конструкции в качестве защиты от земляных заносов. По оценкам, в первые годы кампании в результате ветровой эрозии ежегодно утрачивалось 1875 км^2 введённых в оборот земель. В начале 1960-х гг. эта разрушительная эрозия усилилась. В период между 1961 и 1963 гг. пострадавшая площадь увеличилась с 7 000 до 30 000 км^2. В целом, 130 000 км^2, или 31% распаханных территорий, подверглись негативному воздействию, поэтому снизилась урожайность (Wein, 1983).

На территории современного Казахстана к 1963 г. более 80% целинных земель было подвержено ветровой эрозии. Неоднократно происходило так, что за год более 10 000 км^2 посевных площадей подвергалось серьёзному негативному влиянию. Последствия этого явления имели большое сходство с пыльными бурями в прериях США и Канады в прошлом. Однако Н.С. Хрущев не уделял этой проблеме должного внимания.

Несмотря на то, что такие меры, как посадка защитных лесонасаждений, а также замена глубокой обработки почвы на поверхностную, были проведены уже после 1960 г., влияние ветровой эрозии удалось снизить только в незначительной степени. Результаты собственных исследований показывают, что за последние годы технологии обработки почвы практически не совершенствовались. Напротив, после нарушения центральных связей в управлении сельским хозяйством после распада СССР, отсутствия альтернативных решений в отношении технического оснащения, внесения гербицидов и удобрений, а также краткосрочный, ориентированный на быструю прибыль менеджмент привели к использованию устаревших, негативно воздействующих на природу и снижающих урожайность приемов и методов земледелия. Вот некоторые из них:

- частая и слишком глубокая (отвальная) вспашка полей на всей территории, включая зону засушливых степей;
- широкая практика сжигания соломы (палов) на полях;
- несоответствующее содержание паров;
- несоблюдение схемы севооборота из-за рыночной ситуации;
- отсутствие ухода за ветрозащитными лесополосами;
- отсутствие мер противоэрозионной защиты и неприменение методов богарного земледелия;
- отсутствие практики применения удобрений и гербицидов (Meinel, 2002).

Болезненный опыт фермеров Среднего Запада США после широкомасштабного освоения прерий несколько десятилетий назад и его негативные экологические и социально-экономические последствия были в значительной степени проигнорированы советским руководством в рамках формирования аграрной политики. Т. Майнель (Meinel, 2002) пришел к выводу, что по сравнению с другими целинными районами Сибири Кулундинская степь из-за своих природных условий и типа используемых методов земледелия особо уязвима к засухам и ветровой эрозии. Исследователь не только подчеркнул влияние применяемых методов земледелия на иссушение почвы, но и указал на значимость летних ветров (суховеев) и зимних бурь (буранов), которые усиливают влияние ветровой эрозии.

8.5. Растениеводство на целинных землях в позднесоветский период

После смещения Н.С. Хрущева партийное руководство (Brezhnev, 1979) ввело новые методы землепользования. Некоторые из них частично уже практиковались в Северной Америке, такие как использование богарного земледелия, пара, а также специальный севооборот, более широкое применение удобрений и механизация сельского хозяйства. В 1970-х гг. освоение

земель было продолжено, однако на незначительных площадях, не сравнимых с масштабами предыдущей кампании (Spaar, Schuhmann (eds.), 2000). Размер сельскохозяйственных площадей бывшего Советского Союза достигал своего максимума в период с 1975 по 1980 г. (рис. 8.10). Площадь целинных земель, включая освоенные в 1970-х гг. территории, к середине 1980-х гг. в Казахстане начала сокращаться (рис. 8.10), но оставалась стабильной в остальных регионах Советского Союза до его распада в 1991 г. (Prishchepov et al., 2015).

Рис. 8.10. Размеры посевных площадей российских и казахстанских целинных регионов по состоянию на 2012 г. (сравнение с 1953 г.) (Prishchepov et al., 2015)

Внедренные новые методы землепользования оказали определенное влияние на решение экологических проблем (McCauley, 1976). За счет создания защитных лесополос в казахстанских целинных районах ветровая эрозия была резко снижена. До этого времени защитных лесонасаждений здесь было очень мало по сравнению с российскими целинными районами, что было довольно удивительно, так как И.В. Сталин еще в 1948 г. распорядился формировать лесополосы в качестве защитных лесонасаждений в сельскохозяйственных районах. Хотя высадка деревьев не везде проходила успешно, впоследствии лесополосы принесли большую пользу. Однако после смерти И.В. Сталина план по формированию лесонасаждений был отменён.

Постепенно урожайность удалось стабилизировать. Более того, целевое внесение удобрений способствовало повышению урожайности в целинных регионах России и Казахстана. Средняя урожайность пшеницы в Казахстане за период проведения всей кампании (1954–1963 гг.) увеличилась с 7,4 до 8,9 ц/га. В целом, в казахстанских целинных регионах объем произведенного зерна значительно возрос (табл. 8.1).

Таблица 8.1

Средняя урожайность целинных районов Казахстана (Wein, 1983)

Период	**1949-1957**	**1966-1970**	**1971-1975**	**1975-1979**
Урожай (млн т)	3.7	20.7	21.7	27.3

Урожайность в российских целинных регионах также возросла: со среднего значения во время кампании по освоению целинных земель 6,8 до 9,4 ц/га (средняя урожайность в период с 1965 по 1990 г.), что еще больше способствовало стабилизации производства зерна.

Урожайность целинных земель, однако, все равно была ниже урожайности традиционных черноземных районов возделывания Северного Кавказа и особенно современной Украины, где урожайность зерна достигала 16 ц/га (McCauley, 1976; Rostankowski, 1979).

Период между 1965 г. и концом 1980-х гг. был, как известно, «периодом интенсификации сельского хозяйства». Это было время самого успешного и стабильного производства сельскохозяйственных культур в целинных регионах. Несмотря на то, что оставалось еще много возможностей для совершенствования, была разработана эффективная система земледелия, что привело к стабильной урожайности и снижению ветровой эрозии. Были созданы специализированные научно-исследовательские институты, научные сельскохозяйственные исследования достигли уровня международных стандартов. Однако темпы производства зерна в СССР были все еще слишком низкими. Одна из стратегических целей кампании по освоению целинных земель – самообеспечение страны зерном – не была достигнута, и зерно по-прежнему приходилось импортировать из западных стран. Импорт составлял от 10 до 16% от объемов производства зерна в СССР и создавал необходимость использования иностранной валюты.

После распада Советского Союза землепользование в России и в других странах, таких как Казахстан, радикально изменилось во второй раз за последние 60 лет (Lenk, 2005). Данные изменения были вызваны сменой политических и социальных условий. Их обратный эффект повлиял на землепользование в Западной Сибири в целом и Кулундинской степи в частности. Большинство успешных приемов и методов землепользования, практикуемых в период интенсификации сельского хозяйства, перестали применять. Централизованного распределения техники, посевного материала и удобрений больше не проводилось, и к 1990-м гг. в растениеводстве стали прибегать к использованию старых способов земледелия с высоким риском эрозии.

Хотя эти вопросы будут подробно рассмотрены в следующей главе, на данный момент необходимо отметить следующее.

Новые социально-экономические условия привели к демографическим изменениям и оттоку сельского населения, что послужило причиной старения населения и резкого сокращения числа населенных пунктов. В 1989 г. согласно переписи того же года в Алтайском крае существовало 1697 населенных пунктов (384 были основаны в XVIII в., 314 – в XIX в. и 996 – в XX в. (Булыгин, 2000; Сельские населенные пункты…, 2011). Через 21 год, в 2010 г., было зафиксировано только 1598 поселений (Сельские населенные пункты…, 2011; Казанцев, 2004). На фоне колоссального увеличения посевных площадей в ходе кампании по освоению целинных земель сразу после распада Советского Союза площадь, используемая под растениеводство, резко сократилась (рис. 8.10).

С глобальной точки зрения скорость и масштабы сокращения были беспрецедентными (Prishchepov et al., 2015; Kraemer et al., 2015; Люри и др., 2010; Kurganova, Gerenyu, 2012; Schierhorn et al., 2013). Несмотря на радикальное сокращение, площадь пахотных земель в Казахстане в 2010 г. все еще была в два раза больше, чем до начала кампании по освоению целинных земель (Prishchepov et al., 2015). Однако площадь пахотных земель России в 2010 г. составляла лишь 65% от площади 1990 г. и только 60% от площади 1965 г. (рис. 8.10).

Тем временем в Казахстане пахотные земли, которые были отведены под сельскохозяйственные цели после пика кампании по освоению целинных земель, т.е. в период 1962–1990 гг., перестали использоваться. Почвы на данных полях более низкого качества, чем в степи, которая была распахана во время первой волны кампании (IAMO, 2015).

Независимо от этих фактов, меняющиеся социальные условия привели не только к изменению экосистемы, системы землепользования и социально-экономической ситуации, но и к экологическим последствиям. Согласно исследованиям О. Русалимовой, О. Савенкова, Н. Смирновой, П. Баршукова (Rusalimova et al., 2006), а также Ф. Ширхорна, Д. Мюллера, Т. Берингера, А.В. Прищепова, Т. Кюммерле, А. Бальманн (Schierhorn et al., 2013) можно читать, что последствия этих экологических изменений заключаются не только в увеличении потенциала накопления углерода на данных территориях. Кроме того, результаты исследований указывают на потенциал залежных территорий для решения текущих и будущих задач, связанных с мировыми продовольственными проблемами и будущими «территориями-житницами» (Schierhorn, Müller, 2011; Schierhorn et al., 2014; Баженова, Мартьянова, 2003).

Заключение

Обзор главных факторов и основных этапов освоения сельскохозяйственных земель на юге Западной Сибири, в частности в Кулундинской степи, демонстрирует явные отличия в развитии этого региона по сравнению с европейской частью России и позднего Советского Союза в целом. Различия заключаются не только в более позднем развитии Сибири и более позднем начале сельскохозяйственного освоения. Развитие сельскохозяйственных территорий было ускорено благодаря политической и финансовой помощи, значительным мерам поддержки по вводу в оборот новых земель, политическим и экономическим реформам, что в совокупности к тому же создавало мотивы деятельности сельских жителей и повышало их заинтересованность. Здесь, за Уралом, сельское хозяйство характеризовалось высокой производительностью, крупными полями, большим поголовьем скота и высоким уровнем механизации сельского хозяйства. На развитие сельского хозяй-

ства оказали большое влияние политические перемены, предопределившие не только тип, интенсивность и производительность сельского хозяйства, но и структуру расселения и общую систему землепользования.

На юге Западной Сибири приток населения, количество поселений и сельскохозяйственные площади особенно резко возросли во второй половине XIX в. и в первые десятилетия XX в. В связи с быстрой сменой политического режима после Октябрьской революции изменилась структура населения, населенных пунктов и сельского хозяйства. Многие мелкие поселения исчезли, но размер сохранившихся после 1920-х гг. увеличился. Во время и после осуществления кампании по освоению целинных земель число поселений еще больше сократилось, а население сконцентрировалось в более крупных населенных пунктах – аграрных центрах (совхозах и колхозах), что имело долгосрочные социально-экономические последствия.

Развитие населения, поселений и сельскохозяйственного землепользования демонстрирует взаимосвязи между этими тремя категориями и их влияние друг на друга.

Степень вмешательства человека в экосистему в рамках реализации кампании по освоению целинных земель можно проиллюстрировать в сравнении с ростом посевных площадей земель в Западной Сибири и среднемировым ростом сельскохозяйственных угодий. В период с 1860 по 1970 г. площадь сельскохозяйственных угодий в мире увеличилась в 2,5 раза, а в Западной Сибири за то же время – в 9 раз. В 1863 г. возделывалось только 35% степной территории (Jackson, 1956; Ioffe, Nefedova, Zaslavsky, 2004; Степи Евразии…, 1997). Согласно результатам исследования Е.В. Милановой, Е.Ю. Любимцевой, П.А. Черкашина, Л.Ф. Январевой (Milanova et al., 1999), в 1990 г. 90% степей Западной Сибири считались распаханными и только 2% – естественными (рис. 8.11).

Рис. 8.11. Увеличение площади пахотных земель в Сибири в 1860–2000 гг., % (Баженова, Мартьянова, 2003; Shahgedanova (ed.), 2003)

Данные, приведенные на рисунке 8.11, свидетельствуют о том, что масштабное освоение земель, а также основание населенных пунктов и инфраструктуры, на юго-западе сибирской степи было реализовано всего за 150 лет. Площадь, используемая для сельскохозяйственного производства, с начала XX в. до 1960-х гг. увеличилась в пять раз.

Кампания по освоению целины, безусловно, стала главным драйвером расширения сельскохозяйственных угодий. Масштабные преобразования земель в течение короткого времени – всего десять лет – сделали кампанию уникальным феноменом изменения экосистемы. Она превзошла даже переустройство прерий в Северной Америке в период с 1909 по 1929 г., когда в структуру сельскохозяйственных угодий была введена площадь 130 000 км^2 (Mitchell, 2004). Сегодня кампания по освоению целинных земель считается самым кардинальным преобразованием экосистем XX века в Северном полушарии (Frühauf, Meinel, 2014).

Библиографический список

Brezhnev L. (1979) Virgin Lands: two years in Kazakhstan (1954-55). Oxford: Pergamon Press.

Durgin Jr., F.A. (1962) The Virgin lands programme 1954-1960 // Soviet Studies. № 13(3). P. 255–280.

Eule W. (1962) Das Problem der Neulandgewinnung in der Sowjetunion. Dissertation. University of Bonn.

Frühauf M., Meinel T. (2007) Desertification in the agricultural used dry steppes in central Asia // Proceedings of the international conference soil and desertification – integrated research for the sustainable management of soils in Drylands. 5-6 May 2006. Hamburg. URL: http://www.desertnet.de/proceedings/start.

Frühauf M., Meinel T. (2014) Ökosystemkonversion in den temperierten Grasländern Südwestsibiriens: Steuerfaktoren, Etappen und Geoökologische Konsequenzen // Geoöko. № XXXV(1-2). P. 5–38.

Glauben T., Belyaeva M., Bobojonov I., Djuric I., Götz L., Hockmann H., Müller D., Perekhozhuk O., Prehn S., Prishchepov A., Renner S., Schierhorn F. (2014) Eastern breadbasket obstructs its market and growth opportunities. IAMO Policy Brief 16. № (1-4). URL:https://www.econstor.eu/bitstream/10419/97275/1/78606630X.pdf (дата обращения: 12.06.2016).

Hahn R. (1964) Klimatische und bodenkundliche Bedingungen der Neulanderschließung in Kasachstan // Osteuropa. № 14. P. 260-266.

IAMO (2015) Eine Analyse von langfristigen Landnutzungsänderungen in Nordkasachstan zeigt ein geringes Potenzial für Rekultivierung von ehemaligen Ackerflächen. Pressemitteilung 07/2015. URL:https://www.iamo.de/presse/pressemitteilungen/artikel/eine-analyse-von-langfristigen-landnutzungsaenderungen-in-nordkasachstan-zeigt-ein-geringes-potenzial/ (дата обращения: 15.06.2016).

Ioffe G., Nefedova T., Zaslavsky I. (2004) From spatial continuity to fragmentation the case of Russian farming // Annals of the Association of American Geographers. № 94(4). P. 913–943.

Jackson W.A.D. (1956) The Virgin and Idle Lands of Western Siberia and Northern Kazakhstan: A Geographical Appraisal // Geographical Review. № 46(1). P. 1-19. DOI:10.2307/211959.

Josephson P., Dronin N., Mnatsakanian R., Cherp A., Efremenko D., Larin V. (2013) An environmental history of Russia. Cambridge: Cambridge University Press.

Kraemer R., Prishchepov A.V., Müller D., Kuemmerle T., Radeloff V.C., Dara A., Terekhov A., Frühauf M. (2015) Long-term agricultural land-cover change and potential for cropland expansion in the former Virgin Lands area of Kazakhstan // Environmental Research Letters. № 10(5). 10 054012.

Kurganova I., Gerenyu V.L. (2012) Russian carbon balance update after 20 years of farming system collapse – oral presentation paper by the IAMO FORUM "Land in Transition". Halle. Germany. 20-22 June 2012. URL:http://www.iamo.de/forum0/forum2012/#.Uv4oLPu2zpM).

Lenk M. (2005) 50 Jahre Neulandsteppe in Kasachstan: eine kritische Bilanz, Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung // Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung. № 44(1). P. 37–62.

McCauley M. (1976) Khrushchev and the development of Soviet agriculture: The Virgin Land Programme 1953–-1964. New York: Holmes & Meier Publishers Inc.

Meinel T. (2002) Die geoökologischen Folgewirkungen der Steppenumbrüche in den 50er Jahren in Westsibirien. Ein Beitrag für zukünftige Nutzungskonzepte unter besonderer Berücksichtigung der Winderosion. Dissertation. Martin Luther University of Halle-Wittenberg.

Milanova E.V., Lioubimtseva E.Yu, Tcherkashin P.A., Yanvareva L.F. (1999) Land use/cover change in Russia: mapping and GIS // Land Use Policy. № 16(3). P. 153–159.

Mitchell J.G. (2004) Neue Horizonte // National Geographic. № 5. P. 132–161.

Nikonov A.A., Schulze E. (2004) Drei Jahrhunderte Agrarwissenschaft in Russland: Von 1700 bis zur Gegenwart // Studies on the Agricultural and Food Sector in Central and Eastern Europe. IAMO 27.

Prishchepov A.V., Petrick M., Müller D., Schierhorn F., Kraemer R., Kurganova I., Kopsidis M. (2015) Sechzig Jahre Neulandkampagne in Russland und Kasachstan: Eine Bewertung aus ökonomischer, ökologischer und politischer Sicht // IAMO. Jahresbericht 2015. Halle (Saale): IAMO. P. 41-58.

Rostankowski P. (1979) Agrarraum und Getreideanbau in der Sowjetunion 1948-1985. Berlin: Duncker & Humblot.

Rusalimova O., Savenkov O., Smirnova N., Barshukov P. (2006) Soil carbon losses from seasonally-frozen soils of agricultural ecosystems in West Siberia from the 20th century // Hatano R., Guggenberger G. (eds.) Symptom of environmental change in Siberian Permafrost Region. Sapporo: Hokkaido University Press.

Schierhorn F., Müller D. (2011) Russlands Beitrag zur Welternährung – Brachliegende Flächen und niedrige Erträge bieten ungenutztes Potential. Forschungsreport 2. P. 18-20.

Schierhorn F., Müller D., Beringer T., Prishchepo A.V., Kuemmerle T., Balmann A. (2013) Post-Soviet cropland abandonment and carbon sequestration in European Russia, Ukraine and Belarus // Global Biogeochemical Cycles. № 27. P. 1175–1185.

Schierhorn F., Müller D., Prishchepov A.V., Faramarzi M., Balmann A. (2014) The potential of Russia to increase its wheat production through cropland expansion and intensification // Global Food Security. № 3. P. 133–141.

Shahgedanova M. (ed.) (2003) The physical geography of Northern Eurasia. Oxford Regional Environments. Oxford: Oxford University Press.

Spaar D., Schuhmann P. (eds.) (2000) Natürliche Grundlagen der Pflanzenproduktion in den Ländern der Gemeinschaft Unabhängiger Staaten und des Baltikums. Bergen/Dumme: Agrimedia. P. 129–145.

Späth H.J. (1980) Die agro-ökologische Trockengrenze // Erdkunde. № 34. P. 224–231.

Stadelbauer J. (1987) Neuland und Getreideversorgung. Möglichkeiten und Grenzen agrarpolitisch motivierter Raumerschließung in den Steppen der Sowjetunion, der VR China und der Mongolischen VR // Freiburger Universitätsblätter. № 96. P. 129–145.

Wein N. (1983) Agriculture in the pioneering regions of Siberia // Soviet Geography. № 8. P. 67–90.

Wein N. (1999) Sibirien. Perthes Regionalprofile. Klett-Cotta, Gotha, Stuttgart.

Zentralarchiv-Altai Krai (1954) Bericht zur bodenkundlichen Erhebung (1951) des staatlichen Vermessungsamtes des Altai-Krai. Barnaul (unpublished, in Russian).

Баженова О.И., Мартьянова Г.Н. Проблема трансформации степных ландшафтов Сибири при изменениях климата и землепользования // Степи Северной Евразии (эталонные степные ландшафты: проблемы охраны, экологической реставрации и использования) / под ред. А.А. Чибилева. Оренбург, 2003. С. 59–61.

Белоглазов Е.В. Славим землю. Киев: Холдинг Блитц-Информ, 1999.

Булыгин Ю.С. Список населенных пунктов Алтайского края : справочник. Барнаул, 2000. 237 с.

Георгиев А.В., Флорентьев Л.Я. (сост.) Год работы по освоению целинных и залежных земель в Алтайском крае. М. : Сельхозгиз, 1955. 436 с.

Казанцев В.И. К истории расселения крестьян на территории Алтайского края // Научные чтения памяти Ю.С. Булыгина : сб. статей / под ред. Ю.М. Гончарова. Барнаул : Аз Бука, 2004. С. 69–74.

Ковалев Р.В., Трофимов С.С. Общая характеристика почвенного покрова Западной Сибири // Агрохимическая характеристика почв СССР. М. : Наука, 1968. С. 5–32.

Костровски П. Пыльные бури в Алтайских степях // Сельское хозяйство Сибири. Омск, 1959. № 2.

Люри Д.И., Горячкин С.В., Караваева Н.А., Денисенко Е.А., Нефедова Т.Г. Динамика сельскохозяйственных земель России в XX веке и постагрогенное восстановление растительности и почв. М. : ГЕОС, 2010.

Народное хозяйство РСФСР (1956 год) : статистический ежегодник. М., 1957.

Народное хозяйство РСФСР в 1990 г.: стат. сборник. М. : Финансы и статистика, 1991.

Орловский Н.В. Освоение целинных и залежных земель в Алтайском крае. М. : Изд-во Академии наук СССР, 1955. 104 с.

Сельские населенные пункты Алтайского края : статистический сборник. Барнаул, 2011. 104 с.

Степи Евразии: сохранение природного разнообразия и мониторинг состояния экосистем. Оренбург: Институт степи, 1997.

Тортаева Б. (ред.) Республика Казахстан: 50 лет начала освоения целинных и залежных земель 1953–2003 гг. : статистический сборник. Алматы, 2003.

Яшутин Н.В. Этапы освоения и актуальные проблемы целины // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2004. № 1(13). С. 38–48.

Глава 9. Картографический анализ и космический мониторинг изменений в системе землепользования в Кулундинской степи

С. Хезе, Н.Ю. Курепина, И. Вальде, Т.Г. Плуталова

Аннотация. Цель данной главы заключается в предоставлении информации об использовании земель, деформации водных объектов, изменений почвенно-растительного покрова и селитебных территорий в пределах Кулундинской степи для выработки политики и практики устойчивого управления земельными ресурсами и стабилизации урожайности сельскохозяйственных культур, а также минимизации продолжающихся процессов деградации и опустынивания. Исследуемая территория расположена на юге Западной Сибири, главным образом, в Алтайском крае, занимает площадь около 80000 км^2. Это один из важнейших регионов по снабжению сельхозпродукцией России и стран зарубежья. Нерациональные и устаревшие методы возделывания и управления сельским хозяйством привели к экологическим и социально-экономическим проблемам, включая деградацию почв, опустынивание и снижение урожайности. При исследовании данных проблем основное внимание уделяется количественному анализу и оценке изменений в системе землепользования, площадных характеристик водных объектов, а также почвенного и растительного покрова в динамике. С этой целью используется комплекс разновременных дистанционных и топографических данных, совмещение которых производится в среде ГИС. Полученные результаты изменений в землепользовании указывают на увеличение пахотных земель до 1989 г. почти на 1 млн га и уменьшение к 2013–2014 гг. на 500000 га, что связанно с сокращением естественных кормовых угодий степных территорий и их же последующим увеличением, а ретроспектива площадей акваторий водоемов (> 2,0 км^2) показала их поступательное сокращение по мере развития процесса опустынивания территории.

Ключевые слова: Кулундинская степь, изменение системы землепользования, анализ объектно-ориентированных снимков и топографических карт,

ретроспективный анализ, почвенно-растительный покров, водные объекты, населенные пункты, опустынивание.

Введение

Изменение системы землепользования (ИСЗ) – это динамический процесс, усиливающийся в результате деятельности человека (Kühling, Broll, Trautz, 2016), на долю которого приходится примерно 35% антропогенного выброса углекислого газа (CO2) во всем мире (Houghton et al., 2012). По оценкам Организации Объединенных Наций (ООН), население планеты, насчитывающее на сегодняшний день более семи миллиардов человек, к 2050 г. станет свыше девяти миллиардов. Расширение пахотных земель, интенсификация аграрного сектора производства или повышение урожайности сельскохозяйственных культур – необходимые условия для удовлетворения прогнозируемого роста спроса на продовольствие. Трансформация в землепользовании влечет за собой изменения в потреблении воды, энергии и удобрений, что в свою очередь вызывает сокращение запасов подземных вод, деградацию, опустынивание и потерю биоразнообразия (Foley et al., 2005). Таким образом, выявление ИСЗ является важным требованием для оценки потенциального воздействия на окружающую среду и совершенствования стратегий управления земельными ресурсами и планирования.

Кулундинская степь расположена на юге Западной Сибири, главным образом в Алтайском крае, в междуречье Оби и Иртыша, занимает площадь около 80000 км^2, является одной из самых крупных аграрных территорий России с растениеводческой специализацией, имеет большое значение с точки зрения не только сельскохозяйственного производства, но и сохранения биоразнообразия и секвестрации углерода.

Вовлечение земель в сельскохозяйственный оборот усугубило ситуацию в районе исследования (Fleischer et al., 2016). Алтайский край входит в список 25 субъектов Российской Федерации, которые целиком или частично включены в зону опустынивания (Виноградов, 1999).

В истории развития степных пространств региона выделяют три периода: природно-девственный, пастбищно-кочевой и аграрно-земледельческий (Измаильский, 1937; Семенов, 2012), из которых наиболее сбалансированным оставался природно-девственный, отличающийся ограниченным изъятием ресурсов. В последующий продолжительный пастбищно-кочевой период степи осваивались кочевыми народами, растительность и почвенный покров подвергались вытаптыванию, а остатки прошлогодней растительности – выжиганию в весенний период, ведущему к увеличению поглощения солнечной энергии поверхностью почвы и ее иссушению. Участились сухо-

веи и засухи. На рубеже XIX и XX столетий состоялся переход к аграрно-земледельческому способу эксплуатации природных ресурсов степи. С этого момента темпы деградации экосистем региона начали неуклонно расти, при этом возросла глубина их трансформации и площади.

Интенсификация нагрузки связана с осуществлением таких крупных проектов общегосударственного уровня, как Столыпинская аграрная реформа, или «столыпинская целина» (переселенческое движение на Алтай, рост числа и площади населенных пунктов, освоение новых земель, в том числе в Кулундинской и Бельагачской степях, рост сырьевой базы и зарождение новых отраслей хозяйства). Дальнейшее развитие связано с промышленными потребностями военного времени 1941–1945 гг. при сохранении статуса территории как основной житницы страны. В 1950-е гг. большая часть степей Кулундинской равнины (Алтайский край, Россия) была преобразована в интенсивно возделываемые сельскохозяйственные угодья в соответствии с Постановлением ЦК КПСС (Об увеличении производства зерна…, 1954; Meinel, 2002; Stadelbauer, 1987). В период «поднятия целинных и залежных земель» было освоено более 2,6 млн га новых территорий, организовано 20 целинных совхозов. Нерациональные и устаревшие методы возделывания и управления сельским хозяйством привели к экологическим и социально-экономическим проблемам. Уровень распаханности в сухих степях Кулунды иногда доводился до 90–93 % от общей земельной площади, что привело к активному опустыниванию с развитием процессов дефляции, водной эрозии, засоления (Чибилев, 2004; Мосиенко, 2002; Meyer et al., 2008). Масштаб дефляции и возникновения пыльных бурь оценивался как катастрофический, нанесший серьезный урон почвенному покрову степей.

Улучшение в управлении земельными ресурсами могли бы снизить как эти, так и другие экологические нагрузки, а также потребность в рекультивации сельскохозяйственных земель в районах с потенциально высокими экологическими рисками (SASCHA).

Проблемы изменения и деградации экосистем всегда интересовали ученых. Первые исследования региона были связаны с изучением состояния почвенного и растительного покрова, все они имели картографическое сопровождение (Схематическая карта…, 1899; Маршрутная почвенная карта…, 1915; Карта флористических областей…, 1916). В дальнейшем цели и задачи изучения Кулундинской степи в связи с ее ускоренным освоением расширялись, и картографирование оставалось неотъемлемой частью проводимых работ (Карта растительности Кулунды, 1950; Карта почвенных зон…, 1955; Панфилов, 1973; Акуленко, 1982; Лашкин, Столяров, Мусохранов, 2005). Картографический метод исследования актуален и сегодня, он активно используется учеными при изучении процессов деградации земель и опустынивания (Куст, 1999, Куст и др., 2002). При этом широкое примене-

ние получили аэрокосмические данные как информационный источник для картосоставления.

9.1. Методическая основа исследования

Уже более полувека космические снимки успешно применяются для анализа и оценки динамики изменения природно-хозяйственных систем на поверхности Земли. Преимущество данных источников дистанционного зондирования – высокое пространственное разрешение, а также непрерывный временной охват. В этой связи в настоящей работе использована многоспектральная спутниковая информация начиная с 1970-х гг. по 2013–14 гг., позволяющая выявить трансформацию почвенно-растительного покрова в зависимости от преобразований в системе землепользования.

Ретроспективные топографические карты, в свою очередь, являются ключевым источником для установления и мониторинга процессов изменения площадей пахотных земель, истощения водных ресурсов, обезлесения, урбанизации, а также опустынивания территорий в пространственно-временном аспекте.

Однако объем применяемых архивных материалов ограничен из-за сложности их совмещения: различны методы (аэрофотоснимки, дистанционное зондирование, карты и т.д.) и форматы данных (аналоговые, цифровые и т.д.). Для совместной работы с разнородной информацией разработано и успешно применено несколько методов. Например, модель цепей Маркова (Марков, 1906), апробированная в 1930-е гг. для реконструкции пространственных моделей землепользования на северо-востоке Китая [26]. Решение подобной задачи на локальном и региональном уровнях рассмотрены также в ряде следующих работ (Kuemmerle et al., 2006; Van Eetvelde, Antrop 2009; Orczewska, 2009; Skaloš et al., 2011; Skokanová et al., 2012; Jawarneh and Julian, 2012; Godet and Thomas, 2013; González-Puente et al., 2014; Marull et al., 2014; Fuchs et al., 2013; 2015; Zanoni et al., 2008). Методика выявления по историческим картам возможных эффектов позиционной неопределенности и неточности на результаты анализа обнаружения изменений городских территорий с высоким пространственным разрешением предложена в следующих изданиях (He et al., 2005; Tucci, Giodano, 2011). Исследования растительного и почвенного покрова по архивным картографическим материалам в геоинформационной среде позволили определить трансформацию ландшафтов в районах Испании (González-Puente et al., 2014; Marull et al., 2014). Совмещение картографических и космических данных в ГИС при изучении динамики изменения степных геосистем, в зависимости от преобразований в аграрном природопользовании, описаны в работах И.В. Балязина, Р.Ю Бирюкова и Д.В. Черных, В.А. Краснояровой, Т.Г. Плуталовой (Балязин, 2018; Бирюков, Черных, 2017; Krasnoyarova et al., 2019; Плуталова, 2018).

Исследовательская работа по картографическому анализу и космическому мониторингу изменений в системе землепользования в Кулундинской степи выполнялась в двух направлениях с использованием разных тематических баз данных: 1) Йенского университета им. Ф. Шиллера и 2) Института водных и экологических проблем СО РАН. Полученные результаты и их совместное обсуждение привели к общим выводам.

9.2. Первое направление

Данные

Для выявления ИСЗ применялось пять наборов данных (табл. 9.1). Для временного этапа, предшествующего освоению целины, анализировалось 26 топографических карт за 1938–1947 гг. с различным статусом актуализации (рис. 1). Частичные покрытия аэрофотоснимков (с 1939 г.) также были использованы и объединены в семь мозаик аэрофотоснимков (рис. 9.1). Спутниковые данные Landsat 1/2 (1975–1976) с пространственным разрешением 60 м отражали состояние исследуемого объекта после освоения целины. Интенсификация и стабилизация в сельскохозяйственном секторе были зафиксированы на картах благодаря привлечению набора данных Landsat 4/5 (1989). В 1991 г. распад СССР привел к нестабильным условиям в сельском хозяйстве и возвращению к почти естественной среде в некоторых степных районах. Наборы данных за 2000–2001 гг. отражают эту тенденцию. Современное состояние представлено мозаикой спутниковых изображений, полученных RapidEye в мае 2014 г., и снимками Landsat 8 летом 2013 и 2014 гг.

Таблица 9.1

Обзор имеющихся данных за период 1948–2014 гг., типы данных, сенсоры и пространственное разрешение

Временной ряд	**Источник**	**Пространственное разрешение**
1948	26 сканированных топографических карт масштаба 1:200000 (19381947 гг.), 727 аэрофотоснимков мозаично сформировали 7 основных областей (2017 км^2) с 1939 г.	Аэрофотоснимки 2 м
1975-1976	Landsat 1/2 июнь–август	60 м
1989	Landsat 4/5 сентябрь	30 м
2000-2001	Landsat 7 май	30 м
2013-2014	RapidEye май Landsat 8 июнь–август	30 м 30 м

Рис. 9.1. Топографические карты 1:200000 (а) и мозаики аэрофотоснимков на территорию Кулунды (б)

Методы

Для исторических топографических карт 1948 г. был разработан подход к моделированию на основе ГИС для оценки пахотных земель с использованием нескольких показателей. Для выявления ИСЗ применялась одна спутниковая мозаика для каждого года, за исключением комбинации наборов данных за лето 2013 г. и весны 2014 г.

A. Di Gregorio (Di Gregorio) определил наземное покрытие как «наблюдаемый (био-) физический покров на поверхности Земли», а землепользование как «мероприятия, деятельность и вклад людей в определенный тип наземного покрова для его производства, изменения или поддержания». В этой работе отмечается неизбежное смешение классов природного и антропогенного наземного покрова из-за их одновременного появления на исследуемом участке. Например, в то время как поселения и пахотные земли являются чистыми классами антропогенного значения, древесные или травянистые классы содержат как элементы природного покрова, так и антропогенного. Для классификации объектов исследования были выбраны шесть общих классов (индикаторов) ИСЗ. Классы ограничены пространственным разрешением спутниковых изображений (от 30 до 60 м на пиксель). Некоторые из классов отличаются по своему внешнему виду, например, вода с различными осадками или пахотные земли в разных фенологических состояниях; в этих случаях такие вариации объединялись в один класс. Характеристика классов приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2

Классы ИСЗ района исследования Кулунды и их описание

Классы ИСЗ	Описание
Пашни	Вспаханные поля с посевами или без них, залежные земли
Травянистая растительность	Пастбища, степи, обезлесенные территории на разных стадиях сукцессии
Засоленные почвы (солонцы и солончаки)	Яркие области (на изображениях), вызванные засолением почвы или отложением солей
Древесная растительность	Лес, рощи, лесополосы
Населенные пункты	Города, деревни, некоторые крупные улицы
Водные объекты	Озера, реки, подтопления, пруды, бассейны, болота

Предварительная обработка данных

Аэрофотоснимки (727 шт.) 1937 г. были обработаны с помощью программного обеспечения Autopano Pro с автоматическим обнаружением точек привязки в перекрывающихся областях соседних изображений. Относительная радиометрическая балансировка проводилась без атмосферной коррекции или спектральной калибровки. Качество отсканированных данных аэрофотоснимков вызывало проблемы при автоматическом сопоставлении и выполнении пространственной привязки. Было создано семь мозаик аэрофотоснимков. Мозаики покрывают площадь 2017 м^2, что составляет 1/38 от территории Кулундинской степи (Алтайский край). Видимые сельскохозяйственные участки на мозаиках были оцифрованы вручную. Топографические карты (1:200000) 1948 г. были отсканированы и географически привязаны в ArcGIS. Для мозаик спутниковых данных проведена атмосферная коррекция с помощью ATCOR 2.

Классификация ИСЗ

Отсутствие конкретных подписей сельскохозяйственных угодий на топографических картах 1948 г. потребовало разработки категорий землепользования на основе косвенных индикаторов. Рабочий процесс многокритериального подхода можно кратко описать следующим образом:

1. Выделение потенциальных сельскохозяйственных угодий начинался с исключения других классов ИСЗ. Из района исследования Кулунды сначала были удалены оцифрованные полигоны (населенные пункты, озера, засоление, болота, вырубки, выжженные участки, лиственная и хвойная древесная растительность, луга и степи). Поскольку улицы, реки и железные дороги генерализованы на топографических картах, эти линии были представлены 2,5-метровым буфером с обеих сторон, а затем вырезаны из рассматриваемой области, оставив на топографической карте пустые участки. Предпола-

галось, что на оставшихся территориях осуществлялся сельскохозяйственная деятельность.

2. Топографические карты 1948 г. содержат подписи защитных лесополос, которые представляют собой искусственно высаженные ряды деревьев и кустарников в целях уменьшения ветровой эрозии на сельскохозяйственных территориях. Эти защитные полосы были оцифрованы в виде линий и считались наиболее важным показателем существования сельскохозяйственных районов.

3. Другими обозначениями на топографических картах, указывающими на сельскохозяйственную деятельность, были полевые станы, амбары, фермы, фермерские дома и колодцы. Наиболее равномерно распределенными показателями на исследуемом участке были лесополосы и полевые станы. Колодцы, например, встречались в основном в сухой степи (т.е. на юго-западе). Чтобы определить области с высоким потенциалом сельскохозяйственной деятельности, сигнатуры (т.е. линии и точки) были буферизованы. С помощью мозаики аэрофотоснимков были проверены буферные размеры защитных полос и полевых станов (другие показатели в мозаиках отсутствовали).

4. Защитные полосы буферизовались пятью диаметрами: 1, 2, 3, 4 и 5 км. Верификация, проведенная с применением трех мозаик аэрофотоснимков у сел Семеновка, Курган и Аллак для трех степных типов, показала, что наиболее точное покрытие пахотных земель достигается при использовании буфера в 3 км.

5. Аналогичный анализ был проведен с полевыми станами. Для этого рассчитывались диаметры буферов в диапазоне от 1 до 11 км (с шагом в 1 км). Наилучшие результаты для пахотных земель были достигнуты с диаметром буфера в 8 км. Для всех остальных объектов (амбаров, ферм, фермерских домов и колодцев) применялся общий диаметр буфера 5 км.

6. Для установления сельскохозяйственных площадей все буферы были пересечены и нормализованы для каждого показателя, затем суммированы и разделены на их количество. Было выполнено пять различных итераций (тестов): лесополосы с буфером 3 км; полевые станы – 8 км; коровники, фермы, загородные дома и колодцы – 5 км; без весовых показателей; с двойным весовым показателем для лесополос и полевых станов.

7. Для всех шести индикаторов без весовых показателей буфер составлял 5 км.

8. Буфер лесозащитных полос в 3 км (как единичный индикатор).

Верификация с использованием семи мозаик аэрофотоснимков установила, что тест 2 – лучший предиктор сельскохозяйственных районов для территорий сухой и типичной степи, а тест 4 – для лесостепи. Поэтому в итоговой карте была применена комбинация теста 2 – для районов сухой степи

и типичной степи, а теста 4 – для лесостепи. Участки без буферных значений были отнесены к степным.

Тот же рабочий процесс использовался для установления ИСЗ благодаря мозаике спутниковых изображений за 1975–1976, 1989 и 2000–2001 гг. Объектно-ориентированный подход был разработан и реализован в рамках программного обеспечения Trimble eCognition. В этом подходе с помощью переменной разрешающей способности изображение делится на сегменты, которые объединяют аналогичные соседние пиксели с помощью критерия однородности. Для каждого класса обучения ИСЗ образцы отбирались вручную (контролируемая классификация).

Населенные пункты классифицировались по полигональному слою топографических карт. Классы ИСЗ присваивались сегментам изображения исходя из пороговых значений полос, спектральных отношений и индексов, а также собственной формы. Чтобы минимизировать погрешности типизации, некоторые участки были реклассифицированы с применением критериев соседства (например, относительная граница с окружающими объектами, заключенными в определенный класс) или ограничений по площади. Поскольку для обнаружения изменений в системе землепользования точность очень важна, то полученные карты проверялась вручную по стратифицированным точкам случайной выборки. Окончательная проверка подтвердила общую точность в ≥ 90% для каждой карты ИСЗ.

Из 213 ключевых участков были выбраны 70 (по степени важности и репрезентативности) для обучения классификатора методом дерева решений, алгоритма машинного обучения и непараметрического метода, разработанного Л. Брейманом (Breiman, 2001). Для проверки рассматривалась предварительная визуальная классификация 1000 стратифицированных точек случайной выборки. Недостающая информация из любого набора данных из-за маскирования облаков или значений без данных была заполнена другими наборами данных. Ручная реклассификация с использованием визуального контроля была необходима для повышения точности и заполнения пробелов, вызванных дымкой и перисто-слоистыми облаками. Окончательная верификация со стратифицированными точками случайной выборки указала на 95% точность.

Анализ качественных изменений в системе землепользования

Метод постклассификации позволяет сравнивать две независимые классификации. Точность карт ИСЗ зависит от качества мозаик спутниковых изображений. Было определено шесть различных пар:

- 1947 (топографические карты) – 1975–1976 (Landsat 1/2);
- 1975–1976 (Landsat 1/2) 1989 (Landsat 4/5);
- 1989 (Landsat 4/5) – 2000–2001 (Landsat 7);
- 2000/2001 (Landsat 7) – 2013–2014 (Landsat 8 / RapidEye);

• 1947 (топографические карты) – 2013–2014 (Landsat 8 / RapidEye);
• 1975–1976 (Landsat 1/2) – 2013–2014 (Landsat 8 / RapidEye).

Классификация сельскохозяйственных угодий в условиях неопределенности, выполненная на основе исторических топографических карт 1947 г., потребовала обратиться к комбинированному подходу, основанному также на спутниковых мозаиках 1975–1976 гг.

Два набора классификационных данных содержали различные объекты, что делало их совмещение обязательным. Поскольку облачность на снимках и пробелы в наборах данных необходимо было исключить при выявлении ИСЗ, для каждого анализа качественных изменений были созданы карты, характеристики представлены как в гектарах, так и в процентах:

• карта «с изменениями без изменений»;
• карта изменений для пашни и травянистой растительности;
• карта изменений между древесной и травянистой растительностью.

Для пяти районов Алтайского кря (Мамонтовского, Павловского, Романовского, Шелаболихинского и Ребрихинского) было проведено сравнение мозаик спутниковых изображений и классификация ИСЗ, построены карты обнаружения ИСЗ и рассчитаны площади (рис. 9.2).

Рис. 9.2. Процедура классификации ИСЗ, начиная с данных и их предварительной обработки. Классы: водные объекты, древесная растительность, населенные пункты, травянистые и пахотные земли, засоленные почвы (солонцы, солончаки)

Результаты

Карты классификации ИСЗ

На рисунке 9.3 показаны карты ИСЗ для всего исследуемого участка Кулундинской степи. В период с 1948 по 1975–1976 гг. большие площади были введены в сельскохозяйственный оборот, что привело к смене типа наземного покрова с травянистого на пахотный. Отметим, что согласно классифицированным спутниковым данным наиболее интенсивное засоление почв (в картах отмечено желтым цветом) наблюдалось в 1948 г. Одной из причин стала специфика обработки данных. Районы с засоленными почвами были

оцифрованы с использованием условных обозначений топографических карт, а переходная зона между засоленными почвами и степью или засоленными почвами и пахотными землями не определена. Это означает, что на спутниковых снимках засоленные почвы могут также выступать в качестве степных, луговых или пахотных земель, что приводит к недооценке масштабов засоления.

Рис. 9.3. Карты ИСЗ исследуемого участка Кулундинской степи для 1948, 1975-1976, 1989, 2000–2001 и 2013–2014 гг.

Рис. 9.4. Количественные показатели ИСЗ исследуемого участка Кулундинской степи площадью 1000 га за пять периодов с 1948 по 2014 г. (освоение целины и распад СССР обозначены вертикальными линиями)

Рис. 9.5. Площадь сельскохозяйственных угодий для разных типов степей с 1948 по 2014 г., га

Рис. 9.6. Площадь травянистых растений для разных типов степей с 1948 по 2014 г., га

На рисунке 9.4 представлена информация об общей площади (в га) всех шести классов ИСЗ района исследования. В 1950-х гг. после освоения целины травянистые площади сократились, а пахотные земли увеличились. После распада СССР в 1991 г. наблюдалась противоположная тенденция. Пик пришелся на 2000 г. из-за затопления лугов в пойме Оби. Общая площадь поселений изменилась незначительно, поскольку рост урбанизации был компенсирован сокращением более мелких поселенческих структур из-за оттока населения в крупные города.

Кроме того, также был проведен анализ изменения площадей пахотных и травянистых территорий для трех типов степей: сухой, типичной и лесостепи. Анализ количества посевных площадей выявил наиболее существенное их увеличение в сухой степи (рис. 9.5). У всех трех типов происходил заметный прирост посевных площадей до 1989 г., а затем их снижение вплоть до настоящего времени. Из рисунка 6 следует, что обратная картина наблюдается с травянистыми площадями – для всех степных территорий они уменьшались до 1989 г., причем их сокращение в сухой степи и лесостепи было более интенсивным, чем в типичной степи. С 1989 г. и далее увеличение травянистых площадей было самым существенным в сухой степи, а с 2000–2001 по 2013–2014 гг. в лесостепи, что, вероятно, связано с затоплением поймы Оби в мае 2000 г. Согласно спутниковым данным обширные

территории, которые в 2000–2001 гг. классифицировались как водные объекты, в 2013–2014 гг. стали травянистыми.

Количественные показатели классов ИСЗ

Рисунок 9.7 отображает относительные изменения количественных значений анализируемых показателей классов ИСЗ: водные объекты, пашни, засоленные почвы (солонцы, солончаки), травянистая и древесная растительность, населенные пункты. Столбцы представляют 100 % каждого класса ИСЗ в последующем году, а деление внутри каждого столбца – процент каждого класса за предыдущий год. С 1948 по 1975–1976 гг. поселения занимали довольно большую площадь, которая ранее была отведена под травянистые и пахотные земли.

В ходе анализа ИСЗ класс засоленных почв оставался самым изменчивым. Частые количественные изменения значений касались одновременно травянистых и водных объектов. Площади пахотных земель были относительно стабильны в трех периодах из четырех (включая этап кампании по освоению целины). Из-за высокой вероятности травянистые площади неверно классифицировать как пахотные, наибольшая погрешность ошибки находится в пределах этих двух классов.

Рис. 9.7. Относительные изменения классов ИСЗ

Верификация полученных данных

В таблице 9.3 представлена общая точность результатов классификации до и после ручной реклассификации. Последняя потребовалась из-за комбинации погрешностей в рамках концепции анализа (количественных и качественных) изменений. Общая точность улучшилась после ручной реклассификации и достигла значений 94–95 %, в то время как результаты без реклассификации составили 77–87 %.

Таблица 9.3

Общая точность до и после реклассификации

Классификационные данные	**До реклассификации вручную**	**После реклассификации вручную**
	Общая точность, %	
1975–1976 – Landsat 1/2	77	95
1989 – Landsat 4/5	87	94
2000-2001 – Landsat 7	79	95
2013-2014 – Landsat 8 / RapidEye	77	95

Оценить точность информации для создания исторической сельскохозяйственной карты на основе топографических карт невозможно из-за отсутствия референтных. наборов данных. В таблице 3 приведены значения погрешностей из наилучшей пространственной корреляции ошибок (частичное наложение) и наихудшей пространственной полной декоррелированной комбинации ошибок. Общая точность отдельных классификаций была улучшена за счет метода Д. Стоу (Stow, Tinney, Estes, 1980). Минимальные и максимальные значения погрешности приведены в таблице 9.4. Полученные результаты демонстрируют достаточно высокую степень точности количественных и качественных изменений – 89–90 %, улучшенную с помощью новых карт.

Таблица 9.4

Точность карты ИСЗ по методу Стоу в сочетании с минимальными и максимальными значениями погрешности

Карта ИСЗ	**Точность карты ИСЗ по методу Стоу**	**Минимальный – максимальный диапазон ошибок (%)**
1975–1976 – 1989	89	89–94
1989 – 2000–2001	89	89–94
2000–2001 –2013–2014	90	90–95
1975–1976 –2013–2014	90	90–95

9.3. Второе направление

Данные

Теоретическое обоснование пространственного размещения объекта исследования – Кулундинская степь – позволило сделать выбор модельных территорий (Кулундинский и Михайловский муниципальные районы) с целью изучения динамики опустынивания. Для анализа данного процесса по топографическим картам масштаба 1:200 000 разных лет исполнения (1933–1986, Роскартография, рис. 8) и разновременным (2003–2019) космическим снимкам пространственного разрешения 30 м из архивов Landsat 7/8 (Google Earth, https://www.google.com/earth/) в геоинформационной среде был выполнен ретроспективный анализ (табл. 9.5). При этом в качестве индикаторов опустынивания выступили природные (озера, лес, колки) и антропогенные (лесополосы, населенные пункты) объекты.

Рис. 9.8. Фрагменты топографических карт юго-западной части Кулундинского района: а) год съемки местности (ГСМ) 1937, б) ГСМ 1946, в) ГСМ 1980; (г) космическое изображение Landsat 2013 г.

Таблица 9.5

Перечень картографических и дистанционных данных на модельные территории Кулундинской степи

Муниципальный район	Исходные данные			
	Топографические карты М 1:200 000			Landsat 7/8
	Номенклатура	Временные ряды, ГСМ		
Кулундинский	N-44-XXV	1933	1939	2003-2004, 2007, 2013, 2016, 2019
	N-44-XXVI	1937	1941-1947	
	N-44-XXXI	1937	1946	
	N-44-XXXII	1937	1941-1945	
Михайловский	M-44-II	1945	1983	2003-2004, 2007, 2013, 2016, 2019
	M-44-III	1945	1983	
	N-44-XXXII	1941–1945	1983-1985	

Объекты и методы исследования

Анализ картографических материалов литературных источников показал, что пространственное представление авторов об объекте исследования – Кулундинская степь – не всегда совпадают, так как продиктованы разными научно-исследовательскими целями и подходами: геологическим, геоморфологическим, гидрогеологическим, геоботаническим и др. (Кулундинская степь и вопросы ее мелиорации, 1972; Абрамович, 1960; Западная Сибирь, 1963; Ковалев и др., 1967; Акуленко, 1977; Парамонов, Ишутин, Симоненко, 2003; Борзилов, 2014) (рис. 9.9).

Учитывая некоторые разночтения, за основу принята схема физико-географического районирования территории, разработанная в ИВЭП СО РАН (Винокуров и др., 1988; Ландшафтная карта Алтайского края, 2016; Красноярова, 1999), на которой степные пространства Алтайского края представлены тремя физико-географическими провинциями – Кулундинской, Южно-Приалейской и частично Предалтайской (рис. 9.10).

Кулундинская степная провинция расположена в пределах Кулундинской аллювиальной равнины, характеризуется выровненным рельефом (преобладающие углы наклона до 0,5°, редко до 2–2,5°), слабым развитием современной гидрографической сети, большим количеством бессточных солоноватых и соленых озер. Преобладающие типы почв на пахотных угодьях – темно-каштановые и каштановые, на естественных кормовых угодьях – солонцеватые и солонцы (Винокуров и др., 1988).

Провинция отличается очень высокой сельскохозяйственной освоенностью, обладает высоким потенциалом пахотно-пригодных угодий и низким – прочих ресурсов, в целом характеризуется низким фоновым природным потенциалом (Красноярова, 1999).

Рис. 9.9. Территория Кулундинской степи по разным литературным источникам: (Абрамович, 1960) – а); (Западная Сибирь, 1963) – б); (Кулундинская степь и вопросы…, 1972) – в); (Парамонов, Ишутин, Симоненко, 2003) – г); – – –…– граница Кулундинской степи

Южно-Приалейская степная провинция пространственно тяготеет к юго-западной части Приобского плато и представляет собой слабоволнистую увалистую равнину. Склоны плато террасированы, изрезаны мелкими долинами, балками, оврагами (Винокуров, 1980), крайний юго-запад представлен песчаными дельтами ложбин древнего стока с бугристо-гривистым рельефом.

Преобладающим типом почв для пахотных земель являются черноземы (южные, выщелоченные и обыкновенные) и каштановые, для естественных кормовых угодий – черноземы, а также луговые, лугово-черноземные, лугово-болотные и дерново-слабоподзолистые почвы. Естественные кормовые угодья представлены остепненными типчаково-ковыльными ассоциациями и характеризуются низкой продуктивностью.

Климат провинций резко континентальный и отличается засушливостью (засухи, суховеи) и большим количеством тепла и света в течение всего вегетационного периода.

Выбранные для пространственно-временных исследований модельные муниципальные районы (Кулундинский и Михайловский) тяготеют к центральным частям провинций и репрезентативны для степей в целом (рис. 9. 10).

Рис. 9.10. Схема расположения модельных муниципальных районов в физико-географических провинциях степного пространства Алтайского края

Кулундинский муниципальный район (КМР) образован в 1938 г., площадь 1,980 тыс. км², население – 21674 чел. (на 01.01.2021 (URL: https://akstat.gks.ru/folder/33247)). Административный центр – с. Кулунда (основано в 1918 г. (URL: http://mhlaltay.ru/about/historical_note)). На 22.03.2021 в КМР зарегистрировано 32 населенных пункта. Для территории характерен выравненный рельеф с многочисленными остаточными понижениями, частично занятыми горько-солеными и солеными озерами. Их 25, наиболее крупные – Шекулдук, Жира, Горькие Кильты, Улькенколь и Большое Шкло.

Михайловский муниципальный район (ММР) образован в 1941 г., граничит с Республикой Казахстан, площадь 3,114 тыс. км², население – 18 938 чел. (на 01.01.2021 (URL: https://akstat.gks.ru/folder/33247)). Административный центр – с. Михайловское (основано в 1878 г.) (URL: http://mhlaltay.ru/about/historical_note). На 22.03.2021 в ММР зарегистрировано 11 населенных пунктов. Северная часть района – аналог предыдущему муниципальному району, рельеф равнинный, с большим количеством озерных понижений. В южной части ММР заходит реликтовый ленточный бор на бугристо-грядовых песках дельт ложбин древнего стока, частично приуроченный к Приобскому плато, частично – к Кулундинской равнине. На территории района расположена система пресных и горько-соленых озер.

Для оценки динамики опустынивания в качестве анализируемых данных использовалась разновременная информация дистанционной и наземной съемки земной поверхности – топографические карты. Данная разновидность карт является универсальным «источником разносторонней пространственно-временной информации, вмещающей данные дистанционного зондирования, статистические показатели, множество сведений о природных и социально-экономических объектах. Благодаря высокой

точности плановой и высотной основы карт изучаемые объекты могут быть оценены по множеству показателей: местоположению (координаты), размерам (протяженность, площади, объемы, высоты, глубины), ориентировке (экспозиция, углы наклона), форме (общие очертания, вытянутость, извилистость, кривизна), плотности (густота, концентрация), расчлененности поверхности (общая, вертикальная, горизонтальная)» (Верещака? 2002), а их временная многослойность способствуют системному отображению действительности на определенные моменты времени, а в совокупности – в развитии.

Ретроспективным анализом охвачены материалы за 86-летний период. В качестве индикаторов опустынивания были выбраны природные объекты: озера, представляющие основную гидрографическую информацию, естественная древесная растительность (лес, колки), и антропогенные: лесополосы и населенные пункты.

Гидрографические объекты в условиях атмосферного питания, характерного для рассматриваемой территории, четко реагируют как на величину осадков, так и на антропогенные воздействия, влияющие на расходование поступающей атмосферной влаги, что в конечном итоге отражается на уровенном режиме водоемов и положении линии уреза воды.

Лесные ресурсы выполняют важную мелиоративную и средозащитную функцию, и степень их сохранности показывает, в каком направлении развивается среда обитания человека и насколько устойчиво ее состояние. Начало искусственного защитного лесоразведения в Кулундинской степи связано с особенно значительными явлениями опустынивания, такими как засуха 1926 г. В дальнейшем наблюдались периоды как интенсивного создания защитных насаждений, так и почти полного затухания работ по облесению степей, и анализ их колебаний отражает успехи и провалы в борьбе с опустыниванием территории (Измаильский, 1937).

В качестве одного из антропогенных индикаторов выступили также населенные пункты. Данному индикатору при оценке динамики опустынивания Кулундинской степи отводится опосредованная роль, тем не менее по трансформации количества населенных пунктов, их площадных характеристик и пространственному расположению можно наглядно видеть изменение концентрации населения, его хозяйственно-экономическую деятельность, а в конечном итоге и уровень нагрузки на природную среду, ведущий к усилению процессов опустынивания.

Топографические карты и космические снимки преобразовывались в цифровой формат и использовались для последующего анализа. Ретроспективный анализ состояния озер осуществлялся на основе сравнения площадей водной поверхности, лесополос – по показателю их протяженности, автоматически получаемых в ГИС. Для обработки аналитических данных,

их комплексирования в единой системе координат, моделирования и визуального отображения результатов исследований применялся программный продукт ArcGIS 10.2 (ESRI®).

Результаты

Рассматривая уменьшение площади водоемов (усыхание) как следствие опустынивания территории, мы отдавали себе отчет, что положение береговой линии и площадь зеркала достаточно динамичны и зависят от многих факторов. С одной стороны, это естественное старение и деградация (обмеление) водных объектов в связи с заполнением минеральным (продукты эрозии водосбора) и биогенным (зарастание) материалом. В какой-то мере это явление можно считать опустыниванием, понижающим естественным путем водно-ресурсный потенциал территории. Снижение водного объема делает площадные характеристики водоемов более зависимыми от других факторов, и в первую очередь от также естественного, независимо от антропогенного влияния, процесса общего потепления климата (Винокуров, Цимбалей, 2016). И, наконец, антропогенное влияние через прямой расход водных ресурсов и хозяйственную деятельность на водосборе, ведущую к росту испарения с дневной поверхности и сокращению притока в водоемы атмосферных осадков.

Нельзя не отметить ряд факторов, затрудняющих выявление закономерностей в поведении береговой линии. Основными из них стали изменения среднегодовых значений осадков (от года к году) и внутригодовая межтерриториальная неравномерность выпадения осадков в разных частях изучаемой площади, особенно заметная на примере малых водоемов с небольшими глубинами.

Сопоставление материалов показало, что с 1933–1937 гг. до 1984–1986 гг. (практически за полвека) основная тенденция у большинства озер была к сокращению акватории (табл. 9.6, рис. 9.11 а; б) с некоторым увеличением площади в период 1939–1947 гг., которое мы склонны отнести к неравномерности распределения осадков по территории района в этот период.

Водоемы площадью зеркала менее 2,0 км^2 ведут себя менее предсказуемо, так как из-за малого объема воды береговые линии сильно зависят от величины и неоднородности поля осадков и недостаточно надежны для решения поставленной задачи.

В последний из анализируемых этапов (2003–2019 гг.), обеспеченный только космическими снимками, отмечено увеличение площади у 9 водоемов по сравнению с показателями 1933–1937 гг., которое соответствует общему увеличению увлажненности территории в этот период.

Таблица 9.6

Динамика изменения площади водной поверхности озер Кулундинского муниципального района

№ п/п	Название	Минерализация	Площадь, км^2				
			Временные ряды				
			1933, 1937	1939, 1941–1947	1984–1986	2003/2016	2019
1	Беленькое	г.-сол.	2,0	1,6	1,0	1,4	1,3
2	Большой Сор	г.-сол.	1,3	1,4	0,8	1,2	1,5
3	Большое Шкло (Большое Шкло-Ушкалы)	сол.	3,2	2,9	2,6	3,4	3,3
4	Бурты	г.-сол.	1,8	1,8	1,4	1,8	1,7
5	Горькие Кильты (Келыты)	г.-сол.	4,2	4,4	3,8	4,7	5,2
6	Горькое (Каки)	г.-сол.	0,3	0,3	0,6	0,3	0,3
7	Жира (Джира, Джиры)		7,2	7,7	6,9	6,6	7,8
8	Жыланды (Джеланды, Джеландык, Жиланды)		2,9	3,0	2,8	3,1	3,0
9	Каракуль	г.-сол.	4,6	3,3	2,9	3,4	3,7
10	Малое Шкло	сол.	1,9	1,8	1,9	2,1	2,1
11	Малые Табуны (южная часть озера)		0,5	солончаки	0,2	0,2	0,8
12	Малый Сор	г.-сол.	1,0	0,9	0,3	0,7	0,4
13	Мезгиль	г.-сол.	0,9	0,7	1,6	0,4	0,6
14	Пресные Кильты (Кельты)		0,8	0,6	0,6	1,3	1
15	Синтас (Синтаз)	сол.	2,0	1,5	2,2	1,1	1,9
16	Тазакуль (Туштыкуль; (Таза-Куль)		0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
17	Улькенколь (Улькен-Коль, Улькен-Куль, Улькенкуль)	г.-сол.	4,0	3,8	3,6	4,3	4,2
18	Шекулдук	г.-сол.	6,9	6,7	6,3	7,7	7,7

* В таблице приведены только те озера, которые на топографических картах масштаба 1:200 000 имеют собственные названия; ** в скобках приведены устаревшие названия озер по разновременным топографическим картам.

а)

б)

Рис. 9.11. Изменение ситуации по разновременным данным в Кулундинском муниципальном районе – границ озер и населенных пунктов (а), лесополос (б)

В Михайловском районе расположены две группы озер, 27 из которых изображаются на топографических картах масштаба 1:200 000 с собственными названиями (табл. 9.7, рис. 9.12). Северная группа озер (одна треть

от общего количества) тяготеет к равнине, остальные (две трети) локализуются в межгрядовых понижениях и широких плоских низинах дельт ложбин древнего стока. Наиболее крупными по площади водного зеркала являются озера Малиновое, Горносталево, Вшивка, Дунай и Иодное.

Таблица 9.7

Динамика изменения площади водной поверхности озер Михайловского района[1]

№ п/п	Название[1)]	Минерализация	Площадь, км^2			
			Временные ряды			
			1941–1945	1983–1985	2003/2016	2019
1	Битенькино	г.-сол.	3,03	0,51	0,66	0,91
2	Большой Жалтыр (Большое Горчино) (Бол. Джелтырь)	сол.	1,89	0,52	0,65	2,17
3	Бульмыс (Бульмис)	сол.	0,93	0,78	0,18	0,18
4	Вшивка	г.-сол.	5,91	4,29	4,03	5,19
				0,59	0,59	
5	Гектол (1945)[2)]	г.-сол.	0,37	солончаки	солончаки	солончаки
6	Гад	г.-сол.	0,64	0,25	0,44	0,44
7	Горносталево	сол.	8,99	7,14	5,21	5,95
8	Горчино		1,47	1,34	1,23	1,38
9	Демкино		2,35	2,00	2,00	2,3
10	Дунай	г.-сол.	10,22	8,66	3,76	5,01
11	Жиркайын (Жир-Коин)	сол.	1,84	0,39	0,77	1,63
12	Иодное	г.-сол.	3,15	1,65	3,04	3,23
13	Каратал (Коротал)	Солен	2,90	1,34	0,91	1,28
14	Ломовое	г.-сол.	1,78	1,17	1,42	1,77
15	Малиновое	г.-сол.	11,08	9,10	10,30	11,5
16	Мыльное (Ащегуль)		0,67	0,31	0,61	0,95

[1] В таблице приведены только те озера, которые на топографических картах масштаба 1:200 000 имеют собственные названия.

Окончание таблицы 9.7

№ п/п	Название[1)]	Минерализация	Площадь, км²			
			Временные ряды			
			1941–1945	1983–1985	2003/2016	2019
17	Николаев Берег (Длинное)	г.-сол.	5,23	2,33	1,91	2,7
18	Северный Залив 2-й			0,96	0,99	1,3
19	Пресное (1941-45)		0,46	0,32	0,16	-
20	Разрезное (1941-45)		0,39	0,21	0,27	-
21	Рублево		0,99	2,50	2,03	2,2
22	Соленое (севернее с. Малиновое Озеро)	г.-сол.	0,80	0,44	0,44	0,43
23	Соленое (восточнее с. Малиновое Озеро)	г.-сол.	0,88	1,01	0,99	1,1
24	Соленые Ключики	сол.	2,99	1,66	1,76	3,5
				0,12	0,11	
25	Танатар[3)]	г.-сол.	13,3	5,8	10,2	2,25
26	Узкое	г.-сол.	0,62	0,42	0,33	0,55
27	Щербакты (1941-45)	сол.	0,40	0,15	0,12	-

Примечание : [1)] В скобках приведены устаревшие названия озер по разновременным топографическим картам. [2)] На карте озеро имело название на определенный ГСМ, указанный в скобках. [3)] Танатар представляет собой систему озер: Танатар 1-й, Танатар 2-й и так до Танатар 7-го.

По результатам анализа изменений размеров водоемов ММР у шести из них площади носят последовательно регрессивный характер трансформации, у 12 в 2003–2019 гг., как и в предыдущем случае, акватории несколько увеличиваются, не достигая, однако, исходного положения, и только в трех случаях у водоемов с площадью более 1,0 км² наблюдается некоторое его превышение. В целом же тенденция усыхания, установленная на примере озер КМР, в рассматриваемом районе устойчиво сохраняется, подчеркивая продолжающееся опустынивание степных территорий.

Естественная древесная растительность в КМР практически отсутствует; здесь представлены только искусственные насаждения – лесополосы.

Рис. 9.12. Изменение ситуации по разновременным данным в Михайловском муниципальном районе – границ озер, населенных пунктов и лесополос

Создание защитных полос в Кулундинской степи начато в конце 1920-х гг., но на картах 1930-х гг. лесополосы еще не показаны (см.

рис. 9.11 а). В последующем наблюдались всплески и падения в лесоустроительных работах в зависимости от социально-экономических условий и развития процессов опустынивания территории. Так, на картах 1940-х гг. суммарное количество лесополос составляет 212 с общей протяженностью более 452,8 км (см. рис. 8 б), к 1960 г. 247, с 1961 по 1980 г. во всей Кулунде их было создано 3691, с 1981 до 1990 г. всего 134 лесных насаждения, а практически сократившийся уход привел к деградации имеющихся (Ишутин, 2005). На топографических картах 1980-х гг., с учетом соответствующей для масштаба 1:200 000 генерализации, показано всего 373 лесополосы общей протяженностью 1162,3 км (рис. 8 в).

По состоянию лесополос ММР следует отметить, что периоды активизации посадок лесозащитных насаждений и затухания данного вида деятельности, описанные для КМР, аналогичны. Деградация их без поддержки человека также налицо, а вытаптывание скотом и несанкционированные вырубки катастрофически ускоряют процессы опустыникания территории.

В южной части ММР расположен реликтовый сосновый бор на песках дельт ложбин древнего стока. Ретроспективный анализ проводился по количественной характеристике площади, занятой лесом. Данный показатель в современных границах района в 1945 г. составил 765,8 км^2, к 1983 г. он увеличился до 1006,5 км^2 в связи с восстановлением обширных горельников, показанных на картах 1945 г., до состояния редколесий или полноценных сосновых лесов. Процессов опустынивания не выявлено.

Анализ динамики селитебной структуры дал следующие результаты. Наибольшее количество населенных пунктов в КМР (52) отображено на картах 1930-х гг. (табл. 8). Образование населенных пунктов связано с крестьянским переселением и внутренней миграции (1901–1917 гг.), переходом алтайцев и казахов к оседлому образу жизни (Алтайский край. Атлас, 1980), строительством железных дорог (с 1913 г.). В дальнейшем число населенных пунктов менялось: на картах 40-х гг. их 48, на картах 1980-х гг. 31. Определенная стабилизация (32) отмечается в 2000-е гг. (рис. 13). Наиболее крупными остаются районный центр Кулунда (12,4 км^2), Златополь (2,7 км^2) и Курск (2,1 км^2). Площадь остальных населенных пунктов составила менее 2 км^2.

Таблица 9.8

Динамика изменения площади населенных пунктов КМР

№ п/п	Название	Площадь, км^2				
		Временные ряды				
		1933, 1937	1939, 1941–1947	1984–1986	2003/2016	2019
1	Альтубинский	0,1	–	–	–	-
2	Ананьевка	0,5	0,5	1,8	1,7	1,6

Продолжение таблицы 9.8

№ п/п	Название	Площадь, км^2				
		Временные ряды				
		1933, 1937	1939, 1941–1947	1984–1986	2003/2016	2019
3	Бас-Кудук	0,3	0,2	–	–	-
4	Белоцерковка	1,9	2,2	0,9	0,7	0,5
5	Бессоновка	0,6	0,6	–	–	-
6	Благодатный (Благодатное)	0,8	1,3	–	–	-
7	Богодуховка	1,0	1,7	–	–	-
8	Валки	1,7	2,0	–	–	-
9	Веселенький	0,7	0,8	–	–	-
10	Виноградовка	0,7	0,8	1,2	0,9	0,9
11	Воздвиженка (Воздвиженскиий)	1,9	2,4	1,9	1,4	1,0
12	Воронковский	0,3	–	–	–	-
13	Воскресеновка	1,3	0,9	0,9	0,9	0,8
14	Городецкий	0,6	0,6	1,0	1,1	1,1
15	Григорьевка	0,6	0,6	–	–	-
16	Екатериновка	0,8	1,0	0,8	0,8	0,6
17	Алгабас (Жандаки)	0,2	0,3	–	–	-
18	Захаровка (Захарьевка)	0,7	0,9	–	–	-
19	Златополь	2,0	2,5	2,4	2,4	2,7
20	Златополь (разъезд)	–	–	0,1	–	-
21	Кильты	–	–	0,1	0,1	0,1
22	Кирей (Б. Кирей, Бол. Кирей)	0,5	0,5	0,6	0,5	0,6
23	Константиновка	2,3	2,2	1,9	1,4	1,6
24	Красная Слобода	1,6	1,9	0,7	0,4	0,3
25	Кротовка	0,9	0,7	0,7	0,6	0,7
26	Кузьминка	0,1	–	–	–	-
27	Кулунда	1,0	2,7	8,0	11,7	12,4
28	Куратал	0,3	0,4	–	–	-
29	Курск (Курский)	2,4	1,2	2,1	2,3	2,1
30	Большеозерный (Левобережный Озерный)	0,3	0,5	–	–	–
31	Левобережный Сорский	0,2	0,6	–	–	–

Продолжение таблицы 9.8

№ п/п	Название	Площадь, км^2				
		Временные ряды				
		1933, 1937	1939, 1941–1947	1984–1986	2003/2016	2019
32	Мал. Кирей (М. Кирей)	0,4	0,3	–	–	–
33	Мал. Романовка (М. Романовка)	1,4	1,8	–	–	–
34	Марковка	0,6	0,5	–	–	–
35	Мезгиль	–	0,1	–	–	–
36	Мерзигульский	0,1	–	–	–	–
37	Мирабилит	–	–	0,9	1,0	1,1
38	Мирный (кохоз им. Буденного, Буденновск)	0,4	0,9	0,9	0,1	0,1
39	Михайловка	1,5	1,3	–	–	-
40	Мышкино	0,6	0,5	0,6	0,7	0,8
41	Новознаменка (Ново-Знаменка)	1,2	1,2	0,9	1,0	0,8
42	Новопавловка (Ново-Павловка)	0,7	0,7	–	–	-
43	Новопетровка (Ново-Петровка)	1,2	1,4	2,2	1,7	1,7
44	Новопокровка (Новопокровский)	0,9	1,0	1,2	1,3	1,3
45	Озерное (Озерновский, Озерный)	1,3	1,4	1,1	0,5	0,3
46	Октябрьский	–	–	2,1	1,8	1,9
47	Орловка (Орловский)	1,8	2,0	1,3	0,7	0,3
48	Полк-Слобода (Полковничья Слобода)	0,8	0,7	–	–	-
49	Попасное (Попасный)	0,9	1,1	1,2	1,1	0,6
50	Правобережный Озерный	0,1	–	–	–	-
51	Саргамыш	–	0,2	–	–	-
52	Семеновка	1,6	1,8	2,4	1,7	1,7
53	Сергеевка	1,5	1,5	0,7	1,2	1,2
54	Смирненькое (Смирненький)	0,5	1,4	1,2	1,2	1,2
55	Троицк (Троицкий)	1,9	2,3	1,7	1,4	1,3
56	Тупан	0	–	–	–	-

Окончание таблицы 9.8

№ п/п	Название	Площадь, км²				
		Временные ряды				
		1933, 1937	1939, 1941–1947	1984–1986	2003/2016	2019
57	Харьковка	0,7	0,8	–	–	-
58	Эстлань (Эстония, Эстлане)	0,4	0,3	0,6	0,5	0,4
59	24 км (Железнодорожная Казарма 24 км)	–	–	–	0,001	0,001
60	572 км (Железнодорожная Казарма 572 км)	–	–	–	0,001	0,001
Всего населенных пунктов		52	48	31	32	32

Примечание: В скобках приведены устаревшие названия населенных пунктов по разновременным топографическим картам.

Рис. 9.13. Современное положение (по синтезированным изображениям Landsat 2003–2004, 2007, 2013, 2016 гг.) и динамика изменения площади населенных пунктов Кулундинского района

В Михайловском районе наибольшее количество населенных пунктов (21) отображено на картах 1940-х гг. (рис. 9.12). В настоящее время в районе осталось 11 населенных пунктов. Самыми крупными являются: районный центр Михайловское (13,3 км²), Ракиты (5,6 км²), Малиновое Озеро (4,9 км²) и с. Бастан (2,7 км²) (рис. 9.14).

Таблица 9.9

Динамика изменения площади населенных пунктов Михайловского района

№ п/п	Название	Площадь, км^2			
		Временные ряды			
		1941–1945	1983–1985	2003/2016	2019
1	Ащегуль (Ащигуль)	3,5	2,2	1,9	1,3
2	Бастан	2,5	3,0	2,9	2,7
3	Джентай	0,6	-	-	-
4	заим. Красный Май	0,1	-	-	-
5	заим. Печа	-	0,2	-	-
6	Иркутский (Иркутская)	0,5	0,9	0,3	0,2
7	Козлово	0,1	-	-	-
8	Зерновое (нежил.) (Кр. Труд)	0,1	0,04	-	-
9	Кр. Труд	0,2	-	-	-
10	Лесосек 46 кв.	0,1	-	-	-
11	Мавлютовка	0,4	-	-	-
12	Михайловский нов.	1,1	-	-	-
13	Малиновое Озеро (Михайловский стар.)	1,4	3,6	4,3	4,9
14	Михайловское (Михайловский, Михайловка)	4,6	13,5	12,6	13,3
15	Назаровка	1,6	1,5	1,4	1,3
16	Неводное (Неводская)	1,5	1,6	1,4	1,3
17	Николаевка	1,6	1,8	2,3	2,2
18	Николаевка	0,4	1,0	0,3	0,3
19	Партизанский (заим. Партизан)	0,1	0,03	-	-
20	Полуямки	4,5	4,0	3,4	1,7
21	Ракиты	4,1	5,4	5,7	5,6
22	Сольпром	0,2	-	-	-
Всего населенных пунктов		21	14	11	11

Примечание: В скобках приведены устаревшие названия населенных пунктов по разновременным топографическим картам.

Рис. 9.14. Современное положение (по синтезированным изображениям Landsat 2003-2004, 2007, 2013, 2016 гг.) и динамика площади населенных пунктов Михайловского района

Таким образом, совместный анализ топографических карт и космоматериалов разных лет съемки, фиксирующих ситуацию в соответствующем

временном срезе, показал возможность их использования для оценки направленности и интенсивности развития таких процессов, как опустынивание территории.

Выводы

Проведенные исследования изменений в системе землепользования в Кулундинской степи с использованием дистанционных и картографических данных показали:

- рассмотренные индикаторы (водоемы, растительность, селитьба), зафиксированные на разновременных картографических и космоматериалах, могут быть применены для оценки динамики процессов опустынивания территории;
- в период с 1948 по 1975–1976 гг. происходили изменения в структуре землепользования (освоение целины), как следствие, трансформация почвенно-растительного покрова, травянистые площади сократились, а пахотные земли увеличились;
- с 1991 г. (после распада СССР) наблюдалась противоположная тенденция – увеличение травянистой растительности, пик пришелся на 2000-е гг. предположительно в связи с затоплением лугов в пойме Оби;
- до 1989 г. в сухой, типичной степях и в лесостепи наблюдался прирост посевных площадей, сменившийся затем снижением вплоть до настоящего времени;
- акватории большинства водоемов площадью более 2,0 км^2 уменьшались по мере развития процесса опустынивания;
- анализ динамики небольших водоемов с площадью менее 2,0 км^2 и зависящих от большого количества факторов показал, что их можно использовать в качестве вспомогательного материала, подчеркивающего, например, неоднородность поля осадков как показателя площадной неравномерности процессов опустынивания;
- динамика изменений искусственных лесонасаждений позволила оценить два противоположных, но взаимосвязанных процесса: с одной стороны, естественную деградацию лесополос без поддержки человека (опустынивание), с другой – направленность усилий общества по противодействию опустыниванию и созданию более благоприятных экологических условий своего существования;
- динамика структуры и масштабов поселений имеет сложную связь как с изменением условий жизнедеятельности из-за остепнения территории (например, падение уровня подземных вод и осушение колодцев из-за усыхания водоемов), так и изменения социально-экономических условий и приоритетов, в том числе плановых укрупнений хозяйств и поселений.

В связи с этим искомые соотношения можно считать опосредованными индикаторами изменения условий жизни населения.

Исследования по проекту «Кулунда. Как предотвратить глобальный синдром «dust bowl» – «пыльных бурь»?» Экологические и экономические стратегии устойчивого землепользования в аридных степях России: Вклад в глобальные изменения климата» были дополнены результатами работ, выполненных в рамках государственного задания ИВЭП СО РАН, проекты НИР № 0306-2021-0002; № 0306-2021-0007, а также Гранта РФФИ № 21-55-75002 БФ_Почвы Разработка рекомендаций в целях устойчивого совместного использования почв и грунтовых (подземных) вод: принятие решений при поддержке и участии заинтересованных сторон.

Библиографический список

Breiman L. Random forests // Mach Learn. 2001. 45(1). P. 5–32.

Di Gregorio A. Land cover classification system software version 2: based on the orig. software version 1. Environment and natural resources series Geo-spatial data and information, vol. 8. URL: http://www.fao.org/3/y7220e/y7220e00.htm.

Fleischer E., Khashimov I., Hölzel N., Klemm O. Carbon exchange fluxes over peatlands in Western Siberia: possible feedback between land-use change and climate change // Sci Total Environ. 2016. 545–546. P. 424–433.

Foley J.A., Defries R., Asner G.P., Barford C., Bonan G., Carpenter S.R. et al. Global consequences of land use // Science. 2005. 309. P. 570–574.

Fuchs R., Herold M., Verburg P.H., Clevers J.G.P.W. A high-resolution and harmonized model approach for reconstructing and analysing historic land changes in Europe // Biogeosciences. 2013. 10(3). P. 1543–1559.

Fuchs R.,Verburg P.H., Clevers J.G.P.W., Herold M. The potential of old maps and encyclopedias for reconstructing historic European land cover/use change // Appl Geogr. 2015. 59. P. 43–55.

Godet L., Thomas A. Three centuries of land cover changes in the largest French Atlantic wetland provide new insights for wetland conservation // Appl Geogr. 2013. 42. P. 133–139.

Gonzalez-Puente M., Campos M., McCall M.K., Munoz-Rojas J. Places beyond maps; integrating spatial map analysis and perception studies to unravel landscape change in a Mediterranean mountain area (NE Spain) // Appl Geogr. 2014. 52. P. 182–190.

He C., Zhang Q., Li Y., Li X., Shi P. Zoning grassland protection area using remote sensing and cellular automata modelling a case study in Xilingol steppe grassland in northern China // J Arid Environ. 2005. 63. P. 814826.

Houghton R.A., House J.I., Pongratz J., van der Werf G.R., DeFries R.S.,

Hansen M.C., Le Quéré C., Ramankutty N. Carbon emissions from land use and land-cover change // Biogeosciences. 2012. 9. P. 5125–5142.

Jawarneh R.N., Julian J.P. Development of an accurate fine-resolution land cover timeline: Little Rock, Arkansas, USA (1857–2006) // Appl Geogr. 2012. 35(1–2). P. 104–113.

Krasnoyarova B.A., Orlova I.V., Plutalova T.G., and Sharabarina S.N. Landscape-Ecological Assessment of Dry Lands of the Russian-Kazakhstan Border Zone for Sustainable Land Use // Arid Ecosystems. 2019. Vol. 9. No. 3. P. 150–156. DOI: 10.1134/S2079096119030065.

Kuemmerle T., Radeloff V.C., Perzanowski K., Hostert P. Cross-border comparison of land cover and landscape pattern in Eastern Europe using a hybrid classification technique // Remote Sens Environ. 2006. 103. P. 449–464.

Kühling I., Broll G., Trautz D. Spatio-temporal analysis of agricultural land-use intensity across the Western Siberian grain belt // Sci. Total Environ. 2016. P. 271–280.

Marull J., Tello E., Wilcox P.T., Coll F., Pons M., Warde P. et al. Recovering the landscape history behind a Mediterranean edge environment (The Congost Valley, Catalonia, 1854–2005): the importance of agroforestry systems in biological conservation // Appl Geogr. 2014. 54. P. 117.

Meinel H.T. Die geoökologischen Folgewirkungen der Steppenumbrüche in den 50er Jahren inWestsibirien. Ein Beitrag für zukünftige Nutzungskonzepte unter besonderer Berücksichtigung derWinderosion. Dissertation. 2002.

Meyer B.C., Schreiner V., Smolentseva E.N., Smolentsev B.A. Indicators of desertification in the Kulunda Steppe in the south of Western Siberia // Arch Agron Soil Sci. 2008. 54(6). P. 585–603.

Orczewska A. Age and origin of forests in South-western Poland and their importance for ecological studies in man-dominated landscapes // Landscape Res. 2009. 34. P. 599–617. https://doi.org/10.1080/01426390903184579.

SASCHA Project-Institute of Landscape Ecology. URL: http://www.uni-muenster.de/SASCHA/en/project/index.html.

Skaloš J.,Weber M., Lipský Z., Trpaková I., Santrá ˇeková M., Uhlírová L. et al. Using old military survey maps and orthophotograph maps to analyse long-term land cover changes e case study (Czech Republic) // Appl Geogr. 2011. 31. P. 426–438.

Skokanová H., Havlí ˇcek M., Borovec R., Demek J., Eremiášová R., Chrudina Z. et al. Development of land use and main land use change processes in the period 1836–2006: case study in the Czech Republic // J Maps. 2012. 8. P. 8896.

Stadelbauer J. Neuland und Getreideversorgung. Möglichkeiten und Grenzen agrarpolitisch motivierter Raumerschließung in den Steppen der Sowjetunion, der VR China und der Mongolischen VR // Freiburger Universitätsblätter. 1987. 96. P. 129–145. URL: https://freidok.uni-freiburg.de/data/4262.

Stow D.A., Tinney L.R., Estes J.E. Deriving land use/land cover change statistics from Landsat: a study of prime agricultural land // Proceedings of the 14th

international symposium on remote sensing of environment held in Ann Arbor in 1980. 1980. P. 12271237.

Tucci M., Giodano A. Positional accuracy, positional uncertainty, and feature change detection in historical maps. Results of an experiment // Comput Environ Urban Syst. 2011. 35. P. 452–463.

Van Eetvelde V., Antrop M. Indicators for assessing changing landscape character of cultural landscapes in Flanders (Belgium) // Land Use Policy. 2009. 26. P. 901–910.

Yang X., Zheng X-Q., Chen R. A land use change model: integrating landscape patter indexes and Markov-CA // Ecol Model. 2014. 283. P. 1–7.

Zanoni L., Gurnell A., Drake N., Surian N. Island dynamics in a braided river from analysis of historical maps and air photographs // River Res Appl. 2008. 24. P. 1141–1159.

Абрамович Д.И. Воды Кулундинской степи. Новосибирск : Изд. СО АН СССР, 1960. 215 с.

Акуленко Ю.Н. Перспективы развития орошения на базе подземных вод в Алтайской части Кулундинской степи // Вопросы орошения Кулундинской степи : сб. науч. тр. СевНИИГи. М. ; Л., 1982. С. 39–49.

Акуленко Ю.Н. Подземные воды Кулунды и их использование. Барнаул : Алт. кн. изд-во, 1977. 52 с.

Алтайский край: атлас. Т. 2. М. ; Барнаул: ГУ ГиК при Сов. Мин. СССР, 1980. С. 30.

Балязин И.В. Анализ динамики степных геосистем с применением картографического метода на примере Койбальской степи // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Науки о Земле. 2018. Т. 26. С. 18–30.

Бирюков Р.Ю., Черных Д.В. Крупномасштабное картографирование и анализ пространственно-временной организации ландшафтов бассейна р. Касмала (Алтайский край) // Landscape Dimensions of Sustainable Development: Science – Planning – Governance. 2017. P. 44–52.

Борзилов О.С. Оценка ресурсов подземных вод для целей аграрно-индустриального развития : дис. … канд. с-х. наук. Барнаул : Изд-во АГАУ, 2014. С. 28–38.

Верещака Т.В. Топографические карты: научные основы содержания. М.: Наука : Интерпериодика, 2002. 319 с.

Виноградов Б.В. Опустынивание – проблема степной зоны России // Степной бюллетень. 1999. № 3–4. С. 55–58.

Винокуров Ю.И. Ландшафные индикаторы гидрогеологических и инженерно-геологических условий предалтайских равнин. Новосибирск, 1980. 198 с.

Винокуров Ю.И., Агафонова Н.И., Пудовкина Т.А., Цимбалей Ю.М. и др. Природно-мелиоративная оценка земель в Алтайском крае. Иркутск, 1988. 136 с.

Винокуров Ю.И., Цимбалей Ю.М. Ландшафтная индикация в эколого-географических исследованиях. Новосибирск : Гео, 2016. 258 с.

Западная Сибирь / под ред. Г.Д. Рихтера. М. : Изд-во Академии наук СССР, 1963. 488 с.

Измаильский А.А. Как высохла наша степь. М. : Сельхозгиз, 1937. 103 с.

Ишутин Я.Н. Лесополосы в Кулундинской степи. Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 2005. 160 с.

Карта почвенных зон и районов Южной Сибири (от Уральских гор до оз. Байкал) / сост. А.М. Ворониной, под ред. К.П. Горшенина, 1952 г. // Почвы южной части Сибири (от Урала до Байкала). М. : Изд-во АН СССР, 1955. 592 с.

Карта растительности Кулунды / сост. Е.В. Вандакурова, под ред. В.В. Ревердатто // Растительность Кулундинской степи. Новосибирск : Полиграфиздат, 1950. 130 с.

Карта флористических областей и их зон и подзон в западной части Томской губернии. Масштаб в 1 дюйме 50 верст / П. Крылов // Степи западной части Томской губернии. Пг., 1916.

Ковалев Р.В., Панин П.С., Панфилов В.П., Селяков С.Н. Почвенно-мелиоративное районирование южной равнинной части Обь-Иртышского междуречья // Почвы Кулундинской степи. Новосибирск : Наука, 1967. С. 5–77.

Красноярова Б.А. Территориальная организация аграрного природопользования Алтайского края. Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 1999. 161 с.

Кулундинская степь и вопросы ее мелиорации / под ред. П.Я. Полубариновой-Кочиной. Новосибирск : Наука, 1972. 508 с.

Куст Г.С. Опустынивание: принципы эколого-генетической оценки и картографирования. М. : Институт почвоведения МГУ РАН, 1999. 362 с.

Куст Г.С., Глазовский Н.Ф., Андреева О.В., Шевченко Б.П., Добрынин Д.В. Основные результаты по оценке и картографированию опустынивания в Российской Федерации // Аридные экосистемы. 2002. Т. 8. № 16. С. 7–27.

Ландшафтная карта Алтайского края / науч. ред. Ю.И. Винокуров; сост.: Ю.М. Цимбалей, Ю.И. Винокуров; техн. ред. Л.Ф. Лубенец, С.В. Циликина, Н.Ю. Курепина. 1:500000. Барнаул : ИВЭП СО РАН, 2016. 2 л.

Лашкин В.М., Столяров В.И., Мусохранов В.Е. Почвозащитные исследования в Алтайском крае // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2005. № 1 (17). С. 66–72.

Марков А.А. Распространение закона больших чисел на величины, зависящие друг от друга // Известия физико-математического общества при Казанском университете. 1906. Т. 15. С. 135–156.

Маршрутная почвенная карта Томской губернии к отчету о почвенно-ботанических экспедициях 1912 и 1913 гг. / сост. А.И. Хаинский. Масштаб 20 верст в англ. дюйме // Труды почвенно-ботанических экспедиций по исследованию колонизационных районов Азиатской России. Ч. I: Почвенные исследования 1912 и 1913 гг. Вып. 1: Почвы Барабы и Алтайского округа вдоль левого берега реки Оби. Пг., 1915.

Мосиенко Н.А. Агрогидрологические основы орошения в степной зоне (на примере Западной Сибири и Северного Казахстана). Л. : Гидрометеоиздат, 1972. 214 с.

Об увеличении производства зерна в 19541955 гг. за счет освоения целинных и залежных земель : Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 27.03.1954.

Официальный сайт Администрации Михайловского район. URL: http://mhlaltay.ru/about/historical_note/.

Официальный сайт Алтайского края. Кулундинский район. URL: http://www.altairegion22.ru/ territory/regions/culrain/.

Панфилов В.П. Физические свойства и водный режим почв Кулундинской степи. Новосибирск : Наука, 1973. 260 с.

Парамонов Е.Г., Ишутин Я.Н., Симоненко А.П. Кулундинская степь: проблемы опустынивания. Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 2003. 137 с.

Плуталова Т.Г. Геоэкологическая оценка состояния и развития системы землепользования в условиях трансграничности (на примере трансграничной территории «Кулунда») : автореф. дис. … канд. геогр. наук. Барнаул, 2018. 20 с.

Семенов Е.А. Освоение целинных земель России и Казахстана: предпосылки и экономические итоги // Вестник ОГУ. 2012. № 13 (149). С. 318–322.

Схематическая карта растительности Алтайского округа с нанесением изотерм, изохимен и изоген / сост. в 1899 г. И.П. Выдриным и З.И. Ростовским. Масштаб 35 верст в дюйме // Материалы по исследованию почв Алтайского округа. Барнаул, 1899.

Управление Федеральной службы государственной статистики по Алтайскому краю и Республике Алтай. URL: https://akstat.gks.ru/folder/33247.

Чибилев А.А. Уроки целины // Наука. Общество. Человек: Вестник УрО РАН. 2004. № 3. С. 109–116.

Глава 10. Влияние сельскохозяйственного освоения степной и лесостепной зоны Кулунды на распределение растительного покрова и биоразнообразия

М.М. Силантьева, Н.В. Елесова, Т.А. Терехина,
А.Ю. Гребенникова, Н.В. Овчарова, Н.Ю. Сперанская, И. Хензен

Аннотация. На всей территории Евразии степи сохранились в виде мелких разрозненных участков среди ландшафтов, занятых пашнями, залежами, пастбищными пространствами и инфраструктурными комплексами. В Кулунде степи сохраняются за счет участков солончаковой степи с комплексами солончаков, а также вторичных степей, образовавшихся на залежах. Наиболее существенным комплексным фактором влияния сельскохозяйственного освоения степной и лесостепной зоны Кулунды на распределение растительного покрова и биоразнообразия являются тотальная распашка плодородных земель и широкомасштабный выпас чрезмерно больших поголовий скота; неадекватность сельскохозяйственных технологий конкретным агроклиматическим и ландшафтно-экологическим условиям. Факты изменения в распределении растительного покрова Кулунды свидетельствуют об уничтожении, фрагментации и экотонизации фитоценозов, сокращении видового и ценотического разнообразия степей, разрушении их биоценотической структуры, утрате способности к саморегуляции и самовосстановлению фитоценозов. Кроме того, огромные последствия для развития степной растительности Кулунды имело и сведение находившихся здесь лесов – сосновых, березовых, приведшее к иссушению зоны аэрации и дальнейшей аридизации всей территории. Начало антропогенного влияния относится к эпохе неолита (животноводческий этап освоения территории). Однако наиболее разрушительные последствия начались в XX в. на этапе земледелия. Практически все пригодные земли были распаханы во время Столыпинской аграрной реформы в начале прошлого века и в годы хрущевской кампании 1954–1955 гг. по освоению целинных и залежных земель. Существующие в настоящее время агроэкосистемы располагаются на месте бывших есте-

ственных степных экосистем. Влияние сельскохозяйственных мелиораций на растительный покров и распределение биоразнообразия в степных и лесостепных районах Кулунды в значительной степени изучено и задокументировано.

Ключевые слова: сельское хозяйство, агроэкосистема, мелиорация, инвазивные виды, степь, лес, Кулунда, Сибирь.

Степи и лесостепи земного шара в огромной степени трансформированы или уничтожены человеком. Сегодня в России степи сохранились в виде мелких разрозненных участков среди ландшафтов, занятых пашнями, залежами, пастбищными пространствами и инфраструктурными комплексами. На юге Сибири степные ландшафты сохраняются за счет участков солонцеватой степи с комплексами солончаков. Именно такие участки степи, а также вторичные степи, формирующиеся на залежах, лугах, мы наблюдаем в Кулунде. Часть степных пастбищ настолько трансформирована в ходе выпаса скота, что без активных управляющих мер не восстанавливаются.

Рис. 10.1. Влияние сельскохозяйственного освоения степной и лесостепной зоны Кулунды на распределение растительного покрова и биоразнообразия

На протяжении тысяч лет основным адаптированным типом хозяйственного освоения Кулунды было скотоводство (животноводство). В те времена над просторами степи формировался другой характер взаимодействия воздушных масс с поверхностью земли. Почвенный покров террито-

рии имел дернину с повышенными ресурсами влаги благодаря надежному укрытию отмершими остатками степных растений. Доминировали не перегрев и иссушение, а охлаждение и увлажнение воздуха, т.е. существовал природный механизм, смягчающий ситуацию при антициклоническом типе погоды (Гнатовский, 2010).

Наиболее существенным комплексным фактором влияния сельскохозяйственного освоения степной и лесостепной зоны Кулунды на распределение растительного покрова и биоразнообразия являются тотальная распашка плодородных земель и широкомасштабный выпас чрезмерно больших поголовий скота; неадекватность сельскохозяйственных технологий конкретным агроклиматическим и ландшафтно-экологическим условиям. Последствия его разнообразны (рис. 10.1).

При скотоводческом типе ведения хозяйства отмечаются локальная пастбищная дигрессия, особенно при выпасе овец, а также нерегулируемые осенние палы, готовящие весенние пастбища и одновременно уничтожающие лесную и кустарниковую растительность. Но эти воздействия в начале освоения Кулунды русскими земледельцами носили локальный характер, поскольку в этих местах кочевали немногочисленны группы телеутов. С эпохи неолита менялся только состав разводимого скота – от крупного рогатого скота, лошади и овцы до доминирования лошади в скифское время, а в тюркское – овцы. Доля земледелия всегда была незначительной.

В виде пастбищ при умеренном антропогенном выпасе степи могли бы существовать неопределенно долго (Титлянова, Косых, 1999).

В первую треть XVIII в. начинается самовольное переселение российских крестьян вслед за рудознатцами и приписными крестьянами на территорию Кулунды. С этого времени запускается процесс «поднятия целины». С середины XVIII в. земледелие становится постоянным, площади посевов неуклонно расширяются. С 60–70-х гг. XIX в. на территорию края увеличился поток переселенцев, которые вырубили значительные площади березовых и сосновых лесов для строительных целей.

Уже в первое десятилетие XX в., во время Столыпинской аграрной реформы, были распаханы почти все пахотно-пригодные земли. Параллельно с исчезновением девственных степей Кулунды исчезали и леса. Проведенное в 1910 г. первое научное исследование растительного покрова Кулунды (экспедиции Переселенческого управления) показало, что при широком использовании земель под пашни даже незначительные площади целины можно было обнаружить с большим трудом (Крылов, 1913, 1915, 1916; Кузнецов, 1914). Также было зафиксировано исчезновение в северной части Кулундинской степи крупных березовых (с примесью осины) колков и гривных березняков. В центральной части Кулунды древесная растительность была представлена мелкими колками, образованными кустовидными березами,

развивающимися пнёвой порослью и «околками», состоящими из небольших кустиков березы и осины, разбросанных на некотором расстоянии друг от друга и теряющихся в травянистом покрове (Баранов, 1927). На месте исчезнувших колков развивалась вторичная степь.

Второй поворотный момент в преобразовании растительного покрова Кулунды произошел в 50-е гг. прошлого века в связи с освоением целинных и залежных земель. Именно в степных районах края было больше всего распаханных земель. Так, была почти полностью распахана настоящая степь на южных черноземах и сухая степь на темно-каштановых и каштановых почвах. В 1960 г. площадь пахотных угодий составляла 7,5 млн га, в настоящее время– 6,5 млн га (61,3 %) из 10,6 млн га сельскохозяйственных угодий. Это самая большая площадь пашни среди регионов Российской Федерации.

В 60-х гг. прошлого века геоботаник Е.И. Лапшина констатировала тот факт, что уничтожением березовых колков в Кулунде были созданы условия, затрудняющие возобновление леса и способствующие дальнейшему остепнению всей обезлесенной территории – формированию луговых степей на месте колков и настоящих (вторичных) степей с галофитами на нераспаханных засоленных участках. О недавнем существовании колков свидетельствовали оставшиеся западины с разнотравной луговой растительностью, разбросанные среди пашен и участков типчаково-ковыльных степей. В условиях южной лесостепи, когда испаряемость превышает осадки более чем в 1,5 раза, эти западины – блюдцеобразные углубления от 10 до 100–200 м в диаметре и различной глубины, располагающиеся на повышенных элементах рельефа, где лучше дренаж и отсутствует засоление, играли решающую роль для формирования березовых лесов (Лапшина, 1963).

В 2012 г. нами была предпринята попытка отыскать локусы естественной растительности, описанные в ходе экспедиционных работ Переселенческого управления в 1913 г. П. Н. Крыловым в сотрудничестве с Л. А. Уткиным и В. В. Ревердатто. На территории Кулунды (в современных границах Алтайского края) П.Н. Крыловым было описано 11 участков степной растительности. Им выбирались типичные целинные места, а за их отсутствием – старые залежи. С большой долей достоверности нам удалось установить три таких локуса. Полной идентичности видового состава не наблюдалось, сходство описаний 1913 и 2012 гг. составило от 30 до 83 %. Не был обнаружен ряд видов, указанных П.Н. Крыловым: *Aster alpinus* L., *Allium nutans* L., A. *clathratum* Ledeb., *A. globosum* M. Bieb. ex Redoute, *Adonis villosa* Ledeb. и др. В то же время следует отметить сохранность эдификаторов степных сообществ: *Stipa pennata* L., *Stipa capillata* L., *Festuca valesiaca* Gaudin, *F. pseudovina* Hack. ex Wiesb., *Poa angustifolia* L., *Helictotrichon desertorum* (Less.) Nevski. Они сохранились во всех локусах, в которых были отмечены в 1913 г. Это свидетель-

ствует о высоком жизненном потенциале степных экосистем (Силантьева и др., 2011, 2012 а, 2012 б).

Другой стороной сельскохозяйственного освоения Кулунды стала деградация растительного покрова в результате развития скотоводства. Десятилетиями сложившая эксплуатация пастбищных угодий привела к тому, что большая часть их в Центральной Кулунде перешла в 80–90-х гг. XX в. к III–IV стадиям пастбищной дигрессии. В результате в 2–2,5 раза сократилась фактическая продуктивность пастбищных экосистем. От первой к четвертой стадии пастбищной дигрессии количество подстилки (ветоши и степного войлока) сократилось почти в 20 раз! Произошло уменьшение проективного покрытия травянистого яруса с 70 до 40%, следовательно, увеличилась прогреваемость почвы, что привело к ксерофитизации и галофитизации растительного покрова вследствие изменения гидрологического режима верхнего слоя почвы, выпадению из фитоценозов малоустойчивых к выпасу и предпочитаемых животными растений, разрастанию устойчивых плохо поедаемых и сорных видов. Количество видов растений сократилось в четыре раза. Постепенно исчезали бобовые. От второй к четвертой стадии резко возрастала роль полукустарничков (полыней холодной и селитряной, лебеды серой) Проведенные повторные исследования в 2009 г. и 2011–2012 гг. показали, что в условиях сухостепной зоны процессы восстановления пастбищ, даже при снижении пастбищной нагрузки, произошедшей в начале XXI в., идут очень медленно (Елесова, 1990, 2009; Силантьева и др., 2012 а, 2012 б).

Наблюдения за процессами постпастбищной демутации на мониторговых площадках и экологических профилях, расположенных на побережье оз. Кулундинское (у сёл Знаменское и Успенка, бывшие поселки Демьяна Бедного и Приозерное), показали, что в настоящее время антропогенная нагрузка сокращена: выпас и сенокошение производятся непосредственно у сёл, количество стоянок скота уменьшилось в десятки раз по сравнению с 80-ми гг. XX в. Преобладает разведение коров и коней, очень мало овец. Вынужденное заповедование положительно сказалось на видовом составе степных и луговых сообществ. В 1,2–1,5 раза увеличилось число видов растений за счет появления ковылей, бобовых и разнотравья. Улучшились биометрические показатели эдификаторов сообществ *Stipa pennata* L., *Stipa capillata* L., *Festuca valesiaca* Gaudin, *F. pseudovina* Hack. ex Wiesb., *Puccinellia tenuissima* Litv. ex V.I. Krecz.: общая высота и диаметр дерновин. Вертикальный профиль типчаковых степей удлинился на 15–30 см (с 25 до 40–60 см) за счет повышения жизненности эдификаторов: типчака и житняка, вхождения в травостой бобовых и разнотравья. Основная доля надземной фитомассы сосредоточилась в слое 0–30 см (ранее 0–15 см). Общее проективное покрытие увеличилось в типчаковых степях примерно на 10%, в бескильницевых лугах на 20–30%. Снятие пастбищной нагрузки положительно сказалось на про-

дуктивности сообществ, общие запасы фитомассы в типчаковых пастбищах возросли в два раза, в бескильницевых – в 1,5 раза (Елесова, 2009; Силантьева, Елесова, 2013).

Приведенные выше факты изменения в распределении растительного покрова Кулунды свидетельствуют об уничтожении, фрагментации и экотонизации фитоценозов, сокращении видового и ценотического разнообразия степей, разрушении их биоценотической структуры, утрате способности к саморегуляции и самовосстановлению фитоценозов. Кроме того, огромные последствия для развития степной растительности Кулунды имело и сведение находившихся здесь лесов – сосновых, березовых (байрачных и колков), приведшее к иссушению зоны аэрации и дальнейшей аридизации всей территории.

За более чем 200-летнюю историю развития сельского хозяйства на месте прежних природных экосистем сформировались экосистемы нового типа – агроэкосистемы. Появились новые типы фитоценозов – агрофитоценозы и новый тип растительности – агрофитон. Господство во второй половине XX в. химико-техногенного подхода в сельском хозяйстве привело к сильнейшему сокращению биоразнообразия на этих территориях.

Агрофитоценозы Кулунды, как и в целом мире, по большей части монокультурны. Используется небольшое количество высокопродуктивных видов и сортов, прежде всего зерновых культур, которые занимают обширные однотипные сельскохозяйственные площади. Выращивают пшеницу, подсолнечник, кукурузу, кормовые травы, а в лесостепных районах Кулунды – дополнительно гречиху, рожь, сахарную свеклу, лен, рапс, сою. Для борьбы с сорняками активно применяются гербициды. Высокие урожаи обеспечиваются за счет внесения удобрений. Существующие традиционные технологии обработки земли неуклонно привели к эрозии почв и их дегумификации, потери почвенного плодородия и биоразнообразия почвенных экосистем.

Особенностью агрофитоценозов Кулунды, в том числе из-за климатических условий, является небольшое видовое разнообразие сегетальных видов растений по сравнению с агрофитоценозами Европы, где на 1 м^2 может произрастать более 15 видов растений. В посевах Кулунды это не более двух-трех видов сорняков. Во всех типах агрофитоценозов отмечено до 150 видов, около 30 видов обильно встречаются (*Chenopodium album* L., *Ch. polyspermum* L. *Salsola collina* Pallas, *Amaranthus retroflexus* L., *A. albus* L, *A. blitoides* S.Wats, *Fallopia convolvulus* (L.) A. Love, Corispermum declinatum Stephan ex Iljin). Отличительной особенностью малолетников является их способность накапливать высокий потенциальный запас семян в почве пахотного горизонта. В условиях Кулунды количество жизнеспособных семян в слое 0–20 см колеблется от 2 до 220 тыс. на 1 м^2. В засушливые годы у многих видов выражена способность образовывать семена в фазе первых 2–3 ве-

гетирующих листочков. Шарообразная форма некоторых видов сорных растений, формирование которых происходит в послеуборочный период, при высоких скоростях ветра способствует рассеиванию семян на большие расстояния. Один экземпляр сегетального растения образует в среднем от одной до 15 тысяч семян (Терехина, 2020).

Наиболее распространенными из многолетних видов сорняков являются корнеотпрысковые: *Convolvulus arvensis* L., *Euphorbia virgata* Waldst. et Kit., *Sonchus arvensis* L., *Mulgedium tataricum* L., *Vincetoxicum sibiricum* (L.) Decne. Все они прекрасно размножаются семенами и корневыми отпрысками, а также проявляются значительную устойчивость к различным группам пестицидов (Терехина, 2000).

Именно через агрофитоценозы и деградированные пастбища началось проникновение на территорию Кулунды инвазионных видов растений – это натурализовавшиеся чужеродные виды, которые трансформируют естественные сообщества. Инвазионные чужеродные виды по праву считаются второй по значению (после разрушения мест обитания) угрозой биоразнообразию. Одним из таких инвазионных видов является – лох узколистный (*Elaeagnus angustifolia* L.). Он стал высаживаться с 1926 г. со времени создания специализированных агролесомелиоративных питомников в Рубцовске и Славгороде, а в 1931 г. в Ключах, Родино, Волчихе, Благовещенке (Парамонов, Менжулин, Ишутин, 1997). Как нетребовательная и быстрорастущая порода, *Elaeagnus angustifolia* L.быстро распространился в степной части края. Через 10–20 лет выяснилось, что он оказался устойчивым в самых сухих почвенных условиях и на засоленных местах (рис. 10.2 А, Б). В тех лесополосах, где от сухости и засоления полностью выпали главные породы – береза, тополь, а в некоторых местах погибли и сопутствующие породы – ясень зеленый, клен ясенелистный, вяз, сохранились только краевые защитные ряды из лоха узколистного.

На территории Алтайского края *Elaeagnus angustifolia* L. является видом – «трансформером», который активно внедряется в естественные и полуестественные сообщества, изменяет облик экосистем, нарушает сукцессионные связи, выступает в качестве эдификатора и доминанта. Еще 20 лет назад упоминания об «естественных сообществах» – лоховниках были единичны. В настоящее время эти сообщества – новый тип растительности в Кулунде (Силантьева, 2006, 2008). Поэтому для обычного человека, не знакомого с Кулундой, она сейчас кажется в большей степи лесостепным районом. И облик этот создает очень полиморфный вид – лох узколистный.

К числу видов-трансформеров относится и циклахена дурнишниколистная (*Cyclachaena xanthiifolia* (Nutt.) Fresen). На территории Алтайского края впервые была зарегистрирована в 1993 г. в Михайловском районе (Терехина, 1995 а; 1995 б) как рудеральное растение. Вероятнее всего, она

попала со стороны Казахстана с различными грузами. В течение десяти лет циклахена быстро распространилась по территории края. В настоящее время произрастает по всем антропогенно трансформированным фитоценозам Кулунды (Красноборов, 2000; Силантьева и др., 2013).

Рис. 10.2. А – Лох узколистный (Elaeagnus angustifolia L.); Б – сообщества, образованные лохом в приозерной котловине

Рис. 10.3. Пион степной (Paeonia hybrida L.) в лесополосе (Михайловский р-н)

Для смягчения климатических условий Кулунды, где за короткий период времени уничтожили степи и леса, поменяв характер влагообмена экосистем, стали создаваться лесные полосы. В крае они появились в 1926 г. в Кулунде после сильнейшей засухи 1925 г., когда впервые пронеслись черные пыльные бури. К осени 1941 г. общая площадь посадок в Кулундинской степи составляла 32 тыс. га, по всем степным районам – 38 тыс. га, но лесные полосы были сильно засорены и часто погибали из-за отсутствия ухода. Ассортимент пород, использованный в то время для Кулунды, был весьма разнообразен: тополь бальзамический, тополь лавролистный, береза повислая, вяз мелколистный, вяз обыкновенный, клен американский, ясень американский, лиственница сибирская, сосна обыкновенная, яблоня сибирская, акация желтая, смородина золотистая, бузина красная, лох узколистный, облепиха, жимолость татарская (Дьяченко, Земляницкий, 1947). Часть этих видов впоследствии натурализовалась и является адвентивным (чужеродным) компонентом флоры Кулунды.

Проблема обострилась после распашки целинных и залежных земель в 50-е гг. XX в., когда пыльными бурями миллионы тонн плодородного слоя почвы унесло в воздух. Защитить от бурь могли только лесополосы. Всего с 1928 по 2002 г. было высажено растений на площади 200 тыс. га. В последние годы значительная часть лесополос потеряна, поскольку большинство их достигло предельного возраста жизни в неблагоприятных условиях и отмирает по естественным причинам, огромную роль играют и антропогенные факторы (палы, выпас, вырубка).

Лесополосы в Кулунде сыграли не только важную экологическую и ландшафтную роль, они стали убежищем для значительного количества степных растений, и плацдармом, с которого эти виды устремились на залежи и полуественные деградированные сообщества. Именно в лесополосах нашел укрытие такой красочный важнейший вид, как пион степной (*Paeonia hybrida* L.). Он занесен в Красную книгу Российской Федерации (2008) и Алтайского края (2016) (рис. 10.3).

Естественная растительность в настоящее время – это ленточные сосновые боры, пересекающие Кулунду с северо-востока на юго-запад и небольшие по площади сосновые борки, растительность солонцов и солончаков, березовые леса (большей частью колки), комплекс водной и прибрежно-водной растительности, кустарниковая и луговая растительность, используемая под пастбища и находящаяся на определенной стадии деградации, небольшие фрагменты луговых и настоящих степей, используемые для сенокошения или под выпас. Агроценозы, как особый тип растительности, занимают в Кулунде от 60 до 90 % площади по отдельным районам, часть из них являются низкопродуктивными.

К сожалению, мы не можем оценить видовое богатство флоры Кулунды в доагрикультурный период, поскольку здесь не проводились научные ис-

следования. В настоящее время в степной части Кулунды насчитывается немногим больше 700 видов растений, из них 88 видов (около 13 %) являются адвентивными (чужеродными) видами этой территории. Это заметно меньше, чем в других районах края, но если учесть климатические особенности территории, то этот показатель прогнозируемый, а ведущим родом среди адвентивных растений будет выступать *Chenopodium*. Около 50 видов растений флоры Алтайского края встречаются только в Кулунде. Строгими эндемиками (неоэндемиками) этого района являются: *Lotus krylovii* Schischk. ex Serg., *Puccinella kulundensis* Serg. Ведущие роды флоры: *Artemisia*, *Carex, Potentilla, Astragalus, Atriplex, Allium, Juncus, Ranunculus, Salix* и др. (Силантьева и др., 2013 а, 2013 б, 2013 в).

Таким образом, влияние сельскохозяйственного освоения в связи с формированием агроэкосистем и неадекватности сельскохозяйственных технологий конкретным агроклиматическим и ландшафтным условиям привело к резкому обеднению и унификации фиторазнообразия на огромных пространствах, внедрению чужеродных видов, потери ряда степных видов.

В XXI в. мы имеем на территории Кулунды в значительной степени трансформированный растительный покров при сохранении небольших по площадям естественных экосистем. Разрешение сложившегося противоречия между дальнейшим истощением природных экосистем и снижением эффективности сельскохозяйственного производства находится в плоскости экологизации землепользования и агропроизводства, во внедрении адаптивно-ландшафтного земледелия. В первую очередь необходима дифференциация режимов использования земель в степной зоне и повышение доли естественных экосистем.

Библиографический список

Баранов В. И. Растительность черноземной полосы Западной Сибири (Опыт ботанико-географической сводки и районирование) // Зап. Сиб. отд-ние РГО. 1927. Т. 39. 160 с.

Гнатовский В. М. Прошлое, настоящее и будущее Кулундинской степи // Роль аграрных реформ П.А. Столыпина в освоении Сибири и Дальнего Востока : материалы Междун. научн.-практ. конференции Барнаул : Красный угол, 2010. С. 225–235.

Дьяченко А. Е., Земляницкий Л. Г. Задачи облесения Кулундинской и др. степей Алтайского края // Тр. ВНИИ агролесомелиорации. Итоги работ за 1943–1944 гг. М. : Гослестехиздат, 1947. С. 15–24.

Елесова Н.В. Современное состояние типчаковых пастбищ Центральной Кулунды // Биоценозы Алтайского края и влияние на них антропогенных воздействий : тезисы докладов к конф. Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 1990. С. 18–21.

Елесова Н.В. Современное состояние растительного покрова окрестностей Кулундинского озера // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. Барнаул, 2009.

Елесова Н. В., Силантьева М. М. Геоботанический мониторинг лесных сообществ разного генезиса на территории Кулунды // Известия Алтайского государственного университета. 2013. № 3/1 (79). С. 71–75.

Красная книга Алтайского края. Т. 1: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов. Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 2016. 292 с.

Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) / под ред. Ю.П. Трутнева; сост. Р.В. Камелин и др. М. : Товарищество научных изданий КМК, 2008. 855 с.

Красноборов И. М. По поводу некоторых видов во флоре Алтайского края // Turczaninowia. 2000. Т. 3. Вып. 1. С. 56–57.

Крылов П. Н. Растительность Барабинской степи и смежных с ней мест // Предварительный отчет о ботанических исследованиях в Сибири и Туркестане в 1912 г. СПб., 1913. С. 41–84.

Крылов П. Н. К вопросу о колебании границы между лесной и степной областями (На материалах Обь-Иртышского водораздела (Бараба, Кулунда и др. сиб. места) // Тр. Ботан. музея имп. АН. Пг., 1915. Вып. 14. С. 82–130.

Крылов П.Н. Степи западной части Томской губернии: ботанико-географический обзор // Тр. почв.-ботан. экспедиций по исслед. р-нов Азиатской России. Ч. 2: Ботан. исследования 1913 г. Пг., 1916. Т. 42, вып. 1. С. 1–139.

Кузнецов Н.И. Очерк растительности Барнаульского уезда. Предварительный отчет о ботанических исследованиях в Сибири и Туркестане в 1913 году. Пг., 1914. 33 с.

Лапшина Е. И. Березовые леса юго-востока Западной Сибири // Растительность степной и лесостепной зон Западной Сибири. Новосибирск : РИО СО АН СССР, 1963. С. 103–130.

Парамонов Е.Г., Менжулин И.Д., Ишутин Я.Н. Лесное хозяйство Алтая. Барнаул : ГИПП Алтай, 1997. 373 с.

Силантьева М.М. Этапы антропогенной трансформации растительного покрова, использования растительных ресурсов и динамика формирования адвентивного элемента флоры на территории Алтайского края // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. Барнаул : АзБука, 2006. С. 218–252.

Силантьева М.М. Основные тенденции и роль антропогенного фактора в развитии растительного покрова в голоцене на территории Алтайского края // Проблемы региональной экологии. 2008. № 1. С. 143–151.

Силантьева М.М., Елесова Н.В., Шибанова А.А., Бондарович А.А., Гребенникова А.Ю. Степные сообщества Кулунды начала прошлого века и в настоящее время (по маршрутам экспедиции П.Н. Крылова 1913 г.) // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. Барнаул : АRТИКА, 2011. С. 160–163.

Силантьева М.М., Елесова Н.В., Шибанова А.А., Гребенникова А.Ю. О современном состоянии степной растительности степной и лесостепной зон Алтайского края // Известия Алтайского государственного университета. 2012 а. № 3/1 (75). С. 78–84.

Силантьева М. М., Харламова Н. Ф., Мироненко О.Н ., Елесова Н.В. и др. Состояние растительного покрова Кулунды в условиях изменений климата и систем землепользования // Вестник Алтайской науки. Барнаул : АНОК, 2012 б. № 1. С. 114–118.

Силантьева М.М., Гребенникова А.Ю., Кирина А.О., Косачев П.А., Елесова Н.В., Овчарова Н.В., Гребенникова А.Е. Новые сведения о распространении редких и исчезающих видов растений, включенные в «Красные книги» федерального и регионального уровня на территории Алтайского края // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. Барнаул : ИП Колмогоров И.А., 2013 а. С. 175–182.

Силантьева М. М., Елесова Н. В. Геоботанический мониторинг лесных сообществ разного генезиса на территории Кулунды // Известия Алтайского государственного университета. 2013 б. № 3/1 (79). С. 71–75.

Силантьева М.М., Харламова Н.Ф., Мироненко О.Н., Елесова Н.В., Шибанова А.А. Эколого-экономические проблемы степного природопользования в Кулунде // Вестник Алтайской науки. Барнаул : АНОК, 2013 в. № 1. С. 129–139.

Силантьева М. М., Косачев П. А., Елесова Н. В., Гребенникова А. Ю., Кирина А. О. Дополнение к флоре Алтайского края // Turczaninovia, 2013 в. Т. 16, вып. 3. С. 64–68.

Терехина Т.А. Адвентивные растения во флоре Алтайского края // Ботанические исследования Сибири и Казахстана : сб. науч. тр. Барнаул: изд-во Алт. ун-та, 1995 а. Вып. 1. С. 229.

Терёхина Т.А. Конспект флоры Камня-на-Оби // Ботан. исслед. Сиб. и Казахст.: Сб. науч. тр. Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 1995 б. Вып. 1. С. 150–166.

Терёхина Т. А. Антропогенные фитосистемы. Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 2000. 250 с.

Титлянова А.А., Косых Н.П. Изменение биологического круговорота углерода в ландшафтах Западной Сибири в связи с различным использованием земель // География и природные ресурсы, 1999. № 3. С. 66–76.

Глава 11. Физические свойства почвы и эрозия

Г. Шмидт, П. Иллигер, А.Е. Кудрявцев, Н. Бишофф,
А.А. Бондарович, Н.А. Кожанов, Н.В. Рудев

Аннотация. Черноземы и каштановые почвы широко распространены и используются для сельскохозяйственного производства в Алтайском крае. Физические свойства этих почв благоприятны для сельского хозяйства. Накопление гумуса является важным фактором для развития стабильных агрегатов почвы в процессе ее развития. Возникающие в результате этого почвы характеризуются благоприятным водным балансом, хорошей аэрацией и устойчивостью к эрозии. Из-за превращения естественной степи в пашню естественные физические свойства почвы нарушаются. Ухудшаются и другие свойства почвы (органическое вещество почвы), что влияет на ее продуктивность. Механическое напряжение можно уменьшить, применяя методы адаптированного управления почвой, что, в свою очередь, улучшает физико-химические свойства почвы и ее плодородие.

Ключевые слова: эрозия почвы, стабильность почвенных агрегатов, твердость почвы.

Введение

В процессе почвенного генезиса формируются свойства почвы, которые определяют ее плодородие, влияют на процессы деградации и определяют пригодность почвы для сельскохозяйственного производства. Как описано в главе 5 данной монографии, чернозем, а также темные и светлые каштановые почвы являются доминирующими на территории исследования (рис. 11.1), и эти же типы активно используются в сельском хозяйстве (Meinel, 2002; Frühauf, Meinel, 2014). Локальные морфологические и гидрологические характеристики определили появление различных модификаций типов почв (Базилевич, Шавригин, 1959; Почвоведение, 1988). Процесс подзолообразования широко развит под участками леса, которые распро-

странены в регионе. Солонцы развивались локально и приурочены, как правило, к морфологическим западинам с близко расположенными грунтовыми водами (Почвы…, 1959; ФАО, 2007). Территории с такими почвами, как правило, используются как пастбища.

Рис. 11.1. Распределение почв в исследуемом районе (FAO, 2007)

Рис. 11.2. Стабильность почвенных агрегатов черноземов (Chernozem) и каштановых почв (Kastanozem) в естественных условиях (по оси ординат – MWD (англ. mean weight diameter, русс. средний размер диаметра фракции)

Материнский материал на всей площади исследования состоит из эоловых отложений с высоким содержанием ила (45–70%) и мелкозернистого песка (10–40%). Эти отложения сильно подвержены эрозии. Благодаря луговой растительности и региональному климату большое количество органического вещества смешивается с отложениями и гумифицируется в процессе педогенеза. Минерализация органического вещества происходит очень медленно из-за сухого и холодного климата, что приводит к накоплению гумуса, который, в свою очередь, способствует образованию стабильных агрегатов почвы (Illiger et al., 2014). В результате этого черноземы и каштановые почвы достаточно устойчивы к эрозии под воздействием ветра и воды. Различия в эрозионной стойкости между каштановыми почвами и чернозёмами обусловлены различным содержанием гумуса, который является определяющим фактором формирования стабильных агрегатов почвы (см. 11.2). Устойчивость почвенных агрегатов от лесостепи к сухой степи уменьшается, соответственно, возрастает восприимчивость к эрозии (Базилевич, Шавригин, 1959; Bischoff et al., 2016; Illiger et al., 2014) (рис. 11.2).

Несмотря на один и тот же материнский материал для почвенного генезиса, черноземы демонстрируют меньшую объемную плотность, чем каштановые почвы (рис. 11.3). Это вызвано более высоким содержанием органического вещества почвы в черноземе. На объемную плотность в основном влияют глубина и интенсивность обработки почвы. Например, «минимальная» (англ. Mini-Tillage) или «нулевая» (англ. No-Tillage) обработки почвы формируют более высокую объемную плотность на поверхности, чем при обычной обработке почвы (англ. Conventional-Tillage) (Hill, Cruse, 1985; Grant, Lafond, 1993; Unger, Jones, 1998).

Рис. 11.3: Объемная плотность черноземов (Chernozem) и каштановых почв (Kastanozem) в естественных условиях (natural) в Алтайском крае

В природных условиях сибирской степи эрозионные процессы протекают очень медленно, динамично же проявляют себя локально. Луговая и степная растительность обеспечивает естественную защиту от эрозии. Тип и интенсивность эрозии зависят также от климата, который изменяется в направлении северо-восток–юго-запад. Осадков выпадает с 500–600 мм на северо-востоке до 250–300 мм на юго-западе (Schmidt et al., 2016). Годовое изменение температуры увеличивается с северо-востока на юго-запад. Из-за региональных климатических различий в лесостепи преобладает водная эрозия, а в сухой степи – ветровая (рис. 11.4).

11.1. Влияние управления сельскохозяйственными землями на физические свойства почвы

Распашка целинных земель стала началом серьезных изменений, которые привели к значительному преобразованию почвы в результате неуклонно растущей интенсификации ее использования (Meinel, 2002; Frühauf, Meinel, 2014). Особенно пострадали физические свойства почвы. Начало обработки почвы вызывает механические напряжения, изменяющие ее структуру, а затем и другие важные физические свойства почвы, такие как объемная плотность и стабильность агрегатов, что приводит к отрицательным трансформациям. Завершением этой цепной реакции являются экстремальные процессы деградации почвы в результате ветровой и водной эрозии.

Рис. 11.4: Ветровая эрозия в сухой степи (Meinel, 2002)

Рис. 11.5. Стабильность почвенных агрегатов черноземов в естественных условиях (Chernozem) и используемых как пашня (Chernozem Agriculture) (по оси ординат – MWD (англ. mean weight diameter, русс. средний размер диаметра фракции)

Процессы деградации почвы (среди них эрозия – наиболее экстремальная) ускоряются с началом возделывания степных почв в XVIII в., вызванные преобразованием естественных степных почв и регулярными механическими напряжениями, возникающими в результате глубокой обработки почвы. Сначала разрушается защитный растительный покров и устойчивость почвенных агрегатов (рис. 11.4). Удаление биомассы при сборе урожая приводит к уменьшению накопления органического вещества в почвах. Повторное разрушение агрегатов почвы приводит к повышенной восприимчивости почв

к эрозии. Кроме того, находясь длительное время в течение года без растительного покрова, почвы остаются незащищенными от экзогенных сил. Механическое напряжение почв также вызывает изменение их плотности и потерю гумуса. Разрушение гумуса приводит к дальнейшему снижению устойчивости агрегатов, так как гумус является важным фактором формирования стабильных агрегатов почвы. Потенциал почвенного водоудержания уменьшается, а восприимчивость к эрозии еще больше возрастает (рис. 11.5).

При традиционной отвальной вспашке плугом плотность почвы уменьшается в верхней части вспаханного горизонта из-за рыхления почвенного материала, а в результате давления рабочих органов почвообрабатывающих агрегатов увеличивается на определенной глубине (Dammann et al., 2011; Grunwald et al., 2016). Механизм изменений достаточно хорошо описан на основании результатов многолетних испытаний влияния различной интенсивности обработки на физические свойства почвы (Kahlon et al., 2013). На рисунке 11.6 а,б показаны вертикальные изменения твердости почв на залежных участках и глубокой обработки почвы. Твердость почвы указывает на различия в плотности в профиле почвы, что позволяет сделать выводы о том, как влияет обработка на физические свойства почвы. Анализировались и компарировались результаты расчетов мест «залежь» и глубокой обработки почв. В данном исследовании «залежь» – это участки, которые были однажды распаханы во время целинной кампании и далее не использовались в обороте, в результате сукцессий восстановились до естественного состояния.

(а) (б)

Рис. 11.6. Твердость черноземов (в мегапаскалях, МПа) «залежь» (а) и при глубокой обработке почвы (б) (измерено при помощи пенетрологгера фирмы «Eijkelkamp»)

Данные, представленные на рисунке 11.6, типичны для черноземов подзоны сухой степи и зоны степи Алтайского края. Так называемая залежь,

Рис. 11.7. Объемная плотность естественных (natural) каштановых почв (Kastanozem) и используемых как пашня (Kastanozem agricultural) в Алтайском крае

однажды распаханная во время освоения целины почва, демонстрирует повышенную твердость первые 10 см, которая потом практически не изменятся до глубины 50 см, затем твердость плавно нарастает до глубины 70 см. Почва, подвергаемая глубокой обработке, имеет пониженную твердость и начинает нарастать на глубине около 25 см. Регулярная обработка нарушает структуру почвы на этой глубине и препятствует образованию стабильных агрегатов почвы. Ниже следует зона уплотнения, где плотность почвы резко возрастает – это так называемая плужная подошва. Плужная подошва формирует границу, через которую трудно проникать корням растений и почвенным организмам.

Изменения почвы, вызванные обработкой, также отражаются на объемной плотности. Из-за отсутствия механических нагрузок, постоянного растительного покрова и большего количества органического вещества каштановые почвы под пастбищами имеют несколько более высокую объемную плотность (рис. 11.7), поэтому более устойчивы к эрозии.

Разрушение почвенных агрегатов и снижение объемной плотности приводит к увеличению поверхности, подверженной воздействию экзогенных сил с множеством последствий для физических, химических и биологических процессов в почве. Подача кислорода увеличивается, разрушение гумуса ускоряется, а поверхности для воздействия увеличивается и становится восприимчивой к выветриванию (Carter, 1990; Lal, 1993; Kandeler et al., 1999; Dexter 2004; McVay et al., 2005). С почвенно-физической точки зрения наиболее значительными изменениями являются разрушение агрегатов и вытекающее из этого увеличение поверхности, вызванное механическими напряжениями. Возникающая в результате этого слабая адгезия компонентов почвы увеличивает подверженность эрозии. Таким образом, компоненты почвы легко удаляются из структуры почвы и вытесняются эрозией.

11.2. Степень эрозии и последствия эрозии почвы

Эрозионные процессы в Алтайском крае зависят от почвенно-климатических условий. Алтайский край разделен на различные агроэкологические зоны. Выделение таких зон имеет давние традиции в российских аграрных

исследованиях, подобное районирование разрабатывалось с целью оптимизации региональной дифференциации аграрного производства (Bulgakov et al., 2016). В таблице 11.1 приведены данные по видам эрозии и их распространённости на сельскохозяйственных угодьях различных агроэкологических зон Алтайского края (Беляев, Вольнов, 2010).

Таблица 11.1

Сельскохозяйственные земли и эрозия почв в различных агроэкологических зонах Алтайского края

Показатели	**Агроэкологические зоны**		
	Кулундинская	**Приалейская**	**Приобская**
Площадь пашни, тыс. га	2166,3	1171,2	1243,8
Осадки за год (I-XII), мм	230-350	330-435	324-450
Гумус в пахотном слое почвы, %	2,5-5,1	4,0-5,1	5,2-5,6
Ветровая эрозия, %	91,8	78,8	50,9
Водная эрозия, %	0,7	27,9	31,9

Каштановые почвы более подвержены ветровой эрозии, чем черноземы, из-за меньшего количества органического вещества, следовательно, меньшей устойчивости агрегатов. Для защиты каштановых почв в сухой степи используются ветрозащитные лесные полосы, но они не всегда эффективны из-за крупных полей площадью от 50 до 200 га (Meinel, 2002; Meyer et al., 2008; Theisel, 2013). Высота деревьев слишком мала по отношению к большим расстояниям между ветровыми полосами, чтобы ветрозащитные полосы могли быть эффективными. Поэтому большие площади поля подвергаются воздействию ветра. Согласно исследованию, только 22% территорий, подверженных риску ветровой эрозии, защищены ветрозащитными лесными полосами (Theisel, 2013).

Для сравнения, меньшая область находится под риском водной эрозии, которая проявляет себя в большей степени в лесостепи с ее более значительными осадками (Беляев, 2015; Theisel, 2013). Здесь более 30% сельскохозяйственных земель подвержены водной эрозии. Водная эрозия в сухой степи проявляет себя наиболее ощутимо только весной, во время быстрого таяния снега на еще мерзлых землях. В результате эрозионных процессов в ландшафте возникают различные формы рельефа. Последствия водной эрозии более ощутимы, чем ветровой, и довольно легко диагностируются в рельефе – это промоины и овраги. Подветренная сторона ветрозащитных лесных полос является зоной накопления для выдуваемого ветром почвенного материала. Более того, продувка приводит к разделению по размеру зерен в верхних слоях почвы в местах воздействия (рис. 11.8).

(а)

(б)

Рис. 11.8. Распределение частиц различной размерности на поле в зависимости от расстояния до ветрозащитной лесной полосы залежи и пашни: а) черноземы; б) каштановые почвы

На рисунке 11.8 четко показан результат дестабилизации почвы, вызванной постоянными механическими напряжениями. Верхние 15 см пахотных почв имеют большее количество песка, чем верхние слои почв под пастбищами. Эта разница не отмечается на глубине 30 см. Накопление песка

в верхнем слое почвы происходит в результате ветровой и водной эрозии или вымывания преобладающих минеральных илов и органических веществ. Этот процесс в большей степени влияет на каштановые почвы, чем на черноземы. Накопление песка отрицательно сказывается на водоудерживающей способности и доступности питательных веществ для растений, что является проблемой, касающейся защиты почвы, сельскохозяйственного производства и аспектов смягчения последствий изменения климата (Mikheeva, 2010).

11.3. Варианты методов устойчивого землепользования для сокращения масштабов эрозии

Однако эрозионные процессы и их негативные последствия возможно предотвратить, используя адаптированные методы управления почвой. В частности, ожидается, что снижение интенсивности и частоты обработки почвы сведет к минимуму механическую нагрузку на почву. Примеры твердости почвы и распределения частиц показывают, что применение адаптивных методов управления почвой, таких как «минимальная обработка» или «нулевая обработка» (прямой посев), значительно улучшаются физические свойства почвы.

В рамках многолетних полевых экспериментов были испытаны различные интенсивные методы для анализа и сравнения влияния обработки почвы на физические свойства почвы. После всего лишь трех лет нулевой обработки верхние слои почвы медленно стабилизировались, а значения по твердости стали сравнимы с показателями по фону «залежь» (рис. 11.9).

Рис. 11.9: Твердость черноземов под пастбищем (а) и «нулевой обработкой» (б)

Результаты также показывают положительное влияние на стабильность агрегатов, объемную плотность и гранулометрический состав, но изменения были менее выражены, чем изменения твердости почв, что можно объяснить коротким временем проведения экспериментов. Из-за короткого времени наблюдения, составляющего 4 года, текущие данные не позволяют сделать детальных выводов относительно улучшения физических свойств почвы с помощью адаптированных методов управления почвой в регионе.

Выводы

Естественный природный ход процессов в почвах Алтайского края был нарушен в период целинной кампании середины 1950-х гг. В результате механического воздействия глубокой обработки в первую очередь пострадала структура почв. Изменилась стабильность агрегатов, произошло увеличение содержания песчаных фракций в верхних почвенных горизонтах, что привело к снижению аэрации, водоудерживающей и водоподъемной способности почв. С физической точки зрения самым тяжелым последствием механических нагрузок является разрушение стабильных агрегатов почвы и, как следствие, повышение потенциала эрозионной опасности. Результаты длительных полевых испытаний проекта показывают, что структуру почвы можно стабилизировать за счет снижения интенсивности обработки.

Благодарность

Глава основана на исследованиях, проведенных в рамках российско-германского проекта сотрудничества «Кулунда» (KULUNDA) при финансовой поддержке Федерального министерства образования и научных исследований Германии (BMBF; FKZ 01LL0905D). Мы высоко ценим сотрудничество со всеми немецкими и российскими учреждениями-партнерами. Особую благодарность мы хотели бы выразить всем фермерам Алтайского края, которые оказали нам поддержку, за их гостеприимство.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Алтайского края в рамках научного проекта № 19-45-220011 р_а «Реакция полезащитных лесных полос сухостепной зоны Алтайского края на изменения климата».

Библиографический список

Базилевич Н.И. Почвы каштановой зоны сухой степи // Почвы Алтайского края. М. : Изд-во АН СССР, 1959. С. 31–46.

Базилевич Н.И., Шаврыгин П.И. Почвы черноземной зоны засушливой, умеренно засушливой и колочной степи // Почвы Алтайского края. М. : Изд-во

АН СССР, 1959. С. 46–66.

Беляев В.И., Вольнов В.В. Ресурсосберегающие технологии возделывания зерновых культур в Алтайском крае: монография. Барнаул : Изд-во АГАУ, 2010. 178 с.

Беляев В.И. Рациональные параметры технологии «no-till» и прямого посева при возделывании сельскохозяйственных культур в Алтайском крае // Вестник Алтайской науки. 2015. № 1. С. 7–12.

Почвоведение : учебник : 2 ч. / под ред. В.А. Ковды, Б.Г. Розанова. Ч. 1: Почва и почвообразование / Г.Д. Белицина, В.Д. Васильевская, Л.А. Гришина и др. М. : Высш. шк., 1988. 400 с.

Почвы Алтайского края / АН СССР ; Почв. ин-т им. В.В. Докучаева. М. : Изд-во Акад. наук СССР, 1959. 382 с.

Bischoff N., Mikutta R., Shibistova O., Puzanov A.V., Reichert E., Silanteva M.M., Grebennikova A., Schaarschmidt F., Heinicke S., Guggenberger G. (2016) Land-use change under different climatic conditions: consequences for organic matter and microbial communities in Siberian steppe soils. Agr Ecosyst Environ 235. P. 253–264.

Bulgakov D.S, Rukhovich D.I., Shishkonakova E.A., Vil'chevskaya E.V. (2016) Separation of agroclimatic areas for optimal crop growing within the framework of the natural–Agricultural Zoning of Russia. Eurasian Soil Sci 49(9). P. 1049–1060.

Carter M.R. (1990) Relative measures of soil bulk density to characterize compaction in tillage studies on fine sandy loams. Can J Soil Sci 70(3). P. 425–433.

Dammann S., Meinel T., Beljaev V.I., Frühauf M. (2011) Einfluss verschiedener Bodenbearbeitungsmethoden auf Bodenwasserhaushalt und Pflanzenproduktion in Trockengebieten. Hallesches Jahrbuch für Geowissenschaften. 32(33). P. 33–48.

Dexter A.R. (2004) Soil physical quality: Part I. Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth. Geoderma 120(3–4). P. 201–214.

FAO—Food and Agriculture Organization of the United Nations (2007) Digital soil map of the world. Version: 3.6. 1:5.000.000. ESRI-shp-Format. http://www.fao.org/geonetwork/srv/en/metadata.show?id=14116. Accessed 14 March 2018.

Frühauf M., Meinel T. (2014) Ökosystemkonversion in den temperierten Grasländern Südwestsibiriens: Steuerfaktoren, Etappen und Geoökologische Konsequenzen. Geoöko 35(1–2). P. 5–38.

Grant C.A., Lafond G.P. (1993) The effects of tillage systems and crop sequences on soil bulk density and penetration resistance on a clay soil in southern Saskatchewan. Can J Soil Sci 73(2). P. 223–232.

Grunwald L.C., Belyaev V.I., Hamann M., Illiger P., Stephan E., Bischoff N., Rudev N.V., Kozhanov N.A., Schmidt G., Frühauf M., Meinel T. (2016) Modern cropping systems and technologies for soil conservation in siberian agriculture. In: Mueller L, Sheudshen A.K., Eulenstein F. (eds) Novel methods for monitoring

and managing land and water resources in Siberia. Springer, Cham. P. 681–715.

Hill R.L., Cruse R.M. (1985) Tillage effects on bulk density and soil strength of two Mollisols. Soil Sci Soc Am J 49(5). P. 1270–1273.

Illiger P., Frühauf M., Schmidt G., Meinel T., Belyaev V.I., Silanteva M.M., Kasarjyan M. (2014) Ökosystemkonversion und ihre Folgen Bezüglich der Kohlenstoffsenken-Funktion in der westsibirischen Kulundasteppe. BfN-Skripten 373. P. 300–319.

Kandeler E., Tscherko D., Spiegel H. (1999) Long-term monitoring of microbial biomass, N mineralization and enzyme activities of a Chernozem under different tillage management. Biol Fertil Soils 28(4). P. 343–351.

Kahlon M.S., Lal R., Ann-Varughese M. (2013) Twenty two years of tillage and mulching impacts on soil physical characteristics and carbon sequestration in Central Ohio. Soil Tillage Res 126. P. 151–158.

Lal R. (1993) Tillage effects on soil degradation, soil resilience, soil quality, and sustainability. Soil and Tillage Research 28(1–4). P. 1–8.

McVay K.A., Budde J.A., Fabrizzi K., Mikha M.M., Rice C.W., Schlegel A.J., Peterson D.E., Sweeney D.W., Thompson C. (2005) Management effects on soil physical properties in long-term tillage studies in Kansas. Soil Sci Soc Am J 70(2). P. 434–438.

Meinel, T. (2002). Die geoökologischen Folgewirkungen der Steppenumbrüche in den 50er Jahren in Westsibirien. Ein Beitrag für zukünftige Nutzungskonzepte unter besonderer Berücksichtigung der Winderosion. Dissertation. Halle-Wittenberg: Martin Luther University.

Meyer B.C., Schreiner V., Smolentseva E.N., Smolentsev B.A. (2008) Indicators of desertification in the Kulunda Steppe in the south of Western Siberia. Arch Agron Soil Sci 54. P. 585–603.

Mikheeva I.V. (2010) Changes in the probability distributions of particle size fractions in chestnut soils of the Kulunda Steppe under the effect of natural and anthropogenic factors. Eurasian Soil Sci 43(12). P. 1351–1361.

Schmidt G., Bondarovich A.A., Scherbinin V.V., Ponkina E.V., Harlamova N.F., Matsyura A.V., Stephan E., Illiger P., Rudev N.V., Kozhanov N.A. (2016) Results of operation of the international agricultural–meteorological and soil–hydrological monitoring network in the Kulunda plain (south of Western Siberia, 2013–2015). Acta Biologica Sibirica 2. P. 89–102.

Theisel T. (2013) Entwicklung übertragbarer Kartierungsverfahren zur automatisierten Ableitung von Bodendegrada-tionsprozessen in einem semi-ariden Steppen-Ökosystem. Master's Thesis, Friedrich Schiller University Jena (неопубликовано).

Unger P.W., Jones O.R. (1998) Long-term tillage and cropping systems affect bulk density and penetration resistance of soil cropped to dryland wheat and grain sorghum. Soil Tillage Res 45(1–2). P. 39–57.

Глава 12. Почвенная влага и эвапотранспирация

А.А. Бондарович, В.В. Щербинин, Е.В. Понькина, А.В. Мацюра, А.В. Пузанов, Э. Штефан, Д. Балыкин, Х. Рупп, Р. Майсснер

Аннотация. Оценка различных практик управления земельными ресурсами в соответствии с их воздействием на баланс почвенной влаги и растворенных веществ имеет большое значение для потенциала урожайности и устойчивое развитие Алтайского края (Россия). Представлен анализ результатов, полученных от автоматических метеорологических, почвенно-гидрологических станций и уникальной гравитационной лизиметрической станции, установленных в рамках германо-российского проекта «Кулунда» (2012–2016 гг.), который был поддержан Министерством науки и образования Германии (BMBF) (официальный сайт проекта: http://www.kulunda.eu). Выявлено, что технология без обработки почвы (англ. No-Tillage) постепенно формирует физические почвенные условия, близкие к естественному фону (степь). Впервые на основе сложных лизиметрических измерений для Кулундинской степи представлены количественные расчеты актуальной эвапотранспирации (Eta).

Ключевые слова: эвапотранспирация, гравитационный лизиметр, почвенно-гидрологическая станция, осадки, влажность почвы, температура почвы, метеорологическая станция.

Введение

Сложность экономической деятельности на Кулундинской равнине обусловлена, главным образом, специфическими климатическими и почвенными условиями (Мосиенко, 1972; Фрюауф, 2014; Беляев, 2015; Беляев и др., 2016). Для континентального климата Кулундинской степи характерны длинные, холодные и малоснежные зимы, и короткое, но жаркое и сухое лето (подробнее приведены в таблицах 12.2, 12.3). Годовое количество осадков составляет около 250–450 мм, с апреля по октябрь – около 200 мм.

За последние несколько лет количество осадков за вегетационный период в засушливые годы уменьшалось до 170 мм (Сляднев, 1965; Харламова и др., 2014; Шмидт и др., 2016). Почвы изучаемого района развивались на мезозойских и кайнозойских осадочных породах в соответствующих климатических условиях. Равнина сформирована толщей плейстоценовых и голоценовых отложений мощностью 50–60 метров, которая перекрыта 0.5–10-метровым слоем эоловых отложений. Почвенный покров Кулундинской степи представлен вариантами каштановых почв, южных черноземов, лугово-каштановыми и луговыми почвами, солонцами и солончаками с разной степенью гидроморфизма. Текстура каштановых почв значительно варьируется в результате древнего лимно – и эологенеза территории: песчаные суглинки (15–19% – глина, 11–20% – супесь, 65–70% – песок), для которых характерно относительно высокое содержание гумуса (2–4%) и углерода (5–8%) (Базилевич 1959; Rudaya et al., 2012). Подобный гранулометрический состав обусловил слабую водоудерживающую способность и высокую инфильтрацию. Осадки в регионе являются ограничивающим фактором, поэтому оценка и управление водно-солевым балансом почв имеет большое значение для оценки потенциала урожайности и устойчивого развития. В подобных агроклиматических условиях всегда был актуальным поиск методов минимизации дефицита влаги. В «эпоху мелиорации» в СССР (1970-е гг.) Кулундинскую равнину включили в народно-хозяйственный план по увеличению орошаемых земель за счет поливного земледелия (Мосиенко, 1972). С начала 1990-х гг. экономические условия изменились, дорогостоящая ирригация перестала играть существенную роль в сельском хозяйстве. Были разработаны альтернативные методы повышения эффективности использования почвенной влаги (Дмитриева, Напрасников, 2008). Эффективными приемами для сохранения почвенной влаги являются минимальная обработка или полный отказ от обработки почвы (нулевые технологии), включая сохранение стерни и измельчение растительных остатков (Беляев и др., 2016).

Одним из направлений междисциплинарного проекта «Кулунда» было оценка методов управления почвенными ресурсами в соответствии с их влиянием на баланс почвенной воды и растворенных веществ в Кулундинской степи Алтайского края. Для изучения данной темы была развернута агроклиматическая автоматическая измерительная мониторинговая сеть на территории крестьянского хозяйства «Партнер», село Полуямки Михайловского района Алтайского края (далее стационар «Полуямки»).

Основными аспектами исследования данного стационара явились:

- изучение региональных особенностей климата с помощью метеорологических станций (англ. weather stations – WS);

- сравнение режима влажности почвы между технологией с глубокой осенней обработкой почвы (англ. deep autumn tillage technology – DATT) и современной технологией без обработки почвы (англ. no-tillage – No-Till) с использованием данных почвенно-гидрологических измерительных станций (англ. soil-hydrological measuring stations – SHMS);
- исследование актуальной эвапотранспирации (Eta) на основе измерений лизиметрической станции (англ. Lysimeter stations) под пашней (LYS 1) и естественным степным ценозом (LYS 2).

12.1. Материалы и методы

В сентябре 2012 г. на стационаре «Полуямки» были установлены одна WS и две SHMS (производитель – «Eco-Tech», ФРГ). WS оснащена на стандартной высоте 2 м мультисенсорном WXT 520 (фирма «Vaisala», Финляндия), измеряющим скорость и направление ветра, температуру и влажность воздуха, барометрическое давление, жидкие (летние) осадки, а также пиранометром для измерения солнечной радиации (фирма «Kipp&Zonen», Нидерланды). Наряду с летними дополнительно измерялись зимние осадки при помощи плювиометра, который входит в состав суммарного осадкомера «Хельманна» на стандартной высоте 1 м (см. табл. 12.1). SHMS оснащены TDR-датчиками (принцип временно-частотной рефлектометрии, англ. time-domain reflectometry, сокр. TDR), измеряющими объем почвенной влаги, температуру почвы, капиллярно-сорбционный потенциал (матричный потенциал) почвы и электропроводность, которые установлены на глубине 30, 60 и 120 см и передают данные в автоматическом режиме (см. табл. 12.1). В июне-августе 2013 г. на стационаре была установлена двухсекционная лизиметрическая гравитационная станция, которая состоит из полиэтиленового корпуса (полиэтилен высокой плотности PE-HD) и помещенных в него на высокоточные весы двух стальных цилиндрических емкостей (площадь контактной поверхности – 1 м^2, высота – 2 метра) для отбора, хранения и взвешивания почвенных монолитов (рис. 12.1). Лизиметр разработан и произведен фирмой «Приборы для окружающей среды», нем. сокр. UGT, ФРГ) при участии Центра экологических исследований им. Гельмгольца (нем. сокр. UFZ, ФРГ). Один почвенный монолит, извлечён из пашни (далее LYS 1), а второй отобран на залежи, которая была вспахана однажды в 1950-х гг., но с тех пор покрыта естественной степной растительностью (далее LYS 2) (рис. 12.2) (Balykin et al., 2016).

Таблица 12.1

Технические характеристики и данные о расположении оборудования

Название и координаты WGS (1984)	**Лизиметр**	**Почвенно-гидрологические станции**		**Метеорологическая станция**
	N 52° 03,959’ E 79° 42,786’	**DAAT (SHMS 1) N52 04.180 E79 54.014**	**No-Till (SHMS 2) N52 04.128 E79 54.006**	**N 52° 03,959’ E 79° 42,786’**
Параметры	Масса почвенных монолитов для учета количества разнообразных атмосферных осадков, эвапотранспирации, количество и содержание фильтрационной воды, влажность и температура почв, давление почвенной влаги осмотическое.	Содержание влаги и температура почвы, давление почвенной влаги осмотическое, электропроводность		Летние (жидкие) осадки (мультисенсор), а также эквивалент твердых осадков (плювиометр в осадкомере Хельмана), направление и сила ветра, температура, влажность и давление воздуха, количество солнечной радиации
Типы сенсоров	1. TDR-сенсор: содержание влаги почвы в объемном проценте и температура почвы. 2. Тензиометр: капиллярно-сорбционный потенциал, температура почвы и электропроводность. 3. Сенсор для отбора почвенного раствора. 4. Инфильтрометр 5. Электронные весы для определения массы монолитов(поступающих осадков и испарения)	1. TDR-сенсор: содержание влаги почвы в объемном проценте и температура почвы. 2. Тензиометр: капиллярно-сорбционный потенциал, температура почвы и электропроводность.		1. Мультисенсор WXT-520 «Vaisala»: температура, летние осадки, влажность воздуха, атмосферное давление, сила и направление ветра. 2. Радиометр: солнечная радиация. 3. Пульвиометр в осадкомере Хелльмана: измерение осадков в твердой фазе.
Высота и глубина расположения датчиков см)	-30; -50; -120	-30, -60, -120		+100 (Осадкомер) +200 (Радиометр) +230 (Мультисенсор)

Рис. 12.1 Схема двухсекционной лизиметрической станции гравитационного типа, стационар «Полуямки» (Balykin et al., 2016)

Почвенные монолиты согласно классификации, принятой Продовольственной и сельскохозяйственной организацией (ФАО), идентифицированы как кальциевые черноземы (англ. Calcic Chernozems), по российской классификации это южный чернозем суглинистый среднемощный малогумусный. Первый монолит (LYS 1) включает гумусовый (пахотный) горизонт (Aph) мощностью 25 см, далее горизонт (AC) также мощностью 25 см, ниже которого находится подстилающий материнский горизонт (C), который включает

Рис. 12.2. Стальное кольцо в месте отбора почвенного монолита (LYS 2): естественная разнотравно-ковыльная степь (Stípa penná́ta). Фото: А. Бондарович (июнь, 2013)

Рис. 12.3. Кольцо для разрезания снежной массы. Фото: А. Бондарович (2016)

карбонатные отложения. Участок находился в интенсивном сельскохозяйственном использовании в течение 60 лет. Второй монолит (LYS 2) включает гумусовый горизонт (Ah) мощностью 30 см, далее AC-горизонт мощностью 15 см, и далее материнский C-горизонт, который включает карбонатные отложения (Balykin et al., 2016, p. 392). В оба монолита на глубинах (30–50–120 см) установлено по три сенсора: 1) TDR-датчик измеряет влажность и температуру почвы; 2) тензиометр измеряет капиллярно-сорбционный (матричный) потенциал, который определяет доступность почвенной влаги растениями; 3) сенсор в комплекте с микроэлектронасосом, который отбирает на анализ почвенный раствор (см. табл. 12.1). Этот лизиметр разрабатывался специально для зимних условий Южной Сибири и включает в комплект кольцо для отделения поверхности монолита лизиметра от близлежащей снежной массы (рис. 12.3).

Следует отметить, что две почвенно-гидрологические станции (SHMS 1 и 2) были установлены на пашне, где отбирали почвенный монолит (LYS 1). Двухсекционной лизиметр позволяет проводить сравнительный анализ физико-химических параметров пахотных земель и естественной сухой разнотравно-ковыльной степи. Монолиты постоянно взвешивали в режиме реального времени для фиксации поступающей и испаряющейся влаги, что позволяет рассчитать ETa в мм с помощью следующего уравнения:

$$Eta = P(t) - S(t) - W(t), \quad (1)$$

где P(t) – осадки (мм); S(t) – инфильтрация, (мм); W(t) – изменение количества почвенной влаги (мм), обусловленное изменением массы лизиметр во времени (1 кг≈1л/м^2 =1 мм); t – время измерения параметров (Balykin et al., 2016, p. 391).

12.2. Результаты

12.2.1. Температура и осадки

Измеренные температура воздуха и осадки WS «Полуямки» показали существенную корреляция с метеорологическими данными метеостанций (Росгидромет) в Алтайском крае (Stephan et al., 2014; Майсснер и др., 2016; Шмидт и др., 2016). Устойчивый переход через +5 °C среднесуточной температуры воздуха используется как критерий для выявления начала/конца

вегетационного периода (Friedrich et al., 2009; Kasam et al., 2009; Crabtree, 2010). Самый длинный вегетационный сезон был зарегистрирован в 2014 г. и составил 202 дня (29 марта – 10 октября). В 2015 г. продолжительность вегетационного периода составила 184 дня (11 апреля – 12 октября), в 2016 г. – 187 дня (1 апреля – 4 октября). Анализ данных о вегетационном сезоне за май-сентябрь 2013–2016 гг. показал, что самый теплый период приходился на 2015 г., а самыми влажными были 2014 и 2016 гг. (Беляев и др., 2016; Шмидт и др., 2016). Результаты по измеренным метеопараметрам (среднемесячные данные) за 2015–2016 гг. представлены в таблице 12.2. Данные по осадкам приведены по мультисенсору WXT-520 «Vaisala».

Таблица 12.2

Среднемесячные метеорологические параметры по метеостанции за вегетационные периоды 2015 и 2016 гг.

Период	**Температура воздуха, среднее (°C)**	**Влажность воздуха, среднее (%)**	**Солнечная радиация, среднее (Вт/м^2)**	**Скорость ветра, среднее (м/с)**	**Сумма осадков (мм)**
2015 г.					
Май	15.7	50.5	279.6	3.1	22.4
Июнь	20.9	54.5	299.3	3.2	59.0
Июль	21.4	55.1	246.1	2.8	89.8
Август	19.2	51.9	216.1	2.5	55.4
Сентябрь	11.6	56.9	133.4	2.6	18.0
Среднее (Сумма)	17.8	53.8	234.9	2.8	(244.5)
2016 г.					
Май	13.1	46.2	260.8	2.9	45.7
Июнь	20.3	53.5	271.2	2.5	62.8
Июль	21.6	68.3	227.0	2.1	141.7
Август	18.1	62.1	234.6	2.4	30.2
Сентябрь	15.6	42.9	157.7	2.3	7.5
Среднее (Сумма)	17.7	54.6	230.3	2.4	(287.9)

12.2.2 Влажность почвы

Почвенно-гидрологические станции (SHMS) были установлены в сентябре 2012 г. на пашне для тестирования различных технологий земледелия (основной акцент – почвенная обработка, севооборот и средства защиты растений). В мае 2013 г. для сопоставления с международными результа-

Рис. 12.4. Влажность почвы (%) на глубинах 30–50 и 60–120 см и осадки (мм), данные WS, SHMS 1, 2 и LYS 1, 2. Период наблюдений с 7 мая по 30 сентября 2015 г.

тами исследований, проводимых в Канадских прериях (Lafond et al., 2011) был внедрен новый дизайн полевого опыта для изучения следующих технологий:

а) SHMS 1: технология «DATT». Для обработки почвы на глубину 22–24 см использовался ПГ-3-5, для посева – СЗС 2.1. Севооборот: пшеница (2013) – пар (2014) – пшеница (2015) –пшеница (2016);

б) SHMS 2: технология «No-Till» без осенней обработки почвы. Использовался экспериментальный комплекс прямого посева на базе «Condor 12001» (фирма «Amazone», ФРГ). Севооборот: пшеница (2013) – рапс (2014) – гречиха (2015) – горох (2016). Дополнительные измерения влажности почвы были проведены на лизиметрической станции LYS 1 и LYS 2 на глубинах 30-50-120 см. На пашне LYS 1 был применен следующий севооборот: пшеница (2013)- горох (2014) – пшеница (2015) – пар (2016). Поверхность LYS 2 представляет собой участок нетронутой разнотравно-ковыльной степи с отдельно стоящим Ковылем перистым (лат. Stípa pennáta) (2013–2016 гг.).

Наибольший интерес представляют результаты измерений за период май-сентябрь 2015–2016 гг., который характеризуется наиболее полным набором данных для всех устройств мониторинга, а также окончание «переходного этапа» для системы No-Till. Особенно интересен 2015 г., когда пашня была засеяна яровой пшеницей (SHMS 1 и LYS 1, см. рис. 12.4). Влажность почвы на глу-

бине 30 см для SHMS 1 и LYS 1 в 2015 г. различалась практически в два раза. Так, в июне-июле-августе 2015 г. по LYS 1 зафиксированы значения 22.4–23.4–21.3 %, а по SHMS 1: 11.7–10.2–11.3%. Скорее всего, стенки стальной емкости монолитов лизиметра, препятствуя горизонтальному стоку и повышают влажность в ограниченном пространстве. Изначально была гипотеза, что условия по SHMS 2 должны быть близки LYS 2 и это подтвердили измерения: содержание влаги в почве на 30 см июнь-июль-август по LYS 2 (19.3–18.3–18.2 %) незначительно превышали данные по SHMS 2 (18.0–14.8–12.6%). Предсказуемо, на 30 см по LYS 2 отмечены меньшие значения влажности, чем по LYS 1, что объясняется повышенным водопотреблением плотно сомкнутой степной растительности. Но на глубинах 50 и 120 см мы наблюдали более высокое содержание влаги по LYS 2, что подтверждает гипотезу о накоплении влаги в естественных сухостепных ценозах на глубинах ниже 30 см, которые в период засухи используются растениями, и если мы наблюдаем подобный эффект и по системе No-Till, то можно предположить, что данная технология является более устойчивой к засухе (рис. 12.4).

Рис. 12.5. Влажность почвы (%) на глубинах 30–50 и 60–120 см и осадки (мм), данные WS, SHMS 1, 2 и LYS 1, 2. Период наблюдений с 7 мая по 25 сентября 2016 г.

Результаты измерений влажности почвы, проведенных Lys 1 в 2016 г., интересны тем, что здесь тестировался «механический пар» (рис. 12.5). Мы отметили плавное снижение содержания влаги в почве на всех глубинах. Этот вывод подтверждает целесообразность использования паров для

сохранения водных ресурсов. Однако экономическая эффективность этой стратегии управления не решена до сих пор и требует дальнейших исследований.

Таблица 12.3

Среднемесячная влажность почвы на глубине 30, 60, 120 см в течение вегетационного сезона 2015 и 2016 гг.

Период наблюдений	**Влажность почвы глубина 30 см (%)**		**Влажность почвы глубина 60 см (%)**		**Влажность почвы глубина 120 см (%)**	
	DATT	**No-Till**	**DATT**	**No-Till**	**DATT**	**No-Till**
2015						
Май	-	16.1	-	22.7	-	23.1
Июнь[1)]	11.8	18.0	15.4	21.6	15.4	19.0
Июль[2)]	10.2	15.0	13.8	15.5	13.8	12.9
Август	11.3	12.6	13.0	14.5	13.0	12.5
Сентябрь	14.9	12.4	12.5	14.1	12.5	12.7
Среднее	12.0	14.8	13.7	17.7	13.7	16.0
2016						
Май[3)]	21.4	17.5	21.6	22.6	20.7	23.2
Июнь	-	17.9	-	22.6	-	20.8
Июль[4)]	12.7	17.5	14.5	17.4	16.2	14.3
Август	11.6	16.4	13.6	15.0	16.5	12.4
Сентябрь[5)]	11.2	15.5	13.3	14.8	16.9	11.8
Среднее	15.6	17.0	16.8	18.5	18.2	16.5

Примечание: [1)]Данные за 25–30 июня 2015 г. [2)] Нет данных с 11–15 июля 2015 г. [3)] Данные по DAAT только за 5 мая 2016 г. [4)] Данные по DAAT за 23–31июля 2016 г. [5)] Данные за 1–25 сентября 2016 г.

Анализ режима почвенной влажности SHMS 1 и 2 за 2013–2016 гг. показал, что преимущества «No-Till» проявили себя только на третий год опыта (2015 г.) на глубинах 30 и 60 см в июне-июле, когда делянка была засеяна яровой пшеницей (см. табл. 12.3). В 2016 г. мы наблюдали те же эффекты, когда делянка была засеяна горохом, у которого влагопотребление выше, чем у яровой пшеницы. В целом, измерения на различных глубинах в период вегетационных сезонов 2015–2016 гг. по системе No-Till демонстрирует схожую динамику влажности почвы.

12.2.3. Эвапотранспирация

Первые результаты по апробации методики расчета водного баланса в Кулундинской степи с использованием гравитационного лизиметра были опубликованы в ряде работ (Stephan et al., 2014; Balykin et al., 2016; Meissner

et al., 2016). По техническим причинами, которые характерны для всех автоматических систем измерения, существуют пробелы в данных. В зимние месяцы система, которая должна отсекать снежный слой на монолитах лизиметра от соседнего участка, работала нерегулярно, поэтому не удалось получить непрерывный ряд по зимним осадкам и снегозапасу. Наиболее полные ряды данных были зарегистрированы по вегетационным сезонам 2015–2016 гг. Вследствие неисправности весов одного из монолитов LYS 1 данные с мая по 24 июня 2015 г. ошибочны. В целом, среднемесячные данные для вегетационных периодов 2015–2016 гг. представлены в таблице 12.4. Отмечены существенные различия Eta между LYS 1 и LYS 2. Степная растительность увеличивает потерю влаги за счет более высокой транспирации. Например, в июле и августе 2015 г. разница по Eta между LYS 1 и LYS 2 составила 28%. Существенные различия наблюдались и в течение всего вегетационного периода 2016 г. Интересно сравнить рассчитанные по лизиметру значения Eta с данными, полученными при помощи простых испарителей за 1965–1970 гг., опубликованных в монографии «Кулундинская степь и вопросы ее мелиорации» (1972 г.). Общая величина испарения в конце 1960-х гг. в течение вегетационных сезонов в районе Михайловский содовый завод (примерно на удалении 25 км от лизиметра) составляла 372,6 мм и по месяцам с мая по сентябрь включительно составила 71,3–75,0–77,5–74,4–74,4 мм.

Таблица 12.4

Результаты измерения количества осадков и актуальной эвапотранспирации (Eta) с помощью гравитационного лизиметра

Период	**Количество дней наблюдений**	**Суммарные осадки по лизиметру (мм)**		**Температура почвы на глубине 30 см (°C)**		**Влажность почвы на глубине 30 см (Vol.%)**		**Актуальная эвапотранспирация по лизиметру (мм в месяц)**		**Актуальная эвапотранспирация по лизиметру (мм в день)**	
		Пашня (LYS 1)	Степь (LYS 2)	Пашня (LYS 1)	Степь (LYS 2)	Пашня (LYS 1)	Степь (LYS 2)	Пашня (LYS 1)	Степь (LYS 2)	Пашня (LYS 1)	Степь (LYS 2)
2015											
Май	24[1)]	–	28.8	15.2	13.4	30.9	22.6	–	105.2	–	4.4
Июнь	30	–	47.4	19.5	18.0	23.4	19.3	–	130.3	–	4.3
Июль	31	73.3	86.7	22.1	19.8	22.5	18.4	78.5	117.6	2.5	3.8

Окончание таблицы 12.4

Период	Количество дней наблюдений	Суммарные осадки по лизиметру (мм)		Температура почвы на глубине 30 см (°C)		Влажность почвы на глубине 30 см (Vol.%)		Актуальная эвапотранспирация по лизиметру (мм в месяц)		Актуальная эвапотранспирация по лизиметру (мм в день)	
		Пашня (LYS 1)	Степь (LYS 2)	Пашня (LYS 1)	Степь (LYS 2)	Пашня (LYS 1)	Степь (LYS 2)	Пашня (LYS 1)	Степь (LYS 2)	Пашня (LYS 1)	Степь (LYS 2)
Август	31	50.1	64.3	19.9	18.2	21.3	18.2	66.8	87.2	2.2	2.8
Сентябрь	30	36.6	71.6	14.5	13.1	20.5	17.6	38.2	72.0	1.3	2.4
Среднее (сумма)	(146)	160.1	298.8	18.2	16.5	23.7	19.2	(183.4)	(512.3)	1.3	3.5
2016											
Май	9[2)]	10.2	10.4	13.6	11.2	31.7	31.1	6.6	21.7	0.7	2.4
Июнь	22[3)]	49.4	61.8	20.5	17.7	29.2	20.2	36.4	120.1	1.7	5.5
Июль	31	109.4	129.9	21.8	20.3	30.6	22.5	93.1	135.9	3.0	4.4
Август	31	24.7	37.9	20.1	18.2	30.1	20.8	58.7	116.2	1.9	3.7
Сентябрь	25[4)]	5.4	18.2	18.4	16.1	25.7	18.5	24.1	54.5	1.0	2.2
Среднее (сумма)	(118)	199.1	258.2	18.9	16.7	29.4	22.6	(219.0)	(448.4)	1.9	3.8

Примечание: [1)] Данные за 7 мая – 31 мая 2015 г.; [2)] Данные за 1 мая – сентябрь 2016 г.; [3)] Данные за 8 июня 2016 г.; [4)] Данные за 1 – 25 сентября 2010 г.

Понимаем, что сравнивать данные, полученные различными измерительными инструментами, не совсем корректно, но сделанное нами сравнение подтверждает тенденцию на рост засушливости климата и возрастающее испарение. Это согласуется с другими исследованиями, которые выявили положительную линейную тенденцию в ходе годовой температуры и отрицательную динамику годового количества осадков в степной зоне Алтайского края за период 1966–2011 гг. (Харламова и др., 2014).

12.3. Дискуссия

Наиболее важными дискуссионными вопросами в современной метеорологии являются: а) репрезентативность данных и б) поиск источников возможных ошибок измерения (Hoffmann, et al., 2016). Общая проблема репрезентативности особенно актуальна при измерениях осадков. Существует множество погрешностей, типичных для дождевых осадкомеров, которые иногда фиксируют только 30% от фактического количества осадков, достигающих поверхности земли. Кроме того, мы обнаружили различия в измерениях влажности почвы между LYS 1 и 2, а также между SHMS 1 и 2. Эти различия были вызваны: а) слабой связью на уровне обмена веществом и энергией между монолитами лизиметра, и окружающим ландшафтом и б) различия в технических характеристиках используемых типов датчиков. Рассмотрим ошибки, вызванные техническими особенностями датчиков. SHMS 1 и 2 оснащены датчиками «Hydra-Sonde», которые измеряют влажность почвы (точность ±3%), температуру почвы (точность ±0,1 °C), электропроводность (точность ±5 мС/м). LYS 1 и 2, оснащены датчиками «UMP1», которые измеряют: влажность в почве (точность ±2%), температуру почвы (точность ±0,2 °C) и электропроводность (точность ±1% мС/м). Особенностью датчика UMP1 является возможность интегрировать принципы измерения TDR (англ. Time-domain reflectometry, рефлектометрия во временной области) и FDR (англ. Frequency domain reflectometry, рефлектометрия частотной области), которые позволяют использовать его для различных почвенных условий. Мы полагаем, что технические различия между датчиками достаточно малы и ими можно пренебречь. В целом, следует отметить, достаточно хорошую согласованность между различными измерительными системами. Во время вегетации лизиметр с хорошей точностью отражает ход процессов под естественным степным ценозом. Проблемы возникают с твердыми (зимними) осадками, поскольку система отделения снежной массы монолита от соседнего участка функционирует крайне нестабильно. Кроме того, разница во влажности почвы при измерении лизиметром и почвенно-гидрологическими станциями на разных глубинах требует дальнейшего исследования.

Выводы

Выявлены определенные преимущества No-Till по сравнению с DATT за счет более доступной почвенной влаги на глубине 30–60–120 см. Мы полагаем, что под системой No-Till формируются более благоприятные условия для движения влаги между горизонтами и при иссушении поверхностного слоя происходит подъем влаги с более глубоких горизонтов, что делает эту систему более устойчивой к засухе. Кроме того, мы наблюдали близкую динамику по измерениям лизиметра (степь) и системы No-Till, что наводит на мысль: No-Till постепенно формирует почвенные условия, близкие к природному фону. Впервые получены высокоточные лизиметрические измерения и на их основе количественные расчеты эвапотранспирации в подзоне сухой степи Кулундинской равнины. Необходимы дальнейшие исследования для расширения сети мониторинга и возможной экстраполяции данных для других засушливых степных регионов Сибири, Казахстана, Монголии и Китая.

Благодарности

Статья основана на результатах научно-исследовательской работы, проведенной в области германо-российского проекта сотрудничества «Кулунда». Проект финансировался Федеральным министерством образования и науки Германии (BMBF; FKZ 01LL0905D). Мы хотели бы поблагодарить всех коллег немецких и российских партнерских научных организаций за их сотрудничество и поддержку во время исследования. Особая благодарность руководителям КФХ «Партнер» А.А. Кожанову и С.А. Кожанову за поддержку при установке и обслуживании лизиметрической станции.

Работа выполнена в рамках госзадания Алтайского государственного университета «Тюрко-монгольский мир "Большого Алтая": единство и многообразие в истории и современности» (проект номер – 748715Ф.99.1.ББ97АА00002).

Библиографический список

Базилевич Н.И. Почвы каштановой зоны сухой степи // Почвы Алтайского края. М., 1959. С. 31–46.

Беляев В.И. Рациональные параметры технологии «no-till» и прямого посева при возделывании сельскохозяйственных культур в Алтайском крае // Вестник Алтайской науки. 2015. № 1 (23). С. 7–12.

Беляев В., Грюнвальд Л., Майнель Т., Шмидт Г., Бондарович А.А., Щербинин В.В., Понькина Е.В., Мацюра А.В., Штефан Е., Иллигер П., Кожанов Н.А., Рудев Н.В. Водный режим почвы и урожайность при различных технологиях возделывания в Кулундинской степи Алтайского края // Вестник Днепропетровского университета. Биология, экология. 2016. № 24. С. 531–539.

Гнатовский В.Н. Некоторые пути адаптации земледелия сухостепной зоны Алтайского края к климату и почвам // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2010. № 11(73). С. 5–9.

Дмитриева В.Т., Напрасников А.Т. Век тор эволюции мелиоративного природопользования: от древнего до современного мира // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия: Естественные науки. 2008.–№ 2 (24). С. 6–15.

Кулундинская степь и вопросы ее мелиорации / под ред. П.Я. Полубаринова-Кочина. Новосибирск : Наука, 1972. 508 с.

Майсснер Р., Бондарович А.А., Щербинин В.В., Понькина Е.В., Мацюра А.В., Пузанов А.В., Рупп Х., Шмидт Г., Стефан Е., Иллигер П., Фрюауф М., Харламова Н.Ф., Галахов В.П., Балыкин Д.В., Рудев Н.В. Методика расчета водного баланса для сухой степи юга Западного Сибири по данным международной мониторинговой сети // Биологический бюллетень Мелитопольского государственного педагогического университета им. Богдана Хмельницкого. 2016. №6 (2). С. 223–238.

Мосиенко Н.А. Агрогидрологические основы орошения на примере Западной Сибири, Урала и Северного Казахстана. Л. : Гидрометеоиздат, 1984. 215 с.

Сляднев А.П. Географические основы климатического районирования и опыт их применения на юговостоке Западно-Сибирской равнины // География Западной Сибири. Новосибирск, 1965. С. 3–122.

Фрюауф М. Опыт и последствия североамериканского синдрома “dust bowl-пыльных бурь” для проекта «Кулунда» // Вестник Алтайской науки. 2014. № 4. С. 226–233.

Харламова Н.Ф., Бондарович А.А., Козлова Д.С., Плехова А.В. Изменчивость увлажненности территории лесостепной и степной зон Алтайского края в течение 1982–2013 гг. // География и природопользование Сибири: сборник научных статей, 2014. Вып. 18. С. 206–215.

Шмидт Г., Бондарович А.А., Щербинин В.В., Понкина Е.В., Харламова Н.Ф., Мацюра А.В., Стефан Е., Иллигер П., Рудев Н.В., Кожанов Н.А. Результаты функционирования международной агрометеорологической и почвенно-гидрологической сети мониторинга в пределах Кулундинской равнины на юге Западной Сибири за 2013–2015 гг. // Acta Biologica Sibirica. 2016. №2. С. 89–102.

Balykin D., Puzanov A., Stephan E., Meissner R. (2016). Using the Innovative Lysimeter Technology in the German–Russian Research Project «KULUNDA». In: Mueller, L.; Sheudshen, A.K. & Eulenstein, F. (eds.). Novel Methods for Monitoring and Managing Land and Water Resources Siberia. Cham: Springer International Publishing, P. 387–399.

Crabtree, B. (2010). Search for Sustainability in Dryland Agriculture. Beckenham, WA: Crabtree Agricultural Consulting.

Friedrich T., Kasam A.H. and Shaxon F.T. (2009). Conservation Agriculture. Final Report Agriculture for Developing Countries, Science and Technology Options

Assessment (STOA) Project. Karlsruhe: European Technology Assessment Group.

Hoffmann M., Schwartengräber R., Wessolek G. and Peters A. (2016). Comparison of simple rain gauge measurements with precision lysimeter data. Atmospheric Research 174-175. P. 120–123.

Kassam A.H., Friedrich T., Shaxson F. and Pretty J. (2009). The spread of Conservation Agriculture: justification, sustainability and uptake. International Journal of Agricultural Sustainability 7(4). P. 1-29.

Lafond G. P., Walley F., May W. E. and Holzapfel C. B. (2011) Long term impact of No-Till on soil properties and crop productivity on the Canadian prairies Soil & Tillage Research 117. P. 110–123 DOI: 10.1016/j.still.2011.09.006/

Rudaya N., Nazarova L., Nourgaliev D., Palagushkina O., Papin D. and Frolova L. (2012). Mid–late Holocene environmental history of Kulunda, southern West Siberia: vegetation, climate and humans. Quaternary Science Reviews 48. P. 32–42.

Stephan E., Meissner R., Rupp H., Frühauf M., Schmidt G., Illiger P., Bondarovitsch, A.; Balykin, D.; Scherbinin, V. and Puzanov, A. (2014). Aufbau eines bodenhydrologischen Messnetzes in der sibirischen Kulundasteppe. Wasserwirtschaft 10. P. 15–22.

Глава 13. Интерактивные эффекты землепользования и климата на накопление органического углерода в степных почвах Западной Сибири

Г. Гуггенбергер, Н. Бишофф, О. Шибистова, К. Мюллер,
С. Ролинский, А. Пузанов, А.В. Прищепов,
Ф. Шерхорн, Р. Микутта

Аннотация. Почвы накапливают гораздо больше углерода (У), чем все наземные растения и земная атмосфера вместе взятые, а обмен углерода между почвами и атмосферой в значительной степени влияет на содержание CO_2 в атмосфере. В то время как преобразование естественных экосистем в сельскохозяйственные угодья в прошлом исторически вызывало огромный выброс углерода в атмосферу, оптимизация управления сельскохозяйственными почвами дает возможность восстановить части ранее утерянного почвенного углерода. Однако в этом отношении необходимо учитывать взаимосвязь землепользования и управления почвой с климатическими изменениями. В данной главе проведены оценка землепользования и климатического воздействия на запасы органического углерода (ОУ) в почве на обширных участках степных экосистем Западной Сибири, а также сценарии динамики запасов ОУ в будущем. Сочетание анализа почв по климатическому градиенту от лесостепи к сухой степи и модельного подхода с использованием модели управляемых земель Лунд-Потсдам-Йена (LPJmL) показало, что с момента возделывания почв Кулундинской степи они потеряли около 20–35% своего органического углерода. Удивительно, что это касалось не только фракции свободного органического углерода, но в первую очередь и фракции стабилизированного за счет ассоциации с минералами ОУ. Причем доля потерянного углерода не зависела от климатических условий. Часть этого утраченного органического углерода может быть восстановлена путем отказа от пахотных земель. Однако в силу политических и экономических ограничений это представляется маловероятным. Минимальная или нулевая обработка почвы способны обеспечить возможность увеличе-

ния запасов органического углерода в степных почвах Западной Сибири, но потенциальный эффект может быть ограничен. Модель LPJmL прогнозирует продолжающиеся потери углерода из почвы, вызванные изменением климата, что подтверждает результаты анализа почвы вдоль климатического градиента. Управление запасами SOC должно оцениваться также с точки зрения его влияния на эрозию почвы, дефицит воды и питательных веществ.

Ключевые слова: землепользование, изменение климата, культивирование почвы, модель LPJ, нулевая обработка почвы, пахотные земли, почвенное органическое вещество, почвенные фракции, управление почвами.

Введение

Почвы хранят в себе примерно в три раза больше углерода (У) в виде органического вещества (около 2 200 Пг, или 2 200x1015 г углерода), чем содержится в атмосфере в виде CO_2 (около 750 Пг углерода) (Batjes, 2014). Влияние почвенного углерода на концентрацию CO2 в атмосфере считается наиболее значимым, поскольку почвенный органический углерод (ПОУ) потенциально гораздо более лабилен, чем более крупный резервуар углерода мирового океана (IPCC, 2014). В состоянии равновесия каждая почва может накапливать определенное количество органического вещества в зависимости от абиотических условий, таких как текстура, минералогический состав и климат, а также от биотических условий, таких как растительность и почвенная биота (Gupta, Rao, 1994). Любое изменение этих переменных приводит к изменению поступления углерода в почву с растительной подстилкой и/или к изменению его количества, выделенного из почвы в виде CO_2 или CH_4. Обработка почвы обычно приводит к значительной эмиссии углерода из почвы в атмосферу (Foley et al., 2005). Lal (2004) установил, что изменение землепользования вызвало исторический выброс, равный 136 Пг У в атмосферу, что составляет около половины количества У, выделенного в атмосферу при сжигании ископаемого топлива. Самым существенным вкладом в выбросы углерода является преобразование естественных экосистем в пахотные земли. В регионах с умеренным климатом истощение почвенного углерода в результате изменения землепользования произошло уже в прошлом. Как следствие, установилось новое равновесие притока углерода в почву и его выноса из почвы, однако на более низком уровне, чем в ненарушенных почвах. Это дает возможность восстановления части запасов ПОУ либо путем смены приемов землепользования с целью создания более устойчивой системы, либо путем оптимизации управления почвой (Lal, 2004; Kurganova et al., 2014). При оценке потенциала секвестрации углерода

почвами посредством ведения устойчивого сельского хозяйства необходимо принимать во внимание взаимосвязь землепользования и управления почвами с климатическими изменениями.

В этой главе проведена оценка воздействия землепользования на запасы ПОУ обширных участках степных экосистем Западной Сибири. Подчеркнуты последствия кризиса земледелия в результате распада Советского Союза для запасов углерода, а также оценены возможности совершенствования систем управления землями и почвами, обсуждено влияние различных климатических условий и изменения землепользования на ПОУ, а также приведены сценарии динамики запасов ПОУ в перспективе.

13.1. Воздействие землепользования на запасы органического углерода в почве

Влияние землепользования на запасы ПОУ в целом можно с наибольшей точностью определить с помощью мета-анализа, в котором исследуется относительное воздействие обработки (т.е. изменение землепользования) на различные переменные (т.е. запасы ПОВ). На сегодняшний день одним из наиболее известных мета-анализов влияния изменений в землепользовании на запасы ПОВ является анализ, включивший 537 наблюдений из 74 публикаций (Guo, Clifford, 2002). Согласно рисунку 13.1, переход от пастбищ к посевам оказывает самое сильное воздействие на ПОУ среди всех типов изменения землепользования, поскольку это изменение сокращает запасы ПОУ примерно на 50%. Об аналогичных потерях сообщил Пол с соавторами (1996), собрав данные 34 долгосрочных полевых экспериментов в США, большинство из которых проводились на почвах прерий. Более новый анализ (Poeplau et al., 2011), учитывающий 176 мировых наблюдений перехода от пастбищ к пахотным землям, показал, что прогнозируемая потеря ПОУ составляет 36%. Удивительно, но новое устойчивое равновесие было достигнуто уже через 17 лет после перехода. Два процесса приводят к существенному снижению запасов ПОВ в сельскохозяйственных почвах по сравнению с пастбищными почвами.

Во-первых, поступление органического вещества в луговые почвы гораздо выше, не считая некоторых высокопродуктивных сельскохозяйственных культур, таких как кукуруза (Schulze et al., 2010). На лугах 30–50% от общего количества усвоенного углерода поступает в почву, тогда как на пахотных землях – всего 20–30% (Kuzyakov, Domanski, 2000), и именно корневой детрит вносит значительный вклад в формирование органического вещества почвы (Schmidt et al., 2011). Во-вторых, скорость минерализации органического вещества почвы гораздо выше в пахотных почвах, в первую очередь из-за нарушения почвенных агрегатов, которые, как считается, защищают органическое вещество путем физической окклюзии (Elliott, 1986).

Рис. 13.1. Реакция почвенного углерода на различные изменения в землепользовании, показаны доверительные интервалы 95%, а в скобках указано количество наблюдений (Guo, Gifford, 2002)

Рис. 13.2. Карта Кулундинской степи с местами отбора проб в лесостепи, типичной степи и сухой степи, а также репрезентативная схема ландшафта и почвенный профиль. Схематически показаны градиенты биомассы и засушливости (Bischoff et al., 2016)

До настоящего времени объектами исследований влияния землепользования на степные почвы в основном служили степные почвы Америки. В России большинство исследований было проведено в европейской части, где сообщалось о снижении ПОУ от 27 до > 40 % (Михайлова и др., 2000; Родионов и др., 1998). Для Кулундинской степи в Западной Сибири Бишофф с соавторами (2016) оценил влияние на запасы ПОУ перевода естественных экосистем в агроценозы на 21 экспериментальном участке девяти пробных площадей в лесостепи, типичной степи и сухой степи (рис. 13.2). Почвы в ле-

Рис. 13.3. Запасы органического углерода (ОУ) в почве (кг м-2) в Кулундинском регионе в среднем за период 1985–1995 гг. по данным модели управляемых земель (LPJmL) Лунд-Потсдам-Йена (Bondeau et al., 2007). Моделирование проводилось со стандартными входными данными с пространственным разрешением 30x30 угловых минут и сравнивалось с измеренными данными (точками). Черная линия показывает границу с Казахстаном

состепи и типичной степи были представлены в основном черноземами, в то время как в сухой степи преобладали каштаноземы. Также на территории исследования были выявлены засоленные почвы (солонцы, солончаки).

Запасы ПОУ по глубине до 60 см варьировали от 10 до 250 мг га$^{-1}$ (10-25 кг м$^{-2}$) и в целом уменьшались от лесостепи к типичной степи и сухой степи (Bischoff et al., 2016). Преобразование лугов в пахотные земли снизило запасы ПОУ примерно на 20–35 %. Сравнение разновозрастных участков лесостепи показало, что большая часть органического углерода была потеряна в течение первых пяти лет после распашки, что подтверждает результаты, опубликованные ранее (Poeplau et al., 2011) и подчеркивает быструю реакцию органического вещества почвы на изменение землепользования при деградации экосистемы. Мюллер, Ролински, Прищепов и Ширхорн (неопубликованное) применили модель «Lund-Potsdam-Jena managed Land» (LPJmL), которая учитывает процессы фотосинтетической активности и роста растений в зависимости от климатических переменных, концентрации CO_2 в атмосфере и параметров почвы с разрешением 30x30 угловых минут, для моделирования запасов ПОУ в Кулундинской степи (Bondeau et al., 2007, Rolinski et al., 2018). Смоделированные данные довольно хорошо согласуются с измеренными (рис. 13.3), несмотря на некоторые неопределенности, касающиеся истории землепользования и типа почвы. В целом, уменьшение запасов ПОУ с северо-востока на юго-запад очень хорошо отражает градиент засушливости, показанный на рисунке 13.2. Кумулятивный анализ данных моделирования для всего Кулундинского региона показывает, что около 3,3 Пг органического углерода было накоплено почвами в досельскохозяйственный период и оставалось относительно постоянным до начала крупномасштабного перевода пастбищ в пахотные земли, целинной кампанией, в народе называемой Целина, которая длилась с 1954 по 1963 г. Модель LPJmL показала постоянное снижение запасов ПОУ, последовавших после целины независимо от сценариев, используемых в модели.

Рис. 13.4. Отношение между агрегатной стабильностью (ΔMWD – по оси абсцисс) и почвенным органическим углеродом (ПОУ – по оси ординат) (%) для верхнего слоя почвы в трех различных типах степи (левая панель – лесостепь, средняя – типичная степь, правая панель – сухая степь). Сплошная линия соответствует линии тренда на всех участках в пределах степи (Bischoff et al., 2016)

Рис. 13.5. Коробчатая диаграмма процентного содержания органического углерода (ОУ) в почве, минерализованного в течение 401 дня инкубации для восьми участков в пределах двух типов степи и трех фракций почвы, неповрежденных макроагрегатов и раздробленных макроагрегатов. Левая панель – лесостепь, правая – типичная степь. По оси абсцисс расположены различные виды землепользования (Extensive pasture – экстенсивное пастбище, Forage crop – кормовые культуры, Fallow 30 year (pasture) – залежь 30 лет (пастбище), Arable – пахотные земли различного возраста (1, 3, 5, 10 и 30 лет). На оси ординат – процент минерализованного ОУ от общего количества ОУ. Различные прописные буквы указывают на значительные различия ($p < 0,05$) между фракциями в пределах участков (Bischoff et al., 2017)

Интересно, что в почвах Кулундинской степи потери органического углерода, вызванные переводом лугов в пахотные земли, произошли не только в вспаханном верхнем слое почвы, но и на глубине почвы до 60 см (Bischoff et al., 2016). Ранее также были отмечены аналогичные изменения запасов ОУ на глубине почвы <30 см и 30-60 см после перехода землепользования от леса к пахотным землям (Guo, Gifford, 2002). Только на глубине почвы >60 см запасы ПОУ не были затронуты. Это наблюдение скорее противоречит мнению, что вспашка в основном ответственна за истощение ПОУ в сельскохозяйственных почвах, так как это означало бы, что потери органического углерода гораздо более выражены во вспаханном слое почвы.

Действительно, агрегатная устойчивость была меньше в пахотных почвах, чем в луговых, и уменьшалась с ростом интенсивности обработки (рис. 13.4). Кроме того, наблюдалась тесная связь содержания органического углерода с устойчивостью агрегатов. Эта статистически значимая взаимосвязь позволила сделать предварительный вывод о том, что в пастбищных почвах ПОУ лучше защищен от микробного разложения за счет большей стабильности почвенных агрегатов по сравнению с пахотными почвами (см. также, например, (Six et al., 2002)). Однако сравнение скорости минерализации неповрежденных почвенных макроагрегатов (250–2000 мкм) и измельченных почвенных макроагрегатов (<250 мкм), имитирующих последствия распашки на разложение органического вещества почвы, не выявило различий (рис. 13.5). Органический углерод, защищенный макроагрегатами, практически отсутствовал в почвах Кулундинской степи и вносил лишь незначительный вклад в минерализацию ПОУ в течение 401 дня инкубации (Bischoff et al., 2017). Эти результаты позволяют предположить, что вызванное обработкой почвы разрушение макроагрегатов и последующее высвобождение органического вещества не является ключевым фактором, определяющим потери ПОУ в результате преобразования луговых почв в пахотные. Это противоречит выводам, сделанным при исследованиях почв прерий североамериканских Великих равнин, о выраженной защитной способности макроагрегатов и значительным потерям ПОУ в результате пахотного использования земель (Cambardella, Elliott, 1993, 1994). Бишофф и соавторы (2017) объясняют это несоответствие очень малой долей свободного органического углерода (<10 %) в почвах Сибири, что может быть результатом незначительного поступления органического вещества с растительными остатками и корневым детритом (Gulde et al., 2008, Brown et al., 2014) или более влажного, чем на североамериканских Великих равнинах, климата, способствующего образованию органо-минеральных комплексов.

Незначительный вклад свободной фракции органического углерода в общий пул ПОУ вызывает также дополнительный эффект: около 80–90 % потерянного органического углерода в результате изменения землепользо-

вания было связано с минералами. В свою очередь это означает, что в почвах Кулунды значительная часть органического вещества, связанного с минералами, весьма уязвима и, возможно, является частью лабильного пула органического вещества почвы (Bischoff et al., 2016, 2017). Это наблюдение опровергает мнение о повышении стабилизации органического углерода путем образования минерально-органических ассоциаций (Kleber et al., 2015). Таким образом, минерально-ассоциированное органическое вещество представляет собой континуум с различной степенью устойчивости к биодеградации, обусловленной существованием минерально-органических связей, от довольно слабых (например, водородные связи или катионные мостики) до сильных (например, внутрисферное комплексообразование), в зависимости от реакционной способности органического вещества и минералов (Kaiser, Guggenberger, 2003, Mikutta et al., 2007).

13.2. Восстановление органического углерода в почве после кризиса фермерских хозяйств путем совершенствования методов управления почвой

Как упоминалось выше, долгосрочное ведение сельского хозяйства приводит к истощению запасов ПОУ. Тем не менее существует возможность восстановления запасов почвенного углерода (Paustian et al., 2016) либо путем перевода пахотных земель в пастбища или леса (Laganière et al., 2010), либо с помощью методов, увеличивающих поступление органического углерода (Burney et al., 2010) и/или снижающих минерализацию органического вещества путем консервативной обработки почвы (Ogle et al., 2005). Например, Шульце с соавторами (2010) сообщили, что усовершенствованное управление сельским хозяйством способствует тому, что европейские экосистемы представляют собой сток углерода, составляющий 114 Тг, или 1012 г в год. Однако, учитывая выбросы всех парниковых газов, почвы являются источником примерно 26 Тг CO_2-C-эквивалента.

Рис. 13.6. Средние темпы накопления углерода (± стандартная погрешность) в пяти основных группах почвы в течение первых 20 лет после прекращения возделывания (1990–2009 гг.). Доверительный интервал отражает существенные различия ($P < 0,05$) между группами почвы. Пятью основными группами почвы, согласно Таргуляну и Герасимовой (2007): Альб, Albeluvisols, Люв, Luvisols, Черн, Chernozems, Каст, Kastanozems (Kurganova et al., 2014)

После распада советской системы коллективного земледелия в начале 1990-х гг. около 25 млн га пахотных земель были заброшены в степях Западной Сибири и Казахстана (Kamp et al., 2015). В мета-анализе Курганова и соавторов (2014) рассчитали среднюю скорость накопления углерода заброшенными российскими почвами на глубине 0–20 см, как 0,96 Мг или 106 г углерода га-1 в год, причем данные сильно варьировали между -0,23 и 3,70 мг углерода га$^{-1}$ в год. Частично эти различия были обусловлены разными типами почв. Наименьшие темпы накопления углерода были обнаружены для сероземов (Albeluvisols), преобладающих в европейской части России, в то время как наибольшие темпы отмечены для черноземов (рис. 13.6), которые составляют почти 70% заброшенных земель в Западной Сибири (Kurganova et al., 2014). По результатам другого мета-анализа (Kämpf et al., 2016) среднегодовая скорость накопления органического углерода в сельскохозяйственных почвах умеренной зоны после прекращения использования под пашню составляла 0,72 Мг У га$^{-1}$ в год, что на 18% превышало эти показатели по сравнению с пахотными землями. Пропорциональное увеличение ПОУ было самым высоким в субгумидном и полуаридном климате (рис. 13.7), идентичном климату западносибирской степи.

Согласно результатам Кургановой с соавторами (Kurganova et al., 2014) и Кэмпфа с соавторами (2016), потенциал сельскохозяйственных почв Западной Сибири особенно высок. В настоящее время дополнительный ПОУ, накопленный на бывших пахотных землях, составляет около 10% современных выбросов ископаемого топлива в России в год (Kurganova et al., 2014). Однако существует мнение, что виды землепользования, стимулирующие секвестрацию ПОУ, приводят почвы в равновесное состояние только по прошествии многих десятилетий, т.е. в настоящее время увеличение ОУ в почвах не может быть ожидаемо (Poeplau et al., 2011). Более того, и это самое

Рис. 13.7. Влияние a) возраста (от 0-4 до > 16 лет), b) климата (глобальный индекс аридности), c) начального запаса ПОУ (т га$^{-1}$) на секвестрацию углерода на залежах умеренной экозоны по сравнению с бывшим пахотным землепользованием. Средние значения и 95% доверительные интервалы для величины эффекта (отношение откликов) (слева) и процентного изменения (справа), размер выборки в скобках (Kämpf et al., 2016)

главное, переустройство землепользования противоречит целям сельскохозяйственного производства и продовольственной безопасности во всем мире и особенно в России после 2014 г. (Wegren, 2013). Кроме того, в настоящее время не в полной мере используемый сельскохозяйственный потенциал региона все чаще попадает в поле зрения национальных правительств и инвесторов (Svinnen et al., 2017, Saraykin et al., 2017). Есть сведения о том, что земли, которые были зарезервированы после распада Советского Союза, все больше рекультивируются, особенно на юге России, в Западной Сибири и на севере Казахстана (Kraemer et al., 2015, Meyfroidt et al., 2016). Это может привести к повторному выбросу углерода в атмосферу, который недавно был аккумулирован в почве в виде органического вещества. Поэтому мы считаем, что увеличение площадей залежей в западносибирской степи не является подходящим вариантом для увеличения запасов ПОУ.

Альтернативой повышению запасов органического углерода в почве является создание более устойчивого и способствующего секвестрации углерода управления земельными ресурсами. Для увеличения поступления органического углерода существует ряд вариантов (обобщены в: (Paustian et al., 2016)). Однако большинство из них не подходит для степного климата Западной Сибири. Было показано, что покровные культуры могут связывать органический углерод за счет большого количества растительных остатков (Poeplau, Don, 2015). Но в Западной Сибири это невозможно из-за недостатка влаги в почве и короткого периода вегетации. Также стратегии по увеличению корневой массы для депонирования углерода в более глубокие слои почвы (Kell, 2012) не работают в этом сухом климате, так как это будет происходить в ущерб производству надземной биомассы, включая зерно. Для ряда почв Северной Америки было показано, что менее интенсивная обработка почвы, особенно нулевая, приводит к увеличению накопления ПОУ (Paul et al., 1996). Однако недавно это представление было оспорено Паулсоном и соавторами (2014), которые подчеркнули, что увеличение содержания/накопления органического углерода в поверхностном слое почвы компенсируется потерями углерода в более глубоких горизонтах почвы. Напротив, Кэмпф с соавторами (2016) выявили на 3 и 14% большие запасы ПОУ в почвах умеренного пояса при минимальной и нулевой обработке, соответственно, по сравнению с традиционно обработанными аналогами. В почвах Кулундинской степи Бишофф и соавторы (2016) выявили несколько большие запасы органического углерода наряду с более высокой агрегатной устойчивостью при снижении интенсивности обработки (рис. 13.4), однако результаты достоверно не различаются. Подводя итог, можно сказать, что минимальная или нулевая обработка почвы может обеспечить возможность увеличения запасов органического углерода в степных почвах Западной Сибири. Но его количество может быть ограничено. Это требует проведения

долгосрочных экспериментов в степной полосе Западной Сибири для изучения влияния различных систем обработки почвы на накопление ПОУ наряду с другими параметрами почвы.

13.3. Взаимодействие изменения землепользования и различных климатических условий и его влияние на органический углерод почвы

Землепользование и изменения в землепользовании по-прежнему считаются наиболее важным фактором потери биоразнообразия и экосистемных свойств, таких как секвестрация углерода в почве (Sala et al., 2000). Однако, согласно прогнозам, изменение климата станет вторым по значимости фактором (Elmhagen et al., 2015). Поскольку изменение климата напрямую влияет на тип землепользования, необходимо лучше понять взаимодействие обоих факторов на экосистемы, включая их способность аккумулировать ПОУ (Foley et al., 2011). Однако о последствиях изменения землепользования в различных климатических условиях известно немного. На глобальном уровне Го и Гиффорд (2002) сообщили, что после перехода от пастбищ к пахотным землям большая часть ПОУ теряется при среднегодовом количестве осадков 400–500 мм (около 75 %). При среднегодовом количестве осадков >500 мм потери ПОУ составили около 50 %, а при среднегодовом количестве осадков 300–400 мм почвы потеряли около 54 % своего органического углерода. В отличие от этого, Поелау с соавторами (2011) определили, что не среднегодовое количество осадков, а температура положительно коррелирует с относительной потерей ПОУ в результате изменения землепользования. Но ни для одного из статистических наблюдений не дано объяснения.

Сравнительные исследования влияния изменения землепользования на запасы ПОУ при различных климатических условиях в Кулундинской степи показали, что пропорциональное изменение запасов органического углерода было сходно для лесостепи и сухой степи, в то время как типичная степь имела тенденцию к большим пропорциональным потерям ПОУ, хотя данные статистически не различались (Bischoff et al., 2016, рис. 8). Это указывает на то, что пропорциональное снижение запасов органического углерода не зависит от климата. Однако уменьшение запасов ПОУ от лесостепи к типичной степи и сухой степи необходимо учитывать при изучении взаимодействия между изменениями в землепользовании и изменением климата. Таким образом, прогнозируемый более сухой климат в полузасушливых степях Западной Сибири, вероятно, приведет к выраженной потере органического углерода как в луговых, так и в пахотных почвах из-за уменьшения поступления биомассы в более сухих условиях (Bischoff et al., 2016).

В Кулундинской степи высока доля засоленных почв, таких как солончаки и солонцы, в основном в местах близкого залегания грунтовых вод. Удивительно, но исследование топосеквенции показало более высокие запасы органического углерода в несодовых и содовых солончаках, чем в соседних каштаноземах (Bischoff et al., 2018). Рост растений, измеряемый по надземной биомассе, очевидно, не снижался при высоких уровнях засоления из-за сопутствующего более высокого содержания воды в почве, что, предположительно, привело к поступлению количества органического вещества в почвы, подверженные засолению, аналогичного каштаноземам. Кроме того, высокое содержание соли привело к флокуляции почвенных компонентов и, таким образом, к образованию стабильных минерально-органических ассоциаций. Таким образом, солонцеватые почвы вносят значительный вклад в накопление ПОУ в полузасушливых почвах Кулундинской степи (Bischoff et al., 2018), и в данном направлении требуются дополнительные исследования.

Рис. 13.8. Запасы органического углерода (ПОУ) в почве (по оси ординат – Мг га$^{-1}$) в зависимости от типа землепользования (серые символы – пахотные земли, белые – луга) для 0–10 см, 0–25 см и 0–60 см в различных типах степей (по оси абсцисс слева направо: лесостепь, типичная степь и сухая степь). Значения приведены как среднее арифметическое ± стандартная ошибка среднего. Точки показывают отдельные измерения, а прописные буквы указывают на значительные различия между типами землепользования, протестированные в пределах типа степи и приращения глубины (p-value, 0 < *** < 0,001 < ** < 0,01 < * < 0,05). Цифры указывают на относительное снижение запасов ПОУ в результате преобразования пастбищ в пахотные земли (Bischoff et al., 2016)

13.4. Перспективы на будущее

Для анализа и прогноза запасов углерода в растительности и почве Кулундинской степи и связанных с этим потоков углерода Мюллер, Ролински, Прищепов и Ширхорн (неопубликованное) использовали гидрологическую и растительную модель LPJmL на основе реконструированного землепользования с местными официальными статистическими данными о производительности сельского хозяйства, вводимых ресурсах и посевных культурах и оценками дистанционного зондирования последних изменений в землепользовании. Расчет чистого экосистемного обмена (ЧЭО/NEE) Кулундинской степи выявил потери органического углерода на протяжении всего исследуемого периода с 1925 по 2055 г. (рис. 13.9). Отрицательный NEE до проведения кампании освоения целинных и залежных земель был обусловлен начавшимся уже в XIX в., но в меньших масштабах, преобразованием лугов в пахотные земли. Общие потери органического углерода из биосферы в атмосферу во время кампании с 1954 по 1963 г. оценивались в 110 Тг, или 1012 г С. В период с 1990 по 2005 г. NEE был почти сбалансирован, что отражает прирост органического углерода в заброшенных почвах, тем самым уравновешивая продолжающиеся потери из почв, используемых под пашню. Однако в будущем, вплоть до середины XXI в., эта ситуация изменится. Прогнозируемая растущая рекультивация ныне заброшенных земель вместе с обусловленным изменением климата сокращением поступления органического вещества, скорее всего, приведет к отрицательным значениям NEE, минерализации и высвобождению ПОУ. Например, в период с 2040 по 2055 г. модель предсказывает потери органического углерода из Кулундинской степи, примерно равные 48 Тг.

Рис. 13.9. Аккумулированные потоки углерода в виде чистого экосистемного обмена (NEE, в Тг ОУ за период) в Кулундинской степи за четыре периода: 1 – 1925–1940, 2 – 1950-1965, 3 – 19990–2005, 4 – 2040-2055

Полученные с помощью модели изменения в NEE также были использованы для оценки запасов органического углерода в растительности и почве в Кулундинском регионе с 1900 по 2100 г. (рис. 13.10). Согласно модельным расчетам при различных метеорологических факторах, запасы ОУ в растительности Кулундинского региона составляли 140 Тг в начале XX в., в то время как в почвах содержание было более чем в 10 раз выше (около 2,1 Пг, или 10^{15} г ОУ). Было показано резкое снижение содержания органического углерода в растительности в период кампании по освоению целины из-

за распашки больших площадей пастбищ и вырубки лесов. Эти изменения в землепользовании также негативно повлияли на запасы ПОУ, начиная примерно с 1950 г. Текущее незначительное увеличение запасов органического углерода растительности можно объяснить ростом продуктивности за счет улучшения систем управления и увеличения концентрации CO_2 в атмосфере. Однако модель предсказывает резкое снижение содержание органического углерода в растительности во второй половине XXI в., которое будет максимальным для сценария A2 с самым сильным повышением температуры. ПОУ также будет снижаться с возрастающей скоростью для всех протестированных сценариев, что подтверждает результаты пространственно-временного подхода (Bischoff et al., 2016).

Рис. 13.10. Результаты моделирования запасов органического углерода в почве (верхняя панель) и растительности (нижняя панель) (Пг ОУ) в Кулундинском регионе с 1900 по 2100 г. для сценариев GLUES A1, A2 и B1 для различных климатических моделей

Как было показано ранее, смоделированное пространственное распределение запасов ПОУ показывает довольно неоднородную картину, с уменьшением запасов с северо-востока на юго-запад, следуя климатическому градиенту (рис. 13.11). Юго-восточный угол принадлежит уже не степному биому, а Алтайским горам с их более влажным и холодным климатом и лесными почвами. В почвах лесостепи и типичной степи наибольшие темпы потерь имели место в прошлом и, по прогнозам, будут иметь место в будущем. Это связано с комбинированным эффектом продолжения пахотного землепользования и рекультивации заброшенных земель, а также с изменением климата. В юго-западной части, представляющей сухую степь, возможный отказ от пахотных полей из-за более сухого климата приведет к накоплению органического углерода также в течение следующего десятилетия.

Рис. 13.11. Результаты моделирования усредненных запасов органического углерода почвы (ПОУ) (кг ОУ м$^{-2}$) для четырех периодов (верхние карты), а также различия по сравнению с периодом 1925–1940 гг. (нижние карты). Черная линия показывает границу с Казахстаном

Выводы (Органическое вещество почвы и не только)

Экспериментальные данные, а также моделирование показывают, что потенциал поглощения органического углерода в почвах западносибирской степи, а именно Кулундинской степи, ограничен. Нет четких доказательств того, что минимальная или нулевая обработка почвы приводит к увеличению накопления ПОУ. Однако подкрепляющая база данных все еще недостаточна. Тем не менее, даже если принять во внимание небольшой потенциальный прирост органического углерода в результате более консервативной системы обработки почвы, преобладающее влияние меняющегося климата с более высокой температурой и растущим дефицитом воды, вероятно,

уменьшит накопление органического углерода в почве на больших территориях Кулундинской степи. Это не должно привести к выводу, что инвестиции в разработку и внедрение почвосберегающих сельскохозяйственных технологий не являются необходимыми. Однако мы не должны сводить дебаты об изменении климата и землепользования в сельскохозяйственном использовании этих степных почв исключительно к управлению изменениями запасов органического углерода. Другие факторы, вероятно, более важны и заслуживают большего внимания.

Возможно, существуют три основных препятствия для эффективного использования пахотных земель в степных почвах Западной Сибири, а именно: эрозия почвы, дефицит воды и истощение питательных веществ.

1. Эрозия почвы. Мы не смогли выявить значительной стабилизации ПОУ в макроагрегатах, но смогли показать линейную зависимость между содержанием ПОУ и агрегатной устойчивостью поверхностного слоя почвы, которая следует в порядке луговая почва > минимальная/нулевая обработка > обычная обработка. Следовательно, даже если нет значительного увеличения общего запаса ПОУ при минимальной или нулевой обработке почвы, вероятный более высокий запас органического углерода в первых нескольких сантиметрах почвы приводит к большему средневзвешенному диаметру почвенных агрегатов и более высокой агрегатной устойчивости, тем самым уменьшая эрозию почвы и обеспечивая благоприятное распределение размеров пор для роста корней.

2. Дефицит воды. Поскольку обеспечение растений водой имеет огромное значение для роста растений в степи, особенно в условиях сухой степи, климатически оптимизированное землепользование должно быть направлено на увеличение относительного поглощения воды культурами (т.е. увеличение транспирационных потерь воды за счет потерь воды на испарение). Условия влажности почвы более благоприятны для роста растений при минимальной и нулевой обработке почвы, чем при обычной обработке.

3. Истощение питательных веществ. Из-за финансовых трудностей после распада Советского Союза большие площади пахотных земель в Кулундинской степи не получали удобрений или получали их в недостаточной степени. Это привело к снижению содержания питательных веществ, необходимых для роста растений, что особенно серьезной в отношении азота и калия. В то время как азот имеет огромное значение для формирования биомассы, хорошее обеспечение калием помогает повысить эффективность использования воды растениями. Азот в почвах, вероятно, истощен из-за потери органического вещества, в то время как дефицит калия может быть особенно актуальным в почвах с нейтральным pH и низкой скоростью выветривания силикатов. Кроме того, в почвах с высоким pH также может возникнуть дефицит микроэлементов.

Для преодоления этих трех препятствий необходимо создание инновационной сельскохозяйственной техники для реализации климатически адаптированных концепций обработки почвы и разработки оптимизированного режима внесения удобрений. Поскольку в последние годы сельское хозяйство все больше попадает в центр внимания лиц, принимающих решения в Российской Федерации, шансы на реализацию таких концепций выше, чем в прошлом. Инвестиции в новые технологии, обеспечивающие минимальную или нулевую обработку почвы, наряду с оптимизированным внесением удобрений, увеличат производство биомассы, а вместе с ней и поступление органического вещества в почву. Аналогичным образом повысится стабильность агрегатов в результате меньшего нарушения почвы и увеличения запасов органического вещества, одновременно улучшится водный баланс почвы. Таким образом, интенсификация сельского хозяйства (не путать с интенсификацией обработки почвы) приведет к снижению эрозии почвы, повышению ее устойчивости, а вместе с этим и к повышению вероятности получения стабильных и высоких урожаев.

Благодарности

Глава основана на результатах исследовательской работы, выполненной в рамках германо-российского проекта KULUNDA. Проект финансируется Федеральным министерством образования и научных исследований Германии (BMBF, FKZ 01LL0905I). Мы хотели бы поблагодарить всех коллег из российских и немецких учреждений-партнеров за сотрудничество и поддержку в ходе исследований.

Библиографический список

Batjes N.H. (2014). Total carbon and nitrogen in the soils of the world. European Journal of Soil Science 65. P. 4–21.

Bischoff N., Mikutta R., Shibistova O., Dohrmann R., Herdtle D., Gerhard L., Fritzsche F., Puzanov A., Silanteva M., Grebennikova A. and Guggenberger G. (2018). Organic matter dynamics along a salinity gradient in Siberian steppe soils. Biogeosciences 15. P. 13–29.

Bischoff N., Mikutta R., Shibistova O., Puzanov A., Reicher, E., Silanteva M., Grebennikova A., Schaarschmid, F., Heinicke S. and Guggenberger G. (2016). Land-use change under different climatic conditions: Consequences for organic matter and microbial communities in Siberian steppe soils. Agriculture, Ecosystems & Environment 235. P. 253–264.

Bischoff N., Mikutta R., Shibistova O., Puzanov A., Silantev, M., Grebennikova A., Fuss R. and Guggenberger G. (2017). Limited protection of macro-aggregate-occluded organic carbon in Siberian steppe soils. Biogeosciences 14. P. 2627–2640.

Bondeau A., Smith P.C., Zaehle S., Schaphoff S., Lucht W., Cramer W., Gerten D.,

Lotze-Campen H., Müller C., Reichstein M. and Smith B. (2007). Modelling the role of agriculture for the 20th century global terrestrial carbon balance. Global Change Biology 13. P. 679–706.

Brown K.H., Bach E.M., Drijber R.A., Hofmockel K.S., Jeske E.S., Sawyer J.E. and Castellano M.J. (2014). A long-term nitrogen fertilizer gradient has little effect on soil organic matter in a high-intensity maize production system. Global Change Biology 20. P. 1339–1350.

Burney J.A., Davis S.J. and Lobell D.B. (2010). Greenhouse gas mitigation by agricultural intensification. Proceedings of the National Academy of Sciences USA 107. P. 12052–12057.

Cambardella C.A. and Elliott E.T. (1993). Carbon and nitrogen distribution in aggregates from cultivated and native grassland soils. Soil Science Society of America Journal 57. P. 1071–1076.

Cambardella C.A. and Elliott E.T. (1994). Carbon and nitrogen dynamics of soil organic matter fractions from cultivated grassland soils. Soil Science Society of America Journal 58. P. 123–130.

Castellano M.J., Mueller K.E., Olk D.C., Sawyer J.E. and Six J. (2015). Integrating plant litter quality, soil organic matter stabilization and the carbon saturation concept. Global Change Biology 21. P. 3200–3209.

Elliott E.T. (1986). Aggregate structure and carbon, nitrogen, phosphorus in native and cultivated soils. Soil Science Society of America Journal 50. P. 627–633.

Elmhagen B., Eriksson O. and Lindborg R. (2015). Implications for climate and land-use change for landscape processes, biodiversity, ecosystem services, and governance. AMBIO 44(Suppl 1). P. 1–5.

Foley J.A., DeFries R., Asne G.P., Barford C., Bonan G., Carpenter S.R., Chapin F.S., Coe M.T., Daily G.C., Gibbs H.K., Helkowski J.H., Holloway T., Howard E.A., Kucharik C.J., Monfreda C., Patz J.A., Prentice I.C., Ramankutty N. and SnyderP.K. (2005). Global consequences of land use. Science 309. P. 570–574.

Foley J.A., Ramankutty N., Brauman K.A., Cassidy E.S., Gerber J.S., Johnston M., Mueller N.D., O'Connell C., Ray D.K., West P.C., Balzer C., Bennett E.M., Carpenter S.R., Hill J., Monfreda C., Polasky S., Rockström J., Sheehan J., Siebert S., Tilman D. and Zaks D.P.M. (2011). Solutions for a cultivated planet. Nature 478. P. 337–342.

Guo L.B., Gifford R.M. (2002). Soil carbon stocks and land use change: a meta analysis. Global Change Biology 8. P. 345–360.

Gulde S., Chung H., Amelung W., Chang C. and Six J. (2008). Soil carbon saturation controls labile and stable carbon pool dynamics. Soil Science Society of America Journal 72. P. 605–612.

Gupta R.K., Rao D.L.N. (1994). Potential of wastelands for sequestration carbon by reforestation. Current Science 66. P. 378–380.

IPCC (2014). Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel

on Climate Change [Core Writing Team, RK Pachauri and LA Meyer (eds.)]. Geneva: IPCC. Kaiser K. and Guggenberger G. (2003). Mineral surfaces and soil organic matter. European Journal of Soil Science 54. P. 219–236.

Kamp J., Urazaliev R., Balmford A., Donald P.F., Green R.E., Lamb A. and Phalan B. (2015). Agricultural development and the conservation of avian biodiversity on the Eurasian steppes: a comparison of land-sparing and land-sharing approaches. Journal of Applied Ecology 52. P. 1578–1587.

Kämpf I., Hölzel N., Stöffle M., Broll G. and Kiehl K. (2016). Potential of temperate agricultural soils for carbon sequestration: A meta-analysis of land-use effects. Science of the Total Environment 566-567. P. 428–435.

Kell D. (2012). Large-scale sequestration of atmospheric carbon via plant roots in natural and agricultural ecosystems: why and how. Philosophical Transactions of the Royal Society B 367. P. 1589–1597.

Kleber M., Eusterhues K., Keiluweit M., Mikutta C., Mikutta R. and Nico P.S. (2015). Mineral-organic associations: formation, properties and relevance in soil environments. Advances in Agronomy 130. P. 1–140.

Kraemer R., Prishchepov A.V., Müller D., Kuemmerle T., Radeloff V.C., Dara A., Terekhov A. and Frühauf M. (2015). Long-term agricultural land-cover change and potential for cropland expansion in the former Virgin Lands area of Kazakhstan. Environmental Research Letters 10: 054012.

Kurganova I., De Gerenyu V.L., Six J. and Kuzyakov Y. (2014). Carbon cost of collective farming collapse in Russia. Global Change Biology 20. P. 938–947.

Kuzyakov Y. and Domanski G. (2000). Carbon input by plants into the soil. Review. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 163. P. 421–431.

Laganière J., Angers D. and Paré D. (2010). Carbon accumulation in agricultural soils after afforestation: a meta-analysis. Global Change Biology 16. P. 439–453.

Lal R. (2004). Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. Science 304. P. 1623–1627.

Meyfroidt P., Schierhorn F., Prishchepov A.V., Müller D. and Kuemmerle T. (2016). Drivers, constraints and trade-offs associated with recultivating abandoned cropland in Russia, Ukraine and Kazakhstan. Global Environmental Change 37. P. 1–15.

Mikhailova E.A., Bryant R.B., Vassenev I.I., Schwager S.J. and Post C.J. (2000). Cultivation effects on soil carbon and nitrogen contents at depth in the Russian Chernozem. Soil Science Society of America Journal 64. P. 738–745.

Mikutta, R., Mikutta, C., Kalbitz, K., Scheel, T., Kaiser, K. and Jahn, J. (2007). Biodegradation of forest floor organic matter bound to minerals via different binding mechanisms. Geochimica et Cosmochimica Acta 71. P. 2569–2590.

Ogle S.M., Breidt F.J. and Paustian K. (2005). Agricultural management impacts on SOCarbon storage under moist and dry climatic conditions of temperate and tropical regions. Biogeochemistry 72. P. 87–121.

Paul E.A., Paustian K.H., Elliott E.T. and Cole C.V. (eds.) (1996). Soil Organic

Matter in Temperate Agroecosystems – Long-Term Experiments in North America. Boca Raton, USA: CRC Press.

Paustian K., Lehmann J., Ogle S., Reay D., Robertson G.P. and Smitz P. (2016). Climate – smart soils. Nature 532. P. 4957.

Poeplau C., Don A., Vesterdal L., Leifeld J., VanWesemael B., Schumacher J. and Gensior A. (2011). Temporal dynamics of SOCarbon after land-use change in the temperate zone – carbon response functions as a model approach. Global Change Biology 17. P. 2415–2427.

Powlson D.S., Stirling C.M., Jat M.L., Gerard B.G., Palm C.A., Sanchez P.A. and Cassman K.G. (2014). Limited potential of no-till agriculture for climate change mitigation. Nature Climate Change 4. P. 678–683.

Rodionov A., Amelung W., Urusevskaja I. and Zech W. (1998). Beziehungen zwischen Klimafaktoren und C-, N-Pools in Partikelgrößen-Fraktionen zonaler Steppenböden Russlands [Relationships between climate factors and C, N pools in particle size fractions of zonal steppe soils of Russia]. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde 161. S. 563–569 (in German).

Rolinski S., Müller C., Heinke J., Weindl I., Biewald A., Bodirsky B.L., Bondeau A., Boons-Prins E.R., Bouwman A.F., Leffelaar P.A., te Roller J.A., Schaphoff S. and Thonicke K. (2018). Modeling vegetation and carbon dynamics of managed grasslands at the global scale with LPJmL 3.6. Geoscientific Model Development 11. P. 429–451.

Sala O.E., Chapin F.S., Armesto J.J., Berlow E., Bloomfield J., Dirzo R., Huber-Sanwald E., Huenneke. L.F., Jackson R.B., Kinzig A., Leemans R., Lodge D.M., Mooney H.A., Oesterheld M., Poff N.L., Sykes M.T., Walker B.H., Walker M. and Wall D.H. (2000). Global biodiversity scenarios for the year 2100. Science 287. P. 1770–1774.

Saraykin V., Yanbykh R. and Uzun V. (2017). Assessing the potential for Russian grain exports: A special focus on the prospective cultivation of abandoned land. In: The Eurasian Wheat Belt and Food Security Change [Gomez y Paloma S., Mary S., Langrell S. and Ciaian P. (eds.)]. Cham: Springer International Publishing. P. 155–175.

Schmidt M.W.I., Torn M.S., Abiven S., Dittmar T., Guggenberger G., Janssens I.A., Kleber M., Kögel-Knabner I., Lehmann J., Manning D.A.C., Nannipieri P., Rasse D.P., Weiner S, and Trumbore S.E. (2011). Persistence of soil organic matter as an ecosystem property. Nature 478. P. 49–56.

Schulze E.D., Ciais P., Luyssaert S., Schrumpf M., Janssens I.A., Thiruchittampalam B., Theloke J., Saurat M., Bringezu S., Lelieveld J., Lohila A., Rebmann C., Jung M., Bastviken D., Abril G., Grassi G., Leip A., Freibauer A., Kutsch W., Don A., Nieschulze J., Börner A., Gash J.H. and Dolman A.J. (2010). The European carbon balance. Part 4: integration of carbon and other trace-gas fluxes. Global Change Biology 16. P. 1451–1469.

Six J., Feller C., Denef K., Ogle S.M., Moraes J.C. and Albrecht A. (2002). Soil organic matter, biota and aggregation in temperate and tropical soils – effects of no-tillage. Agronomie 22. P. 755–775.

Swinnen J., Burkitbayeva S., Schierhorn F., Prishchepov A.V. and Müller D. (2017). Production potential in the “bread baskets” of eastern Europe and central Asia. Global Food Security14. P. 38–53.

Targulyan V.O. and Gerasimova M.I. (eds.) (2007). Mirovaia korreliativnaia baza pochvennykh resursov: osnova dlia mezhdunarodnoi klassifikatsii i korreliatsii pochv [World correlative base of soil resources: basis for international classification and correlation of soils]. Moscow: KMK Scientific Press Ltd. (in Russian).

Wegren S.K. (2013). Food security in the Russian Federation. Eurasian Geography and Economics 54. P. 22–41.

Глава 14. Деградация почв Алтайского края в районе исследования проекта «Кулунда»: типы, масштабы распространения и развитие процессов

М. Фрюауф, Г. Шмидт, П. Иллигер, Т. Майнель

Аннотация. В настоящее время Кулундинская степь представляет собой важный сельскохозяйственный район на юге Западной Сибири, в котором применяются интенсивные способы землепользования, не соотносящиеся с природными условиями территории. Район исследования проекта «Кулунда» является частью сельскохозяйственного региона, который активно распахивался и засеивался во время общенациональной кампании по освоению целинных земель в Советском Союзе. В данной работе анализируются причинно-следственные связи между физическими и химическими свойствами почв в условиях применения разных способов управления земельными ресурсами. Критериями анализа выступают степень адаптации к изменениям климата, влияние на снижение выбросов парниковых газов и устойчивое развитие региона. Данная глава посвящена оценке процессов отдельных типов деградации почв в районе исследования и их дифференциации в пространстве. Помимо проявления признаков водной и особенно ветровой эрозии, специфика деградации почв в данном районе заключается в изменениях физических и химических характеристик почвенного горизонта. Тип и интенсивность различных процессов деградации зависят от состояния окружающей среды. В этой связи согласно результатам проведенного исследования различные типы, уровни интенсивности и срок землепользования оказывают разное негативное воздействие на местные экологические условия, которые повышают уровень чувствительности почв и их подверженности эрозии. На территориях с годовым уровнем осадков ниже 250 мм деградация приводит к частичному опустыниванию.

Ключевые слова: история землепользования в Алтайском крае, причинные факторы и типы деградации почв, опустынивание, типы деградации почв, ветровая эрозия.

14.1. Введение и обзор предыдущих исследований

Проект «Кулунда» является совместным междисциплинарным исследовательским проектом, проводимым при финансовой поддержке Федерального министерства образования и научных исследований Германии[1]. Цель проекта заключается в разработке стратегий экологически устойчивого землепользования с учетом условий конкретной территории. Результаты исследования данного проекта рассматриваются в контексте других исследований, проводимых в сельскохозяйственных районах на юге Западной Сибири и в Алтайском крае. Площадь Кулундинской степи составляет 100 000 км^2. Две трети данной территории являются частью административно-территориального образования. Главным условием для достижения цели проекта являлось научное обоснование причинно-следственных связей, лежащих в основе феномена деградации почв. Научные данные о почвенных ресурсах в регионе исследования необходимы для обеспечения устойчивого сельскохозяйственного производства.

В предыдущих главах мы уделили внимание отдельным процессам и феноменам в области землепользования. Данная глава посвящена выявлению пространственного распределения и прогнозированию тенденций деградации почв.

Важным фактором оценки пространственных измерений феномена деградации являются зависимость последней от почвенно-климатических условий, которые отличаются друг от друга в зависимости от агроэкологической зоны. Ранее исследователями были предложены несколько классификаций и вариантов наименований агроэкологических зон Кулундинской степи. В классификации А.Н. Афонина, С.Л. Грина, Н.И. Дзюбенко и А.Н. Фролова различаются следующие зоны: Восточно-Кулундинская, Приалейская, Центральная и Приобская (Afonin et al., 2008). В классификации Г.Г. Морковкина, Е.А. Литвиненко и Н.Б. Максимовой зоны получили названия сухая степь, засушливая степь, полузасушливая степь, центральная степь и луговая степь (Morkovkin, Litvinenko, Maksimova, 2013). Данные зоны являются частью района исследования проекта «Кулунда», в котором также используются такие категории, как лесостепь, типичная (обычная) степь и сухая степь – зоны, выделенные на основе данных Атласа Алтайского края (Атлас Алтайского края, 1978). Последняя классификация используется в качестве основного пространственного ориентира в положениях, описывающих дифференциацию отдельных типов деградации почв в районе исследования по пространственному признаку, степени интенсивности и уровню развития процесса.

---

[1] Bundesministerium für Bildung und Forschung, BMBF

Значительные площади степных территорий на юге Сибири пострадали от ветровой и водной эрозии (почти 30 и 16% территорий соответственно). Степи некоторых сельскохозяйственных районов Алтайского края особенно подвержены разным видам эрозии. Из 6,1 млн га пахотных земель 88,5% находятся в зоне риска развития эрозии (Государственный доклад…, 1998). По сравнению с сельскохозяйственными районами в Новосибирской и Омской областях в Алтайском крае масштабы ущерба от эрозии значительно выше (Танасиенко, Путилин, Артамонова, 1999). В Алтайском крае от ветровой и водной эрозии пострадали 47% пахотных земель, в то время как в Новосибирской и Омской областях аналогичный показатель достигает всего 13 и 40% соответственно.

Как уже отмечалось в предыдущих главах, распространение эрозии, её типы, интенсивность и пространственное измерение зависят от степени преобразования экосистем и способа возделывания степных почв (Frühauf, Meinel, 2014). Различные феномены деградации почв в некоторой степени взаимосвязаны друг с другом. В следующем разделе рассматриваются причины и типы эрозии в районе исследования проекта «Кулунда».

Рис. 14.1. Деградация почв в результате ветровой эрозии в сельскохозяйственных районах Алтайского края (Meinel, 2002)

14.2. Ветровая эрозия как основной тип деградации почв в районе исследования

Рис. 14.2 Деградация верхнего слоя каштановых почв (Meinel, 2002)

Рис. 14.3. Перенос почв с пахотных земель на пограничные пастбищные территории как следствие влияния ветровой эрозии (вблизи Славгорода). Фото: Т. Майнель, 2011 г.

Согласно результатам исследования Т. Майнеля (Meinel, 2002), которые подтверждают и дополняют выводы работы Л.М. Бурлаковой (Бурлакова, 1999), ветровая эрозия с ее экологическими и экономическими последствиями определяется как основной тип деградации почв в Алтайском крае, в частности, в районе исследования. В данном контексте Т. Майнель выделил три уровня влияния в зависимости от объёмов ежегодных потерь почв (Meinel, 2002).

Как показано на рисунке 14.1, наиболее пострадавшая от ветровой эрозии зона находится на юго-западе сухой степи, где преобладают каштановые почвы. Ранее уже описывалась очевидная связь между различными этапами возделывания степных земель для целей сельского хозяйства, типом и интенсивностью способов землепользования, с одной стороны, и феноменом ветровой эрозии – с другой (Frühauf, Meinel, 2014). Наиболее разрушительное воздействие ветра на почву наблюдалось в центральной части Кулундинской степи (рис. 14.2).

В составе почвообразующих пород светло-каштановых почв данного района преобладает мелкий песок. Почвы того же типа, в составе которых преобладает илистый грунт, менее подвержены деградации второго типа. В иссле-

довании В. Шрайнера и Б. Мейера подчёркивается значительное воздействие ветровой эрозии на севере Кулундинской степи (Баганский район Новосибирской области) (Schreiner, Meyer, 2014). В дополнение к типам деградации почв в исследовании выделяются индикаторы опустынивания для данного района. Столь масштабная деградация почв, вызванная ветровой эрозией, наносит вред не только пахотным землям, но и пастбищам. На пастбищных землях Кулундинской степи близ границы с Казахстаном наблюдаются серьёзные повреждения растительности и верхних слоёв почвы (уплотнение и истощение гумусового горизонта). Границы между пахотными и пастбищными землями зачастую размываются в результате переноса почв. Как можно увидеть на рисунке 14.3, данный феномен также наблюдается в зоне сухих степей района исследования проекта «Кулунда».

Таблица 14.1

Феномен деградации почв в агроэкологических зонах Алтайского края (Парамонов, Ишутин, Симоненко, 2003)

№	Зона	Площадь (1000 га)	Площадь (1000 га), подверженная			
			засолению	водной эрозии	ветровой эрозии	Общая площ. га
1.	Западно-Кулундинская	1459,8	199,1	8,7	1246,9	1454,7
	%	100,0	13,6	0,6	85,4	99,6
2	Восточно-Кулундинская	1575,2	400,4	60,7	1081,5	1542,6
	%	100,0	25,4	3,8	68,7	97,9
3	Приалейская	1578,4	301,8	368,7	382,5	1053,0
	%	100,0	19,1	23,4	24,26	66,7
4	Приобская	1750,9	337,4	310,8	775,8	1424,1
	%	100,0	19,3	17,8	44,3	81,4
5	Всего в Кулундинской степи	6364,3	1238,8	749,0	3486	5774,5
	%	100,0	19,4	11,8	54,8	86,0

При уровне среднегодовых осадков ниже 250 мм встречающиеся в данном районе типы опустынивания проявляются в виде количественных и качественных изменений биомассы почвы и, как следствие, уровня её плодородия. Ветровой эрозии подвергаются почвы вне зависимости от типа землепользования. Поражённые территории превращаются в очаги деградации и опустынивания, откуда пагубные процессы распространяются на соседние, еще не подверженные эрозии пахотные и пастбищные земли.

Выводы о преобладающем воздействии ветровой эрозии подтверждаются в исследовании Е.Г. Парамонова, Я.Н. Ишутина и А.П. Симоненко (Парамонов, Ишутин, Симоненко, 2003). Авторы данного исследования основываются на дифференциации трёх типах деградации почв в агроэкологических зонах по пространственному признаку и степени интенсивности (табл. 14.1). Помимо каштановых почв в сухих степях ветровой эрозии также подвержены чернозёмные почвы в полузасушливых степях.

Согласно представленным в таблице 14.1 данным ветровая эрозия определяется в качестве основной причины деградации почв в Алтайском крае. В отличие от ветровой эрозии засолению почв подвержена одна треть территории региона, а водная эрозия встречается на одной пятой территории (пространственную интерференцию в этих данных выделить невозможно). Влияние (интенсивность) ветровой эрозии и (вторичного) засоления почв снижается по мере смены почвенно-климатических условий и повышения влажности воздуха в северо-восточном направлении (табл. 14.1). При этом преобладающий тип почв (каштанозём) сменяется чернозёмом разной степени развития.

Рис. 14.4. Территории района исследования, подверженные ветровой и водной эрозии

Наряду с преобладанием ветровой эрозии на плоском ландшафте сухой степной зоны с каштановыми почвами совместное воздействие ветровой и водной эрозии наблюдается в засушливых и полузасушливых степях, а также на территории колочной степи. Водной эрозии подвержены территории, расположенные в центральной части лесостепной зоны и зоны луговой степи. Вместе с ветровой эрозией с повышением уровня влажности

воздуха в полузасушливых и засушливых степях возникает также и водная эрозия. Наряду с воздействием ветровой эрозии с повышением уровня влажности воздуха в полузасушливых и засушливых степях проявляется влияние водной эрозии. Кроме преимущественно низкого уровня осадков, слабая распространённость водной эрозии в районе исследования проекта «Кулунда» объясняется его низменным и плоским рельефом. Именно поэтому различные типы водной эрозии в основном возникают в предгорной части Алтая, где уровень осадков выше (рис. 14.4).

Таким образом, причинами преобладания ветровой эрозии в засушливых районах Алтайского края и на полузасушливых территориях являются природные условия в сочетании с последствиями землепользования, о которых будет сказано далее.

14.3. Естественные факторы распространения ветровой эрозии в юго-западной части района исследования

На территории Кулундинской степи широко распространены каштановые почвы, сформировавшиеся из субстрата с высоким содержанием ила и песка. Наиболее часто каштановые почвы встречаются в юго-западной части сухой степи, что в значительной степени подвергает их воздействию ветровой эрозии (Парамонов, Ишутин, Симоненко, 2003; Illiger et al., 2014). По сравнению с почвами полуестественных территорий (пастбищ) под влиянием ветровой эрозии гумусовый горизонт тёмно-каштановых почв в среднем уменьшился на 15 см, а его средняя мощность сократилась до 36 см (Meinel, 2002). При движении с юго-запада на северо-восток повышается не только уровень осадков, но и содержание ила и гумуса в почве. Как следствие, высокая влажность в таких районах снижает риск возникновения эрозии. Кроме того, высокое содержание гумуса в южных чернозёмах повышает общую стабильность почв, тем самым снижая вероятность их переноса. Согласно результатам исследования Г.Г. Морковкина, Е.А. Литвиненко и Н.Б. Максимовой соотношение интенсивности водной и ветровой эрозии составляет 1:22,4 в засушливой степи и 1:14,5 в полузасушливой и колочной степях (Morkovkin, Litvinenko, Maksimova, 2013). Данные результаты отражают не только критический уровень ветровой эрозии, но и увеличение площади земель, почвы которых подвергаются водной эрозии при увеличении уровня осадков. Тем не менее ветровая эрозия по своей интенсивности превосходит водную. В отличие от сухой степи ветрозащитные растения на таких территориях повреждаются в меньшей степени. К тому же искусственно сформированные лесополосы дополняются небольшими лесами естественного происхождения. По сравнению с прилегающей территорией естественных степей уменьшение почвенного горизонта в полусухой и ко-

лочной степях составило (лишь) 10 см. Таким образом, эти показатели сходятся с показателями, выявленными для данного региона русскоязычными авторами (Атлас Алтайского края, 1978).

Ещё один фактор, повышающий риск развития ветровой эрозии почв, – это летние осадки в виде конвективных дождей (Bergmann, Frühauf, 2011). Из-за высоких летних температур и низкой влагозадерживающей способности почвы влага из её верхних слоёв, характеризующихся меньшим содержанием гумуса и повышенным содержанием песка, испаряется быстрее. Низкое влагоудержание является следствием применения различных типов землепользования и их интенсивности. Летом с Горного Алтая дуют сильные катабатические ветры (суховеи), которые ещё сильнее иссушают пахотные почвы и повышают их уязвимость в отношении ветровой эрозии. Такие ветры, наряду с пыльными бурями, которые возникают зимой из-за низкого снежного покрова, характерны для более засушливых сельскохозяйственных степных территорий (Meinel, 2002).

14.4. Значительное воздействие ветровой эрозии как следствие разных способов землепользования

В дополнение к естественным условиям в число факторов развития ветровой эрозии также входят виды и интенсивность способов землепользования во время и после освоения степных территорий (см. гл. 4). В результате механической нагрузки на почву (Frühauf, Meinel, 2014; Meinel, 2002) и последующего снижения объёмов органического материала в почве (см. ниже) были разрушены естественные почвенные агрегаты (см. данную главу). Возросла подверженная воздействию ветра площадь открытых фракций, в то время как плотность и сила их химических связей снизилась. В центральной части сухой степи ещё больше возрос риск развития ветровой эрозии исходного почвенного материала с высоким содержанием тонкого песка (Illiger et al., 2014).

Рис. 14.5. Распространённая практика сжигания на полях стерни (палы) и её пагубные последствия для экологии. Фото: Т. Майнель, 2011 г.

В исследовании Л.К. Грунвальда, В.И. Беляева, М. Хаманна, П. Иллигера, Е. Штефана, Н. Бишоффа, Н.В. Рудева, Н.А. Кожанова, Г. Шмидта, М. Фрюауфа и Т. Майнеля, посвященного развитию ветровой эрозии, отмечается роль

чёрного пара – до сих пор широко используемого в районе исследования приема возделывания почвы (Grunwald et al., 2016). Данный способ применяется с целью сохранения осадков в почве для последующих полевых сезонов, а также является эффективным средством защиты от вредителей. Однако на полях, оставляемых под черный пар, осенью, как правило, осуществляется ещё и глубокое рыхление. Из-за этого почвы большую часть года обдуваются ветрами, что значительно повышает риск развития ветровой эрозии. В вышеуказанном исследовании (Grunwald et al., 2016) также описывается широко применяемый севооборот «яровая пшеница – яровая пшеница», который, как правило, предполагает глубокую обработку почвы после осеннего сбора урожая.

На территории района уже долгое время применяется практика заделывания пожнивных остатков в почву путём глубокой обработки. Однако, как можно наблюдать на рисунке 14.5, пожнивные остатки в полях также частично сжигают. Как следствие, во время зимних метелей снегозадерживающая способность верхнего слоя почвы без пожнивных остатков снижается. При малой толщине снежного покрова или его полном отсутствии (из-за сильного ветра) запасы влаги в почве весной оказываются недостаточными (Meinel, 2002). Весной почва, как правило, обрабатывается в два этапа с целью

Рис. 14.6. Уничтоженные ветровой эрозией недавние посевы и образовавшаяся в результате рябь. Фото: Т. Майнель, 2008 г.

Рис. 14.7 Профиль почв после переноса почвенных фракций с аккумуляцией материала в горизонте M и новом основном горизонте A (Meinel, 2002)

Рис. 14.8. Пыльная буря в Барнауле 24 мая 2012 г., 14:50. Фото: М.М. Силантьева, 2012 г.

повышения эффективности борьбы с сорняками. Недостаток средств для покупки гербицидов компенсируется многократной обработкой почвы перед началом посевной кампании. Учитывая сроки начала посевной кампании на территории Кулундинской степи (конец апреля – начало мая), очевидно, что подобный метод землепользования существенно повышает риск возникновения эрозии! Снег на данной территории начинает таять обычно с конца марта до середины апреля. Следовательно, применение вышеописанного способа обработки почвы в данный период часто приводит к чрезмерным и масштабным испарениям влаги с плодородного слоя почвы. В результате верхний слой почвы лишается всякой защиты, становясь сухим и рыхлым. Исследователи Р.П. Морган и В. Хассенпфлуг считают подобные условия весьма вероятными для возникновения ветровой эрозии. Риск её проявления дополнительно возрастает, когда дневные температуры превышают 30°С, что типично для мая (Справочник по климату СССР, 1977). В результате почва теряет влагу ещё быстрее. Кроме того, вышеупомянутые катабатические ветры (суховеи) чаще всего также образуются в мае (Государственный доклад…, 1998).

и являются источником наиболее разрушительной ветровой эрозии. В рамках проекта «Кулунда» подобные явления наиболее часто можно было наблюдать в конце мая и начале июня. Иногда суховей полностью уничтожает новый посев, а также способствует формированию дюн на границах поля (рис. 14.6).

Существуют два варианта влияния ветровой эрозии на верхние слои почвы (горизонт А) местных почв: горизонт А или истощается полностью, или оказывается погребённым под почвенными массами в результате переноса почвенных частиц (рис. 14.7). Это приводит к изменению текстуры почвы и оказывает негативное экологическое воздействие на данные территории в целом (Meinel, 2002). Условия территории теряют свою однородность из-за изменяющегося в вертикальном и горизонтальном измерениях уровня влаги в почве, содержания гумуса и питательных веществ, что, в свою очередь, влияет на урожайность. В отдельных случаях ветровая эрозия может способствовать возникновению пыльной бури, которая коснётся и территорий за пределами территории выдувания. Одним из последствий подобных пыльных бурь является оседание пыли на естественном

почвенном горизонте как внутри территорий, окружённых лесозащитной полосой, так и за их пределами. К другим последствиям относится отложение материала в озёрах и других водоёмах, а также загрязнение пылью отдалённых населённых пунктов (рис. 14.8). Виды и последствия подобных явлений, возникающих в районе исследования как следствие ветровой эрозии, имеют много общего с так называемым «синдромом Пыльного котла» (англ. Dust Bowl Syndrome). Термином «Пыльный котёл» называют крупномасштабные пыльные бури в США – впервые данное явление возникло в сельскохозяйственных районах Среднего Запада США в 30-х гг. XX в., повторившись в 50-х гг. и до сих пор возникающее периодически (Frühauf, Meinel, 2014).

14.5. Овраги как производные водной эрозии

Как уже было упомянуто выше, в отличие от ветровой водная эрозия не оказывает столь масштабного влияния на развитие деградации почв в районе исследования проекта «Кулунда». К основным типам водной эрозии относятся струйчатая (бороздчатая), линейная и овражная, в то время как деградация почв в результате плоскостной эрозии возникает гораздо реже (Larionova et al., 2003; Maarel, Titlyanova, 1989; Zonn, 1995). Распространённость, динамика и геоморфологические предпосылки типов водной эрозии редко становятся предметом исследования. В рамках проекта «Кулунда» они также не рассматривались. Результатом формирования оврагов становится продолжающееся разрушение естественных ландшафтов и масштабные потери почвы. Экологические и экономические последствия данного явления распространяются особенно широко и не ограничиваются только локальным воздействием.

По отношению к рельефу водная эрозия чаще всего возникает в холмистых предгорьях Алтая, а также на высоких берегах рек вдоль юго-западной границы района исследования. На данных территориях – в особенности на обрывистых берегах крупных рек Оби и Алея – сформировались крупные овраги, которые демонстрируют признаки активного расширения (Dammann, 2005) и глубоко врезаются в плоский ландшафт плато (рис. 14.9).

Рис. 14.9. Активно расширяющийся овраг на берегу Алея и разрушение почв на примыкающих сельскохозяйственных угодьях. Фото: Т. Майнель, 2008 г.

По результатам исследовательских работ на тему распространения и динамики водной эрозии были выявлены негативные последствия длительного накопления снега в защитных лесополосах и их воздействие на движение подземных вод и органических веществ (Dammann, 2005; De Jong, Kowalchuk, 1995).

14.6. Истощение органической части почв

Истощение органической части почв и, как следствие, сокращение гумусового горизонта представляют собой важное глобальное последствие деградации почв. К настоящему времени опубликованы результаты большого количества исследований (некоторые из них отражены в данной главе) по теме причинно-следственных связей, а также внутренних и внешних последствий (например, влияние деградации почв на развитие парникового эффекта) на примере различных природных зон со всего мира (Ajami et al., 2016; Bruun et al., 2015; Guo, Gifford, 2002; Hiederer, Köchy, 2011; Kalinina et al., 2011; Poeplau et al., 2011).

Некоторые из данных исследований проведены по аграрным районам юга Западной Сибири. А.А. Титлянова (Титлянова, 2000), О. Русалимова, О. Савенков, Н. Смирнова, П. Баршуков (Rusalimova et al., 2007) в своих работах рассчитали средние потери органической части почвы в данном регионе за последние 100 лет. Так, потери составили 44% на пахотных землях, 32% на сенокосных и 23% на пастбищных угодьях. Как следствие, общие потери запасов почвенного органического углерода (ПОУ) на территории всех сельскохозяйственных экосистем в западносибирской лесостепной зоне только за один XX в. оцениваются в 13.4 х 108 т. Оптимистически настроенные исследователи оценивают потерю ПОУ в пределах 20% (Rusalimova et al., 2007; Poeplau et al., 2011), в то время как пессимистические оценки достигают 43% (Mikhailova et al., 2000) или даже 64% (Meinel, 2002; Kalinina et al., 2011; Mikhailova, Post, 2006).

Самыми важными причинами сокращения представляются тип и интенсивность обработки почвы, недостаточное дополнительное насыщение органической части почвы (органическими) удобрениями, а также агротехнические приёмы и методы землепользования, унаследованные от ушедшей политической (советской) системы и успевшие войти в широкую практику. С учётом данного контекста в исследовании В. Шрайнера и Б. Мейера (Schreiner, Meyer, 2014) упоминается следующий факт: до середины 30-х гг. XX в. в уже освоенных районах применялась система с использованием чёрного пара и залежей. До этого времени на данной территории широко использовалась практика ежегодного чередования сельскохозяйственных культур. В рамках данного (нового) метода ведения сельского хозяйства

отдельное поле возделывалось в течение шести лет, затем девять лет была залежь, а затем два года чёрный пар. С завершением в начале 1930-х гг. сталинской коллективизации почвы стали ежегодно возделываться для выращивания культур без перерыва на пар.

В рамках проекта «Кулунда» данный факт исследовали с опорой на работы Л.М. Бурлаковой (Бурлакова, 1999), Т. Майнеля (Meinel, 2002), Г.Г. Морковкина, Е.А. Литвиненко и Н.Б. Максимовой (Morkovkin, Litvinenko, Maksimova, 2013), а также М. Фрюауфа и Т. Майнеля (Frühauf, Meinel, 2014). В данных исследованиях подчёркивается взаимосвязь между типом, интенсивностью и длительностью землепользования и истощением органической части почвы. Исследование П. Иллигера, Г. Шмидта, Т. Майнеля, В. Беляева, М. Силантьевой и М. Казарян, посвященное изучению истощения органической части почвы как следствия землепользования, выявило зависимость проявления признаков данного процесса от типа почвы и ландшафта (Illiger et al., 2014). Как и в работе Т. Майнеля (Meinel, 2002) (рис. 14.10), в данном исследовании отмечается, что со времён освоения целины гумусовый горизонт в типичной и сухой степях уменьшился примерно на 50%. В исследовании (Illiger et al., 2014) также обозначен общий объём органического углерода, утраченный почвами районов исследования проекта «Кулунда». Со времён освоения целины данный показатель составил 143,8 млн т (рис. 14.11).

Однако глубина (естественного) гумусового горизонта различается не только в зависимости от принадлежности к определенному типу степей (типичная (обычная) или сухая). По материалам Государственного доклада (Государственный доклад…, 1998) гумусовый горизонт чернозёмных почв в Алтайском крае (лесостепная зона) сократился с 6–8% до начала освоения целины до 3,5–5,8% в 1997 г. За тот же временной отрезок гумусовый горизонт каштанозёмов сократился с 3,5–4,5% до 2–2,4%. Соответствуя результатам нашего исследования (см. текущую главу), данные показатели свидетельствуют о том, что, помимо ветровой эрозии, на сельскохозяйственных степных площадях также значительно усилились процессы сокращения гумусового горизонта как особый тип деградации почв. Это подтверждает результаты исследования Г.Г. Морковкина, Е.А. Литвиненко и Н.Б. Максимовой (Morkovkin, Litvinenko, Maksimova, 2013). Согласно выводам данного исследования, наибольшая степень истощения органической части наблюдается в почвах засушливых и полузасушливых степей, что сигнализирует о связи уменьшения гумусового горизонта от климатических условий. Однако прямое подтверждение этому в самом исследовании отсутствует.

Более того, результаты исследования Г.Г. Морковкина, Е.А. Литвиненко и Н.Б. Максимовой подчёркивают, что мощность горизонта А сокращается вследствие разложения гумуса (Morkovkin, Litvinenko, Maksimova, 2013). Мы считаем, что в данном случае большую роль играет ветровая эрозия.

Рис. 14.10. Сокращение гумусового горизонта примерно на 50% за 50 лет в различных степных зонах (пример пессимистических оценок) (Meinel, 2002)

Мощность горизонта на не подвергавшихся вспашке лесостепных чернозёмах составляет 38–40 см, в то время как в пахотных почвах вследствие выдувания и сокращения органической части почвы она снижается на 12–22 см (Государственный доклад…, 1998). Наибольшее сокращение мощности горизонта А авторы данной научной работы обнаружили на каштановых почвах. Признаки истощения горизонта уже наблюдаются в неокультуренных почвах, а ветровая эрозия способствует его дальнейшему сокращению. Таким образом, сельскохозяйственные угодья с каштановыми почвами ветровой эрозии подвержены в ещё большей степени.

Рис. 14.11. Высвобождение углерода из верхнего слоя пахотной почвы (30 см) в Кулундинской степи за период с 1953 по 2003 г. (Illiger et al., 2014)

Деградация почв также препятствует проникновению и удержанию влаги, как следствие, почвы гораздо хуже справляются с типичными для района погодными явлениями в виде засухи и проливных дождей. Таким образом, процесс высыхания почв значительно ускоряется, охватывая всё большие площади и поражая глубинные слои почвы, что значительно повышает уязвимость перед воздействием ветровой эрозии. В этом отношении в ис-

следовании А. Айсольда отмечается незначительно повышенная скорость испарения влаги и повышенный уровень капиллярности верхнего слоя почвы (Eisold, 2016). Данные условия частично привели к карбонизации и засолению почв – процессам, которые особенно усилились вследствие применяемых методов орошения.

Другие экологические последствия сокращения гумусового горизонта в различных регионах уже описывались ранее ((Meinel, 2002; Frühauf, Meinel, (2007). Однако необходимо отметить, что значимость данных возделываемых степных почв как поглотителей парниковых газов (углекислого газа в частности, а также оксида азота) резко снизилась, возросла их роль как источника. Данный вывод подтверждает тезисы Р.А. Хоутона, Дж.А. Хаклера и Р.М. Клашмана о том, что сельскохозяйственные степи превратились в (рассредоточенный) источник парниковых газов, стимулирующих развитие парникового эффекта и изменения климата (Houghton, Hackler, Cushman, 2001; Lal, 2010; IPCC, 2014). Как показывают подсчёты объёмов высвобожденного углерода в районе исследования проекта «Кулунда» (Illiger et al., 2014), с момента начала освоения целины выброс CO2 в атмосферу составил более 527 т. Данный показатель равен объёму CO2, который ежегодно выбрасывает в атмосферу такая промышленно развитая страна, как Франция. Данный показатель также равен четверти объёма ежегодных антропогенных выбросов CO2, производимых Россией (UNFCCC, 2006). Всё это подчёркивает существенную роль, которую данные почвы выполняют в качестве источников парниковых газов.

14.6. Попытка синтеза различных феноменов деградации почв

Различные типы и процессы деградации почв оказывают влияние один на другой как в пространственном, так и во временном отношении. Подобное взаимодействие зачастую приводит к образованию сложных синергических эффектов, которые непросто идентифицировать, оценить и описать. Учеными Е.Г. Парамоновым, Я.Н. Ишутиным, А.П. Симоненко была предпринята попытка сгруппировать данные эффекты через определение кумулятивного коэффициента феноменов деградации для пахотных и пастбищных земель Алтайского края (Парамонов, Ишутин, Симоненко, 2003). Результаты демонстрируют тенденцию деградации, которая простирается градиентом с северо-востока на юго-запад в соответствии с типами почв и климатическими условиями. На рисунке 14.12 находит подтверждение соответствующий тезис из предыдущего описания различных феноменов деградации почв. Ветровая эрозия является самым значимым процессом деградации почв в районе исследования, что находит отражение в кумулятивном коэффициенте. Сильнее всего деградации подвержены почвы сухой

степи и, частично, обычной (типичной) степи. Данные результаты, описывающие деградацию почв в отдельных зонах, подтверждаются представленными средними показателями урожайности, которые также находятся в большой зависимости от уровня осадков (рис. 14.12).

Рис. 14.12. Масштаб и распространение деградации почв в районе исследования (Парамонов, Ишутин, Симоненко, 2003)

Рис. 14.13. Мелкий песок и признаки выдувания в поле под чёрным паром. Фото: Т. Майнель, 1998 г.

Более того, результаты показывают, что деградации почв подвержены не только пахотные земли, но и сенокосные и пастбищные угодья. Особенно серьёзный ущерб растительности и верхним слоям почвы (истощение гумусового горизонта и уплотнение) отмечается на расположенных вдоль границы с Казахстаном пастбищах (рис. 14.13). Подобные феномены деградации оказывают влияние не только на почвенный покров. Согласно характеристикам почв,

представленным в исследовании В. Шрайнера и Б. Мейера по территории северной части Кулундинской степи (за пределами района исследования), данные феномены соотносятся с признаками опустынивания (Schreiner, Meyer, 2014, с. 538). Данный процесс сильнее выражен в районах с увеличением численности крупного рогатого скота, которое происходило в период реализации проекта «Кулунда». Увеличение численности крупного рогатого скота в частном секторе также привело к тому, что опустыненные земли оказались заброшенными.

Е.Г. Парамонов, Я.Н. Ишутин и, А.П. Симоненко в своём исследовании разработали метод оценки уровня деградации почв в Алтайском крае как показателя использования пахотных и пастбищных земель (Парамонов, Ишутин, Симоненко, 2003). Анализ проводился по районам края, а его целью являлся сбор информации о более локализованной деградации почв. В результате анализа была выявлена прямая взаимосвязь между последствиями естественных и антропогенных процессов деградации почв, возникающей в зависимости от типа и интенсивности методов землепользования. Дополнительно удалось определить соотношение между методами землепользования и данными о химическом составе почв, что позволило локализовать очаги деградации, выявить потенциально уязвимые зоны и тенденции деградации. Данный метод использовался и в нашем исследовании. Его результаты в Мамонтовском районе наглядно представлены на рисунке 14.14. Разработанные на основе спутниковых данных категории землепользования, которые мы использовали в исследовании, оценивались по классу гемеробности (Rusalimova et al., 2007), а затем нормировались. Параметры местных почв на основе данных Почвенной карты Алтайского края и Республики Алтай (Почвенная карта Алтайского края…, 1998) нормировались аналогичным образом. В соответствии с методами землепользования и типами почв сложилась мозаичная картина, в которой оба критерия оцениваются в пределах 50%. В результате, как можно видеть из вышеприведенного примера, мы выяснили, что риск развития деградации выше всего у почв с относительно низким содержанием питательных элементов (например, у карбонатного чернозёма), которые находятся в структуре пахотных земель. Риску деградации меньше всего подвержены территории, покрытые степной растительностью или лесами («травянистые» в условных обозначениях). Тип почвы при этом значим менее всего.

14.7. Тенденции и перспективы развития деградационных процессов

Вместе с поиском информации о пространственных измерениях (различных типах) деградации почв в контексте естественных и агротехнических

факторов в задачи исследования также входил поиск временных тенденций развития деградации почв. В хронологии рассматривались возможные изменения факторов деградации. Первыми связь между крупномасштабтабными преобразованиями степей во времена освоения целины и растущими темпами деградации почв выявили С.И. Кукис и В.И. Горин (Кукис, Горин, 1973).

Рис. 14.14. Вероятность деградации почв на примере территорий Мамонтовского района Алтайского края

В ходе исследования ученые обнаружили, что темпы деградации усилились спустя десять лет после начала массовой культивации почв. По их мнению, граница серьёзно повреждённых почв сдвинулась на 50–60 км к северу и северо-востоку, а граница почв со средней степенью повреждения сдвинулась на целых 100 км в том же направлении. В этой связи некоторые авторы также стали использовать термин «антропогенная аридизация», описывая в своих исследованиях смещение границы между степной и лесостепной зонами в северном направлении (Williams, 2003).

На фоне подобных тенденций Л.М. Бурлакова занималась исследованием масштабов и пространственного развития процессов деградации почв в Алтайском крае в разные временные периоды (табл. 14.2) (Бурлакова, 1999). Однако, цифры, представленные в первой строчке таблицы 14.2, можно подвергнуть сомнению, поскольку трудно представить, что в 1980 г. большая площадь почв (900 тыс. га) пострадала от водной эрозии, а не от ве-

тровой. Результаты, описанные в данной главе ранее, а также наши собственные геоморфологические наблюдения указывают на практическое отсутствие в Кулундинской степи возвышенностей. Более того, Л.М. Бурлакова сама подчёркивает очевидный рост площадей почв, повреждённых ветровой эрозией, которая привела к пятикратному увеличению площадей деградированных земель в период с 1980 по 1995 г. (Бурлакова, 1999).

Г.Г. Морковкин, Е.А. Литвиненко и Н.Б. Максимова при этом также обращают внимание на признаки распространённости и даже ускорения развития феномена деградации почв. Основываясь на сравнительном анализе результатов двух обследований почв (первое проходило в период с 1960 по 1970 г., второе – с 1980 по 1990 г.), эти авторы (Morkovkin, Litvinenko, Maksimova, 2013) на основе данных исследования Л.М. Бурлаковой (Бурлакова, 1999, с. 6) делают следующие любопытные выводы (табл. 14.2, 14.13).

Таблица 14.2

Площади деградированных почв в Алтайском крае в результате влияния водной и ветровой эрозии

Год	**Эрозия**	
	водная	**ветровая**
1980	900	600
1990	1300	1600
1995	1500	3000

Таблица 14.3

Ежегодное изменение показателей (%) почвенных районов, подверженных разным типам эрозии

Состояние почв, степень эродированности	**Сухая степь**	**Засушливая степь**	**Полузасушливая степь**	**Центральная степь**	**Луговая степь**
Эрозия отсутствует	– 3.42	– 4.45	– 3.72	– 1.11	– 0.19
Низкий уровень вымывания	0,00	0,19	0,20	1,01	0,32
Средний уровень вымывания	0,00	0,00	0,03	0,10	– 0.11
Высокий уровень вымывания	0,00	0,00	0,01	0,00	– 0.01
Низкий уровень ветровой эрозии	2,99	4,12	3,27	0,00	0,00
Средний уровень ветровой эрозии	0,43	0,13	0,21	0,00	0,00
Высокий уровень ветровой эрозии	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00

В течение данных двух периодов обследования самые большие изменения эродированных почв отмечались для южных чернозёмов зоны засушливой степи – там их площадь увеличивалась примерно на 4,5% ежегодно (табл. 14.3).

Чернозёмы в полузасушливых степях и каштанозёмы в сухих степях также подвергаются сильной эрозии. В период наблюдения площадь эродированных почв увеличивалась на 3,7 и 3,4% соответственно.

Скорость разрушения органической части почв за последние десятилетия увеличилась. Согласно данным исследования Г.Г. Морковкина, Е.А. Литвиненко и Н.Б. Максимовой ежегодные потери органической части возделываемых чернозёмов Кулундинской степи с момента распада СССР возросли с 0,7–0,9 т/га до 1 т/га в период между первым и вторым обследованиями почвы (Morkovkin, Litvinenko, Maksimova, 2013). За тот же период объём ежегодных потерь органической части каштановых почв возрос с 0,5 до 0,7 т/га.

Авторы обнаружили, что данному процессу наиболее подвержены почвы с низким содержанием гумуса в полузасушливых степях.

Результаты исследования преимущественно основаны на выводах двух масштабных обследований качества почвы, проведённых в конце 1970-х гг. и в 1980-х гг., а также на актуальных данных об уровне деградации почв в Алтайском крае.

Согласно результатам исследований площадь данных почв ежегодно увеличивалась на 2,7%. Мощность гумусового горизонта в то же время сокращалась. Наиболее существенное сокращение обнаружилось в каштанозёмах сухой степи и южных чернозёмах засушливой степи, составив 2,3 и 2,1% соответственно в течение контрольного цикла.

Рис. 14.15. Разработка пахотных земель с низким содержанием гумуса в Алтайском крае

Похожие результаты продемонстрировало и исследование Е. Понькиной, В. Беляева, М. Боваровой, А. Прищепова, Т. Майнеля, Ю. Бугай и М. Фрюауфа. По его данным площадь почв с низким содержанием гумуса (менее 4%) в Алтайском крае возросла (рис. 14.15), и, как следствие, качество почв в регионе снизилось как в абсолютных значениях, так и по отношению к близлежащим территориям (Понькина и др., 2014). Площадь почв с низким содержанием гумуса особенно возросла после распада СССР в 1990 г. Данное явление можно объяснить ухудшением производственно-технической базы в сфере растениеводства. Удобрения и гербициды оказались практически недоступными, из-за чего работникам данной сферы пришлось прибегнуть

к применению более интенсивных методов возделывания почв, чтобы бороться с сорняками и обеспечивать необходимый уровень минеральных питательных веществ. Органическая часть почв сократилась ещё больше, в результате усилилась склонность последних к ветровой эрозии.

Таким образом, становится очевидным, что резкое распространение и катастрофические масштабы феномена деградации почв возникли как следствие советских практик землепользования в сочетании со сменой их типа после распада СССР. Подобные пагубные практики, в результате которых повышается риск ветровой эрозии и снижается мощность гумусового горизонта, используются и по сей день. Как следствие больших нагрузок, уязвимость верхнего слоя почвы перед ветровой эрозией и сокращением гумусового горизонта возрастает. Из-за недостатка минеральных и, в частности, органических удобрений, почва недополучает питательные вещества.

Дальнейшей проработки требует также тема изменения климата на отдельных территориях и степень его влияния на вышеописанные процессы. К перспективным темам исследования также можно отнести моделирование климатических сценариев для региона, с помощью которых можно определять потенциальные проблемы устойчивого землепользования и развития экосистем и способы их решения. Согласно данным Национального доклада о воздействии изменения климата в России (NIC, 2005) Западную Сибирь ждут следующие изменения:

а) среднегодовые температуры к 2050 г. возрастут на 3–4 °С;

б) в течение следующих 20–25 лет зона полусухого ландшафта сдвинется на 30–80 км северу (на 150–200 км к 2050 г.), а граница степи окажется севернее.

К тому времени зона степей на юге Сибири расширится на 30%, а расширение площади территорий, подверженных деградации и опустыниванию, будет достигать 50% (Чебакова, Рейфельдт, Парфенова, 2003).

Данные факты следует учитывать при планировании и применении современных мер по борьбе с данными феноменами в целях сохранения максимального объёма земельных ресурсов для их использования в будущем.

Библиографический список

Afonin A.N., Greene S.L., Dzyubenko N.I., Frolov A.N. (Eds.) Interactive agricultural ecological Atlas of Russia and neighboring countries. Economic Plants and their Diseases, Pests and Weeds. 2008. URL: http://www.agroatlas.ru) (дата обращения: 14.02.2015).

Ajami M., Heidari A., Khormali F., Gorji M., Ayoubi S. Environmental factors controlling soil organic carbon storage in loess soils of a subhumid region, northern Iran // Geoderma. 2016. № 281. P. 1–10.

Bergmann A., Frühauf M. Regionalklimatische Untersuchungen in der Südwestsibirischen Kulundasteppe // Geo-Öko. 2011. № 32. P. 160–194.

Bruun T.B., Elberling B., Neergaard A. de, Magid J. Organic carbon dynamics in different soil types after conversion of forest to agriculture // Land Degradation & Development. 2015. № 26(3). P. 272–283.

Dammann S. Ursachen und Auswirkungen der Ovragbildung in der südsibirischen Kulundasteppe und ihre Wechselwirkungen zur Naturraumausstattung sowie der Landnutzung. Diploma Thesis, Martin Luther University Halle-Wittenberg. 2005

De Jong E., Kowalchuk T.E. The effect of shelterbelts on erosion and soil properties // Soil Science. 1995. № 159(5). P. 337–345.

Eisold A. Untersuchungen zur Bodenversalzung durch Bewässerung in der südwestsibirischen Kulundasteppe. Master's Thesis, Martin Luther University Halle-Wittenberg. 2016.

Frühauf M., Meinel T. Desertification in the agricultural used dry steppes in Central Asia // Proceedings of the international conference soil and desertification – integrated research for the sustainable management of soils in drylands 5–6 May 2006. Hamburg, 2007. URL: http://www.desertnet.de/proceedings/content/Fruehauf_Meinel.pdf. (дата обращения: 14.02.2015).

Frühauf M., Meinel T. Ökosystemkonversion in den temperierten Grasländern Südwestsibiriens: Steuerfaktoren, Etappen und Geoökologische Konsequenzen // Geo-Öko. 2014. № XXXV(1-2). P. 5–38.

Grunwald L.C., Belaev V.I., Hamann M., Illiger P., Stephan E., Bischoff N., Rudev N.V., Kozhanov N.A., Schmidt G., Frühauf M., Meinel T. Modern Cropping Systems and Technologies for soil conservation in Siberian agriculture // Müller L., Sheudshen A.K., Eulenstein F. (eds.) Novel methods for monitoring and managing land and water resources in Siberia. London, 2016. P. 681–719.

Guo L.B., Gifford R.M. Soil carbon stocks and land use change: a meta analysis // Global Change Biology. 2002. № 8. P. 345–360.

Hiederer R., Köchy M. Global soil organic carbon estimates and the harmonized world soil database. EUR 25225 EN. Publications Office of the European Union. 2011. URL: https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/bab16047-419a-4aab-81a0- 1ddecc280827/language-en) (дата обращения: 14.02.2015).

Houghton R.A., Hackler J.L., Cushman R.M. Carbon flux to the atmosphere from land-use changes: 1850–1990. Carbon Dioxide Information Center. Oak Ridge. 2001.

Illiger P., Frühauf M., Schmidt G., Meinel T., Belyaew V., Silanteva M., Kasarjyan M. Ökosystemkonversion und ihre Folgen bezüglich der Kohlenstoffsenken-Funktion in der westsibirischen Kulundasteppe // Grunewald K., Bastian O., Drozdow A., Grabovsky V. (Eds.) Erfassung und Bewertung von Ökosystemdienstleistungen (ÖSD) – Erfahrungen, insbesondere aus Deutschland und Russland. BfN-Skripten 373, Bonn, 2014. P. 300–319.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change Climate change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of

Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change // Field C.B., Barros V.R., Dokken D.J., Mach K.J., Mastrandrea M.D., Bilir T.E., Chatterjee M., Ebi K.L., Estrada Y.O., Genova R.C., Girma B., Kissel E.S., Levy A.N., MacCracken S., Mastrandrea P.R., White L.L. (eds.) Contribution of working group II to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge: Cambridge University Press, 2014. 1132 p.

Kalinina O., Krause S.E., Goryachkin S.V., Karavaeva N.A., Lyuri D.I., Giani L. Self-restoration of post-agrogenic chernozems of Russia: soil development, carbon stocks, and dynamics of carbon pools // Geoderma. № 162(1). 2011. P. 196–206.

Lal R. Beyond Copenhagen: mitigating climate change and achieving food security through soil carbon sequestration // Food Security. 2010. № 2(2). P. 169–177.

Larionova A.A., Rozanova L.N., Yevdokimov I.V., Yermolayev A.M., Kurganova I.N., Blagodatsky S.A. Land-use change and management effects on carbon sequestration in soils of Russia's South Taiga zone // Tellus B. № 55(2). 2003. P. 331–337.

Maarel E. van der, Titlyanova A. (1989) Above-ground and below-ground biomass relations in steppes under different grazing conditions // Oikos. P. 364–370.

Meinel T. Die geoökologischen Folgewirkungen der Steppenumbrüche in den 50er Jahren in Westsibirien. Ein Beitrag für zukünftige Nutzungskonzepte unter besonderer Berücksichtigung der Winderosion. Dissertation. Martin Luther University of Halle-Wittenberg. Halle ; Wittenberg, 2002.

Mikhailova E.A., Bryant R.B., Vassenev I.I., Schwager S.J., Post C.J. Cultivation effects on soil carbon and nitrogen contents at depth in a Russian chernozem // Soil Science Society of America Journal. № 64. 2000. P. 738–745.

Mikhailova E.A., Post C.J. Organic carbon stocks in the Russian Chernozem // European Journal of Soil Science. № 57(3). 2006. P. 330–336.

Morkovkin G., Litvinenko Y., Maksimova N. Dynamics of soil cover state and degradation processes intensity in natural soil zones of the Altai Region // Eurasian Journal of Soil Science. 2013. № 2(2). P. 97–101.

NIC (National Intelligence Council) Russia: impact of climate change to 2030 a commissioned research report. Joint Global Change Research Institute & Batelle Memorial Institute. Pacific Northwest Division. 2009.

Poeplau C., Don A., Vesterdal L., Leifeld J., Van Wesemael B., Schumacher J., Gensior A. Temporal dynamics of soil organic carbon after land-use change in the temperate zone – carbon response functions as a model approach // Global Change Biology. № 17(7). 2011. P. 2415–2427.

Rusalimova O., Savenkov O., Smirnova N., Barshukov P. Soil carbon losses from seasonally-frozen soils of agricultural ecosystems in West Siberia from the 20th century // Hatano R., Guggenberger G. (eds) Symptom of environmental change in Siberian Permafrost Region. Sapporo: Hokkaido University Press, 2006.

Schreiner V., Meyer B. Indicators of land degradation in Steppe Regions: soil and morphodynamics in the Northern Kulunda // Müller L., Saparov A., Lischeid G. (eds). Novel measurement and assessment tools for monitoring and management

of land and water resources in agricultural landscapes of Central Asia. Cham: Springer. 2014. P. 535–548.

UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) Handbook. Climate Change Secretariat. Bonn, 2006.

Walz U., Stein Ch. Indicators of hemeroby for the monitoring of landscapes in Germany // Journal for Nature Conservation. № 22(3). 2014. P. 279–289.

Williams M. Deforesting the earth: from prehistory to global crisis. Chicago: University of Chicago Press, 2003.

Zonn I.S. Desertification in Russia: problems and solutions (an example in the Republic of Kalmykia-KhalmgTangch) // Mouat D.A., Hutchinson C.F. (eds) Desertification in developed countries. Dordrecht: Springer. 1995. P. 347–363.

Атлас Алтайского края : в 2 т. Москва ; Барнаул: Главное Управление Геодезии и Картографии при Совете Министров СССР, 1978.

Бурлакова Л.М. Почвенно-земельные ресурсы // Состояние окружающей среды в Алтайском крае / под ред. Ю.И. Виникурова. Барнаул, 1999.

Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Российской Федерации в 1997 году. М., 1998. 606 с.

Кукис С.И., Горин В.И. История защитного лесоразведения в Алтайском крае // Опыт полезащитного лесоразведения на Алтае. Барнаул: Алт. кн. изд-во, 1973. С. 13–71.

Парамонов Е.Г., Ишутин Я.Н. Симоненко А.П. Кулундинская степь: проблемы опустынивания. Барнаул, 2003.

Понькина Е., Беляев В., Боварова М., Прищепов А., Майнель Т., Бугай Ю., Ковалева И., Кожанов Н., Фрюауф М. Экономические, экологические, технологические факторы и результаты деятельности сельскохозяйственных предприятий в условиях Кулундинской степи: коллективная монография. Барнаул : Изд-во Алтайского гос. ун-та, 2014. 138 с.

Почвенная карта Алтайского края и Республики Алтай. 1986 (1992). Масштаб 1:200 000.

Справочник по климату СССР. Вып. 20: Томская, Новосибирская, Кемеровская области, Алтайский край. Новосибирск, 1977.

Танасиенко А.А., Путилин А.Ф., Артамонова В.С. Экологические аспекты эрозионных процессов : аналит. обзор / СО РАН. ГПНТБ, Ин-т почвоведения и агрохимии ; науч. ред. И.М. Гаджиев. Новосибирск, 1999. 89 с.

Титлянова А.А. Освоение лесостепной и степной зон Западной Сибири увеличило эмиссию углерода // Степной бюллетень. 2000. № 8. С. 35–37.

Чебакова Н.М., Рейфельдт Дж., Парфенова Е.И. Перераспределение растительных зон и популяций лиственницы сибирской и сосны обыкновенной в Средней Сибири при потеплении климата // Сибирский экологический журнал. 2003. № 6. С. 677–686.

Глава 15. Трансформация аграрного сектора в Алтайском крае: роль структурных изменений, внедрение современных методов обработки почвы и аграрная политика

М. Баворова, Е. В. Понькина, Т. Херцфельд, Н. Имамвердиев, Н. Байсакова, С.В. Ганжа, Н. Хиршауэр

Аннотация. Основная цель исследования – дать обзор текущего развития сельскохозяйственного производства в Алтайском крае. Представлен анализ структурных изменений в аграрном секторе в постсоветский период, показан вклад различных форм организации аграрного бизнеса в региональном АПК. Исходными данными для анализа послужили статистические данные на региональном уровне. Затем описана сложившаяся практика растениеводства, используемая фермерами в Алтайском крае, представлена информация об используемых технологиях обработки почвы и севооборотах, а также о применении удобрений и гербицидов. Анализ, выполненный на основе результатов опроса руководителей сельскохозяйственных предприятий, проведенного в 2016 г., позволил выявить влияние масштабов деятельности (малое, среднее, крупное предприятие) на практикуемые в растениеводстве технологии. Кроме того, были выявлены факторы, которые, по мнению фермеров, препятствуют внедрению технологий минимальной обработки почвы. Представлен обзор аграрной политики на федеральном и региональном уровнях и основные инструменты государственной поддержки внедрения инновационных технологий в сельском хозяйстве Алтайского края.

Ключевые слова: структура сельхозпроизводства, ресурсосберегаемые технологии, барьеры внедрения.

15.1. Типы фермерских хозяйств и их структура

В России существует четыре разновидности фермерских хозяйств, группированных по особенностям организации деятельности: 1) сельскохозяйственные организации (СО); 2) крестьянско-фермерские хозяйства (КФХ); 3) индивидуальные предприниматели (ИП); 4) личные подсобные хозяйства (ЛПХ). КФХ и ИП рассматриваются как близкие формы организации бизнеса и, таким образом, исследуются в одной группе.

Сельскохозяйственные организации имеют различные организационно-правовые формы и статус юридического лица, который согласно Гражданскому кодексу РФ предусматривает ряд требований к учетной политике и налоговой отчетности. В Алтайском крае зарегистрировано 781 сельскохозяйственное предприятие, обрабатывающие 3309 тыс. га пахотных земель (РОССТАТ, 2016). В среднем одно сельскохозяйственное предприятие обрабатывает 4237 га пашни. Для более детального анализа деятельности сельскохозяйственных организаций выделяются следующие организационно-правовые формы: сельскохозяйственные производственные кооперативы (СПК), включая сельскохозяйственные артели (СХА) и некооперативные формы организации – общества с ограниченной ответственностью (ООО) и акционерные общества (АО). Сравнительному анализу эффективности деятельности предприятий указанных организационных форм посвящена глава 17. В регионе действует 2031 КФХ и ИП, которые в совокупности обрабатывают 2016 га пахотных земель, средняя обрабатываемая площадь составляет 993 га в расчете на одно предприятие. Самое большое количество хозяйств приходится на группу личных подсобных хозяйств (ЛПХ) – 454500, которые используют 68,7 тыс. га пахотных земель в крае. Средняя обрабатываемая площадь для одного ЛПХ составляет 0,15 га (табл. 15.1).

Таблица 15.1

Сельскохозяйственные предприятия и площади обрабатываемых земель в Алтайском крае, 2015 г.

Показатель	СОа	КФХ и ИП	ЛПХ
Количество сельскохозяйственных предприятий	781	2031	454500
Обрабатываемая площадь пашни, тыс. га	3309с	2016с	68,7с
Средняя площадь пашни, га/предприятие	4237	993	0,15

Примечание: СО – сельскохозяйственные организации.

Источник: Главное управление сельского хозяйства Алтайского края (2015); РОССТАТ (2016); РОСРЕЕСТР (2015)

За 2006–2015 гг. доля пахотных земель, обрабатываемых сельскохозяйственными организациями, снизилась с 74,6 до 61,4% (табл. 15.2), при этом доля земель, обрабатываемых КФХ и ИП, увеличилась с 24,0 до 37,4%. Доля пашни, используемой ЛПХ, почти не изменилась за рассматриваемый период и оставила 1,3% в 2015 г.

Таблица 15.2

Доля пахотных земель (%), обрабатываемых хозяйствами различных категорий, 2006–2015 гг.

Сельскохозяйственные предприятия	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
СО	74,6	71,8	70,5	69,6	69,8	68,8	68,5	66,6	63,8	61,4
КФХ и ИП	24,0	26,9	28,2	29,1	28,8	29,9	30,1	32,1	34,9	37,4
ЛПХ	1,4	1,3	1,3	1,3	1,4	1,3	1,4	1,3	1,3	1,3

Источник: РОССТАТ (2016)

Производство зерна относится к крупнейшим отраслям агропромышленного комплекса Алтайского края. 62,4% от общего объема зерна было произведено сельскохозяйственными организациями и 37,6% – КФХ и ИП по данным 2015 г. В указанном году ЛПХ произвели 82,8% общего производства картофеля и овощей.

15.2. Практики земледелия

Рассмотрим информацию о практиках земледелия, используемых в Алтайском крае, проанализируем частоту использования различных методов обработки почвы и различные условия применения различных методов (Баворова и др., 2018). Данные для исследования были собраны в рамках персонифицированного опроса руководителей и специалистов сельскохозяйственных предприятий.

В период с февраля 2015 г. по июль 2016 г. было опрошено в общей сложности 107 руководителей и специалистов сельскохозяйственных предприятий. Для дальнейшего анализа респонденты были разделены на три группы в зависимости от размера обрабатываемой пашни на предприятии на группы: малые (<2000 га), средние (2000–8000 га) и крупные предприятия (>8000 га). Минимальный масштаб деятельности предприятия в выборке составил 400 га, а максимальный – 26242 га. Таким образом, выборка включала 40 малых, 37 средних и 30 крупных предприятий различных форм организации (КФХ, ИП и СО), распределенных по территории Алтайского края. При отборе респондентов для опроса одной из целей являлось задей-

ствовать по крайней мере одного представителя каждого из указанных выше классов предприятий в районе. В целом, опрос охватил 52 из 59 муниципальных районов Алтайского края (Баворова и др., 2018).

15.2.1 Севооборот и урожайность

В таблице 16.3 показано распределение площадей посева сельскохозяйственных культур для предприятий каждой категории по результатам 2015 г. (Баворова и др., 2018). Во всех хозяйствах основной производимой культурой являлась яровая пшеница. Помимо пшеницы, малые и средние хозяйства производили в основном гречиху (18,3 и 20,8%) и бобовые (8,1 и 8,9% соответственно). Наибольшая доля культур, выращиваемых крупными фермами после пшеницы, приходилась на подсолнечник (14,7%), гречиху (10,1%) и бобовые (5,1%) (Баворова и др., 2018).

Таблица 15.3

Доля посева основных сельскохозяйственных культур в структуре посевных площадей, 2015 г.

Культура	**Средняя доля посевов (%)**		
	Размер ферм		
	малые <2000 га (n =40)	**средние 2000-8000 га (n =37)**	**крупные >8000 га (n =30)**
Пшеница	56,8 M	43,9 S, L	56,7 M
Гречиха	18,3 L	20,8 L	10.1 S, M
Подсолнечник	3,7 L	4,8 L	14,7 S, M
Овощи	2,6	2,9	0,3
Бобовые (бобы, соевые бобы и др.)	8,1	8,9 L	5,1 M
Пар (химический)	1,1	1,1	1,6
Пар (механический)	6,8	7,4 L	4,5 M
Прочее	3,1 M	9,3 S	5,9

Примечание: S, M и L отображают статистически значимую разницу в средних значениях между подвыборками предприятий (S отличается от малых, M – от средних и L – от крупных фермерских хозяйств), (t-критерий; p значение = 0,1) (Баворова и др., 2018).

В таблице 16.4 представлена информация о средней урожайности яровой пшеницы по данным выборки хозяйств в целом и с группировкой по трем указанным группам предприятий за 2011–2015 гг. В целом, средняя урожайность яровой пшеницы характеризовалась высокой вариабельностью, с минимальной урожайностью (11,1 ц/га) в 2012 г. и максимальной средней урожайностью (15,2 ц/га) в 2015 г. Анализ различий продуктивности культуры с учетом

масштабов деятельности предприятия показал, что урожайность увеличилась на 9,8 и 12,4% для малых и средних хозяйств при сравнении результатов за 2011 и 2015 гг. Кроме того, результаты 2015 г. показывают, что самая высокая урожайность наблюдалась в хозяйствах средних масштабов деятельности (17,2 ц/га), далее для малых (14,5 ц/га) и крупных предприятий (13,8 ц/га).

Таблица 15.4

Средняя урожайность яровой пшеницы (ц/га), 2011–2015 гг.

Размер сельскохозяйственных предприятий	**Средняя урожайность, ц/га**				
	2011	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**
Все хозяйства в среднем	14,0	11,1	14,4	13,4	15,2
Малые хозяйства	13,2	10,9	12,9	12,5	14,5
Средние хозяйства	15,3	12,3	15,3	16,6	17,2
Крупные хозяйства	13,5	10,0	15,1	12,3	13,8

Примечание: малые фермы (<2000 га) n = 40; средние (2000-8000 га) n = 37; крупные (>8000 га) > n = 30. Подготовлено авторами по результатам опроса 2016 г.

15.2.2. Методы обработки почвы

В таблице 16.5 представлены различные методы обработки почвы, используемые в земледелии. В ходе опроса руководители хозяйств указали долю пахотных земель, на которых они используют следующие системы обработки почвы: no-till (нулевая обработка почвы), мульчирующая (глубина обработки 8–10 см), минимальная (14–16 см) и интенсивная технология обработки почвы (20–22 см и более). В таблице 16.5 показана доля среди сельхозпроизводителей, указавших то, что данная технология применяется при возделывании культур. Большинство сельхозпроизводителей комбинируют различные системы обработки почвы (Баворова и др., 2018).

Таблица 15.5

Доля хозяйств, использующих технологии обработки почвы в 2015 г., %

Размер ферм	**Методы обработки почвы**					
	No-till	**До 8 см**	**Мульчирующая обработка почвы (8-10 см)**	**Минимальная обработки почвы (14-16 см)**	**Интенсивная (20-22 см и более)**	**Прочее**
Малые	5,4	32,4	67,8	32,4	35,1	2,7
Средние	10,8	35,1	83,8	43,2	40,5	0,0
Крупные	40,0	30,0	63,3	46,7	66,7	6,7

Примечание: малые фермы (<2000 га) n = 40; средние (2000-8000 га) n = 37; крупные (>8000 га) > n = 30 (Баворова и др., 2018).

Анализ частоты использования указанных выше методов обработки почвы показал, что преобладающая доля малых и крупных сельхозпроизводителей использует mulch-tillage, далее по популярности следуют технологии глубокой и минимальной обработки почвы. Несмотря на то, что большинство сельхозпроизводителей среднего масштаба деятельности чаще всего практикуют мульчирующую обработку почвы, следующей наиболее часто применяемой технологией является минимальная (mini-till), за которой следует глубокая культивация и культивация «до 8 см». Еще один интересный момент заключается в том, что по сравнению сельхозпроизводителями малых (5,4%) и средних масштабов (10,8%), большая доля крупных предприятий практикует no-till (40%).

Таблица 15.6

Оценка сельхозпроизводителями перспектив внедрения технологии нулевой обработки почвы в регионе (2016 г.), %

Диапазон	**Очень хорошо**	**Хорошо**	**Удовлетворительно**	**Плохо**	**Очень плохо**	**Затрудняюсь ответить**
Итого	1,0	8,7	38,5	16.3	7,7	27,9
Малые	0	2,6	44,7	13,2	5,3	34,2
Средние	0	8,3	36,1	22,2	16,7	16,7
Крупные	3,3	16,7	33,3	13,3	0	33,3

Примечание: малые фермы (<2000 га) n = 40; средние (2000-8000 га) n = 37; крупные (>8000 га) > n = 30. Подготовлено авторами по результатам опроса 2016 г.

Таким образом, одним из наиболее популярных методов обработки пашни является мульчирующая технология, которая в основном применяется сельхозпроизводителями среднего масштаба деятельности (83,8%), за которыми следуют небольшие (67,8%) и крупные (63,3%) предприятия. Также стоит отметить, что крупные сельхозпроизводители наиболее активно используют интенсивные технологии с глубоким рыхлением (66,7%).

Результаты опроса при ответе на вопрос «Как вы оцениваете перспективы внедрения технологии no-till в вашем регионе?» показали, что большинство респондентов выбрали ответ «удовлетворительно» (38,5%) и «затрудняюсь ответить» (27,9%) (табл. 15.6). Процент оценок «очень хорошо» и «хорошо» очень низкий. Сельхозпроизводители, считающие, что система no-till имеет «хорошие» перспективы, в основном наблюдаются среди крупных сельхозпроизводителей (16,7%), далее следуют сельхозпроизводители средних масштабов деятельности (8,3%). Только 2,6% фермеров малых масштабов деятельности оценивают положительно перспективы распространения практики no-till в крае. Среди респондентов, выбравших вариант ответа «затрудняюсь ответить», в основном руководители малых (34,2%) и крупных (33,3%) хозяйств.

15.2.3. Причины отказа от использования технологии no-till

Как упоминалось выше, большинство сельхозпроизводителей не практикуют нулевую технологию обработки почвы (табл. 15.5). Учитывая то, что агрономы рекомендуют систему no-till как один из лучших методов предотвращения эрозии почвы в регионе (Dammann et al., 2011), важен анализ причин, препятствующих сельхозпроизводителям внедрить и использовать эту систему обработки почвы (табл. 15.7). (Баворова и др., 2018).

Одна из множества причин заключается в том, что для внедрения нулевой технологии требуются крупные инвестиции. Такие вложения воспринимаются как финансовый барьер, особенно среди руководителей малых хозяйств (83,8%). Трудности с получением кредита на внедрение технологии также рассматривается в качестве важной причины, особенно среди малых сельхозпроизводителей (33,3%). Отсутствие субсидий и специальных программ государственной поддержки рассматриваются как (очень) важная причина непринятия no-till, которая отмечена, в частности, 43,8% крупными и 35,5% малыми сельхозпроизводителями. Более 50% всех опрошенных руководителей хозяйств утверждают, что им мешает принять технологию no-till то, что положительный эффект от внедрения технологии приходится долго ждать. 74,2% руководителей малых хозяйств рассматривают этот факт как значительный барьер для принятия нулевой обработки почвы.

Большинство руководителей фермерских хозяйств не уверены в том, что технология no-till подходит для их природных условий. В частности, эту причину важной или очень важной сочли 97,2% руководителей малых хозяйств, 80,0% руководителей крупных и 77,4% руководителей средних предприятий (Баворова и др., 2018). Ряд респондентов согласны с тем, что на их предприятии вообще трудно внедрить технологию no-till. В общей сложности 65,7% руководителей малых хозяйств, 60,0% руководителей крупных хозяйств и 36,7% руководителей средних хозяйств сочли эту причину важной или очень важной (Баворова и др., 2018). Руководители хозяйств также оценили, что используемые системы обработки почвы в целом не хуже, чем no-till. 91,7% руководителей малых хозяйств, 73,3% средних и 60,0% руководителей крупных предприятий указали, что это причина является важной или очень важной (Баворова и др., 2018).

15.3. Основы аграрной политики в сельском хозяйстве Алтайского края

В этом параграфе представлен обзор аграрной политики и описана практика реализации государственных программ поддержки земледелия в Алтайском крае. Основным законом, формирующим аграрную политику Российской Федерации, является Федеральный закон «О развитии сельского

хозяйства» N 264-Фз от 29 декабря 2006 г. Он регулирует принципы государственной поддержки аграрного сектора и реализацию специальных (первоначально) пятилетних государственных программ в сельском хозяйстве. Одна из основных целей российской сельскохозяйственной политики направлена на увеличение внутреннего производства ряда продовольственных товаров до определенных пороговых (целевых) значений, определенных согласно положениям Доктрины продовольственной безопасности 2010 г. Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР, 2013). Большинство пороговых значений близки к фактическому уровню. Другие цели аграрной политики касаются устойчивого развития сельских районов, улучшения условий жизни сельского населения, повышения конкурентоспособности отечественной сельскохозяйственной продукции, а также улучшения состояния окружающей среды.

Таблица 15.7

Основные причины для неиспользования технологии no-till (2016 г.), %

Основные причины, указанные респондентами	**Не важно**			**Незначительно важно**			**Важно и очень важно**		
	Sa	**Mb**	**Lc**	**Sa**	**Mb**	**Lc**	**Sa**	**Mb**	**Lc**
Требуются значительные инвестиции	6,5	17,9	18,8	9,7	14,2	12,5	83,8	67,9	68,8
Трудно получить кредит на эти цели	19,4	29,6	43,8	48,4	48,1	37,5	32,3	22,2	18,8
Отсутствуют специальные субсидии и программы для внедрения такой технологии	16,1	25,9	37,5	48,4	51,8	18,8	35,5	22,2	43,8
Результата от внедрения технологии нужно долго ожидать	9,7	18,5	37,5	16,1	25,9	6,3	74,2	55,5	56,3
Не уверен, что данная технология подходит к нашим условиям производства	0,0	3,2	20,0	2,8	19,4	0,0	97,2	77,4	80,0
Сложно внедрить эту технологию	17,1	26,7	26,7	17,1	36,7	13,3	65,7	36,7	60,0
Используемые в хозяйстве технологии не хуже	8,3	10,0	26,7	0,0	16,7	13,3	91,7	73,3	60,0

Примечание: S – малые предприятия (<2000 га), n = 40; M – средние (2000-8000 га), n = 37; L – крупные предприятия (>8000 га), n = 30 (Баворова и др., 2018).

Инструменты политики, непосредственно влияющие на формирование рыночных цен на сельскохозяйственную продукцию, в основном защи-

щают продукцию животноводства и производство сахара, но, как правило, облагают налогом экспортируемые товары, такие как зерно и масличные культуры. Субсидирование производства в основном было направлено на поддержку производства продукции животноводства. Кроме того, льготное кредитование являлось наиболее важной мерой поддержки развития сельского хозяйства и представляло собой один из крупнейших бюджетных трансфертов. Сельхозпроизводители получали субсидии на выплату процентов по кредитам, которые должны были софинансироваться из федерального и регионального бюджетов. Также оказывалась поддержка и производственных расходов в форме субсидирования части затрат. После принятия обновленной государственной программы значение платежей на единицу площади обрабатываемой земли возросло. В последние годы государственная поддержка сельхозпроизводителей может быть определена как «связанная поддержка» в соответствии с определением Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР). Это означает, что для того, чтобы получить субсидии (direct payments), сельхозпроизводители должны производить определенную продукцию.

Основы аграрной политики для сельскохозяйственных товаропроизводителей Алтайского края разрабатываются на двух различных уровнях. Аграрная повестка формулируется на уровне федерального правительства и на уровне региона – правительство Алтайского края. Оба правительства разрабатывают и публикуют среднесрочные программы, которые осуществляются федеральными и региональными органами власти. Субъекты Федерации разрабатывают и корректируют региональные программы с учетом требований общей федеральной программы. В целом программы аграрного развития имеют силу законов. Соответственно, все бюджетные положения, принятые в федеральных программах, должны быть реализованы, в то время как пограничные меры и рыночные интервенции подпадают под исключительную ответственность федерального правительства, а прочие меры должны осуществляться региональными правительственными органами, часто с привлечением обязательств софинансирования.

Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования агропродовольственных рынков была принята федеральным правительством на период 2013–2020 гг. Общий объем финансовой поддержки сельского хозяйства по программе подлежит ежегодному уточнению в связи с формированием федерального и регионального бюджетов на следующий год. По оценкам ОЭСР (2016), государственная поддержка сельского хозяйства из государственных источников составляет 0,93% валового внутреннего продукта (ВВП) России. За восьмилетний период 2013–2020 гг. финансовые ресурсы из всех источников оцениваются на уровне 2498 миллиардов рублей. Наибольшая доля этих ресурсов (61%) выделена из федерально-

го бюджета, 31% – из бюджетов регионов и 8% – другие источники (ОЭСР 2013). Федеральная программа содержит шесть подпрограмм: развитие растениеводства и животноводства, мясное животноводство, развитие малых фермерских хозяйств, техническое перевооружение, а также блок, связанный с реализацией государственной программы. Кроме того, две федеральные целевые программы также выступают драйверами аграрной политики.

С точки зрения устойчивого землепользования, особый интерес представляет федеральная целевая программа по сохранению земель «Сохранение и воспроизводство почвенного плодородия земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов как национального достояния России на 2006–2010 годы и на период до 2013 г.». Эта программа завершилась в 2013 г. Аналогичные меры, в основном направленные на мелиорацию, в настоящее время включены в государственную программу на 2013–2020 гг.

В Алтайском реализовывалась региональная программа «Развитие сельского хозяйства в Алтайском крае на 2013–2020 годы» (долгосрочная целевая программа).

В региональном варианте программы предусмотрено четыре подпрограммы, такие как развитие растениеводства, развитие животноводства, поддержка малых форм хозяйствования, а также технологическая модернизация и инновационное развитие агропромышленного комплекса. Финансовые ресурсы, предусмотренные на период 2013–2020 гг., составили 44,3 млрд руб. Большая доля финансовых ресурсов была выделена на две первые подпрограммы. Однако несмотря на то, что подпрограммы по развитию растениеводства и животноводства в основном финансируются за счет финансирования из федерального бюджета (87 и 82% соответственно), подпрограмма «Технологическая модернизация» в значительной степени финансируется из источников на региональном уровне (94%) (Администрация Алтайского края, 2012). Распределение финансирования из федерального и регионального бюджетов по четырем подпрограммам показано на рисунке 15.1.

Рис. 15.1. Распределение финансирования программы развития сельского хозяйства в Алтайском крае на 2013–2020 гг. (Администрация Алтайского края, 2012, с. 18–19)

На уровне Алтайского края задачи федеральной аграрной политики воплощаются в региональные задачи по увеличению производства продукции растениеводства на 25% до 2020 г. Эта цель подкрепляется точными целевыми показателями производства

зерна, подсолнечника, сахарной свеклы, картофеля и льна, а также продукции животноводства. В рамках подпрограммы «Развитие растениеводства» краевое правительство выделяет средства на реализацию двух различных задач. Первая задача включает меры по увеличению производства продукции растениеводства, субсидии процентных ставок по кредитам и субсидии на страхование урожая. Из финансовых ресурсов, запланированных на подпрограмму «Развитие растениеводства», 90% было выделено именно на первую задачу. Отчет об исполнении плана за 2015 г. показывает, что субсидии на гектар (52,3%) и субсидии на компенсацию процентных ставок по кредитам (41,4%) по-прежнему являются основными направлениями поддержки в подпрограмме «Растениеводство». В среднем в 2015 г. 2541 сельскохозяйственный товаропроизводитель и предприятие получили 298 рублей на гектар государственной поддержки. Однако сумма господдержки варьируется на территории региона и колеблется от 159 руб./га (Быстроистокский район) до 581 руб./га (Немецкий национальный район). Более детальный анализ структуры производственных расходов алтайских сельхозпроизводителей, пользующихся субсидированными кредитами, показывает, что наиболее заметными статьями затрат являются горюче-смазочные материал и энергия (43%), средства защиты растений (20%) и удобрения (10%) (Главное государственное сельскохозяйственное управление, 2016).

Вторая задача, на которую предусмотрены оставшиеся 10% финансирования, включает в себя довольно разнообразные меры, такие как поддержка развития элитного семеноводства, защита и восстановление плодородия почвы, а также поддержка садоводства. С точки зрения проекта «Кулунда», особое значение имеет поддержка посадки лесополос. План предусматривает реализацию посадок на 9900 га и планирует общую финансовую поддержку в размере 495 млн рублей (Администрация Алтайского края, 2012). В 2014 г. на посадку лесополос в Алтайском крае было потрачено 891 тыс. рублей, а в 2015 году – 417 тыс. рублей. Финансирование в оба года в значительной степени осуществлялось за счет краевого бюджета (718 тыс. рублей) и так называемых внебюджетных источников (417 тыс. рублей) (Главное государственное управление сельского хозяйства, 2016).

Заключение

С точки зрения устойчивого и ориентированного на местные условия управления земельными ресурсами, существующая структура производства и аграрная политика несет в себе потенциальные конфликты. Очевидно, что основное внимание уделяется краткосрочным производственным целям, а не долгосрочным, в частности сохранению почвенного плодородия. Совокупные субсидии в форме прямой поддержки на производство зерна

увеличивают альтернативные издержки сельхозпроизводителей на преобразование пахотных земель в пастбища в местах, где такая мера была бы предпочтительнее из-за эрозии почвы. Кроме того, за исключением программ господдержки посадки лесополос, мер для стимулирования диверсификации севооборота или мониторинга показателей почвы, таких как содержание гумуса, практически не принимается. Внедрение программ местными органами власти играет важную роль в определении конкретных стимулов, с которыми сталкиваются сельхозтоваропроизводители.

Библиографический список

Администрация Алтайского края. Долгосрочная целевая программа «Развитие сельского хозяйства Алтайского края на 2013–2020 годы». Барнаул : Администрация Алтайского края, 2012.

Главное управление сельского хозяйства Алтайского края : Реестр сельскохозяйственных предприятий Алтайского края. Барнаул : Главное управление сельского хозяйства Алтайского края, 2015. URL: http://www.altagro22.ru.

Главное управление сельского хозяйства Алтайского края. Доклад о ходе и результатах реализации в 2015 году государственных и ведомственных целевых программ в сфере развития сельского хозяйства Алтайского края. Барнаул : Главное управление сельского хозяйства Алтайского края, 2016. URL: http://www.altagro22.ru.

OECD. Agricultural Policy Monitoring and Evaluation 2013: OECD Countries and Emerging Economies, Paris: OECD Publishing, 2013.

OECD. Producer and Consumer Support Estimates database. 2016/ URL: ttp://www.oecd.org.

РОСРЕЕСТР: Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии. Барнаул, 2015.

РОССТАТ: Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС). Федеральная служба государственной статистики. М., 2016. URL: http://www.gks.ru.

Bavorova M., Imamverdiyev N., Ponkina E. (2018) Farm-level economics of innovative tillage technologies: the case of no-till in the Altai Krai in Russian Siberia. Environ Sci Pollut Res 25:1016–1032.

Глава 16. Роль организационно-правовой формы сельскохозяйственных предприятий в достижении экономической эффективности производства продукции растениеводства в Кулундинской степи Алтайского края

Е.В. Понькина, М. Баворова, С.В. Лобова

Аннотация. В переходный период с 1992 г. по настоящее время в России действующие в советский период организационно-правовые формы сельскохозяйственных предприятий видоизменились, также были введены новые. Основной целью данной главы является анализ влияния организационно-правовой формы сельскохозяйственных предприятий на эффективность производства продукции растениеводства в условиях Кулундинской степи Алтайского края в 2008–2012 гг. Эмпирическую базу исследования составили данные, собранные в ходе мониторинга сельскохозяйственных предприятий Главным управлением сельского хозяйства Алтайского края. Результаты анализа данных на основе метода Data Envelopment Analysis показали более низкую эффективность производства продукции растениеводства сельскохозяйственных предприятий некооперативной формы организации (ООО и АО) по сравнению с кооперативными формами (СПК, СХА). Анализ выявил различия в использовании трудовых ресурсов и интенсификации технологий в растениеводстве.

Ключевые слова: организационно-правовая форма, растениеводство, эффективность, Data Envelopment Analysis, сельскохозяйственный производственный кооператив

Введение

В плановой экономике основными организационно-правовыми формами сельскохозяйственных предприятий в России были коллективные (колхозы) и государственные (совхозы) хозяйства, и те, и другие имели государ-

ственную форму собственности. В 1990 г. в Алтайском крае насчитывалось 686 сельскохозяйственных предприятий, из них 226 колхозов и 460 совхозов, использующих в общей сложности 12653 тысяч гектаров сельскохозяйственных угодий (Царев и др., 1997). Средний размер предприятий достигал 18,4 тыс. га сельскохозяйственных угодий, при средней площади пашни 5,8 тыс. га.

В ходе реформ 1991–1997 гг. произошла реорганизация организационно-правовых форм сельскохозяйственных предприятий, в ходе реструктуризации колхозов и совхозов были созданы новые предприятия. Государственная собственность была частично приватизирована и преобразована в предприятия на основе частной, государственной, муниципальной и смешанной форм собственности.

Преобразование колхозов и совхозов привело к возникновению следующих основных организационно-правовых форм предприятий: а) акционерное общество (АО); б) товарищество с ограниченной ответственностью (ТОО), которое позже стало обществом с ограниченной ответственностью (ООО); в) сельскохозяйственный производственный кооператив (СПК); г) крестьянское (фермерское) хозяйство КФХ); д) индивидуальный предприниматель (ИП). Кроме того, повысилась роль личных подсобных хозяйств (ЛПХ) в региональном производстве (см. также гл. 15).

По оценкам экспертов, развитие семейных ферм имело ограниченные перспективы, в частности, из-за неготовности населения вести бизнес самостоятельно и нести связанные с этим экономические риски. Так, в начале реформ только 10–15% сельских жителей высказали желание открыть собственный аграрный бизнес (Черняков, 1999; Серова, 2016).

Российские агропромышленные предприятия различных организационно-правовых форм различаются по множеству признаков. В частности, различия проявляются по способам распределения собственности между собственниками организации, в системе управления производством и принятия решений, по принципам распоряжения прибылью и ответственности собственников по обязательствам предприятия. Сравнительный анализ особенностей основных организационно-правовых форм сельскохозяйственных производителей в России приведен в таблице 16.1. Таким образом, можно предположить, что организационно-правовая форма оказывает влияние на результаты деятельности сельскохозяйственных предприятий, что является предметом исследований экономистов (Jones, 1998; Jones, Kalmi, 2012; Капелюшников, 2001; Chaddad, 2014; Lerman et al., 2016). Так, различия в технической эффективности для предприятий корпоративной и кооперативной форм организации аграрного бизнеса были выявлены, например, в Чешской Республике за 1996–1998 гг. (Curtiss, 2002).

Особенности распределения собственности и ответственности за результаты деятельности значительно определяют результативность

и эффективность деятельности. Очевидно, что при большом количестве собственников на предприятии структура управления усложняется, возникает необходимость внедрять процедуры согласования решений и улаживать конфликты интересов, что ведет к росту операционных издержек. Наиболее значимые различия в системе управления можно обнаружить между сельскохозяйственными организациями, находящимися в кооперативной собственности (СПК), и другими типами сельскохозяйственных предприятий (АО, ООО, КФХ и ИП). Стремление к лидерству в СПК требует создания условий, отвечающих потребностям его членов, но часто приводит к неэкономичным решениям.

Таблица 16.1

Различия организационно-правовых форм собственности, влияющие на организацию хозяйственной деятельности

СПК	**ООО**	**ПАО и ЗАО**	**КФХ и ИП**	**ЛПХ**
Цели деятельности				
Получение прибыли	Получение прибыли	Получение прибыли	Получение прибыли	Удовлетворение собственных нужд в продукции
Собственники				
Члены трудового коллектива, ассоциированные члены	Учредители	Акционеры	Члены КФХ	Члены ЛПХ
Ограничения по количеству собственников и масштабам деятельности				
≥5 членов. Члены кооператива должны выполнять ≥ 50% всех работ по производству продукции.	≤ 50 участников	ПАО – нет, ЗАО – ≤ 50 акционеров	Члены КФХ – родственники (≤3 семей), членов не родственников ≤ 5 чел.	Члены ЛПХ – родственники, ограничен максимальным размером земельного надела
Личное трудовое участие				
Число членов, не принимающих личного трудового участия ≤ 25% общего числа членов	Необязательно	Необязательно	Обязательно	Обязательно

Продолжение таблицы 16.1

СПК	ООО	ПАО и ЗАО	КФХ и ИП	ЛПХ
кооператива, принимающих личное трудовое участие				
Принцип определения руководителей				
Избрание из числа членов трудового коллектива	Назначение / избрание учредителями	Назначение / избрание акционерами	Назначение / избрание членами КФХ	Назначение / избрание членами ЛПХ
Вес голоса участника при принятии решений на общем собрании				
Равноправие, каждый член имеет один голос.	В зависимости от доли в уставном капитале.	В зависимости от доли пакета акций.	Равноправие.	Равноправие.
Распоряжение прибылью				
По решению собрания трудового коллектива, назначение дивидендов в зависимости от трудового участия и размера паевого взноса. До 30% прибыли может быть направлено на премирование и выплату дивидендов.	По решению собрания учредителей, назначение дивидендов пропорционально доле в уставном капитале.	По решению собрания акционеров, пропорционально количеству акций	Полное самостоятельное распоряжение полученной прибылью.	Полное самостоятельное распоряжение полученной прибылью.
Ответственность по обязательствам предприятия				
Член кооператива отвечает паем в размере не менее 5% его стоимости.	Участник не отвечает собственным имуществом, убытки несет только в пределах вклада	Акционер не отвечает собственным имуществом, убытки несет только в пределах	Полная, всем имуществом.	Полная, всем имуществом.

Окончание таблицы 16.1

СПК	ООО	ПАО и ЗАО	КФХ и ИП	ЛПХ
	в уставный капитал.	стоимости принадлежащих акций.		
Условия выхода участников				
Выплачивается стоимость пая по текущей стоимости или выдается имущество, соответствующей стоимости.	Выплачивается стоимость части имущества, соответствующей его доле в уставном капитале, либо передается эквивалентное по стоимости имущество.	В ПАО – продажа акций третьим лицам, в ЗАО – акции сначала предлагаются другим акционерам.	Только в порядке прекращения деятельности.	Только в порядке прекращения деятельности.

Примечание: Здесь и далее: СПК – сельскохозяйственный производственный кооператив; ООО – общество с ограниченной ответственностью; КФХ – крестьянское (фермерское) хозяйство; ИП – индивидуальный предприниматель; ПАО – публичное акционерное общество; ЗАО – закрытое акционерное общество; ЛПХ – личное подсобное хозяйство. Источник: авторы.

Кроме того, СПК характеризуется высокой степенью обобществления результатов деятельности, что приводит к отчуждению рабочих от результатов их труда, хотя они и могут являться совладельцами бизнеса. Основным недостатком СПК в этом плане является то, что на практике у руководителей кооператива возникают трудности в привлечении прямых инвестиций, продаже паев и получении кредитов.

Попытки оценить влияние организационно-правовых форм сельскохозяйственных предприятий на рентабельность их деятельности и производительность в России были сделаны в Нижегородской области (Алтухов, Рассадин, 2015), Тамбовской области (Минаков, 2015), Омской области (Маракаева, Щерба, 2016), Белгородской области (Бельченко, 2012) и Ставропольском крае (Дидиенко, 2004). Однако недостаточно изученным остается вопрос влияния организационно-правовой формы на техническую эффективность сельскохозяйственных организаций. Особенно это исследование актуально для Алтайского края, одного из важнейших аграрных регионов Сибири. Отметим, что более высокая техническая эффективность связана с более высокой рентабельностью сельхозпредприятий и, следовательно, их готовностью к долгосрочным инвестициям, включая меры по защите почвы.

Таким образом, целью исследования является сравнительный анализ влияния организационно-правовой формы сельскохозяйственных предприятий (СПК, ООО и АО) на техническую эффективность производства продукции растениеводства в Кулундинской степи Алтайского края.

Количественная оценка эффективности деятельности основана на соотношении конечных результатов (выходов – outputs) и затратам (входам – inputs). Одним из подходов сравнительного анализа эффективности производственно-хозяйственной деятельности является граничный подход (Frontier Approach), предложенный Ж. Дебре (Debreu, 1951) и М. Фарреллом (Farrell, 1957), которые ввели категорию общей экономической эффективности (Overall Efficiency) и ее декомпозиции на эффективность распределения (Allocative Efficiency – AE) и техническую эффективность (Technical Efficiency – TE). В соответствии с этим подходом эффективный производственный объект обеспечивает наиболее продуктивную генерацию множества выходов за счет использования множества входов (Green, 1993; Murillo-Zamorano, 2004).

Для оценки TE, могут быть использованы различные непараметрические и параметрические методы, наиболее популярными из которых являются анализ оболочки данных (Data Envelopment Analysis – DEA) (Charnes et al., 1978; Banker, 1984; Deprins и др., 1984) и стохастический граничный анализ (Stochastic Frontier Analysis – SFA) (Aigner et al., 1977; Battis, Coelli, 1992; Green, 1993). Метод DEA, используемый в работе в качестве базового, широко апробирован в исследованиях технической эффективности сельскохозяйственных предприятий (Abtania et al., 2012; Hassanov, Nomman, 2011; Houshyar et al., 2010; Svetlov, Hockmann, 2009; Murthy et al., 2009; Wadud, White, 2000). Преимущества метода DEA заключаются том, что он не требует параметрической идентификации и спецификации производственной функции и позволяет использовать в анализе как множество входов (статей затрат), так и множество выходов (результатов деятельности).

Анализ эффективности производства продукции растениеводства на предприятиях кооперативной формы хозяйствования (СПК) и наиболее популярных некооперативных форм (ООО и АО) позволит определить наиболее эффективную организационно-правовую форму растениеводства в современных условиях.

16.1. Территория исследования

По состояния на 2015 г. в Алтайском крае было зарегистрировано 2812 сельскохозяйственных предприятий, из них 2031 (72%) имели организационно-правовую форму крестьянских (фермерских) хозяйств (КФХ) или индивидуальный предприниматели (ИП), 543 (19%) являлись обществами с ограниченной ответственностью (ООО), 150 (5%) – сельскохозяйственны-

ми производственными кооперативами (СПК), 60 (2%) – акционерными обществами и 28 – организациями прочих ОПФ (табл. 16.2). С 2012 по 2015 г. количество СПК сократилось на 53 предприятия. На территории Кулундинской степи, занимающей значительную часть Алтайского края, структура сельскохозяйственных предприятий в общем аналогична пропорциям, наблюдаемым в регионе в целом (РЕЕСТР, 2012).

Сельскохозяйственные организации (ООО, АО и СПК) играют важнейшую роль в аграрном секторе региона. Так, в 2015 г. они обработали 61,4% пахотных земель, а на долю КФХ и ИП приходилось 37,4% пашни (РОССТАТ, 2016). Изменение доли пахотных земель, обрабатываемых хозяйствами различных ОПФ за период 2006–2015 гг., представлено в главе 15.

Ведущую роль в обеспечении товарного сельскохозяйственного производства в Алтайском крае до сих пор играют сельскохозяйственные организации (ООО, АО и СПК). Они производят 45% всей продукции растениеводства и 42% – животноводства, используя 66% площадей краевого фонда пашни. КФХ и ИП производят лишь 18% продукции растениеводства и 2% – животноводства на 33% пахотных земель (Росстат). Наиболее значимыми товарными культурами в растениеводстве Кулунды являются зерновые культуры (в частности, пшеница) и подсолнечник. Их доля в структуре посевных площадей в 2012 г. составила 46 и 12%, соответственно.

Таблица 16.2

Структура сельскохозяйственных предприятий Алтайского края (Кулунда) в 2012 и 2015 гг.

Сельскохозяйственные предприятия	**2012**				**2015**			
	Алтайский край в целом		**Кулунда**		**Алтайский край в целом**		**Кулунда**	
	количество	**%**	**количество**	**%**	**количество**	**%**	**количество**	**%**
Всего	2896	100	1914	100	2812	100	1802	100
из которых:								
СПК	203	7	121	6	150	5	80	4
ООО	661	23	388	20	543	19	293	16
АО	90	3	48	3	60	2	30	2
КФХ и ИП	1908	66	1350	71	2031	72	1381	77
Прочие	34	1	7	0	28	1	18	1

Примечание. Здесь и далее: СПК – сельскохозяйственный производственный кооператив; ООО – общество с ограниченной ответственностью; АО – акционерное общество; КФХ – крестьянское (фермерское) хозяйство; ИП – индивидуальный предприниматель.

Источник: Составлено авторами на основе данных РОСРЕЕСТРА Алтайского края (РЕЕСТР, 2012–2015).

Экономические и климатические условия производства продукции растениеводства характеризуются нестабильностью. За последние 15 лет наблюдалось два аномально выраженных периода (2009 г. – высокий урожай, 2012 г. – низкий урожай), существенно отразившихся на результатах деятельности предприятий. Так, в 2009 г. сложились благоприятные климатические условия, обеспечившие высокую урожайность зерновых культур. Средняя урожайность пшеницы составила 14,7 ц/га (в 10 из 32 районов Кулунды была достигнута максимальная урожайность культуры за 1996–2012 гг.). Высокий урожай, полученный в крае в этот период, привел к «обрушению» цен на зерно, которая с 5512 руб./т в августе 2009 г. упала до 4309 руб./т к декабрю 2009 г. Падение цены продолжалось вплоть до июня 2010 г., когда она достигла 3398 руб./т (падение в 1,6 раз) (Зерно Он-Лайн, 2014).

В 2012 г. в крае случилась сильная засуха, что привело к снижению урожайности культур. Средняя урожайность яровой пшеницы в Кулунде составила 6,6 ц/га – это минимум за 1996–2015 гг. Падение валовых сборов зерна привело к резкому возрастанию цены на рынке. Цена на пшеницу в июле 2012 г. на пшеницу составляла 5921 руб./т, а к декабрю возросла до 8499 руб./т (рост в 1,43 раза) (Зерно Он-лайн, 2014).

Приведенные факты свидетельствуют о сложных, чрезвычайно жестких условиях хозяйствования, к которым предприятия различных форм организации и управления адаптируются по-разному. Сравнительный анализ эффективности производства продукции растениеводства предприятиями кооперативной формы хозяйствования (СПК) и наиболее распространенной частной (ООО и АО) позволит выявить наиболее конкурентную ОПФ в сложившихся условиях и исследовать факторы ее эффективности.

16.2. Методология

16.2.1. Данные

В исследовании были использованы данные Главного управления сельского хозяйства Алтайского края за период с 2008 по 2012 г. Общий объем исходной выборки составил 211 объектов, выбранных из базы данных случайным образом из общего набора предприятий. С учетом того, что фокус исследования направлен на анализ эффективности возделывания пшеницы и подсолнечника, из общей выборки были отобраны от 150 до 174 сельскохозяйственных организации (ООО, АО и СПК), имеющие в производстве значительную долю производства данных культур. Полученные данные представляют собой независимо сформированные выборки на каждый год исследования и не могут рассматриваться как панельные (panel data). Из выборки были полностью исключены предприятия, возделывающие сахарную свеклу. Это обусловлено тем, что возделывание сахарной свеклы ока-

зывает существенное влияние на севооборот и структуру производственных расходов. В целях повышения однородности выборки и формирования «густой» границы эффективности выполнено исключение «объектов-выбросов» – аномальных объектов, существенно отличающихся по показателям урожайности культур, цене реализации, затратам на 1 га площади посева. Учитывая то, что доля КФХ и ИП в выборке незначительна (3–4 предприятия), провести исследование для данной категории производителей по имеющимся данным не представляется возможным. Поэтому КФХ были исключены из исследования.

Таблица 16.3

Общая характеристика выборки, Кулунда, Алтайский край, 2008–2012 гг.

Показатель	Ед. изм.	2008	2009	2010	2011	2012
Общее количество предприятий	ед.	150	168	172	169	174
в том числе						
СПК	ед.	62	67	71	62	71
ООО	ед.	60	73	69	75	69
АО	ед.	24	25	28	28	30
Площадь земель сельхозназначения	тыс. га	1397	1530	1612	1529	1750
в том числе						
СПК	тыс. га	597	670	710	592	727
ООО	тыс. га	407	489	476	504	560
АО	тыс. га	368	359	399	403	432
Площадь пашни	тыс. га	1092	1176	1240	1202	1345
в том числе						
СПК	тыс. га	470	508	543	450	540
ООО	тыс. га	318	393	368	422	454
АО	тыс. га	279	264	304	300	324
Средний размер предприятия (пашни)	тыс. га/ед.	7.3	7.0	7.2	7.1	7.7
в том числе						
СПК	тыс. га / ед.	7.6	7.6	7.7	7.3	7.6
ООО	тыс. га / ед.	5.3	5.4	5.3	5.6	6.6
АО	тыс. га / ед.	11.6	10.6	10.9	10.7	10.8

Предприятия в выборке охватывают 9% от общей численности сельскохозяйственных предприятий на территории Кулунды (59% СПК, 18% ООО

и 63% АО) (данные за 2012 г.), расположенных в 21 районе (из 32). В 2012 г. площадь сельскохозяйственных угодий, занятых предприятиями, составила 1750 тыс. га, из которых 1345 тыс. га относятся к категории пахотных земель (табл. 16.3) (39% от общей площади пашни в Кулунде). По объему производства растениеводческой продукции выборка охватывает 33% производства зерна и 34% производства подсолнечника в Кулунде.

16.2.2. Характеристика выборки

Акционерные общества представляют собой крупные предприятия со средней площадью 14 тыс. га земель сельскохозяйственного назначения и 10 тыс. га пашни (табл. 16.3). Предприятия кооперативной формы (СПК) в целом занимают среднюю позицию по масштабам деятельности. Средний размер СПК по площади земель сельскохозяйственного назначения составляет 10 тыс. га и 7,5 тыс. га пашни. Площадь используемых земель в ООО в среднем за 2008–2012 гг. составляет 7 тыс. га, пашни – 5,6 тыс. га.

Рис. 16.1. Средняя урожайность пшеницы и подсолнечника, ц/га, 2008–2012 гг.

Средняя урожайность зерновых культур и подсолнечника вариабельна по годам исследования. Наибольшая величина для зерновых культур достигалась в 2009 г., когда наблюдался рекордный урожай в крае, а наименьшая в 2012 г. – период засухи. Урожайность зерновых в среднем более высокая в ООО, а урожайность подсолнечника – в СПК, за 2008–2012 гг. (рис. 16.1). Получить однозначный вывод об эффективности производства продукции растениеводства для предприятий различных ОПФ на основе данных средней урожайности нельзя, так как важно соотнесение не только продуктивности культур, но и затрат на ее достижение (входов).

По структуре производства продукции сельского хозяйства более сопоставимыми являются АО и СПК. ООО имеют более выраженную растениеводческую специализацию. Средняя доля в выручке от производства и реализации продукции растениеводства в ООО составляет 73,9%, в то время как АО и СПК данная величина составила 45,5 и 48,1% соответственно (табл. 16.4). Доля паров составляет около 8% во всех типах организаций в среднем за 2008-2012 гг.

Рис. 16.2. Средние затраты на производство продукции растениеводства, тыс. руб. / га: а) затраты на удобрения; б) расходы на гербициды; в) затраты на семена; г) затраты на рабочую силу

Производственная нагрузка на одного занятого в СПК значительно ниже, чем в обществах. Так, средняя численность рабочих в расчете на 1000 га площади обрабатываемой пашни в кооперативных предприятиях составляет 8 чел., в АО – 7 и в ООО – 5 чел. Общества привлекают меньший объем трудовых ресурсов и соответственно экономят на фонде оплаты труда. СПК в виду своих особенностей ограниченно в этом, в связи с этим и величина средних затрат в расчете на 1 га площади обрабатываемой пашни выше. Средний возраст руководителей СПК и АО составляет 53-54 года, руководители ООО незначительно моложе – 51 год.

Сравнение основных индикаторов технологии возделывания культур, таких как затраты на семена, частота применения удобрений и гербицидов, затраты на ГСМ показывает, что СПК тяготеют к экстенсивной форме ведения производства. Затраты на семена в среднем выше на 18% и 4% в ООО и АО относительно средних затрат для СПК (рис. 16.2, табл. 16.4). Доля предприятий, практикующих внесение удобрений, от общей численности в вы-

борке для АО варьируется от 25 до 48%, для ООО – от 23 до 34% и для СПК – от 13 до 32%. При этом сумма затрат на внесение удобрений в СПК ниже в 4 раза, чем в ООО, и в 1,8 раза, чем в АО. Средние затраты на применение средств защиты растений в ООО в 1,8 раза выше, чем в СПК. АО в среднем тратят на СЗР на 16% меньше, чем СПК. Затраты на ГСМ в обществах в целом ниже, чем в кооперативных хозяйствах.

Таблица 16.4

Входы и выходы по объектам выборки (Кулунда, Алтайский край), 2008–2012 гг.

Показатель	2008	2009	2010	2011	2012
Выходы:					
Вариант 1 – Стоимость произведенной продукции растениеводства, тыс. руб./ед.	24676	24682	21173	20618	19508
в том числе:					
СПК	23731	25258	22863	19941	17625
ООО	21290	21308	18384	19311	21218
АО	32765	32572	23447	21789	17338
Вариант 2 - Валовой сбор культур:					
Зерновые культуры, тонн /ед.	4166	6018	4626	3648	2307
в том числе:					
СПК	4350	6108	5089	3942	2363
ООО	3342	4994	3685	3039	2249
АО	5714	8851	5769	4383	2183
Подсолнечник, тонн /ед.	303	290	296	342	310
в том числе:					
СПК	313	268	317	344	288
ООО	249	331	284	360	310
АО	314	223	265	203	270
Входы (затраты):					
Семена, тыс. руб./ед.	2985	3699	3122	3787	5012
в том числе:					
СПК	2876	3823	3144	3495	4717
ООО	2480	2890	2554	3620	5042
АО	4544	5626	4249	4524	5521
Удобрения, тыс. руб./ед.	368	269	226	382	314

Окончание таблицы 16.4

Показатель	2008	2009	2010	2011	2012
в том числе:					
СПК	206	173	100	174	241
ООО	455	337	359	478	308
АО	416	346	249	436	470
СЗР, тыс. руб./ед.	723	569	693	839	1048
в том числе:					
СПК	488	536	521	749	750
ООО	913	585	928	952	1282
АО	459	617	557	514	995
Топливо, тыс. руб./ед.	5632	4623	4607	4849	5602
в том числе:					
СПК	6487	5443	5166	5470	6358
ООО	3739	3261	3232	3749	4419
АО	8317	6614	6624	6236	6387
Запасные части, тыс. руб./ед.	3197	2874	2846	2796	3258
в том числе:					
СПК	3536	3141	3067	3037	3450
ООО	2288	2305	2306	2253	2770
АО	4763	3866	3633	3472	3697
Заработная плата, тыс. руб./ед.	3877	4336	4644	5360	5801
в том числе:					
СПК	4261	4973	5359	6101	5846
ООО	2563	3115	3309	3963	5077
АО	6118	6258	6086	7095	7300

Таблица 16.5

Характеристика выборки, Кулунда, Алтайский край, 2008–2012 гг.

Показатель	2008	2009	2010	2011	2012	Среднее*
Доля выручки от растениеводства, %	63	61	61	58	54	59
в том числе:						
СПК	52	50	51	46	41	48
ООО	77	76	74	71	72	74

Окончание таблицы 16.3

Показатель	2008	2009	2010	2011	2012	Среднее*
АО	55	45	46	43	38	46
Доля зерновых в структуре посевных площадей, %	64.4	64.8	60.2	60.8	58.7	61.8
в том числе:						
СПК	61.6	60.9	57.7	58.9	56.1	59.0
ООО	67.2	68.7	63.4	64.0	62.3	65.1
АО	62.2	61.9	57.6	55.4	55.8	58.6
Доля подсолнечника в структуре посевных площадей, %	7.4	7.8	9.1	9.6	10.3	8.8
в том числе:						
СПК	6.6	6.8	7.5	7.6	8.1	7.3
ООО	7.8	9.7	10.6	11.9	12.9	10.6
АО	7.7	4.9	8.0	7.1	8.6	7.2
Доля паров в структуре посевных площадей, %	7.4	7.2	9.1	7.8	8.3	8.0
в том числе:						
СПК	8.1	7.8	9.4	7.4	8.0	8.1
ООО	7.3	7.3	9.2	7.7	8.2	7.9
АО	6.4	6.1	8.1	9.3	9.3	7.9
Численность рабочих, чел./ тыс. га	7.5	7.1	6.8	6.1	5.9	6.7
в том числе:						
СПК	9.1	8.7	8.1	7.9	7.6	8.3
ООО	6.1	5.2	5.4	4.7	4.1	5.1
АО	7.9	8.8	7.4	6.6	6.5	7.4
Средний возраст руководителя, лет	53	53	53	52	53	53
в том числе:						
СПК	54	54	54	53	53	53
ООО	51	52	52	52	51	51
АО	55	54	54	53	54	54

16.2.3. Анализ технической эффективности

Оценка технической эффективности производства продукции растениеводства для сельскохозяйственных предприятий различных организационно-правовых форм (СПК, ООО и АО) основывается на применении метода DEA. Обобщая опыт оценки технологической эффективности производства продукции растениеводства (Curtis, 2002; Wadud, White, 2000) входами выступают переменные затраты на возделывание культур в стоимостном выражении по статьям: семена, удобрения, средства защиты растений, нефтепродукты, запасные части и заработная плата.

Оценку технологической эффективности производства продукции растениеводства выполним для двух вариантов формирования выходов:

Вариант 1 – Выход оценивается по величине стоимости произведенной продукции растениеводства, рассчитанной в среднегодовых ценах реализации производителя.

Вариант 2 – Выход оценивается величиной валовых сборов культур (зерновые культуры и подсолнечник).

В качестве базовой модели рассматривается модель CCR-output при постоянном эффекте от расширения масштабов (Constant Return to Scale – CRS) (Charnes, Cooper, Rhodes, 1978) и BCC-output при переменном эффекте от расширения масштабов (Variable Return to Scale – VRS) (Banker, Charnees, Coper, 1984). В результате решения задачи линейного программирования для каждого оцениваемого объекта получаются оценки технической эффективности (TE). Оценка технической эффективности может быть выражена в количественной форме индексом TE в диапазоне от 0 до 1. Эффективное предприятие получает индекс эффективности TE, равный 1 и лежит на границе эффективности. Это означает, что оцениваемый объект не может увеличить выход при меньших входах, т.е. в группе оцениваемых объектов он является наиболее эффективным. Среднее значение TE по выборке предприятий отражает общую ситуацию в исследуемом секторе и может выступать индикатором общего уровня технической эффективности предприятий отрасли.

Сравнительный анализ эффективности производства продукции растениеводства для указанных вариантов позволит оценить вклад фактора цен реализации продукции для предприятий различных ОПФ в достижение эффективности и выявить эффекты лучшей маневренности, приспособленности различных ОПФ к рынку. В части дискуссии рассмотрены другие аспекты эффективного производства и готовности к более устойчивому растениеводству и принятию мер по сохранению почв.

16.3. Результаты

В результате применения метода DEA CCR-output и BCC-output (CRS и VRS) для каждого года исследования получены оценки индекса технической эффективности (TE). Многие сельскохозяйственные предприятия характеризуются переменной отдачей от расширения масштабов деятельности, поэтому значения индекса TE для варианта VRS считаются более объективными.

Результаты оценки показали, что минимум TE по валовому сбору зерновых и подсолнечника (вариант 2) был достигнут в 2012 г. (условия засухи) (табл. 16.6). Аналогичным образом, динамика среднего значения TE по величине стоимости произведенной продукции (вариант 1) показывает, что наименьшее значение было достигнуто за тот же период; т.е. рост цен в августе–декабре 2012 г. не обеспечил компенсации падения урожайности, а производственные затраты для большинства хозяйств оказались неэффективными. Доля предприятий, недополучивших в этот период продукции более чем на 75% (TE≤ 0,25), является самой высокой для всех предприятий всех организационно-правовых форм (табл. 16.6).

Таблица 16.6

Среднее значение технологической эффективности производства продукции растениеводства по предприятиям Кулундинской степи (Алтайский край) 2008–2012 гг.

Показатель	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**
Среднее значение TE по предприятиям (вариант 1)	0.74	0.75	0.72	0.76	0.65
в том числе:					
СПК	0.70	0.72	0.69	0.74	0.64
ООО	0.76[1)]	0.77[1)]	0.76[2)]	0.74	0.64
АО	0.80[2)]	0.75[1)]	0.68	0.80[1)]	0.69[1)]
Среднее значение TE по предприятиям (вариант 2)	0.81	0.84	0.83	0.75	0.73
в том числе:					
СПК	0.78	0.81	0.83	0.74	0.70
ООО	0.83[1)]	0.85[1)]	0.83	0.75	0.72[1)]
АО	0.86[1)]	0.87[1)]	0.82	0.78[1)]	0.76[1)]

Примечание: Выполнена проверка статистически значимых различий среднего между оцениваемым TE по выборке СПК и по выборкам ООО и АО на основе t-тест Стьюдента. [1)] – p-value 0.1; [2)] – p-vaue 0.05. Источник: Расчеты авторов по методу DEA, модель BCC-output.

Максимум ТЕ (0,84) по валовым сборам (вариант 2) был достигнут в 2009 г. (год рекордного урожая).

В этот период, несмотря на значительное падение цены в сезон реализации продукции, эффективность производства оценивается на высоком уровне – ТЕ (вариант 1) составила 0,75. Запаздывающая реакция рынка привела к снижению эффективности производства оцененной по стоимости выпущенной продукции (вариант 1) в следующем, 2010 г.

Сравнение уровня ТЕ для предприятий различных ОПФ свидетельствует о том, что кооперативная форма организации в сельском хозяйстве уступает по эффективности обществам. Среднее значение ТЕ (вариант 1) за 5 лет исследования для АО на 6% выше, чем в СПК, а для ООО на 5%. Генерация выходов виде валовых сборов продукции за счет используемых входов эффективнее в АО на 6%, а в ООО на 3%. Значение ТЕ для сравниваемых групп предприятий различных ОПФ приведено в таблице 16.5, где видно, что во все годы наблюдается статистически значимые различия по величине ТЕ по исследуемым выборкам. Средняя доля предприятий, являющихся лидерами по эффективности производства, имеющих ТЕ более 0,75, для обществ существенно выше, чем для предприятий кооперативной формы хозяйствования (табл. 16.7).

Таблица 16.7

Классификация предприятий по технической эффективности производства продукции растениеводства, Кулунда, Алтайский край, 2008–2012 гг.

ТЕ	2008			2009			2010			2011			2012		
	СПК	ООО	АО	СПК	ООО	АО	СПК	ООО	АО	СПК	ООО	АО	СПК	ООО	АО
Вариант 1 – оценка выходов по стоимости произведенной продукции															
0.75 – 1	50	50	67	45	55	52	38	51	25	56	45	63	42	39	50
0.5 – 0.75	26	43	25	34	32	32	44	31	57	19	39	19	21	30	17
0.25 – 0.5	19	5	8	18	12	16	14	18	18	23	13	19	25	21	23
0 – 0.25	5	2	0	3	1	0	4	0	0	2	3	0	11	10	10
ИТОГО	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Вариант 2 – оценка выходов по величине валовых сборов															
0.75 – 1	63	73	79	63	70	84	69	67	68	52	56	59	41	54	50
0.5 – 0.75	23	22	13	30	25	4	25	22	29	24	25	26	35	28	23
0.25 – 0.5	10	3	8	6	5	12	3	10	4	21	17	15	17	15	20
0 – 0.25	5	2	0	1	0	0	3	0	0	3	1	0	7	3	7
ИТОГО	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Источник: Расчеты авторов по методу DEA, модель BCC-output.

16.4. Дискуссия

Результаты исследования показали, что СПК в целом уступает по технической эффективности растениеводства некооперативным формам организации ООО и АО. Схожие выводы были получены и при сравнении основных экономических показателей деятельности кооперативных и некооперативных сельскохозяйственных организаций в других регионах Российской Федерации, в частности в Нижегородской области (Алтухов, Рассадин, 2015), Тамбовской области (Минаков, 2015), Омской области (Маракаева, Щерба, 2016), Белгородской области (Бельченко, 2012) и Ставропольском крае (Дидиенко, 2004). Анализ показателей прибыли для различных ОПФ в целом по РФ за 2011–2013 гг. показал, что прибыльность производства в СПК почти в два раза ниже, чем в ООО, и в 6 раз ниже, чем в АО (Минаков, 2015).

Особенностями современных СПК является то, что они являются в основной массе крупными многоотраслевыми хозяйствами, унаследовавшими от советских совхозов и колхозов внутрихозяйственные экономические отношения и структуру управления. СПК имеют многие родовые признаки советских колхозов. В системе принятия решений каждый член кооператива на общем собрании имеет только один голос независимо от размера его пая. Это не побуждает его вносить дополнительные паевые взносы и порождает безответственность в принятии решений (Алтухов, Рассадин, 2015). Как показывает ряд исследований (Алтухов, 2015; Минаков, 2015; Анциферова, 2010; Колобова, Воробьев, 2009), развитие кооперативных предприятий сдерживает сложившаяся система распределения прибыли и стимулирования труда. Кооперативные выплаты не производятся или выплачиваются в незначительных размерах и только при условии получения прибыли. Если кооператив понес убытки, его члены не имеют возможности оценить преимущества кооперации. Часто полученная прибыль полностью идет на развитие производства. Таким образом, основным видом дохода членов кооператива выступает заработная плата, что не в полной мере обеспечивает возможности реализации экономических интересов членов кооператива.

Низкой является и эффективность использования земельных, материальных и трудовых ресурсов в СПК (Алтухов, Рассадин, 2015; Минаков, 2015; Маракаева, Щерба, 2016). Проведенное исследование показало, что в СПК сложилась экстенсивная технология, менее активно используются удобрения и применяются гербициды, стоимость, а значит, и качество семенного материала ниже, чем в обществах. Менее эффективно используются трудовые ресурсы, так как стоимость произведенной продукции растениеводства в расчете на одного занятого в СПК меньше в среднем за 2008–2012 гг. на 16%, чем в АО, и 50%, чем в ООО.

Более низкая технологическая эффективность может быть объяснена отсутствием финансовых средств на интенсификацию и развитие производства. Как отмечено в ряде исследований (Воронин и др., 2015; Минаков, 2015; Рожкова, 2014; Мындря, 2010; Трескова, 2008), кооперативные предприятия обладают низкой инвестиционной привлекательностью и испытывают сложности в привлечении кредитных ресурсов. Инвесторы слабо заинтересованы вкладывать средства в развитие этой формы хозяйствования ввиду множества собственников и «размывания» ответственности за реализацию проекта, а у сельского населения средств для этого недостаточно. Сложность привлечения кредитных ресурсов связана с проблемой формирования залоговой базы, так как члены кооператива не несут ответственности по обязательствам кооператива своим земельными паями (Колобова, Воробьев, 2009; Трескова, 2008). Соответственно, кооперативы имеют меньше возможностей привлечения кредитов. Кроме того, в настоящее время СПК не имеют каких-либо преимуществ в получении государственной поддержки. Это также отрицательно влияет на готовность менеджера участвовать в долгосрочных инвестициях, внедрять технологии, способствующие сохранению плодородия почвы (например, no-till). Как показывают исследования (Баворовой и др. в главе 15), 25% руководителей крупных предприятий заявили, что вообще не используют no-till, эта технология применяется только на 20% используемой площади пашни.

Несмотря на то, что количество СПК составляло 5% всех сельскохозяйственных предприятий, ведущих деятельность на территории Кулунды, и их доля уменьшается (см. табл. 16.2), данная категория хозяйств по-прежнему обрабатывают более половины пахотных земель, что является важным фактором их влияния и вклада в развитие регионального АПК. В главе 15, в частности, выявлен один из сдерживающих факторов внедрения консервирующих технологий – сложности с привлечением инвестиций для внедрения новых технологий. Это характерно в целом для развития СПК в России.

Заключение

Несовершенство механизма функционирования действующих кооперативов привело к постепенному вытеснению их более конкурентными формами хозяйствования. Численность СПК в Алтайском крае за 2012–2015 гг. сократилась с 203 до 150 (на 53 ед.), значительная доля которых приходится на территорию Кулунды. Аналогичная тенденция наблюдается в целом в Российской Федерации. Это свидетельствует о том, что СПК не является «удобной», менее конкурентоспособной формой организации сельскохозяйственного производства в условиях рынка.

Несмотря на то, что результаты исследования показали, что СПК менее эффективны в производстве продукции растениеводства в условиях

Кулундинской степи Алтайского края, важно отметить, что они являются важной с точки зрения развития сельских территорий в целом формой ведения сельского хозяйства. СПК – это социальная форма ведения хозяйства, направленная на удовлетворение потребностей своих членов. Одной из особенностей функционирования колхозов и совхозов в советское время являлось выполнение ими задач содержания и развития социальной и инженерной инфраструктуры сельских территорий (школ, детских садов, жилья, системы водоснабжения и пр.) (Серова, 2016; Черняков, 1999; Калугина, 2001). Современные СПК унаследовали от колхозов социальную ответственность бизнеса (Минаков, 2015; Колобова, Воробьев, 2009). Многие из них осуществляют серьезную поддержку социальных объектов в сельской местности и объектов коммунального хозяйства. СПК сочетают возможности реализации имущественных интересов и трудовой деятельности сельского населения. Слабая рыночная адаптивность и ориентация на экономические результаты приводит к снижению экономической эффективности.

Некоторые исследования продемонстрировали возможности повышения рентабельности деятельности СПК за счет модификации системы управления и распределения прибыли в кооперативе (Анциферова, 2010). СПК – это организационная форма, которая обладает достаточно большим потенциалом для обеспечения общественных благ в российских сельских районах в будущем, включая защиту почвы от деградации и более устойчивые методы обработки почвы, такие как no-till, которые помогают смягчить последствия изменения климата. Это следует учитывать при формировании сельскохозяйственной и сельской политики. Тем не менее политических мер, которые поддерживали бы развитие СПК и тем самым обеспечивали бы общественные блага в отдаленных сельских районах, в России пока не существует.

Библиографический список

Abtania L., Hailu A., Mugera A. (2012). Analysis of Farm Household Technical Efficiency in Northern Ghana Using Bootstrap DEA. Paper presented at 56th Annual Conference of Australian Agricultural and Resource Economics Society. 7-10 February, 2012.

Aigner D.J., Lovell C.A.K., Schmidt P. (1977). Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models. Journal of Econometrics. 6, 21-37.

Banker R (1984) Estimating most productive scale size using data envelopment analysis. Eur J Oper Res 17(1):35–54

Banker R., Charnes A., Cooper W. (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. Management Science. 30(9), 1078-1092.

Battese G., Coelli T. (1992). Frontier Production Functions, Technical Efficiency and Panel Data: With Application to Paddy Farmers in India. Journal of Productivity Analysis. 3, 153-169.

Chaddad F (2014) BrasilAgro: organizational architecture for a high-performance farming corporation. Am J Agr Econ 96(2):578–588.

Charnes A., Cooper W., Rhodes E. (1978). Measuring the Efficiency of Decision Making Units. European Journal of Operational Research. 2, 429–444.

Curtiss J (2002) Efficiency and structural change in transition—a stochastic frontier analysis of czech crop production. In: Beckann V, Hagedorn K (eds) Institutional change in agriculture and natural resources. Aachen, Shaker.

Debreu G. (1951). The Coefficient of Resource Utilization. Econometrica. 19(3), 273–292.

Deprins D., Simar L., Tulkens H. (1984). Measuring Labor Efficiency in Post Offices. In: M. Marchand, P. Pestieau, and H. Tulkens (eds.). The Performance of Public Enterprises: Concepts and Measurements. North Holland, 243–267.

Farrell M. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. Journal of the Statistical Society. Series A. 120 (3), 253–290.

Greene W. (1993). The Econometric Approach to Efficiency Analysis. In: H. Fried K. Lovell and S. Schmidt (eds.). The Measurement of Productive Efficiency. Oxford: Oxford University Press.

Hassanov Sh., Nomman A. (2011). Agricultural Efficiency under Resources Scarcity in Uzbekistan: a Data Envelopment Analysis. BEH – Business and Economic Horizons. 4, 81–87.

Houshyar E., Davoodi M.J., Nassir S.M. (2010). Energy Efficiency for Wheat Production Using Data Envelopment Analysis (DEA) Technique. Journal of Agricultural Technology. 6(4), 663–672.

Jones D.C. (1998) The economic effects of privatization: evidence from a Russian panel. Comp Econ Stud 40(2):75–102.

Jones D.C., Kalmi P (2012) Economies of scale versus participation: a co-operative Dilemma?

KapelushnikovRI(2001)Rossiiskiirynoktruda.Adaptatsiiabezrestrukturisatsii[TheRussianlabor market. Adaptation without restructuring]. Higher School of Economics, Moscow (in Russian).

Lerman Z., Sedik D., Csaki C. (2016) Agricultural cooperatives in transition countries. LAP LAMBERT Academic Publishing, Germany.

Murillo-Zamorano, L. (2004). Economic Efficiency and Frontier Techniques. Journal of Economic Surveys. 18(1), 33–77.

Murthy S., Sudha M., Hedge M., Dakshinamoorthy V. (2009). Technical Efficiency and its Determinants in Tomato Production Karnataka, India: Data Envelopment Analysis (DEA) Approach. Agricultural Economics Research Review. 22, 215–224.

Svetlov N., Hockmann H. (2009) Optimal farm size in Russian agriculture.

Contributed paper prepared for presentation at the international association of agricultural economists conference, Beijing, China, 16–22 Aug 2009.

Wadud A., White B. (2000). Farm Household Efficiency in Bangladesh: a Comparison of Stochastic Frontier and DEA Methods. Applied Economics. 32, 1665-1673.

Алтухов И., Рассадин Д. (2015). Эффективность организационно-правовых форм в сельском хозяйстве // Экономика сельского хозяйства России. 2015. №1. С. 34–37.

Анциферова О. (2010). Распределение прибыли в сельскохозяйственном производственном кооперативе. Экономика сельского хозяйства России. 2010. №3. С. 47–52.

Бельченко О.А. (2012). Эффективность форм собственности и организаций аграрного производства // Социально-экономические явления и процессы. 2012. №11 (45).

Воронин Б.А., Воронина Я.В., Погарцева Е.Е., Долгополова А.А. (2015). Сельскохозяйственная кооперация в современной России // Аграрный вестник Урала. 2015. №7. С. 75–80.

Дидиенко Н.Н. (2004). Оценка эффективности деятельности сельскохозяйственных предприятий ставропольского края различных форм собственности // Вестник СевКавГТУ. Серия: Экономика. 2004. №1(12).

Зерно-онлайн. (2014). Инфор-агентство Зерно-онлайн. URL: http://www.zol.ru.

Калугина З.И. Парадоксы аграрной реформы в России: социологический анализ трансформационных процессов. Новосибирск: ИЭиОПП СО РАН, 2001. 196 с.

Колобова А.И., Воробьев С.П. Перспективы развития сельскохозяйственных предприятий с общедолевой формой собственности // Вестник Алтайского государственного университета. 2009. №1. С. 62–67.

Маракаева Т.В., Щерба В.Н. Анализ факторов производства и пути повышения эффективности использования земель сельскохозяйственными организациями в Тюкалинском районе Омской области // Вестник Алтайского государственного университета. 2016. №5(139). С. 175–179.

Минаков И.А. Сельскохозяйственные производственные кооперативы: тенденции и перспективы развития // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2015. №1. С. 57–65.

Мындря П.Н. Организационно-правовые формы хозяйствования в аграрном секторе экономики: трансформации, специфика использования и направления развития // Отраслевая экономика. 2010. №3.

Реестр (2012–2015). Реестр сельскохозяйственных предприятий. 2012-2015. Управление сельского хозяйства Алтайского края. URL: www.altay.agro.ru.

Рожкова Д.В. Развитие сельскохозяйственной кооперации как стратегического элемента самообеспечения региона продовольствием (на материалах

Алтайского края) // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2014. №9(119). С. 170–174.

Росстат. Федеральная служба государственной статистики. Единая межведомственная информационно – статистическая система (ЕМИСС). 2016. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/ rosstat_main/ rosstat/ru/ statistics/ databases/ emiss/.

Серова Е.В. Аграрная реформа в России переходного периода. История новой России. 2016. URL: http://www.ru-90.ru/node/1321.

Трескова Т.В. Финансирование сельскохозяйственных производственных кооперативов и оптимизация структуры капитала : автореф. дис. … канд. экон. наук. Ульяновск, 2008.

Царев С., Давыдова А., Прокопова А., Александрова А., Антоньева М., Троцковский А. и др. 60 лет Алтайскому краю. Юбилейный статистический сборник. Барнаул, 1997. 120 с.

Черняков Б.А. Уроки аграрной реформы 1991–1998 гг. в России. Аналитический материал. 1999. URL: http://www.iskran.ru/russ/works99/chernyakov.html.

Глава 17. Земельные отношения: субъекты, правила игры, качество землепользования

О.П. Фадеева, И.С. Солиев

Аннотация. Становление земельных отношений в современной России рассматривается как процесс последовательного формирования норм, правил и процедур, регламентирующих практики землевладения и землепользования. Содержание и результаты приватизации земель сельскохозяйственного назначения анализируются в контексте складывающихся институциональных ограничений, вызванных дискретностью и непоследовательностью реформирования: доминированием общей (долевой и совместной) собственности, сложностями с регистрацией прав собственности и договоров аренды, ослаблением роли государства в контроле целевого использования земельных ресурсов.

На примере сельских районов Кулундинской зоны Алтайского края показано, что за счет развития неформальных локальных практик повышается институционализация земельных отношений по мере роста привлекательности аграрного сектора для инвестиций. На основе материалов углубленных интервью с руководителями и специалистами сельхозпредприятий и главами фермерских хозяйств шести сельских районов анализируются существующие практики взаимодействия основных участников земельных отношений, существенным образом влияющие на качество землепользования, сохранение естественного плодородия и повышение продуктивности сельскохозяйственных угодий.

Показано, что незавершенность процесса формирования института земельной собственности создает высокие риски для внедрения инноваций в сельском хозяйстве. Вместе с тем распространение неформальных практик способствует относительной стабильности сложившейся модели землепользования, но не всегда стимулирует применение новых технологий и рост эффективности сельскохозяйственного производства.

Ключевые слова: приватизация, земельная реформа, права собственности, земельные отношения, практики землепользования, неформальные институты, сельские районы, Кулундинская зона, Алтайский край.

Российскую земельную реформу, первые и самые радикальные шаги которой были сделаны в начале 1990-х гг., следует рассматривать как попытку перехода к новой модели институционального регулирования отношений землевладения и землепользования в аграрной сфере (Буздалов, 2008; Узун, 2008). Реформа должна была привести к тотальной замене колхозов и совхозов на множество фермерских хозяйств и самостоятельных крестьян-землевладельцев (Kalugina, 2016). Приватизация сельскохозяйственных угодий и передача их тем, кто хочет и может их обрабатывать, казалась очевидной необходимостью. В то же время реформа требовала решения задач институционального регулирования: создания нормативной базы приватизации земель сельскохозяйственного назначения, их последующего оборота, обеспечения учета, мониторинга и контроля использования, охраны почв, разработки и реализации проектов землеустройства (Барсукова, Звягинцев, 2015; Узун, Шагайла, 2015).

Согласно новой экономической институциональной теории структура прав собственности на землю влияет на ее размещение и использование (Demsetz, 1967; Barzel, 1989; Feder, Noronha, 1987). Установление и защита прав собственности на землю способствует уменьшению провалов рынка, усиливает качество землепользования и создает условия для роста инвестиционной активности и внедрения новых технологий (например, no-till для предотвращения эрозии почвы, которые описаны в главе 15) (Ault, Rutman, 1979; Featherstone, Barry, 1993). В то же время новая институциональная теория нацелена на анализ эффектов разного рода реформ и элементов государственной политики. Принадлежащие к этой школе исследователи изучают влияние институтов, трансакционных издержек и крупномасштабных общественных трансформаций на установки и приоритеты множества различных акторов (Ostrom, 1986; North, 1990; Williamson, 1998; Meadows, 1999). Также в центре дискуссий находятся как формальные, так и неформальные институциональные последствия земельных реформ, длительность проявления которых может составлять от одного десятилетия до столетия или даже тысячелетия и отражаться в социальных нормах, верованиях и представлениях людей (об этом речь пойдет в следующей главе 19). Еще один сюжет касается исследования целого спектра неформальных институциональных практик, т.е. правил, не вписанных в формальные документы, а существующих в виде устных соглашений, которые либо усиливают изменения, либо, наоборот, противостоят им, определяя тем самым успешность проводимых реформ. Эту линию также поддерживает теория колеи, или теория исторической предопределенности (path dependency theory), которая рассматривает текущие изменения как результат столкновений между драйверами трансформации и ресурсами прошлого, противостоящими этим изменениям (обзор теоретических дебатов на эту тему представлен в публикации (Soliev et al., 2017)).

Особенности проведения постсоветской земельной реформы, ее дискретность и непоследовательность привели к тому, что формальные институты работали не слишком эффективно и слабо способствовали достижению главной цели институционального регулирования – созданию и поддержке стабильности земельных рынков. Либерализация рынков, не подкрепленная соответствующими формальными и неформальными институтами, может дать результат, противоположный ожидаемому. Ценовой механизм, балансирующий спрос и предложение на отдельном рынке, может дестабилизировать положение всех производителей – и прежде всего тех, кто переживает этап транзиции (перехода) от государственной собственности к частной. Из-за низкой конкурентоспособности этой группы производителей на более открытых (свободных) рынках вследствие дефицита имеющихся у них знаний, профессионализма, технологий и объема первоначального капитала им приходится снижать цены и преодолевать финансовую нестабильность (Fligstein, 2001; North 1990). Общественные транзиции подобного рода чреваты тем, что прежние знания и профессиональные компетенции огромного числа работников неожиданно устаревают в контексте произошедшей приватизации, при этом рыночная либерализация усиливает неравенство, когда концентрация богатства в руках немногих способствует уязвимости положения большинства (Theesfeld, 2018). Это справедливо и для рынков локализованных ресурсов, прежде всего земли и труда. Разница только в том, что ценовая конкуренция в данном случае приводит не к снижению, а к повышению цен. Сельскохозяйственные предприятия, конкурируя между собой за земельные доли или лучших работников, неизбежно повышают цену последних, что приводит к тем же результатам, что и на товарных рынках – росту издержек и снижению прибыли производителей. В то же время незавершенность процесса формирования формальных институтов – новой системы регулирования может увеличить трансакционные издержки, т.е. административные затраты на проведение реформ в условиях невнятного распределения ролей и ответственности, и усилить риски установления устойчивой системы землевладения и землепользования.

В рамках данной главы мы рассмотрим проблемы формальных и неформальных элементов комплексной земельной реформы в постсоциалистической России и последствия их взаимодействия. Прежде всего представим используемые в исследовании материалы и методы, которые позволили нам выявить ключевые вопросы приватизационных процессов. Затем мы обсудим особый случай коллективной формы земельной собственности, возникшей по ходу реформы вследствие ограничений в распределении и регистрации прав земельной собственности. Также в центре нашего внимания окажутся неформальные практики земельных отношений, справедливость

положения разных акторов, участвующих в формировании земельного рынка, а также устойчивость системы землепользования.

17.1. Методы исследования и эмпирические материалы

Институциональные изменения, вызванные земельной реформой, рассматриваются на примере Мамонтовского района, одного из сельскохозяйственных районов Алтайского края. С помощью метода «case study» исследуется влияние трансформации земельных отношений на внедрение технологических новаций в сельскохозяйственном производстве. Особое внимание уделено факторам возникновения неформальных практик и оказываемым ими воздействиям на систему землепользования. Анализируемые материалы включают архив официальных документов и полевых исследований, которые были собраны в период с 2013 по 2016 г. в ходе неформальных бесед и проведения полуструктурированных интервью с ключевыми информантами по специально разработанной программе, а также фокус-групп с локальными стэйкхолдерами в рамках реализации проекта «Кулунда». Была использована официальная статистика, касающаяся процессов землепользования в Алтайском крае и в России в целом. Всего было проведено 24 полуструктурированных интервью, в том числе с представителями региональных и районных администраций (n = 3), руководителями сельскохозяйственных предприятий (n = 3), главами фермерских хозяйств (n = 15) и руководителями администраций сельских поселений (n = 3). Некоторые данные были получены также из интервью с семью фермерами, проживающими в четырех сельских районах Алтайского края. Множественность исследовательских подходов позволила прибегнуть к методу триангуляции – применению аналитических процедур, выполняемых в целях повышения обоснованности интерпретации эмпирических данных, полученных из разных источников; в разных территориальных общностях и в разное время.

С помощью материалов интервью нами были выделены повторяющиеся ситуативные социальные практики разных акторов, связанные с арендой земли и землепользованием, оформлением прав собственности на землю и постановкой земельных участков на кадастровый учет, отношениями между владельцами земельных долей, муниципальной властью и сельхозпроизводителями, а также взаимодействиями между землепользователями и органами государственного контроля. Также нами рассматривались проблемы сложившегося института земельных отношений, сформированных прав собственности и их влияния на преодоление негативных тенденций деградации почв и улучшение качества земель сельскохозяйственного назначения в районах Кулундинской степи.

17.2. Земельная реформа в России в 1990-е гг.

В ходе реформы государственные земли сельскохозяйственного назначения были поделены на четыре группы. Часть земли осталась в собственности государства. Земли сельских поселений и фонда перераспределения были переданы в распоряжение местным администрациям. 60% сельхозугодий в ходе реорганизации колхозов и совхозов отошла в общую (долевую) собственность их действующих и бывших работников, а также занятых в социальной сфере (Государственный (национальный) доклад, 2015). Также часть земли перешла в «индивидуальную» частную собственность.

В состав передаваемых физическим лицам угодий входили пахотные земли, пастбища и сенокосы. Они распределялись в соответствии с нормами, которые определялись постановлением глав районных администраций. Величина земельной доли, которая полагалась каждому новому собственнику, рассчитывались на основе двух показателей – суммы площадей сельхозугодий, подлежащей передаче в общую собственность, и общего числа претендентов на эти земли. Таким способом определялась районная норма в гектарах земли среднего качества. Для того, чтобы сгладить различия в качестве пахотной земли, подлежащей приватизации, использовались специальные коэффициенты, учитывающие различия в плодородии почв. Выделяемые в составе общей собственности доли стали измеряться не в гектарах, а в баллогектарах, что способствовало более справедливой оценке качества земельных участков. Земли, принадлежащие гражданам, могли использоваться для расширения личных подсобных (приусадебных) хозяйств, создания фермерских хозяйств, продажи, дарения, обмена, переходить по наследству. Получение прав собственности на землю не увязывалось напрямую с необходимостью личного хозяйствования на земле. Собственники долей могли сдавать их в аренду предприятию или же местным фермерам.

Сельхозугодия, оставшиеся после передачи земель работникам сельскохозяйственных организаций и приравненным к ним группам сельских жителей, были консолидированы в районные фонды перераспределения. Земли этих фондов передавались в аренду действующим хозяйствующим субъектам. Их формирование происходило под эгидой руководителей районных администраций. В соответствии с негласной установкой в фонд передавались наименее ценные земли. На первых порах там концентрировалось до 10% сельскохозяйственных угодий бывших колхозов и совхозов, причем в начале реформ их могли обрабатывать прежние пользователи без оформления аренды до момента появления законных претендентов на эти земли. Впоследствии в фонды стали поступать участки земли, изъятые у недобросовестных или прекративших свою деятельность фермеров, если земли находились у них на правах пожизненного (наследуемого)

пользования. Также в эти фонды попадали земли с неустановленными правами собственности.

Поступившая в ведение сельских администраций земля предназначалась для развития поселений и индивидуального жилищного строительства. Часть земли переходила в собственность владельцев личных подсобных хозяйств в границах фактически используемых ими участков. Помимо этого, земли выделялись для нужд садовых и огороднических товариществ, дачного строительства, развития животноводческих хозяйств согласно установленным субъектами РФ нормам.

И, наконец, несельскохозяйственные угодья, используемые под строениями, дорогами и другими сооружениями в границах бывших колхозов и совхозов, остались в государственной собственности. При этом они были переданы в бессрочное пользование предприятиям – правопреемникам бывших колхозов и совхозов (хозяйственным товариществам, обществам, производственным кооперативам).

17.3. Коллективная (общая) форма собственности на землю

Важной особенностью земельной реформы стал коллективный характер наделения собственностью. Вместо индивидуальных участков с очерченными границами сельские жители получали право на землю в рамках общей собственности – совместной или долевой. В первом случае собственность на землю (земельный участок) была неделимой. Во втором случае каждый участник получал право на земельную долю, с которой он мог совершать сделки (сдавать в аренду, продавать или выделять в виде отдельных участков) при условии согласования своих намерений с другими владельцами долей (дольщиками). Первым шагом на пути приватизации земли было утверждение на собраниях списков претендентов на общую собственность и принятие их обращения к главам районных администраций с просьбой о передаче государственной земли в собственность (совместную или долевую). При этом каждый претендент мог заявить о получении индивидуального участка в счет земельной доли до того, как участок передавался в общую собственность. Для этого нужно было подать отдельное заявление главе администрации. Также запрос на индивидуальные участки подавали будущие фермеры из числа работников сельхозпредприятий. При этом они могли увеличить размеры своих владений с помощью объединения своей земельной доли с долями своих родных и знакомых.

Коллективный характер владения земельной собственностью предполагал консенсус и непременное участие каждого члена общей собственности в процедурах по оформлению прав собственности. Далеко не всегда дольщики могли соответствовать установленным правилам, что увеличива-

ло транзакционные издержки формирования института частной собственности. Такой способ приватизации служил препятствием для слишком быстрого передела земли. В 1996 г. был введен мораторий на продажу земель сельскохозяйственного назначения, который стимулировал развитие рынка аренды земельных долей. В 2002 г. этот мораторий был отменен. В начале реформы предполагалось, что приватизация имущества и земли будет осуществляться в несколько этапов. На первом этапе экс-колхозы и совхозы были назначены посредниками при передаче физическим лицам прав собственности на землю. Земля и свидетельства о частных правах передавались в оперативное управление руководителям хозяйств, которые должны были обеспечить следующий этап приватизации. Но механизмы контроля за этими процедурами отсутствовали, что приводило к нарушению законных прав потенциальных дольщиков, значительная часть которых так и не вступила в свои права, в том числе из-за того, что их земля была оформлена в качестве уставного капитала акционерных и других обществ с последующим изъятием или продажей третьим лицам в результате банкротства и перепродажи предприятий (Фадеева, 2013; Шагайда, 2013).

17.4. Процедуры выделения земельных участков

Изначально приватизация земли, находившейся в распоряжении отдельного предприятия, приводила к появлению неделимого многоконтурного участка, в состав которых входили десятки и сотни отдельных полей, сенокосов и пастбищ. Общая площадь такого участка могла исчисляться тысячами гектаров, а число его собственников – сотнями человек, которые должны были собираться для обсуждения всех вопросов, связанных с использованием земли, и выносить единогласные решения. Это затрудняло управление землей, находящейся в общей собственности, а также препятствовало выделению из нее отдельных более мелких участков, в том числе для создания фермерских хозяйств. Поэтому далее были разработаны процедуры раздела общей собственности. Они позволяли участнику или группе участников выделять в рамках своих долей участки для ведения фермерских хозяйств или для передачи их в аренду, продажи, внесения в уставной капитал. На уровне российских регионов были введены ограничения против чрезмерного дробления земельных массивов. Субъектам Российской Федерации было передано право установления даты начала и завершения приватизации земель сельскохозяйственного назначения, а также разработки региональных правил выделения земли, сроков аренды земельных участков и пр. Законодательные органы российских регионов самостоятельно принимали свои нормативы, регулирующие минимальный размер участков, которые можно было формировать (межевать) в счет консолидированных зе-

мельных долей. Это решение отражало предпочтения региональных властей относительно величины хозяйствующих единиц, занимающихся аграрным производством на территории. Увеличение земельных участков давало преимущество средним и крупным землепользователям.

Физическое выделение новых земельных участков, на которых можно было бы проводить сельскохозяйственные работы, происходило после формирования коллективов собственников долей. В первую очередь между собой объединялись те дольщики, которые соглашались передать свои земли в аренду фермерским или другим хозяйствам. Потенциальные арендаторы с протоколами собрания дольщиков обращались к земельным органам с требованием выделить участки из массива земельных угодий, на которых прежде работали находящиеся здесь сельскохозяйственные организации. Выделение участков для вновь образуемых фермерских хозяйств не всегда сопровождалось предоставлением государственных услуг по землеустройству и выполнением работ по разграничению границ. Это провоцировало рост случаев захвата земли и других нарушений закона (Шагайда, 2013).

17.5. Проблемы регистрации прав земельной собственности

Регистрация прав земельной собственности началась лишь пять лет спустя после запуска приватизационных процессов. В 1998 г. в России был создан единый электронный государственный реестр прав на недвижимое имущество и сделок с ним. В реестр включаются акты регистрации прав собственности на земельные участки, фиксируются заключаемые арендные договоры, сделки купли-продажи и вступление в права наследования. Регистрация прав осуществляется только в отношении участков, поставленных на кадастровый учет, что предполагает наличие межевых планов конкретных участков, в том числе сформированных из земельных долей. Кадастровые работы производятся за счет собственников участков. При формировании реестра не была учтена часть существовавшей на бумажных носителях информации о границах участков и правах на земельные доли. В результате потребовалось новое оформление уже установленных прав собственности (Узун, Шагайда, 2015).

Для подтверждения своих прав на землю все собственники должны были провести землеустройство за свой счет. В случае общей долевой собственности регистрационными и кадастровыми делами должны были заниматься сами дольщики. Это предполагало серьезные затраты денег и времени, связанные с посещением разных служб и организаций, расположенных в районных центрах, и длительным процессом оформления документов.

Заявительный принцип кадастрового учета и регистрации прав собственности на землю и сделок с ней, с одной стороны, сделал эту процедуру необязательной для дольщиков. С другой стороны, это привело к тому, что

государство утратило важные рычаги влияния и контроля за состоянием земельных ресурсов, образовались большие массивы неоформленной земли. В итоге это привело к расширению практики неформальных (без заключения договоров) арендных отношений. В соответствии с законом можно было не регистрировать договоры аренды сроком меньше года. Это позволяет включить в хозяйственный оборот участки, не поставленные на кадастровый учет и не имеющие определенного юридического статуса. Однако такая практика может серьезно ослабить позиции сторон, участвующих в подобной неформальной сделке. У арендаторов нет гарантий, что срок аренды будет достаточен, чтобы окупить инвестиции. Арендодатели в этом случае также не могут быть уверены в защите своих прав.

17.6. Последствия и институциональные ограничения земельной реформы

Резюмируя результаты 25 лет осуществления земельных реформ, следует признать, что они не вполне соответствуют ожиданиям реформаторов и общества в целом. Приватизация не привела к образованию класса полноценных земельных собственников, заинтересованных в сохранении земли, повышение ее плодородия и рыночной стоимости. Организованное по месту работы и жительства наделение земельными долями скорее напоминало раздачу бесплатных подарков, нежели передачу прав и обязательств ответственным собственникам. Сегодня многие дольщики (арендодатели) не могут контролировать действия реальных землепользователей, влиять на выбор применяемых агротехнологий. Не всегда они в силах воздействовать на ставки аренды и сроки заключаемых договоров. Как правило, силы игроков на локальных рынках не равны, поэтому более слабым приходится принимать условия более сильных (крупных) игроков, тем более, что интересы последних зачастую лоббируют местные власти.

Можно констатировать, что в современной России возможности организации эффективного оборота сельскохозяйственных земель и распространения новых технологий землепользования наталкиваются на ряд институциональных ограничений:

- незавершенность процесса формирования института земельной собственности, спецификации и регистрации прав собственности;
- высокие трансакционные издержки, связанные с вовлечением в хозяйственный оборот невостребованных и необрабатываемых земель;
- недостаточная защита прав земельных собственников (особенно в отношении общей долевой собственности) и землепользователей;
- ослабление роли местных органов власти в контроле над условиями и качеством использования земли.

17.7. Земельная ситуация в Алтайском крае

В 2013 г. земли сельскохозяйственного назначения Алтайского края занимали площадь 11537,2 млн га, что составляло около 70% территории региона. Сельскохозяйственные угодья (пашня, пастбища, сенокосы, многолетние насаждения и залежь) занимали площадь 10597,0 тыс. га (Доклад… в Алтайском крае, 2014).

В России в целом и в Сибири в частности фиксировались большие площади земель, выведенных из хозяйственного оборота. Согласно данным Доклада Министерства сельского хозяйства, на 1 января 2014 г. в Российской Федерации не обрабатывалось 26% земель сельскохозяйственного назначения (Доклад о состоянии…, 2014). Больше всего неиспользуемых земель было зафиксировано в Сибирском федеральном округе (57%), в Алтайском крае таких земель насчитывалось 5,04 млн га (44%). Однако эти данные весьма условны и имеют оценочный характер. Они получены на основе информации землепользователей, заинтересованных в искажении данных об используемых площадях, а также с помощью космических снимков, для анализа которых нет точной и утвержденной методики расшифровки (Барсукова, Звягинцев, 2015).

Структура собственности на землю сельскохозяйственного назначения в Алтайском крае отличается от общероссийских показателей. Если в России на 1 января 2014 г. две трети земель принадлежали государственным и муниципальным структурам, то в Алтайском крае доминирующим слоем собственником выступали граждане, которые владели более чем половиной земли (53,4%, или 6161,2 млн га). При этом основной формой собственности на землю физических лиц являлась общая долевая собственность (89,1%). Общее число участников этой формы собственности составляло 313008 чел. (Доклад… в Алтайском крае, 2014). Величина земельной доли в Алтайском крае варьировалась от 10 до 12 га.

К числу основных игроков на локальных рынках Алтайского края относятся хозяйственные товарищества и общества, производственные кооперативы, фермерские хозяйства. В 2013 г. основная часть земель сельскохозяйственного назначения была закреплена за сельскохозяйственными организациями: на долю товариществ и обществ приходилось 29% земель (3175,2 млн га), производственных кооперативов – 21% (2346,2 млн га). Фермерские хозяйства занимали площадь 2003,1 млн га, что составляло 18% земельных массивов Алтайского края. Средний размер одного фермерского хозяйства по общей площади используемых земель составлял 447 га.

Землепользователи края в основном обрабатывают арендуемую ими землю. Как правило, они заключают договоры аренды на земельные участки, сформированные из земельных долей сельчан, полученных ими в ходе

приватизации (58% от всей обрабатываемой земли), а также на земли районных фондов перераспределения, находящихся в распоряжении районных администраций (от 27 до 37%). Из всех хозяйствующих субъектов Алтайского края только фермерские хозяйства работали на собственной земле – и то в общей структуре землепользования фермеров такой земли оказалось 15%. При этом доля обрабатываемых земель, находящихся в собственности хозяйственных товариществ и обществ, была намного меньше – в пределах 5%, а у сельскохозяйственных производственных кооперативов – всего 1%. Для ускорения оборота земельных участков, сформированных из долевой земли, в крае был отменен минимальный срок аренды земли, т.е. эти земли могут менять своих арендаторов практически каждый год. Для аренды земель из районных фондов перераспределения минимальный порог составляет 7 лет.

Ситуация на локальных земельных рынках имеет свою специфику. В ряде обследованных сельских районов наблюдался дефицит свободных земель и сильная конкуренция среди землепользователей. В одних случаях высокий спрос на землю обеспечивался за счет нескольких крупных сельскохозяйственных предприятий и множества фермерских хозяйств. В других случаях земельный спрос усиливался после прихода в район внешних игроков – владельцев перерабатывающих предприятий, задумавших интегрировать в свой бизнес производство сельскохозяйственного сырья, или же компаний-девелоперов, ориентированных на жилищную застройку сельских территорий. Совсем иная конкурентная среда складывалась в районах с особо засушливым климатом и низким бонитетом почв, где значительные массивы пахотных земель были заброшены, а власти не знали, каким образом привлечь новых производителей.

17.8. Проблемы устойчивости земельных отношений: сочетание формальных и неформальных практик

Полевые социологические исследования показали, что помимо формальных правил действуют специфические неформальные правила взаимодействий между различными игроками локальных земельных рынков – разными группами сельхозпроизводителей и собственников земли, а также представителями местной власти. Неформальные практики, компенсируя дефекты законодательства, способствуют созданию условий для формирования устойчивой локальной системы землепользования, внедрения технологических новаций и согласования интересов собственников и арендаторов земли.

Сельхозпроизводители, как правило, оказываются самыми заинтересованными лицами в правовом оформлении земельной собственности и в наи-

большей степени страдают от несовершенства существующей системы землепользования. Именно землепользователи, а не владельцы земельных долей зачастую берут на себя организацию и денежные расходы на оформление прав собственности, организуют межевание границ участков, ставят участки на кадастровый учет, готовят документы для регистрации. Тем самым они способствуют созданию условий для увеличения сроков полезного использования земельных участков и окупаемости сделанных ими инвестиций. Драйверами формализации земельных отношений становятся, как правило, главы фермерских хозяйств и собственники предприятий, заинтересованные в долгосрочном развитии своего бизнеса.

Опрошенные нами фермеры отмечали, что целенаправленно оформлением земли своих дольщиков они занялись примерно в середине 2000-х гг. Некоторые из них так и не успели оформить землю по старым правилам. Им приходилось начинать все сначала после изменений в законодательстве. У части фермеров были трудности с розыском дольщиков или их наследников для получения доверенностей на совершение регистрационных действий. Еще одно препятствие на этом пути – отсутствие у большинства землепользователей необходимых юридических знаний и недостаток денег для прохождения всех процедур.

Проблемы разграничения земельных участков касаются не только долевой земли, но и земель районных фондов перераспределения. В ряде случаев власти просят землепользователей, выигравших на аукционе право на аренду этой земли, поставить ее на кадастровый учет за свой счет, обещая компенсировать эти затраты снижением арендной платы в будущем. Отсутствие регистрации муниципальной земли является препятствием для привлечения инвестиций и реализации крупных проектов. Вместо заключения аренды на длительный период муниципалитеты и землепользователи договариваются об одиннадцатимесячном сроке договора, правовую основу которого можно легко оспорить. Постановка на кадастровый учет и землеустройство – это необходимые стартовые действия и частных, и государственных собственников, которые переводят аграрные земли из состояния «запаса» в состояние активного ресурса (Алакоз, Никонов, 2013).

Как отмечали сельхозпроизводители в интервью, аренда земли из фондов перераспределения для них наиболее привлекательна, так как для нее установлены более низкие ставки аренды, закреплен минимальный срок аренды. В этом случае нет необходимости вступать в договорные взаимодействия с множеством лиц, как это происходит при попытке арендовать долевую собственность. Земли фондов перераспределения представляют для местных властей один из немногих инструментов влияния на поведение сельхозпроизводителей. Так, приоритетом на получение в аренду этих земель в Алтайском крае обладают животноводческие хозяйства.

Долевая земля требует от землепользователей лояльного отношения к требованиям дольщиков и поиска компромиссов. В тех сельских поселениях, где производством занимаются разные хозяйствующие субъекты – крупные сельхозпредприятия и фермерские хозяйства, борьба за земли дольщиков приобретает вполне зримый характер. Элементами борьбы за долевую землю становятся конкурирующие предложения по поводу ставок арендной платы и дополнительных услуг, оказываемых собственникам земельных долей. Конкуренты договариваются о «правилах игры» и находят компромиссы в земельных спорах, обеспечивая тем самым гарантии землепользования на длительный срок. Благодаря сложившемуся институту аренды земельных долей сельские семьи за счет получаемой ими денежной или натуральной платы (корма, услуги по вспашке земли, транспортировка грузов и пр.) сохраняют личные хозяйства, выращивают скот, птицу, производят мясо и молоко на продажу. Нередко землепользователи выплачивают за них и земельный налог.

В фермерской среде, как правило, действуют «джентльменские соглашения» о запрете на переманивание дольщиков и работников более выгодными предложениями из одних хозяйств в другие, возникают отношения субаренды и обмена возделываемых полей по устной договоренности. В результате эти неформальные договоренности сдерживают процесс перехода сельхозугодий от неэффективных землепользователей к тем, кто добился роста продуктивности земель благодаря модернизации и внедрению новых технологий и севооборота и нацелен на расширение культивируемых площадей.

Для противодействия экспансии крупных компаний представители фермерских сообществ договариваются о совместных действиях на земельных аукционах, проводимых районными администрациями. Чтобы не допустить тотальной скупки окрестных полей более мощными конкурентами, они выкупают часть обрабатываемых ими участков для создания эффекта «чересполосицы», нарушающего компактность земельных массивов.

В районах с высоким спросом на землю большим финансовым потенциалом обладают земли с неустановленными правами собственности. Согласно действующему законодательству, администрации сельских поселений имеют право регистрировать так называемые «невостребованные доли» сельчан. Задача администрации – узнать судьбу номинальных собственников, собрать документы об утрате ими земельных прав (в случае их смерти и отсутствия наследников или же при предъявлении нотариально заверенного отказа от земли), а затем в судебном порядке признать эти земли «невостребованными». Далее эти земли администрации могут перевести в свою собственность с правом их продажи или сдачи в аренду. С одной стороны, эти процедуры оставляют пространство для экспроприации земли в рамках

часто встречающихся в постсоветской России практик вымогательства, выступающих в качестве угрозы институту собственности (Gans-Morse, 2013). Хотя подобные случаи вымогательства не были зафиксированы в рамках нашего исследования, очевидны уязвимость института частной собственности и потребность большого числа собственников земли в защите своих прав. С другой стороны, эти процедуры обеспечивают основу для введения брошенной (ничейной) земли в хозяйственный оборот, что весьма актуально для Алтайского края с точки зрения привлечений инвестиций и трансфера технологий – и в целом для формирования более устойчивой системы землепользования. На этом пути имеется множество препятствий, к числу которых можно отнести отсутствие в составе администраций нужных специалистов и денежных средств для проведения правоустанавливающих работ и постановки земель на кадастровый учет. Однако при наличии заинтересованных в получении доступа к этим ресурсам игроков «ничейные земли» довольно быстро обретают легальный статус.

Сильные алтайские сельхозпроизводители не скрывают своих планов по наращиванию собственных земельных владений. Часть опрошенных глав фермерских хозяйств заявили, что они ежегодно увеличивают собственный земельный массив примерно на 10%. Этот рост сдерживается отсутствием среди оставшихся дольщиков желающих расстаться со своими земельными правами. Алтайские фермеры считают своим конкурентным преимуществом низкую стоимость земли (порядка 500–700 евро за одну долю), а также низкие ставки аренды (от 70 до 100 евро за долю или 1–2 тонны зерна), которые не сильно отражаются на себестоимости продукции.

17.9. Контроль за качеством землепользования и проблемы охраны земли

Контроль за качеством землепользования осуществляют территориальные органы Россельхознадзора (Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору Российской Федерации). Для качественного выполнения данной функции требуются реально работающие, мобильные структуры на местах, укомплектованные специалистами по земельным вопросам. Однако таких человеческих и административных ресурсов у ведомства нет.

По закону контролирующие органы осуществляют проверку сельхозпроизводителей один раз в три года. Процедуры проверки носят формальный характер. Проверяющие смотрят документы, подтверждающие наличие и правильность внесения средств защиты растений и минеральных удобрений, сертификации семян, утилизации отходов и пр. Главная функция контроля – подтвердить целевое использование сельскохозяйственных

угодий и выполнение отдельных технологических требований. В задачи службы не входит экологическая оценка используемых технологий, севооборота и динамики плодородия почвы. Формальность процедур проверки и фактическое невмешательство контролирующих органов в реальные процессы производства позволяют землепользователям легко откупаться от их претензий (оплачивать штрафы, давать небольшие взятки) и не допускать их в те сферы деятельности, где они могли бы нанести бизнесу существенный вред.

Номинальные владельцы земли (дольщики), по мнению землепользователей, слабо заинтересованы в сохранении ее качества. Их интересует только величина арендной платы – и было немало случаев, когда они были готовы срочно отдать земли в аренду другому пользователю, если он на словах пообещал более высокую оплату. Они, как правило, безучастно относятся к тому, что их земли не засеваются и не обрабатываются, зарастают сорняками и кустарником. Как правило, в договорах аренды как с владельцами земельных долей, так и с районными администрациями по поводу земель фонда перераспределения не содержится специальных требований, направленных на сохранение плодородного слоя и защиты от ветровой и водной эрозии. Подобный порядок облегченного контроля переносит на сельхозпроизводителей ответственность за будущее земельных ресурсов. Это не исключает и краткосрочного хищнического использования этой земли без каких-либо серьезных последствий. Заинтересованность в сохранении и улучшении почвы появляется у производителей по мере получения отдачи в виде роста продуктивности и качества урожая от сделанных инвестиций.

Выводы

На основе наших исследований можно сделать следующие выводы. Институционализация земельных отношений за счет развития неформальных локальных практик повышается по мере роста привлекательности аграрного сектора для инвестиций. Непоследовательность и затянутость земельной реформы создает высокие риски для внедрения инноваций в сельском хозяйстве, однако низкие цены аренды и покупки земли усиливают конкурентные позиции алтайских производителей. Сочетание формальных и неформальных практик обеспечивает относительную стабильность сложившейся модели землепользования, но не всегда способствует росту эффективности сельскохозяйственного производства. Использование новых технологий и повышение спроса на землю обеспечиваются заинтересованностью части сельхозпроизводителей (фермеров) в повышении доходности своих хозяйств за счет соединения природных и рыночных факторов хозяйствования. Как правило, инвестиции в землю фермеры не рассматривают в контексте повы-

шения рыночной цены своих хозяйств. Их главные мотивы – текущая прибыльность и сохранение бизнеса для передачи его по наследству.

Изменение конъюнктуры рынков, сопровождавшееся ростом мировых и внутренних цен на продукцию сельхозпроизводителей, привели к корректировке правил игры на земельных рынках. В ряде обследованных районов крупные фермеры за счет предложений более высокой арендной платы смогли переманить часть дольщиков из крупных сельхозпредприятий и увеличили площадь обрабатываемых земель. Активизировалась борьба за невостребованные доли как между сельхозпредприятиями, так и между фермерами. Вместе с тем вследствие ускоренного и хаотичного землеустройства в первые десять лет реформирования стало увеличиваться количество земельных участков, выводимых из хозяйственного оборота в силу их неудачного расположения (удаленность, нарушение компактности) несмотря на высокий спрос на землю.

Одним из негативных последствий земельной реформы стала утрата государством контроля и управления земельными ресурсами как на федеральном, так и на региональных и локальных уровнях. У местных органов власти не осталось рычагов и ресурсов для текущего мониторинга землепользования разных групп сельхозпроизводителей, стимулирования выполнения землеустроительных и кадастровых работ, юридического оформления земельных участков и арендных отношений. Государственные органы не в состоянии получать в режиме реального времени точные данные о структуре и качественном состоянии обрабатываемых и необрабатываемых земель, а также информацию о реальных землепользователях и статусе земель.

Существующие меры государственной поддержки напрямую не стимулируют внедрение новых технологий, хотя косвенным образом способствуют модернизации хозяйств. Нужны новые механизмы поддержки, стимулирующие повышение качества землепользования и внедрение щадящих технологий, а также облегченные процедуры легализации прав собственности (с компенсацией затрат на межевание и регистрацию земли в районах со сложными природно-климатическими условиями) и введения невостребованных, запущенных земель в хозяйственный оборот.

Библиографический список

Ault D., Rutman G. (1979) The development of individual rights to property in Tribal Africa. J Law Econ 22(1). P. 163–182.

Barzel Y. (1989) Economic analysis of property rights. Cambridge University Press, Cambridge.

Demsetz H. (1967) Toward a theory of property rights. Am Econ Rev 57(2) P. 347–359.

Featherstone A., Barry K. (1993) Goodwin factors influencing a farmer's decision to invest in longterm conservation improvements. Land Econ 69(1):67–81.

Feder G., Noronha R. (1987) Land rights systems and agricultural development in Sub-Saharan Africa. Res Obs 2(2). P. 143–169.

Fligstein N. (2001) The architecture of markets: an economic sociology of twenty-first-century capitalist societies. Princeton University Press, Princeton.

Gans-Morse J. (2013) Threats to property rights in Russia: from private coercion to state aggression. Post-Soviet Aff 28(3). P. 263–295.

Kalugina Z.I. (2016) Modernization of the Russian village: economic results and social consequences. Sci Europe 2(10). P. 86–95.

Meadows D. (1999) Leverage points: places to intervene in a system. The Sustainability Institute, Hartland, VT. P. 1–19.

North D. (1990) Institutions, institutional change and economic performance. Cambridge University Press, Cambridge.

Ostrom E. (1986) An agenda for the study of institutions. Public Choice 48 P. 3–25.

Soliev I., Theesfeld I., Wegerich K., Platonov A. (2017) Dealing with "baggage" in riparian relationship on water allocation: a longitudinal comparative study from the Ferghana Valley. Ecol Econ 142. P. 148–162.

Theesfeld I. The role of pseudo-commons in post-socialist countries. In: Hudson B, Rosenbloom J, Cole D (eds) Routledge handbook of the study of the commons. Routledge's Handbook Series. Routledge Publishing.

Williamson O.E. (1998) Transaction cost economics: how it works; where it is headed. De Econ 146(1). P. 23–58.

Алакоз В.В., Никонов А.В. Землеустройство – инвестиционная карта России в аграрном секторе // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2013. №4. С. 6–12.

Барсукова С.Ю., Звягинцев В.И. Земельная реформа в России в 1990–2000-е годы, или Как в ходе ведомственных реорганизаций «реформировали» земельную реформу // Journal of Institutional Studies (Журнал институциональных исследований). 2015. Т. 7. № 2. С. 84–98.

Буздалов И.Н. Земельная реформа: взгляд сквозь призму замысла // Вопросы экономики. 2008. № 10. С. 126–138.

Государственный (национальный) доклад о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2014 г. М., 2015.

Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения в 2014 г. М., 2015.

Доклад о состоянии и использовании земель в Алтайском крае в 2013 г. Барнаул, 2014.

Узун В.Я. Аграрная реформа в России: мифы и реальность // Вопросы экономики. 2008. № 10. С. 139–155.

Узун В.Я., Шагайда Н.И. Аграрная реформа в постсоветской России: механизмы и результаты. М. : Дело, 2015.

Фадеева О.П. Сибирское село: земля и труд в локальных контекстах // ЭКО. 2013. № 5. С. 29–47.

Шагайда Н.И. Земли сельскохозяйственного назначения: 20 лет спустя // ЭКО. 2013. № 5. С. 5–22.

Глава 18. Роль согласованности институциональной политики для устойчивого землепользования в Кулундинской степи[1]

И. Тесфельд, Л. Елинек

Аннотация. В России, как и в Кулундинской степи, лишь недавно были приняты меры, ориентированные на охрану окружающей среды. Однако выполнению этих мер мешают такие особенности постсоциалистической институциональной среды, как права собственности на землю, административная инерция, производственные привычки земледельцев и др. Выявление институциональных факторов, которые препятствуют эффективной и экономически целесообразной реализации политики с помощью метода оценки институциональной совместимости (МОИС), может помочь предотвращать эрозию почвы, потерю питательных веществ и выбросов климатических газов в будущем и работать в направлении более устойчивого землепользования. Авторы исследовали российскую политику защиты сельскохозяйственных земель и конкретные нормативные документы, чтобы изучить и структурировать важнейшие социально-экономические, административные и институциональные факторы, снижающие эффективность применения этих инструментов. Надежный мониторинг и санкции оказались практически невозможными в Кулундинском регионе. Утверждается, что право сервитута, или восприятие фермерами положительных последствий неадекватной почвенной практики, не может быть решено с помощью краткосрочных административных решений. Авторы предлагают информационное обеспечение и субсидирование добровольных мер по сохранению почвы для достижения более устойчивых агроэкологических практик.

---

[1] Материал этой главы был ранее опубликован в журнале "Политика землепользования" и в значительной степени переиздан здесь на условиях лицензии Creative Commons License 4.0. https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/ The authors are grateful to Sofia Kislingerova for chapter´s translation into Russian language (Тесфельд, Елинек, 2017).

Ключевые слова: деградированные черноземы, меры экологической политики, сжигание растительных остатков, МОИС, несогласованность политических мер, Кулундинская степь.

Введение

Из-за неустойчивой практики сельскохозяйственного производства в Кулундинской степи мы сталкиваемся с серьезной деградацией земель, включая снижение содержания гумуса в черноземных почвах России. Агроэкологическая политика может помочь остановить неустойчивое землепользование. Однако, если такая политика не соответствует преобладающему институциональному контексту, особенно, если она в основном опирается на командно-административные меры, то она может быть неэффективной, т.е. не достигать своей цели или достигать ее только при непомерно высоких транзакционных издержках. В качестве примера мы приведем запрет на сжигание растительных остатков, что является обычной сельскохозяйственной практикой в Кулундинском регионе. Далее мы приведем доказательства потери органики в почве и необходимости расширения ресурсосберегающей обработки почвы вместо сжигания остатков. После этого мы обсудим роль институтов в обеспечении эффективности политики. Далее представим процедуру оценки институциональной совместимости, которая легла в основу эмпирического анализа. Мы представим фактический механизм мониторинга ответственных ведомств. Нами приводятся результаты по важнейшим институциональным аспектам, которые препятствуют более успешной реализации данного регулирования. В то же время такие институциональные аспекты необходимо учитывать и для других агроэкологических мер, построенных аналогичным образом. Мы делаем выводы, предлагая больше мер, направленных на долгосрочные институциональные изменения, на восприятие фермеров и инвестирование в распространение информации и образовательные кампании с тем, чтобы больше рассчитывать на добровольное соблюдение и меньше на контроль и санкции для достижения той же цели – более устойчивого землепользования.

18.1. Сельскохозяйственное преобразование Кулундинской степи и ее деградированные почвы

Возделывание почв Кулундинского региона началось в XIX в., но в рамках кампании по освоению целинных земель в 1950–1960-х гг. 2,3 млн га естественных степей в Алтайском крае (Юго-Западная Сибирь) были в значительной степени превращены в пахотные земли (Дургин, 1962). В насто-

ящее время Кулундинская степь в Алтайском крае составляет 6,7 млн га используемых сельскохозяйственных земель, из которых 75% в той или иной степени экологически деградированы (РОСРЕЕСТР, 2013). Первоначальное содержание гумуса до обработки почвы оценивается в среднем в 9,6% в лесостепной зоне (Белаев, 2009). Данные исследований (Meinel, 2002; Charlamova, Revyakin, 2006) показывают большие различия между регионами и участками, указывают на постоянное снижение содержания органического вещества в почве, а также на долгосрочную потерю питательных веществ (Bivalkjevich, 2002).

Вопрос в том, как политически содействовать агроэкологической практике на земле, которая привела бы к более устойчивому землепользованию, какие институциональные факторы привели к нынешней неэффективности политики, особенно той, которая пытается бороться с деградацией почвы. Экологические реформы в России в целом не достигли намеченных результатов (Mirovitskaya, Soroos, 1995). Исследования, посвященные институциональной среде политики охраны почв в странах сопоставимым постсоциалистическим наследием (Prager et al., 2012; Stupak, 2016), показывают, это скорее сочетание личных, социокультурных, экономических, но также институциональных и политических факторов, которые влияют на поведение в отношении усилий по охране почв и ограничивают эффективность существующих законов, которые недостаточно эффективно применяются на практике (Prager et al., 2011, 2012).

Поддержка изменения землепользования в сторону большей экологической устойчивости – это агрономический и экономический вопрос, но в значительной степени он также является институциональным. Такие институты, как права собственности на землю и соответствующие структуры управления, играют центральную роль в поддержке мер, которые могут быть эффективно реализованы. Управленческие структуры способствуют тому, как осуществляется «управление договорными отношениями», включая вопросы контроля и исполнения договоров, механизмы разрешения конфликтов, механизмы обмена информацией, системы образования, а также рыночные системы или добровольная самоорганизация.

В России соответствующие структуры управления в основном укоренены в простой командно-административной системе. Но и неформальные правила, нормы и традиции отличаются от тех, что существуют в большинстве стран Западной Европы.

После пыльных бурь в США в 1930-х гг. (Пыльный котел, Пыльная чаша) был проведен ряд исследований, например (Uri, 1999), которое указывает, что трудно количественно оценить влияние экономических, демографических и политических факторов на переход к природоохранным технологиям. Недавно доказано (Перейра и др., 2016), что это зависит от восприятия

фермерами экологических последствий их действий, от того, как они вовлекаются в природоохранные мероприятия и следуют правовым нормам. А.В. Прищепов и соавторы (2012) подчеркивают важность данных институтов для постсоциалистических стран, включая Россию, что в основном связано с различиями в стратегиях приватизации земли и земельных рынках на решения о землепользовании, в частности, об отказе от земли.

Кроме того, «командно-административные» агроэкологические меры могут быть эффективными только в том случае, если они применяются к легко наблюдаемым проблемам сохранения почвы (Prager et al., 2011). Как и недостаточный управленческий и административный потенциал для функционирования земельного рынка в России, описанный З. Лерманом и Н. Шагайдой (2007), потенциал для регулирования природоохранных мер недостаточен. Выявление нарушителя правил часто страдает из-за асимметричной информации между контролерами и землепользователями.

Факторы, как способствующие, так и препятствующие реализации командно-контрольных мер, могут также использоваться для прогнозирования эффективности и рентабельности аналогичных типов командно-контрольной политики. Это может стимулировать политиков и региональную администрацию к проведению предварительной оценки будущих мер, что все еще редко встречается в российском контексте.

18.2. Метод оценки институциональной совместимости (МОИС)

В литературе говорится о том, что реализация конкретной земельной политики может оказаться неудачной, поскольку внедряемые правила не совместимы с преобладающими институтами (Theesfeld et al., 2010). Если люди, разрабатывающие и изменяющие правила, не понимают, как конкретные комбинации правил влияют на действия и результаты в конкретной экологической и культурной среде, изменения правил могут привести к неожиданным, а иногда и катастрофическим результатам (Ostrom, 2005).

Чтобы пролить свет на различные источники несогласованности методов, связанных с регулятивной политикой, мы используем метод оценки институциональной совместимости (МОИС), разработанный как формализованная методология для оценки совместимости между вариантами политики и различными институциональными контекстами. В оригинале МОИС состоит из четырех отдельных рабочих этапов:

1. Кластеризация вариантов политики в соответствии с типом вмешательства, областью вмешательства, возможными изменениями, затрагивающими права собственности, и типом природных ресурсов, на которые направлены варианты политики;

2. Увязка каждого кластера политики с конкретными наборами важнейших институциональных аспектов (ВИА);

3. Использование институциональных показателей для оценки соответствующих институциональных аспектов;

4. Вывод утверждений, сгруппированных в тематические категории институциональной совместимости, о вероятной эффективности вариантов политики с институциональной точки зрения в зависимости от сочетания и степени выявленных соответствующих институциональных аспектов (Schleyer et al., 2007).

После первоначальной разработки МОИС (Theesfeld et al., 2010) дополнительные исследования применили и развили метод, например, в отношении реализации Директивы по нитратам во Франции (Amblard, Mann, 2009) или адаптационного потенциала к изменению климата в Нидерландах (Mandryk et al., 2015). В зависимости от конкретного исследовательского интереса не обязательно проводить все четыре этапа метода МОИС.

Мы приведем пример несоответствия политики для Кулундинского региона в отношении недавно принятой меры по борьбе с деградацией земель (Theesfeld, Jelinek, 2017). С помощью метода МОИС мы можем проиллюстрировать ex-post аспекты институциональной согласованности (Шлейер и др., 2007, с. 79). Некоторые из предварительно определенных аспектов не подходили для данного варианта политики или для социально-политического фона в Западной Сибири, поэтому нами не рассматривались.

Остальные ВИА были представлены и оценены 24 интервьюируемыми, среди которых были местные агрономические эксперты, представители индивидуальных и кооперативных хозяйств, экологических НПО, административных органов (контрольно-мониторинговое агентство, пожарный патруль) и субъекты, занимающиеся реализацией политики Алтайского края. Сначала они оценили три наиболее определяющих аспекта, влияющих на политические меры. В ходе интервью респонденты описывали и комментировали интенсивность того или иного аспекта и направление его влияния. Форум по обсуждению политики, проведенный в Алтайском государственном аграрном университете в Барнауле, послужил для дальнейшего обсуждения препятствий реализации агроэкологических мер.

18.3. Случай из практики

18.3.1 Политика в области охраны почв

В отличие от многих европейских регионов, сельскохозяйственная среда и качество почвы в Кулунде защищены исключительно нормативными документами, преимущественно реализуемыми на федеральном уровне,

которые косвенно направлены на поддержание плодородия почвы и предотвращение деградации.

Такая политика в области землепользования осуществляется посредством ряда директив, изложенных, главным образом, в Конституции РФ и Земельном кодексе РФ. §42 Земельного кодекса гласит: «Допускается применение только методов, обеспечивающих рациональное использование земли, и каждый участок должен содержаться в таком состоянии, которое предотвращает вторжение сорняков, деградацию и снижение плодородия». Потенциальным ущербом являются, в частности, водная и ветровая эрозии, засоление, иссушение, химическое загрязнение и распространение сорняков. Цели политики достигаются с помощью конкретных региональных мер, направленных на местный ущерб. Мы выбрали одну меру – запрет на сжигание растительных остатков – и далее охарактеризовали ее инструктивное несоответствие.

18.3.2. Противодействие практики сжигания растительных остатков

Рис. 18.1. Сжигание растительных остатков, Алтайский край. Фото: Ладислав Елинек, 2014 г.

Кулундинская степь, как указывалось выше, в значительной степени используемая под пашню, демонстрирует широко распространенную производственную практику сжигания растительных остатков (СРО) (Романенков и др., 2014). Анализ, проведенный с помощью современных методов спутникового дистанционного зондирования, показал, что на долю огня, используемого в сельскохозяйственной практике, приходится 8–11% глобальных пожаров с 2001 по 2003 г. (Korontzi et al., 2006). По оценкам, 31–36% всех сельскохозяйственных пожаров в мире происходят в России, что делает эту страну крупнейшим в мире источником сжигания растительных остатков (Korontzi et al., 2006), однако часто указывается на отсутствие данных для точной оценки масштабов (Романенков и др., 2014, с. 349; Сухинин и др., 2004). Используя спутниковые снимки, подсчитали, что в 2000 г. в Алтайском крае выгорело 164 тыс. га. По данным Федерального агентства лесного хозяйства, в Алтайском крае в первой половине 2014 г. площадь сельскохозяйственных земель, охваченных огнем, составила 76 тыс. га, включая пахотные земли, а также (сухие) луга (Федеральное

агентство лесного хозяйства, 2016)[2], но также с большими региональными различиями[3].

Многие исследователи (Pérez-Cabello et al., 2010; Novara et al., 2011) считают такие пожары основным вкладом в деградацию земель. Несмотря на известные побочные эффекты, сжигание позволяет относительно легко утилизировать остатки с пахотных земель и подготовить землю для последующих агротехнологических операций, подходящих для стандартной советской технологии. Примечательно, что спрос на растительные остатки (Smil, 1999), например для животноводства, в современной России очень ограничен (Романенков и др., 2014, с. 349)[4]. Таким образом, альтернатив сжиганию не так много, за исключением перехода на ресурсосберегающие методы обработки почвы, такие как нулевая или мульчированная обработка.

В самом широком смысле почвозащитная обработка определяется как система обработки почвы, которая оставляет на поле после сбора урожая достаточное количество растительных остатков (покрытие остатков не менее 30%) для защиты почвы от эрозии (Laflen et al., 1985; Smil, 1999; Uri, 1999). По оценкам (Mirovitskaya, Soroos, 1995) половина обрабатываемых сельскохозяйственных земель в России подвержена ветровой и водной эрозии, и оба эти фактора рассматриваются как постоянные риски для Кулундинского региона (РОСРЕЕСТР, 2013). Консервативная обработка почвы повысит связывание углерода и накопление гумуса в почве. На увеличение риска засухи указывают пространственные модели, показывающие, что в районе Кулунды станет суше и теплее (Degefie et al., 2014), поэтому важно следовать методам сельскохозяйственного производства, сохраняющим влагу в почве.

18.3.3. Мониторинг охраны земель

За мониторинг охраны земель в Алтайском крае отвечают три органа власти, расположенные на федеральном уровне. Эта ответственность включает выявление потенциального нарушения, количественную оценку ущерба и, наконец, применение санкций к нарушителю. Однако такая монетаризация деградации относится только к химическому загрязнению, незаконному размещению отходов или незаконной застройке участков. Никакие

---

[2] Статистика пожаров обычно относится к сельскохозяйственным землям, которые включают лесополосы и болота. Мы скорректировали цифры соответствующим образом.

[3] Экспертное мнение описывает охват этой практики: «В последующую весну, после сезона высокого урожая зерновых, сжигается около 25% сельскохозяйственных площадей, обрабатываемых традиционным способом».

[4] Средняя плотность поголовья скота составляет всего около 7 голов/100 га сельскохозяйственных угодий РОССТАТ. 2016. Региональная статистика. Секция сельского и лесного хозяйства. http://akstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/akstat/ru/statistics/enterprises/agriculture/, доступ получен в июле 2016 г.

другие параметры деградации земель в этом смысле не оцениваются количественно.

В 2000 г. были введены местные нормативные акты областного уровня для регулирования СРО (Романенков и др., 2014, с. 348). С 2001 г. были приняты другие нормативные акты: Федеральный кодекс об административных деликтах в 2001 г. и в рамках регионального закона «Об административной ответственности за совершение правонарушений на территории Алтайского края» в 2002 г. В Федеральном кодексе не было прямого указания на сельскохозяйственные территории, но в региональном законе указано, что «сжигание растительных остатков на сельскохозяйственных землях, природных охраняемых территориях, в зонах движения транспорта или вокруг водных бассейнов» будет наказываться[5]. В конце 2013 г. в региональный закон были внесены изменения, поскольку суд пришел к выводу, что нет необходимости в двух отдельных правовых актах. С 2014 г. новое постановление определяет: «сжигание растительных остатков на сельскохозяйственных землях разрешено при следующих условиях: должна быть обеспечена пожарная безопасность муниципалитетов и инфраструктуры и должно быть доказано, что нет другого доступного механизма утилизации растительных остатков».

Поправка требует строгих предварительных условий для тех, кто хочет сжигать на сельскохозяйственных землях. Необоснованно высокие затраты на выполнение предварительных условий[6], действуют как де-факто запрет на сжигание на сельскохозяйственных землях. Механизмы контроля и мониторинга остались неизменными и по-прежнему находятся в ведении регионального министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды.

18.4. Оценка институциональной совместимости

Политика и соответствующее регулирование, направленные на снижение СРО, включающие последние поправки, сопровождаются все еще большой площадью, ежегодно подвергаемой пожарам. Ежегодные спутниковые снимки свидетельствуют о том, что региональное возникновение сельскохозяйственных пожаров не было значительно сокращено (Федеральное агентство лесного хозяйства, 2016). Следуя процедуре МОИС, также изложенной в Theesfeld &Jelinek (2017), мы изобразим ВИА, которые противодействуют эффективной реализации политики на различных институциональных уровнях.

---

[5] Штрафы варьировались от 1500 рублей (30 евро) до 2000 рублей (40 евро) и от 30000 рублей до 40000 рублей (600–800 евро) для физических и юридических лиц соответственно.

[6] Разрешение органа, осуществляющего пожары, подтверждение наличия противопожарного оборудования и обучения.

18.4.1. Управление

Отсутствуют схемы компенсационных выплат, позволяющие фермерам отказаться от технологии, предполагающей сжигание убранных растительных остатков и обработку почвы каждый сезон. Для того, чтобы соответствовать правилам, введенным с 2000 г., фермерам необходимо инвестировать в новую технику для обработки соломы и уборки урожая предыдущего года. Оборудование для прямого посева должно быть рассчитано на работу в условиях тяжелых остатков, а также на почвах, которые имеют гораздо более влажную поверхность по сравнению с традиционными системами обработки. Дилер сельскохозяйственной техники в Центральной Азии и России оценивает стоимость многофункциональной пилящей машины, способной сеять в солому, в 150 тысяч евро. Эта техника частично отсутствует в России или не совместима со старыми российскими тракторами. Способность измельчать и равномерно распределять остатки по срезу также имеет решающее значение, но большинство зерноуборочных комбайнов не оснащены измельчителями соломы. Стоимость измельчителя соломы для старого советского комбайна указана экспертом примерно в 2 тысячи евро, что также требует больших инвестиций, которые, по мнению фермеров, являются причиной отказа от нулевой обработки почвы.

В отличие от питательных веществ из неорганических удобрений макроэлементы в растительных остатках нельзя считать легкодоступными. Для достаточного разложения соломы необходимы микробиологические процессы в почве. Короткий вегетационный период в Кулундинском регионе вряд ли может обеспечить такие условия. Разложение остатков фактически выводит азот из почвы, а без дополнительного внесения азотных удобрений на поле краткосрочная продуктивность почвы даже снижается (Smil, 1999). Практика консервативной обработки почвы, начиная с нулевой и заканчивая минимальной обработкой, требует больше удобрений и пестицидов в первые годы, но обеспечивает повышение урожайности на 20–25% в последующий период. Данные по Казахстану наглядно демонстрируют эту агрономическую зависимость (ФАО, 2012; Зентнер и др., 2002). Изучение более длительных временных рядов в канадских прериях также подтверждает эту взаимосвязь. Многие фермеры жаловались на недостаток информации об этой сложности снижения урожайности и увеличения затрат в первые годы при переходе от традиционной технологии обработки почвы (включая сжигание остатков) к ресурсосберегающей технологии. Это подтверждает выводы К. Прагера и соавторов (2012) и Сергиенко о важности передачи знаний, таких как консультационные системы как ключевые условия для внедрения экологических норм или природоохранных практик.

Ответственным ведомством, которое следит за соблюдением законодательства в Алтайском крае и организует административную проце-

дуру, является Управление природных ресурсов и охраны окружающей среды (УПРиООС). Фактически оно управляет большинством стратегий, связанных с охраной окружающей среды на сельскохозяйственных, лесных и промышленных территориях, а также природными охраняемыми территориями, контролирует исполнение закона об охране атмосферного воздуха, поддерживает противоэрозионные лесополосы и осуществляет регулирование охоты. УПРиООС использует общедоступные спутниковые снимки зарегистрированных пожаров (космоснимки) для выявления незаконных сельскохозяйственных палов и определяет их масштабы. Кроме того, Рослесхоз – организация, ответственная за управление лесами, – публикует данные о выявленных полевых пожарах. Геблеровское экологическое общество активно участвует в патрулировании пожаров, помогая их тушить.

Даже фермеры подтвердили, что возможностей персонала указанных организаций недостаточно в связи с площадью, которую необходимо контролировать, и количеством сельскохозяйственных предприятий и (полу) натуральных хозяйств (676 тысяч). Кроме того, дублирование обязанностей УПРиООС не позволяет проводить достаточное расследование. Агентство признало, что доля нарушений, закончившихся привлечением нарушителя к ответственности, составляет менее 5%[7].

Обвинение должно было предоставить бесспорные доказательства, чтобы признать обвиняемого виновным. Однако лишь в незначительных случаях фермеры признавали, что пожар произошел по их вине. В остальных случаях они утверждали, что были другие причины пожара, или указывали неизвестное ответственное лицо. Более того, относительно низкий уровень штрафов (30–40 евро) не является сдерживающим фактором.

Поправка, действующая с 2014 г., возложила на контролирующее ведомство еще больше административной нагрузки, например, выяснение того, не было ли у потенциального нарушителя альтернативы, кроме как сжечь остатки.

18.4.2. Права собственности

Далее мы обратим внимание на механизмы прав собственности и на то, как они влияют на меры регулирования. Утверждается, что права собственности, т.е. права и обязанности по использованию природных ресурсов, будь то де-факто или де-юре, существенно влияют на стимулы, с которыми сталкиваются люди при инвестировании в долгосрочное улучшение земель (Brasselle et al., 2002). Доля земель, находящихся в частном владении, по оценкам, составляет около 55% в регионе (РОСРЕЕСТР, 2013). Хотя вза-

[7] Личное общение с сотрудниками Управления природных ресурсов и охраны окружающей среды.

имосвязь между степенью частной собственности на землю и склонностью к природоохранному управлению почвой сложна (Brasselle et al., 2002), как уже отмечалось (Theesfeld, Jelinek, 2017), опрошенные в Кулундинской степи часто заявляли, что с увеличением количества земли в частной собственности они охотнее применяют природоохранную практику и готовы инвестировать в плодородие почвы.

Важным фактором, повлиявшим на расследование контролирующего органа, является наличие права публичного сервитута. Основываясь на истории, когда земля в России была в общем пользовании, суд подтверждает, что такая свободная доступность любого участка затрудняет обвинение в истребовании доказательств по факту поджога или незаконного размещения отходов предполагаемым преступником.

18.4.3 Убеждения, нормы и доверие

Сжигание растительных остатков укоренилось в традициях, нормах и социальных ценностях. Такие неформальные ограничения обычно присутствуют в обществе в течение длительного периода, для их изменения требуются столетия или тысячелетия. Учитывая тот факт, что такие укоренившиеся социальные институты меняются медленно и вряд ли могут быть непосредственно учтены политикой, их все же следует принимать во внимание как способствующий или препятствующий фактор. Последнее предполагает, что процедура политики не соответствует основному социальному контексту, поэтому не стоит рассчитывать на добровольное соблюдение данных требований.

П. Перейра и соавторы (2016) показали для постсоциалистической страны Литвы, что восприятие последствий пожаров определяет в первую очередь реакцию фермеров на их регулирование. Аналогично, в Кулундинской степи мы обнаружили широко распространенное мнение (73% респондентов) о положительном влиянии СРО на почву, например, уменьшение количества сорняков и вредителей. Неудивительно, что эти фермеры рассматривают регламент как препятствие для ведения сельского хозяйства. М. Баварова и соавторы представили данные по Кулундинскому району, согласно которым особенно мелкие фермеры сомневаются в пригодности безотвальной обработки почвы для их условий. Кроме того, как подчеркивают Ф. Шнайдер и соавторы (2010) для Швейцарии, переход на безотвальное земледелие изменил их восприятие эстетики обрабатываемой земли и, следовательно, их базовые ценности.

Как и в исследованиях из Болгарии и Чехии (Prager et al., 2012), мы обнаружили низкое доверие к чиновникам как поставщикам информации, что объясняется коммунистическим наследием, когда государственные чиновники часто скрывали или искажали информацию. Однако такое положение губительно для любой политики, основанной на добровольных мерах.

Заключение

На примере Кулундинской степи в Юго-Западной Сибири мы изучили, насколько политика, основанная на командных принципах, в частности, запрет на сжигание растительных остатков, соответствует преобладающему институциональному контексту. Мы показали, что возникновение сельскохозяйственных пожаров не сократилось существенно, несмотря на формальное регулирование. С помощью процедуры оценки институциональной совместимости мы структурировали причины неэффективности политики.

Из выводов, полученных Е. Лутц и других (1994), следует, что отсутствие мер денежной компенсации за высокие затраты на адаптацию при переходе на другой метод производства с целью сокращения сжигания растительных остатков является основным сдерживающим фактором для фермеров при переходе на почвозащитные методы. Учет агрономических и технических требований для законопослушного поведения и поддержка необходимых технологических инноваций – это то, что также актуально в отношении других мер, касающихся устойчивого землепользования.

Высокая стоимость мониторинга и практически невозможность осудить нарушителя также негативно сказываются на эффективности данной деятельности. В соответствии с поправками 2014 г. обновленный закон даже предъявляет новые требования к мониторинговому агентству в виде вновь введенных предварительных условий безопасности, которые необходимо администрировать и контролировать. Трудности контроля схожи и с другими мерами защиты почвы. Фермеры жалуются, например, на непрозрачную систему штрафов, связанных с требуемым уровнем питательных веществ в почве. Кроме того, существует особое право собственности на свободный доступ к участкам любого желающего. О силе укоренившихся верований и традиций свидетельствуют попытки фермеров сослаться в суде на обычай общего доступа к земле в качестве защиты от преследования за разжигание костров. Кроме того, этот аргумент затрудняет наложение санкций. В таких ситуациях, когда контроль и санкции влекут за собой непомерно высокие транзакционные издержки, политика должна рассчитывать на меры, поддерживающие скорее добровольные обязательства.

Запрет СРО является типичным примером текущей модели земельно-охранной политики в России, а именно жестко регламентированной административной земельной мерой. Следуя мнению К. Хагедорна (2008), наш анализ показывает, что этот общий и централизованный способ администрирования не учитывает природные особенности сектора, такие как объединение производства и отсутствие обособленности, а также местные агроэкологические условия. Многих субъектов, помимо тех, кто непосредственно участвует в процессе обработки почвы, затрагивает данная пробле-

мы, что требует более широкого участия в планировании мер по охране сельскохозяйственных земель. В соответствии с этим мы обнаружили недостаток знаний о более широких политических целях по борьбе с деградацией земель и лишь немногие программы, когда консультируют и информируют фермеров об агроэкологических отношениях альтернативных производственных мер на их конкретных типах почв.

Тем не менее затраты фермеров на адаптацию и управление контролирующими органами могут быть решены в краткосрочной перспективе. Однако факторы, связанные с системой землевладения, в частности, личное отношение фермеров к сохранению почвы, могут сохраняться на протяжении многих поколений и могут быть изменены только медленно, превышая временной промежуток регулярных политических программ. Эмпирический пример также доказал России, что изолированные меры по борьбе с деградацией почв только на одном уровне институционального анализа, например, введение схемы целевого кредитования, не являются достаточно эффективными. Скорее, введение кампании по информированию общественности или укрепление консультационной системы в дополнение к исследуемой мере может изменить приверженность фермеров политике сохранения почв. Однако переход к новым формам управления, которые основаны на добровольном участии и обучении заинтересованных сторон, столкнется с трудностями в политической и административной среде с таким командно-административным наследием, как в России. Одной из трудностей экологических мер является временная продолжительность экологических процессов: например, накопление гумуса в почве – это процесс, выгоды от которого можно оценить только в долгосрочной перспективе. Однако в политической системе существует соблазн предложить краткосрочную политику, которая, возможно, даст видимые и измеряемые результаты.

Библиографический список

Bivalkjevich V. Racionalnoje zemljepolzovanie selskochozjajstveych zemelj: problemi i reschenija (Optimal Agricultural Land Use: Issues and Solutions). APK: Ekonomika upravljenie, 2002. P. 89–95.

Brasselle A-S., Gaspart F., Platteau J-P. Гарантии землевладения и инвестиционные стимулы: загадочные данные из Буркина-Фасо. Журнал экономики развития. 2002. №67. С. 373-418. DOI: 10.1016/S0304-3878(01)00190-0.

Laflen J.M., Highfill E.E., Amemiya M., Mutchler C.K. Структура и методы контроля водной эрозии // Soil Erosion and Crop Productivity / R.F. Follett, B.A. Stewart (eds). 1985.

Meinel T. Die geoöekologische Folgewirkungen der Steppenumbrüche in den 50er Jahren in Westsibirien : дис. / Университет Галле-Виттенберг, 2002. 122 с.

Беляев В.И. Современные системы земледелия, тенденции и возможности развития // Сельскохозяйственная наука для фермерства / В.И. Беляев, В.И. Устинов, Ж.Я. Пластинин (ред.) ; Алтайский государственный аграрный университет. Барнаул, 2009. С. 145–147.

Дегефи Д.Т., Флейшер Е., Клемм О., Соромотин А.В., Соромотина О.В., Толстиков А.В., Абрамов Н.В. Климатические экстремумы на юге Западной Сибири: прошлое и будущее // Стохастические исследования окружающей среды и оценка рисков. 2014. №28. С. 2161–2173. DOI: 10.1007/s00477-014-0872-9.

Дургин Ф.А. Программа «Девственные земли» 1954–1960 гг. // Советские исследования. 1962. №13 С. 255–280.

Зентнер Р.П., Лафонд Г.П., Дерксен Д.А., Кэмпбелл С.А. Метод обработки почвы и диверсификация культур: влияние на экономическую отдачу и рискованность систем земледелия в тонком черноземе канадских прерий // Исследования почвы и обработки почвы. 2002. №67. С. 9–21. DOI: 10.1016/S0167-1987(02)00028-4.

Коронци С., МакКарти Дж., Лобода Т., Кумар С., Джастис К. Глобальное распределение сельскохозяйственных пожаров на пахотных землях по данным спектрорадиометра с формированием изображений умеренного разрешения (MODIS) за 3 года // Глобальные биогеохимические циклы. 2006. №20. С. 1–15. DOI: 10.1029/2005GB002529.

Лерман З., Шагайда Н. Земельная политика и рынки сельскохозяйственных земель в России // Политика землепользования. 2007. 24. С. 14–23. DOI: 10.1016/j.landusepol.2006.02.001.

Лутц Е., Паджиола С., Райхе К. Затраты и выгоды от сохранения почвы: точка зрения фермеров // Исследовательский обозреватель Всемирного банка. 1994. №9. С. 273–295. DOI: 10.1093/wbro/9.2.273.

Мировицкая Н., Сороос М. Социализм и трагедия общин: Размышления об экологической практике в Советском Союзе // Окружающая среда и развитие. 1995. №4. С. 77–110.

Новара А., Гристина Л., Боди М.Б., Серда А. Влияние пожара на перераспределение органического вещества почвы на склоне средиземноморского холма под типом растительности макиа // Деградация и развитие земель. 2011. №22. С. 530–536. DOI: 10.1002/ldr.1027.

Остром Е. Понимание институционального разнообразия. Издательство Принстонского университета. 2005.

Перейра П., Миераускас П., Новара А. Восприятие заинтересованными сторонами воздействия пожаров на охраняемые территории Литвы // Деградация земель и развитие. 2016. №27. С. 871-883. DOI: 10.1002/ldr.2290.

Перес-Кабельо Ф., Ибарра П., Эчеверрия. М.Т., Рива Х. де ла. Послепожарная деградация земель в лесных массивах Pinus sylvestris L. через 14 лет // Деградация земель и развитие. 2010. №21. С. 145–160. DOI: 10.1002/ldr.925.

Прагер К., Празан Дж., Пенов И. Сохранение почв в странах с переходной

экономикой: роль институтов // Экологическая политика и управление. 2012. №22. С. 55–73. DOI: 10.1002/eet.592.

Прагер К., Хельминг К., Хагедорн К. Проблема разработки эффективной политики сохранения почв // Деградация земель и развитие. 2011. №22. С. 1–4. DOI: 10.1002/ldr.1042.

Прищепов А.В., Раделов В.Ч., Бауманн М., Куеммерле Т., Мюллер Д. Влияние институциональных изменений на землепользование: заброшенность сельскохозяйственных земель при переходе от государственно-командной к рыночной экономике в постсоветской Восточной Европе // Environmental Research Letters. 2012. №7. С. 024021. DOI: 10.1088/1748-9326/7/2/024021.

Романенков В., Рухович Д., Королёва П., МакКарти Й.Л. Оценка выбросов черного углерода от сельскохозяйственного сжигания // Новые инструменты измерения и оценки для мониторинга и управления земельными и водными ресурсами в сельскохозяйственных ландшафтах Центральной Азии / Л. Мюллер, А. Сапаров, Г. Лишайд (ред.). 2014. Springer: Швейцария. С. 347–364.

РОСРЕЕСТР. Право собственности на землю и права аренды / Федеральное управление кадастра и картографии. Барнаул, 2013.

РОССТАТ. 2016. Региональная статистика. Секция сельского и лесного хозяйства. URL: http://akstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/akstat/ru/statistics/enterprises/agriculture (дата доступа: 15.07.2016).

Смил В. Остатки сельскохозяйственных культур: Крупнейший урожай сельского хозяйства: Растительные остатки включают в себя более половины мировой сельскохозяйственной фитомассы // BioScience. 1999. 49. С. 299–308. DOI: 10.2307/1313613.

Ступак Н. Влияние сельскохозяйственных преобразований на охрану почв в Украине: Роль институциональных изменений // Политика землепользования. 2016. 55. С. 86–97. DOI: 10.1016/j.landusepol.2016.03.022.

Сухинин А.И., Френч Н.Ф., Касишке Э.С., Хьюсон Дж.Х., Сожа А.Я., Циссар И.А., Хайер Э.Дж., Лобода Т., Конрад С.Г., Ромасько В.И., Павличенко Е.А., Миськив С.И., Слинкина О.А. Картирование пожаров в России на основе AVHRR: Новые продукты для управления пожарами и изучения углеродного цикла // Дистанционное зондирование окружающей среды. 2004. №93. С 546–564. DOI: 10.1016/j.rse.2004.08.011.

Тесфельд И., Азнар О., Шлейер К. Процедура оценки институциональной совместимости: предварительная оценка политики с институциональной точки зрения // Журнал институциональной экономики. 2010. №6. С. 377–399. DOI: 10.1017/s1744137410000056.

Тесфельд И., Елинек Л. Несоответствие в политике защиты черноземных регионов России. Институциональная аналитическая линза в применении к запрету на сжигание растительных остатков. Политика землепользования. 2017. №67. С. 517–526. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.06.018.

Ури Н.Д. Factors Affecting the Use of Conservation Tillage in the United States. Water, Air, and Soil Pollution. 1999. 116. P. 621–638. DOI: 10.1023/a:1005168928627.

Хагедорн К. Особые требования к институциональному анализу в секторах, связанных с природой // Европейский обзор экономики сельского хозяйства. 2008. №35. С. 357–384. DOI: 10.1093/erae/jbn019.

Шарламова Н.Ф., Ревякин, В.С. Региональный климат и экологические шансы в Центральной Азии // Экологическая безопасность и устойчивое землепользование / Х. Вогтманн, Н. Добрецов (ред.). Springer: Дордрехт, Нидерланды. 2006. С. 19–26.

Шлейер С., Тесфельд И., Азнар О. Подход к оперативному инструменту для применения институционального анализа для оценки осуществимости политики в рамках SEAMLESS-IF. Интегрированный проект SEAMLESS, 6-я Рамочная программа ЕС, контракт № 010036-2. 2007.

Шнайдер Ф., Ледерманн Т., Фрай П., Рист С. Сохранение почвы в швейцарском сельском хозяйстве – приближение к абстрактным и символическим значениям в жизненном мире фермеров. Политика землепользования. 2010. №27. С. 332–339. DOI: 10.1016/j.landusepol.2009.04.007.

Глава 19. Пространственная структура современных демографических и миграционных процессов в Кулунде

Н.И. Быков, М.А. Борисенко, С. Ленц, А. Вуст

Аннотация: Кулундинская степь – важный сельскохозяйственный регион России и Казахстана, на устойчивое развитие которого оказывают влияние различные социально-экономические процессы. Демографические и миграционные процессы, занимающие важное место среди них, в значительной мере определяют характеристики человеческого капитала и трудовых ресурсов сельскохозяйственных предприятий. Рассмотрены различные тенденции демографических и миграционных процессов в административных районах Кулунды и прилегающих к ней территорий.

Ключевые слова: демографическая ситуация, миграции, Кулунда, Алтайский край.

Быстрый рост мирового населения увеличивает значение сельскохозяйственных земель, которые призваны решать продовольственную проблему. Кулундинская степь, обладающая значительными площадями сельскохозяйственных угодий, является одним из таких регионов. Она имеет плодородные черноземы и каштановые почвы, земледелие на которых лимитируется увлажнением территории. Устойчивое развитие этой области во многом зависит от успешности сельского хозяйства, которое требует совершенствования сельскохозяйственных технологий, применения более эффективных экономических механизмов, квалифицированного человеческого капитала, а также более эффективного государственного управления и регулирования.

Демографические и миграционные процессы являются следствием и в то же время центральным движущим фактором социально-экономического развития региона. В частности, они влияют на качество и количество ква-

лифицированной рабочей силы, необходимой для модернизации сельского хозяйства. В этой главе описывается современная демографическая ситуация в регионе, что позволяет представить более подробную картину социально-экономических тенденций.

В целом, население региона сокращается в течение длительного периода (Еремин, Быков 2011). Подобная тенденция отмечалась и в период с 2010 по 2015 г.

Рис. 19.1. Среднегодовое изменение численности населения за 2010–2015 гг. Здесь и далее источник данных на рисунках – собственные расчеты авторов (Быков, Борисенко, 2015 г.)

Из всех районов исследуемой территории только в Павловском районе, который входит в Барнаульскую городскую агломерацию, за этот период наблюдался прирост населения (рис. 19.1), по всем остальным районам демографический баланс был отрицательным. В период с 2010 по 2015 г. численность населения в них ежегодно уменьшалась на 1–3% (рис. 19.1). Для большинства из них это результат как естественной убыли населения, так и отрицательного сальдо миграции. При этом территориальное распределение значений отрицательного баланса населения указывает на некоторую корреляцию с удаленностью от Барнаула, столицы Алтайского края.

В 2014 г. только три района в исследуемом регионе демонстрировали рост численности населения (рис. 19.2; обозначены как типы 3 и 4). В двух

из них (тип 4) это происходило исключительно за счет положительного сальдо миграции. В физико-географическом отношении два района, увеличивающих численность населения, находились в лесостепной зоне. Относительно опорного каркаса расселения населения один район располагался в главном его узле – Барнаульская городская агломерация, а другой – на его главнейшей линии.

Рис. 19.2. Типы демографической ситуации в районах Кулунды в 2014 г.

В пяти районах (тип 6) вклад естественной убыли населения в сокращение его численности был более значительным, чем отрицательное сальдо миграции (рис. 19.2). Иногда такая ситуация возникает вследствие критической возрастной структуры населения: длительный отток населения приводит к его старению, так что в определенный момент потенциал миграции исчерпывается, а смертность в изменении численности населения становится ведущим фактором. Поэтому возрастная структура населения этих районах заслуживает более пристального изучения.

В районах, обозначенных как тип 7, сокращение численности населения происходит преимущественного за счет миграционного оттока. В районах 8-го типа, наиболее удаленных от краевой столицы, также отмечается сокращение населения за счет его миграции, несмотря на превышение в них рождаемости над смертностью.

Рис. 19.3. Сальдо миграции в исследуемом регионе за 2010–2014 гг., в промилле

Рис. 19.4. Доля муниципальных районов Кулунды в сальдо международной миграции за 2012–2014 гг.

Рис. 19.5. Доля мигрантов, прибывших из других регионов России в 2012–2015 гг.

Рис. 19.6. Доля муниципальных районов Кулунды в численности мигрантов, прибывших в 2010–2015 гг.

В большинстве районов исследуемого региона влияние миграционных процессов на численность населения больше, чем его естественное воспро-

изводство. Поэтому далее мы подробнее рассмотрим статистику миграции с целью раскрыть ее пространственные закономерности.

Рис. 19.7. Доля муниципальных районов Кулунды в численности мигрантов, прибывших из других стран в 2010–2015 гг.

Рис. 19.8. Доля муниципальных районов Кулунды в численности молодых людей (15–29 лет), прибывших в 2012–2015 гг.

В 2010–2014 гг. Павловский район был единственным с положительным сальдо миграции (рис. 19.3). Во всех остальных районах отмечалось миграционная убыль населения, во многих из них от –15 до –25 промилле. При этом территория проигрывает в межрегиональной миграции, т.е. население предпочитает переезжать из Кулундинской зоны в другие регионы страны.

При этом может показаться неожиданным, что статистика международной миграции показывает положительное сальдо для большинства муниципальных районов (рис. 19.4). Это связано с тем, что Алтайский край является привлекательным местом для мигрантов из Казахстана и государств Средней Азии, которые рассматривают его как «перевалочную базу» в начале своего миграционного пути. Многие прибывшие в дальнейшем покидают регион, поскольку часто не могут обеспечить желаемые социально-экономические условия для стабильного существования. В итоге эта иммиграция не приводит к устойчивому притоку населения в регион.

Особым случаем являются северо-западные районы – Славгородский, Хабарский и Немецкий. Там сальдо международной миграции отрицательное из-за продолжающегося оттока этнических немцев. Даже после двух десятилетий эмиграции их доля в этой области все еще высока, а тенденция к эмиграции в Германию сохраняется. В то же время, как и другие районы, эти районы также являются объектами значительного количества мигрантов из Средней Азии. Однако этот приток не полностью компенсирует отток (рис. 19.4). Для разработки более эффективных мер региональной политики важно учитывать происхождение мигрантов.

Доля мигрантов, прибывающих из других регионов России, составляет от 12 до 41%. Их пространственное распределение в значительной мере обусловлено географической близостью к другим регионам. Чем севернее и ближе к другим регионам России располагается район, тем выше в нем доля приезжих из других регионов России (рис. 19.5). Это позволяет предположить, что данный тип иммиграции скорее отражает миграционные процессы регионального уровня, делая географическое удобство основным фактором. На национальном уровне Кулундинский регион недостаточно привлекателен.

Пространственная картина въездной миграции в абсолютных значениях несколько иная. С географической точки зрения решающее значение имеют близость к городским районам и хорошая обеспеченность транспортной инфраструктурой. Наибольшее количество прибывающих мигрантов направляется в пригородные районы – Павловский, Рубцовский. Второстепенные цели – районные центры на основных магистралях, включая транспортные узлы, такие как Алейский, Шипуновский и Благовещенский (рис. 19.6). В 2010–2015 гг. в каждый из этих районов прибыло около 6000–9500 человек. Эти районы также являются лидерами по абсолютному коли-

честву приезжающих из других регионов России.

Мигранты из других стран составляют 1–20%. Структура их пространственного распределения также определяется географической близостью: чем ближе к границе Казахстана, тем выше значимость международных мигрантов (рис. 19.7). Особого внимания в этом отношении заслуживают Кулундинский и Рубцовский районы. Первый находится рядом с крупной узловой станцией, второй – с третьим по величине городом Алтайского края.

Также на распределение числа мигрантов оказывает влияние положение территории относительно элементов опорного каркаса расселения. Большинство международных мигрантов в первую очередь оседают в районах (Павловский, Топчихинский и Рубцовский), близких к Барнаулу и Рубцовску, которые являются узлами данного каркаса. Во вторую очередь мигрантами заселяются районы на линиях опорного каркаса, в которых социально-экономическая ситуация относительно благоприятная – Кулундинский и Благовещенский районы. В третью очередь мигранты устремляются в приграничные районы (например, Угловский). Как уже утверждалось выше, Немецкий район представляет собой особый случай. Он имеет отрицательное сальдо международной миграции, но количество людей, прибывающих в этот район, по-прежнему велико. Следовательно, возникает эффект высокой «проточности» населения в данном районе. На место выбывающего в Германию населения прибывают мигранты из Казахстана и Средней Азии. Однако это часто также немецкое население.

Пространственно неравномерная миграция приводит к перераспределению численности и плотности населения в регионе. Поскольку миграция является процессом, сильно дифференцированным по возрасту, вследствие ее могут возникнуть проблемы устойчивого развития региона. Возрастная структура выезжающего и прибывающего населения указывает на степень благоприятности условий на рынке труда с точки зрения наличия рабочей силы, а также необходимость управления данным рынком через подготовку кадров среди молодежи.

Однако почти во всех районах исследуемой территории наблюдается отрицательное сальдо миграции молодежи (возраст 15–29 лет), которая является наиболее мобильной возрастной группой. В значительной степени миграция населения данной возрастной группы обусловлена необходимостью получения образования и дальнейшего трудоустройства. При этом, вероятно, имеет место и циркулярная миграция, когда молодые люди после получения образования возвращаются в свои районы. Прибывающая молодежь неравномерно распределяется по территории Кулунды (рис. 19. 8). Предпочтения здесь также отдаются пригородным и примагистральным районам (Павловский, Рубцовский, Славгородский, Кулундинский, Благовещенский, Шипуновский). В каждый из этих районов за 2012–2015 гг. прибы-

ло от 1500 до 2200 молодых людей.

Демографические и миграционные процессы ведут к долговременным изменениям в распределении населения. Наряду с общим снижением плотности его распределения отмечается поляризация расселения (Bykov, Yeryomin, Borisenko, 2014). В последнем случае размер поселений влияет на миграцию: чем больше поселение, тем меньшие отмечаются потери жителей или даже происходит рост населения. Это в свою очередь влечет за собой более высокие темпы сокращения сельского населения.

Заключение

Для большинства районов миграционные потоки являются решающим элементом, влияющим на динамику их населения. В большинстве случаев убыль населения (естественная, а также миграционная) приводит к старению населения. Это, в свою очередь, требует новых концепций в политике регионального развития (см. гл. 4).

Библиографический список

Bykov N., Yeryomin A., Borisenko M. Demographic transformation of municipal districts and settlements of Altai Krai in the post-soviet period // The Social Transformation of the Cities and Regions in the Post-communist Countries / Edited by Cezary Madry. Poznan: Bogucki Wydawnictwo Naukowe, 2014. S. 23–33.

Еремин А.А., Быков Н.И. Демографическая ситуация в Алтайском крае на современном этапе (1990–2010 гг.) : монография. Барнаул : Азбука, 2011. 272 с.

Глава 20. Социально-экономическая среда инновационного сельского хозяйства в Алтайском крае

А.М. Никулин, О.Я. Виноградская, А.А. Куракин, С. Ленц, А. Вуст, А. Троцковский, Ю. Перекаренкова, М. Сундеева

Аннотация. Для того, чтобы зона Кулундинской степи Алтайского края стала плацдармом для апробации возможностей развития сельского хозяйства и сельской экономики в целом (обучающимся регионом), необходимо исследовать различные возможные механизмы передачи знаний, имеющих отношение к новым технологиям сельскохозяйственного производства, причем основным принципом достижения эффективности должна быть охрана окружающей среды. В настоящей главе дается обобщенная характеристика основных данных по сельскому хозяйству и лесотехническому комплексу, включая данные о трудовых ресурсах. Рассматриваются также вопросы уровня жизни местного населения, жилищные условия, система школьного образования, здравоохранение. Должное внимание при этом уделяется роли учреждений культуры и возможностям трудоустройства в других секторах экономики, помимо сельского хозяйства, так как от этих условий зависит желание людей не покидать родные края.

Ключевые слова: обучающийся регион, региональный социальный капитал, жилищное строительство, образование, региональное развитие, уровень жизни, социально-экономическое развитие, социальная демография.

Введение

Один из возможных способов предотвратить деградацию почвы в зоне Кулундинской степи предусматривает внедрение экологически безопасных и в то же время экономически эффективных технологий ведения сельского хозяйства в масштабах всего региона. Связь между экологией и эффектив-

ностью должна проходить красной нитью в программах регионального развития, в бизнес-планах производителей сельскохозяйственной продукции и образовательных учреждений. Иначе говоря, Алтайский край должен приобрести черты так называемого обучающегося региона (Healy, Morgan, 2012). В таком случае регион смог бы запустить самоподдерживающиеся процессы заимствования знаний и их создания, не прибегая к помощи сторонних организаций. К сожалению, в настоящее время Алтайский край не обладает достаточными структурными предпосылками, без которых невозможно быть или стать обучающимся регионом. С одной стороны, это очень крупный регион со слабо развитой транспортной системой, а это значит, что его географическая близость далеко не идеальна, хотя последнее требование и не является обязательным. Региональный социальный капитал (Малецки, 2012) также невелик. Как и в России в целом, в этом регионе нет социальных сельских движений (Мамонова, Виссер, 2014), местные общины не в состоянии предпринимать совместные действия (О'Брайен и др., 2005). Кроме того, местный бизнес представлен мелкими предпринимателями, и такие предпринимательские сети не могут осуществлять передачу знаний. К тому же, если говорить о задаче обеспечения долгосрочного устойчивого развития, производители сельскохозяйственной продукции пока еще не осознали тот факт, что деградация почвы в их регионе прежде всего угрожает их собственному бизнесу.

С другой стороны, Алтайский край обладает возможностями для внедрения новых технологий ведения сельского хозяйства. Во-первых, многие алтайские фермеры уже используют современную агротехнику, они овладели новыми методами сельскохозяйственного производства и способны на интуитивном уровне формировать локальные знания, адаптированные из систематизированного опыта ведения сельского хозяйства. Во-вторых, одной из наиболее развитых областей социальной сферы является система образования. Ее можно использовать как механизм передачи знаний и дальнейшего развития совместного обучения. Наконец, на социально-экономическую среду в регионе все еще сильное влияние оказывает готовность к инновациям.

Таким образом, мы можем предложить следующие меры, нацеленные на формирование в Алтайском крае определенных элементов обучающегося региона:

- поощрение наиболее эффективных и признанных местным бизнес-сообществом фермеров как распространителей новых технологий;
- учреждение различных торгово-промышленных организаций и проведение мероприятий, направленных на создание между фермерами прочных социальных связей, что будет способствовать передаче знаний;
- введение новых знаний и идеологии (экологически ориентированной) в образовательные программы школ и университетов, а также курсов повышения квалификации.

Важно добиться того, чтобы эти мероприятия не проводились как пустая пропаганда. Эти организационные и сетевые структуры должны на деле быть пространством и механизмом для обмена знаниями (не только их передачи), а также тщательного анализа этих знаний. Иначе говоря, они должны создавать обстановку продуктивного напряжения, когда когнитивно удаленные субъекты создают так называемые структурные складки, благоприятные для инноваций, например, преобразование систематизированных знаний в локальные интуитивные знания (дополнительную информацию о реализации концепции структурных складок см. (De Vaan et al., 2015).

В настоящее время зона Кулундинской степи Алтайского края является основным плацдармом для апробации возможностей диверсификации сельской экономики и развития на этой основе инновационного сельского хозяйства. Поскольку территория этой зоны богата природными ресурсами, она обладает значительным потенциалом, накопленным во всех сферах деятельности в процессе её интенсивного освоения, начавшегося с середины прошлого века. Здесь, в Кулундинской степи как основном сельскохозяйственном регионе Алтайского края, тогда началась массовая распашка залежных земель, посадка лесополос, строительство ирригационных систем и создание совхозов. Но уже в постсоветский период в экономике этой зоны наметился значительный спад, переросший в долговременную депрессию, продолжавшуюся почти до середины так называемых «нулевых» годов этого века. Начиная с этого периода в экономике Кулунды наметились отдельные успехи в аграрном секторе, в частности в развитии крупных и средних фермерских хозяйств, способных использовать современные технологии экологически ориентированного земледелия (см. гл. 16).Успехи в аграрном секторе отразились и на других областях жизнедеятельности в сельской подсистеме общества этого региона. Так, улучшился инвестиционный климат, увеличились темпы жилищного строительства, активизировалась работа инфраструктурных объектов, наметился устойчивый рост показателей уровня жизни населения.

Однако с 2014 г. в социально-экономическом развитии Алтайского края вновь наметился спад, который, по мнению специалистов Главного управления экономики и инвестиций Алтайского края, явился следствием «высоких базовых показателей предыдущего года и неблагоприятных погодных условий» (Администрация Алтайского края, 2015, с. 3), существенно снизивших объем производства продукции, особенно сельскохозяйственной, до 89,6% от уровня предыдущего года (Администрация Алтайского края, 2015, с. 3). Вместе с тем по результатам исследования в рамках российско-германского научно-исследовательского проекта «Кулунда» процесс спада в аграрной сфере зоны Кулундинской степи Алтайского края начался ещё в 2013 г., что, в свою очередь, не могло не отразиться и на других областях жизнедеятельности населения этих территорий.

20.1. Краткий обзор региональной экономики

По региональным экономическим показателям с 2008 г. Алтайский край входит в число регионов России, которые были менее всего подвержены неблагоприятному влиянию мирового финансового кризиса. В 2008–2009 гг. темпы падения валового регионального продукта (ВРП) в Алтайском крае были намного ниже, чем в целом по стране. Свою роль сыграл и тот факт, что край не обладал теми огромными преимуществами, которые обеспечивают получение высоких доходов за счет экспорта: в 2008 г. экспорт на душу населения в Алтайском крае был в 6,2 раза ниже, чем в целом по стране (0,53 и 3,30 доллара США соответственно). Последующие несколько лет наблюдалась положительная тенденция повышения темпов роста, что, например, выражается в повышении индекса физического объема инвестиций в основной капитал по Алтайскому краю по сравнению с Россией. В результате по инвестициям на душу населения в сопоставимых ценах край приближается к средним показателям по стране (рис.).

Объем инвестиций в основной капитал на душу населения в ценах 1990 г., рубли. Данные Росстата, расчеты авторов

Данная тенденция сложилась в результате того, что объем инвестиций в основной капитал как доля краевого ВРП рос быстрее, чем в среднем по стране. За последние несколько лет ситуация с накоплением основного капитала в Алтайском крае по крайней мере не ухудшилась. В 2012 г. край вернулся по этому показателю к докризисному уровню и смог удержать этот показатель на том же уровне в 2013–2014 гг. Этот уровень и, что важнее всего, ускоренные темпы развития края создают благоприятные условия для увеличения его экономического потенциала, который на сегодняшний день не претерпел существенных изменений.

20.2. Социально-демографические характеристики

В настоящее время большинство сельскохозяйственных предприятий, расположенных на территории Кулундинской степи, перешли на инновационные аграрные технологии и мощную современную технику, особенно в растениеводстве. В результате этого в данной сфере резко выросла производительность труда, что, в свою очередь, привело к сокращению численности занятых. По данным исследования, большая часть из оставшихся без работы сельских жителей пополняют ряды занятых в сфере услуг и малом бизнесе в городах, причём не обязательно в Алтайском крае, оставшиеся работают вахтовым методом на крупных добывающих предприятиях Севера (более подробную информацию о миграционных трендах см. в главе 19). В результате в структуре доходов сельчан сократилась доля доходов, получаемых от личного подсобного хозяйства, а от предпринимательской деятельности, напротив, выросла.

По данным Росстата (2016 г.), официальные денежные доходы сельских жителей Алтайского края составляют менее 50 % от среднегородских значений, и этот разрыв продолжает увеличиваться несмотря на применение инновационных технологий. Растёт и отличие структуры денежных доходов городских и сельских жителей, у последних увеличивается доля различных социальных выплат. Зарплата занятых в сельском хозяйстве в 2015 г. была в 1,5 раза ниже средней по краю, а официальная безработица на селе составила почти 12%, что в два с лишним раза больше, чем в городах. Следует отметить, что в сельской местности распространена практика, когда наёмные работники фермерских хозяйств из-за отсутствия работы в зимний период встают на биржу труда, получая таким образом несколько месяцев пособие по безработице, а в сезон продолжают трудиться в этих же хозяйствах.

20.3. Основные характеристики аграрной сферы

На территории зоны Кулундинской степи находится 32 из 59 сельских районов Алтайского края, из которых

- 11 располагаются в области лесостепи, 34 % площади зоны;
- 4 — частично в условиях типичной степи и лесостепи, 14 % площади зоны;
- 5 — в типичной степи, 12 % площади зоны;
- 6 — частично в типичной и сухой степи, 20 % площади зоны;
- 6 — в зоне сухой степи, 20 %. площади зоны.

В целом Кулундинский микрорайон занимает в основном зону сухой и частично типичной степи — около 25% её общей площади.

Площадь земель сельхозназначения Кулундинской зоны составляет 6,7 млн га. Это 58 % соответствующего краевого показателя, из них 4,2 млн га

(64 %) занимает пашня. Доля пашни в Кулундинской степи составляет 62 %, что выше соответствующего среднекраевого показателя — 56 %. В целом Кулундинская зона характеризуется высокой степенью распаханности.

На территории Кулундинской степи сельхозпроизводством занимаются более 230 тысяч организаций различных форм хозяйствования, это примерно половина всех сельхозорганизаций Алтайского края. 1901 предприятие можно считать профессиональным коммерческим предприятием, среди них — 576 сельскохозяйственных организаций (СО), 1325 крестьянских фермерских хозяйств и индивидуальных предпринимателей (КФХ и ИП) и 228,75 тыс. личных подсобных хозяйств (ЛПХ).

В Кулунде 636 предприятий (33% от общего числа) по площади используемых земель попадают в категорию малых, т.е. каждое из них обрабатывает менее 2 тыс. га земель сельскохозяйственного назначения; 541 — (28%) относятся к категории средних, — от 2 до 6 тыс. га. К числу крупных предприятий, с площадью земель более 6 тыс. га, можно отнести 724 хозяйства (38%).

Производство зерновых и зернобобовых в Кулундинской степи в 2011 г. составило 2,43 млн т. Это почти 62 % от соответствующего показателя по краю; большая часть его приходилась на яровую пшеницу — 1,86 млн т, или — 77 % от общего сбора зерновых и зернобобовых культур в этой зоне.

В сухой и типичной степи продуктивность пшеницы ниже по сравнению с соответствующим показателем лесостепи Кулунды. Например, в сухой степи средняя урожайность пшеницы — 7,7 ц/га, максимальная — 9,6 ц/га, минимальная — 5,3 ц/га. В то время как в типичной степи и лесостепи средняя урожайность пшеницы составляет 12 ц/га, а максимальная — 21 ц/га.

В масштабах Алтайского края значительная часть животноводческой продукции производится предприятиями, расположенными на территории Кулундинской степи. Так, в 2011 г. этими предприятиями было произведено 77 % общего объема алтайского молока и 41 % краевого показателя по скоту и птице в живом весе.

Численность занятых в сельскохозяйственном производстве Кулунды в этом же году составила 34,04 тыс. человек, из которых 86,8 % работали в сельхозорганизациях, а 13,2 % — в КФХ и у индивидуальных предпринимателей. Средняя численность рабочих в сельхозорганизациях — 59,3 человека, а в крестьянско-фермерских и индивидуальных предприятиях — 3,9 человека. Эффективность использования трудовых ресурсов, характеризуемая показателем годового выпуска сельхозпродукции в стоимостном выражении на одного занятого в сельхозпроизводстве, часто весьма дифференцирована относительно того или иного предприятия (Понькина и др., 2014).

В настоящее время в аграрной сфере зоны Кулундинской степи по сравнению с 2011 г. произошли резкие изменения. Так, по словам специалистов,

в настоящее время на территории Кулундинской степи остались единицы животноводческих предприятий, и те практически нерентабельны, хотя оснащены современной техникой и используют ценные породы животных с высокой продуктивностью. Среди основных причин такого положения дел с животноводством выделяют недоступность кредитных ресурсов, непредсказуемость ценообразования, проблемы со сбытом продукции и квалифицированными кадрами. В растениеводстве рентабельными за последние несколько лет в этой зоне остались лишь крупные хозяйства, специализирующиеся в основном на выращивании пшеницы и подсолнечника. Вместе с тем рентабельность производства малых и средних хозяйств уже в 2013 г. упала ниже 10%, что в первую очередь отразилось на заработной плате работников. Так, по данным Главного управления экономики и инвестиций Алтайского края, фактическая рентабельность сельскохозяйственных организаций (с учётом субсидий) в 2014 г. составила 8,3%. Однако для целей обеспечения реализации стратегии социально-экономического развития Алтайского края до 2025 г. уровень рентабельности в сельском хозяйстве, обеспечивающий устойчивое развитие последнего, должен был в 2016 г. составить 12,5%, а в 2017 г. достигнуть уже 13% (Администрация Алтайского края, 2015, с. 14).

В то же время переход на инновационные аграрные технологии и использование мощной современной техники повысили не только производительность сельскохозяйственного труда, но миграционную активность населения. Эти процессы отразились на товарной составляющей личных подсобных хозяйств, сократив её практически до нуля. Поскольку большая часть сельского населения в силу преклонного возраста уже не может заниматься тяжёлым трудом, оставшиеся рабочие руки — люди трудоспособного возраста — отказались от ЛПХ в силу его низкой рентабельности, высоких издержек и проблем с реализацией продукции.

20.4. Лесотехническая отрасль

Зона Кулундинской степи располагает значительными лесосырьевыми ресурсами. В частности, через эту зону проходят уникальные ленточные боры — сосновые леса в виде ленты, сформировавшиеся на древних аллювиальных песках и отличающиеся от лесов такого типа в других зонах по строению, экологическому состоянию, процессам производительности и возобновления. Они выполняют климаторегулирующие, почвозащитные и водоохранные функции для большей части зоны Кулундинской степи Алтайского края. Кроме того, эти леса являются единственным источником снабжения древесиной этой зоны, в отдельных районах которой в лесотехнической отрасли работает до 1520% занятого населения. Здесь же апроби-

руются инновационные технологии по воспроизводству лесов и обработке древесины. Эта отрасль играет важную роль как в диверсификации сельской экономики Кулундинской степи, так и в поддержании экологического баланса данной территории.

Лесотехнической отрасли как стратегической уделяется значительное внимание в «Стратегии социально-экономического развития Алтайского края на период до 2025 года». В этом документе предполагается переход этой отрасли «к инновационному типу развития производства, в структуре которого ведущая роль отводится высокотехнологичной продукции» (Губернатор Алтайского края, 2012, с. 57). Стратегия предполагает не только развитие инновационного потенциала отрасли и создание на его основе новых современных высокотехнологичных деревообрабатывающих и лесохимических производств, но и гарантирует сохранение ресурсно-экологического потенциала и глобальных функций лесов края за счёт формирования здесь «безотходного, высокопроизводительного, конкурентоспособного, деревоперерабатывающего кластера» (Администрация Алтайского края, 2015, с. 52; Губернатор Алтайского края. Стратегия, 2012, с. 58).

20.5. Характеристика сферы малого и среднего предпринимательства

На сегодняшний день в сфере малого и среднего предпринимательства в сельской местности Алтайского края занято менее 39% всех его индивидуальных предпринимателей и сосредоточено только 15 % малых предприятий края. Причём доходы от деятельности этой категории предпринимателей составляют лишь 11 % от соответствующих доходов по краю. Такая низкая активность в этой сфере предпринимательства, по мнению авторов «Программы устойчивого развития сельских территорий Алтайского края на 20122020 годы» (далее — Программа устойчивого развития сельских территорий), сказывается прежде всего на уровне жизни сельского населения края (Администрация Алтайского края, 2011).

Основными препятствиями в развитии этой сферы специалисты и эксперты считают дефицит квалифицированных кадров, недоступность кредитов и рынков сбыта, высокие издержки, а также излишний надзор и бюрократизацию.

«Даже если со стороны предпринимателей у кого-то есть бизнес-идеи по открытию какого-то даже мини-производства, то они упираются в тупик в связи с тем, что и рынок сбыта достаточно далеко, тот же краевой центр, и транспортные расходы у нас с каждым годом в структуре затрат все дороже и дороже становятся…» (Алтайский край, Угловский район, с. Угловское, сотрудник администрации, сентябрь 2015 г.)

Вместе с тем сами предприниматели считают, что не всегда только крупные инновационные производства будут эффективными и конкурентоспособными в условиях Алтайского края. По их мнению, при определённых обстоятельствах субъекты малого и среднего предпринимательства в сельской местности не только могут организовать инновационное и конкурентоспособное производство, предоставляющее достаточно широкий спектр услуг населению, но и быть более устойчивыми в отношении разного рода финансово-экономических кризисных явлений и катаклизмов.

«Я считаю, что вот, допустим, свинокомплекс — это нормально, птицефабрика — это нормально. Но, видите, в степи начали строить огромный молочный комплекс. Пасти негде там, коров будут кормить только с орошения… Дело в том, что есть же ниши такие, в которых, допустим, будет работать только "маленький" фермер. Он берет там какое-то молочко и какую-то брынзу делает… Нельзя так, чтобы были только все большие. Но и с одних маленьких тоже толку нету. Почему? Мясокомбинат не сможет колбасу хорошую сделать, — один такую свинью привёз, другой — такую… У одной свиньи сало — такое, а у другой — вот такое… Поэтому я за все формы…» (Алтайский край, Ключевский район, с. Ключи, глава фермерского хозяйства, сентябрь 2015 г.)

Для активизации и интенсификации сферы малого и среднего предпринимательства в сельской местности Алтайского края в рамках «Стратегии социально-экономического развития Алтайского края до 2025 года» разработан план мероприятий, предусматривающий решение ряда задач в этой области. К первоочередным были отнесены следующие задачи:

- развитие инфраструктуры поддержки малого бизнеса и обеспечение ее доступности;
- концентрация ресурсов для сопровождения приоритетных бизнес-проектов по созданию новых конкурентоспособных производств, в том числе способствующих импортозамещению;
- развитие социальной инфраструктуры в сельской местности и обеспечение предоставления широкого спектра услуг населению края;
- сокращение административных барьеров в развитии предпринимательства;
- пропаганда предпринимательской деятельности в Алтайском крае;
- содействие развитию молодёжного предпринимательства (План мероприятий, 2015, с. 21).

20.6. Состояние жилищно-коммунального хозяйства и социальной инфраструктуры

Состояние жилищно-коммунального хозяйства, социальной инфраструктуры сельских поселений и их результативная деятельность являются

важнейшими индикаторами качества жизни жителей и основными условиями дальнейшего развития других сфер жизнедеятельности социума.

Следует отметить, что по некоторым среднестатистическим показателям, связанным с обеспечением качества жизни населения, сельские поселения выглядят, на первый взгляд, привлекательнее городских. Так, показатель по обеспеченности жильём сельских жителей Алтайского края превышает соответствующий по городским жителям на 11,4 % и составляет 23,6 м^2/чел. (в городах — 20,9 м^2/чел.). Он превышает и показатель фактической обеспеченности жильём населения Алтайского края за 2014 г. (22,6 м^2/чел.) и вплотную приближается к соответствующему прогнозному показателю на 2017 г. (23,8 м^2/чел.), ожидаемому по результатам реализации стратегии социально-экономического развития края до 2025 г. (Администрация Алтайского края, 2015, с. 49). Однако высокая, по сравнению с городом, обеспеченность жильём сельских жителей — это следствие многолетней безвозвратной миграции из аграрных регионов в урбанизированные, усиление которой за последние годы отмечали при опросах большинство респондентов-сельчан, подтверждая свои наблюдения значительным увеличением за этот период в сёлах выставленных на продажу жилых домов и объявлений об этом, в частности, в местных газетах.

Вместе с тем, по данным Программы устойчивого развития сельских территорий, уровень благоустройства сельских домовладений ещё отстает от средних значений по краю. Например, водопроводом оборудовано только 54,6 % сельского жилищного фонда, в среднем по краю — 73,0 %; канализацией — соответственно 39,2 и 63,2%; отоплением — 80,4 и 85,3 %; горячим водоснабжением — 7,1 и 41,5 % (Администрация Алтайского края, 2011).

В этой же Программе отмечается активизация жилищного строительства в сельской местности за период с 2006 по 2012 г., когда на селе были введены в эксплуатацию жилые дома общей площадью около 1,5 млн м^2. При этом ежегодный ввод жилья в сельской местности устойчиво превышает 30 % от общекраевого объема, а, например, в 2012 г. он составил более 40 % (см.: Администрация Алтайского края, 2011).

Надо отметить, что зона Кулундинской степи отличается от других территорий Алтайского края не только суровостью природно-климатических условий, но и низкой степенью благоустройства жилищного фонда и объектов социальной инфраструктуры в расположенных здесь сельских поселениях. Так, большая часть сельских поселений этой зоны до настоящего времени не газифицированы, хотя начало этому процессу было положено ещё в 1995 г.

С того времени, по данным Программы устойчивого развития сельских территорий, было построено 3,7 тыс. км газораспределительных сетей и газифицировано около 90 тыс. квартир и частных домовладений. Кроме того, 1160

котельных были переведены на природный газ. Однако на момент написания Программы уровень газификации всей территории края составил лишь 10 %, а сельской местности — 6 %, тогда как в среднем по России эти показатели достигали соответственно 58 и 40 % (Администрация Алтайского края, 2011).

Во время проведения научно-исследовательского проекта «Кулунда» респонденты в Михайловском районе приводили в качестве любопытного инновационного примера способ отопления своих домов углём, смешанным с опилками, который местные жители используют здесь испокон веков. Они считают, что при таком способе отопления экономится дорогой уголь. По словам директора местного лицея, одна из его учениц решила описать и просчитать этот способ в своей работе, которую она подала на конкурс экологических проектов. Её расчеты показали, что при таком смешивании КПД смеси намного выше, чем у каждой из её составляющих. На конкурсе в Михайловском районе ее работе не присудили призового места, но так как она была очень интересна, ее отправили в Барнаул вместе с другими призовыми работами. Каково же было удивление жюри Михайловского конкурса, когда в Барнауле ученица лицея получила первое место, и её пригласили на конкурс в Москву, где её работа получила медаль. После конкурса печатный вариант её работы был даже позаимствован некими рационализаторами, принимавшими участие в конкурсе.

В некоторых районах зоны Кулундинской степи до сих пор не решены проблемы с водоснабжением. А учитывая сложный температурно-влажностный режим этой зоны, когда в течение нескольких месяцев может вообще не выпадать осадков, эти проблемы усугубляются ещё больше. Это заставляет местных жителей вводить режим жёсткой экономии при поливе своих приусадебных участков. Так, по всей площади огорода обустраивается система арыков, позволяющая не только экономить воду, но и исключить деградацию почвы, которая нередко случается при обычном способе полива.

Что касается жилищного строительства в сельской местности, то его основные объемы сосредоточены в основном в пограничных с краевым центром районах и курортно-рекреационных зонах края.

Фактический объем строительства (приобретения) жилья для граждан, проживающих в сельской местности, в 2014 г. составил 19767 м^2, в 2015 г. — 16800 м^2 (по плану —15400 м^2), в том числе 10300 м^2 — для молодых семей и молодых специалистов[1]. В 2017 г. по прогнозу намечается довести этот объём до 19000 м^2, что меньше соответствующих показателей 2014 г. (Администрация Алтайского края, 2015, с. 14).

---

[1] Данные по фактическим объёмам строительства (приобретения) жилья для граждан, проживающих в сельской местности в 2015 г., взяты с официального сайта Администрации Алтайского края. См.: (Экономика Алтайского края, 2016).

Реализация «Программы устойчивого развития сельских территорий в 2015 г.» позволила улучшить жилищные условия 121 сельской семье, в том числе 86 семьям молодых специалистов, это около 1,4 % от общего числа нуждающихся в улучшении жилищных условий в сельской местности молодых семей, состоявших на учёте на 1 января 2013 г. (Администрация Алтайского края, 2011).

Особое внимание программа уделяет ветхости инженерной инфраструктуры сёл. По её данным, в 2011 г. замена требовалась почти 31 % тепловых, 39 % водопроводных и 22 % канализационных сетей. Причём потери тепла в сетях составляли более 22,1 % от его общей выработки, а непроизводительные потери воды — 15,3 % от общего её объема, подаваемого потребителям. Число аварийных ситуаций и случаев повреждения в системах водоснабжения достигло 36 на 100 км сетей, теплоснабжения — 27 аварий на 100 км сетей. Такая частота аварийности, например на системах коммунального водоснабжения сёл, обусловлена высокой степенью их износа в результате длительных сроков эксплуатации. Большая часть таких систем была построена ещё в 6070-х гг. прошлого века и в настоящее время нуждается в модернизации (Администрация Алтайского края, 2011).

По данным официального сайта Администрации Алтайского края в 2015 г. в сельской местности края в эксплуатацию было введено более 72 км распределительных газовых сетей и более 30 км локальных водопроводов (Правительство Алтайского края, 2016).

Ещё одной важной проблемой, влияющей на качество жизни сельского населения края, является состояние питьевой воды. Так, на момент написания «Программы устойчивого развития сельских территорий» подземные воды, а это более 30 % всех вод, используемых для питьевых целей, в ряде сельских населенных пунктов не соответствовали требованиям санитарных норм и стандартам, поскольку отличались высокой минерализацией. Так, содержание хлоридов в них достигало 300500 мг/л, сульфатов — 400700 мг/л, железа — 0,32,0 мг/л, что превышает предельно допустимые концентрации в 1,54 раза (Администрация Алтайского края, 2011).

В настоящее время в системах образования и здравоохранения в сельской местности края продолжаются процессы оптимизации и реструктуризации, целью которых является повышение качества предоставляемых услуг и сокращение бюджетных расходов.

По данным сайта Главного управления образования и молодежной политики Алтайского края в 2015 г. в крае насчитывались 1104 общеобразовательные организации, в том числе — 970 (87,9 %) сельских школ, из которых 755 (77,8 %) школ — малокомплектные; 910 дошкольных образовательных организаций, 594 (65,3 %) из них расположены в сельской местности, из ко-

торых 405 (68,2 %) — малокомплектные (Главное управление образования и молодежной политики, 2015).

Кроме того, по данным «Программы устойчивого развития сельских территорий», в 2011–2012 учебном году в сельской местности функционировала 971 общеобразовательная организация, где обучались 115,9 тыс. учащихся — это 48,3 % от общего числа школьников. Однако ещё в 2009 – 2010 учебном году таких организаций было 1027, и в них обучалось 116,2 тыс. учащихся. Таким образом, в течение 2010–2011 учебного года в сельской местности края были расформированы 56 общеобразовательных организаций (5,5 % всех организаций в 2009–2010 учебном году). Затем процесс оптимизации замедлился, и в течение последующих трёх лет здесь была расформирована только одна общеобразовательная организация. Кроме этого, по данным Программы в 2011 г., в крае функционировали 269 базовых общеобразовательных организаций (каждая четвёртая школа) в 244 школьных округах, деятельность которых позволяла развивать различные формы сетевого взаимодействия (Администрация Алтайского края, 2011).

По данным Главного управления образования и молодежной политики Алтайского края в 2015 г. состоялся отбор в инновационную инфраструктуру системы образования Алтайского края. Статус региональной инновационной площадки присвоен 137 образовательным организациям. Среди победителей отбора 38 % организаций являются сельскими и малокомплектными школами. 10 сельских учителей награждены премией губернатора Алтайского края имени С. П. Титова в размере 125 тыс. рублей. При этом Алтайский край — первый и единственный российский регион, в котором на уровне субъекта Российской Федерации поощряют сельских учителей-просветителей, в том числе находящихся на заслуженном отдыхе. В рейтинг ТОП-200 сельских общеобразовательных организаций, сформированный Московским центром непрерывного математического образования при содействии Министерства образования и науки РФ, вошли три школы Алтайского края: Благовещенская школа № 1 Благовещенского района, Ключевская школа № 2 Ключевского района и Шипуновская школа имени А. В. Луначарского. Увеличилось число школ, использующих дистанционные образовательные технологии и электронное обучение, с 3 % в 2011 г. до 26 % в 2015 г. (в 262 школах)» (Главное управление образования и молодежной политики, 2015).

Сельские школы Алтайского края активно используют в своих практиках инновационные образовательные технологии. В качестве примера можно привести кадетский лицей в селе Михайловское. Этот лицей не только работает с инновационными программами, но и его организационно-методическая структура, по словам директора лицея, является уникальной даже для крупных городов, начиная с набора в первый класс, который проходит

один раз в четыре года. Нестандартное обучение в лицее, созданном по инициативе Алтайского государственного университета в 2000 г., проходит по методике развивающей программы «Школа 2100», развивающей в детях не только умственные и сообразительные способности, но и эстетическое восприятие. Идея создания такого учебного заведения, по словам директора, заключалась в том, «чтобы из отдаленных сибирских деревень собрать детей где-то в селе и дать им возможность получить образование высокого качества». И лицей достаточно успешно справляется с этой задачей — сюда съезжаются дети из маленьких деревушек 56 муниципальных районов Алтайского края и даже из соседнего Казахстана. Начиная с 2004 г. в лицее появились кадетские старшие классы, обучение в которых рассчитано на 4 года. В начале нулевых в лицее было семь параллелей, обучалось более 300 детей, в 2013 г. осталось только три параллели и 205 учеников. По словам директора, сокращение количества учеников в лицее было вызвано введением в школах подушевого финансирования, вследствие которого руководство школ, особенно малокомплектных, старается уговорить учащихся продолжить в них обучение, обещая условия, приближенные к репетиторству.

Старшие классы лицея имеют естественно-математический, социально-гуманитарный и оборонно-технический профили. Есть здесь и свой спорткомплекс, в котором, кроме кадетов, занимаются дети со всей округи. Школа часто побеждает и занимает призовые места в спортивных соревнованиях разного уровня – от межрайонных до краевых.

Лицей является инициатором различных экологических мероприятий, в которых ему помогает местная администрация. Например, ежегодно в апреле совместно с администрацией лицей проводит «Марш чистых улиц». Администрация выделяет деньги на печать листовок и буклетов, призывающих жителей принять участие в этом мероприятии. Перед маршем проводится митинг, на котором выступающие рассказывают о важности экологических мероприятий, а. затем принимаются решения об их реализации. Так, на одном из последних митингов решили собирать батарейки и энергосберегающие лампы в специальные коробки, которые будут установлены в магазинах, школах и других местах общего пользования. Однако теперь директор лицея «ломает» голову, куда эти коробки сдавать и сколько это будет стоить. В настоящее время лицей сдает на утилизацию люминесцентные и энергосберегающие лампы фирме «АНАТОН» по 30 руб. за штуку. «Марш чистых улиц» начинается после митинга с раздачи командам-участницам карт с обозначением убираемых улиц, затем команды приступают к их уборке, а по окончании марша проводится конкурс на самую чистую улицу.

Однако успехи и достижения в области образования, культуры и спорта в Михайловском районе способствуют оттоку молодежи из села. По словам директора лицея, возвращается не более 10 % выпускников, из них прак-

тически никто не работает здесь по специальности. Кадеты после окончания лицея идут в пограничники. Директор учебного заведения считает, что сейчас молодежь ориентирована «на простое зарабатывание денег, у них нет идей по карьере и работе» (из частной беседы с директором кадетской школы, апрель 2013 г.).

Основными проблемами в сфере сельского здравоохранения края являются: дефицит квалифицированных кадров и слабость существующей материально-технической базы сельских лечебно-профилактических учреждений, медицинское оборудование которых либо устарело морально, либо изношено почти на 70 %, а здания фельдшерско-акушерских пунктов (ФАП) и участковых больниц требуют капитального ремонта. В результате этого сельское население зачастую не может получить на местах качественную первичную медицинскую помощь в необходимом объёме.

К тому же Алтайский край отличается высокой долей сельских жителей в общей численности населения, значительным количеством небольших поселений и низкой плотностью расселения, что создаёт определённые трудности в организации и содержании сети медицинских организаций как первичной, так и специализированной помощи, включая скорую помощь.

Основная цель «Стратегии социально-экономического развития Алтайского края на период до 2025 года» в области здравоохранения состоит в сохранении и укреплении здоровья населения путем повышения доступности и качества медицинской помощи (Администрация Алтайского края, 2015, с. 30).

По данным Правительственной программы устойчивого развития сельских территорий в Алтайском крае медицинская помощь оказывалась сельскому населению в 56 центральных районных больницах и их структурных подразделениях: 39 участковых больницах, 191 сельской врачебной амбулатории и 928 фельдшерско-акушерских пунктах. Кроме того, более 40% финансовых средств, выделенных на реализацию мероприятий по программе модернизации здравоохранения Алтайского края, направлено в сельские лечебные учреждения (Администрация Алтайского края, 2011).

В настоящее время все ФАПы края прошли лицензирование, а работающие в них медицинские работники не только оказывают доврачебную медицинскую помощь, но и отпускают сельским жителям необходимые лекарственные средства.

По данным Программы за последние годы в сельских поселениях края проведен капитальный ремонт 67 ФАПов и двух врачебных амбулаторий, а в 135 селах с численностью населения до 100 человек организованы пункты оказания первой медицинской помощи. В результате до 60 % услуг первичной медико-санитарной помощи сельскому населению оказывается в амбулаторных условиях (на уровне ФАПов, сельских врачебных амбулато-

рий и участковых больниц). Несмотря на это, доступность такой помощи для сельского населения края, по сравнению с городским, ещё остается на низком уровне. Эта проблема осложняется нехваткой в сельских поселениях квалифицированного медицинского персонала. Так, по программе «Земский доктор» в 2012 г. на 5,3% выросла обеспеченность сельской местности врачами, достигнув почти 20 человек на 10 тыс. населения, в 2011 г. этот показатель составлял 19 человек. Однако относительный показатель нехватки врачей в сельской местности всё ещё превышает подобный показатель по городской в 1,7 раза. В 2012 г. на 0,6 % снизилась численность среднего медицинского персонала в сельской местности, составив 76,0%, тогда как в городах она выросла на 3,2%. В целом, доля среднего медицинского персонала, работающего в сельской местности, составила лишь 33,4 % от его общего количества по краю, тогда как по переписи населения 2010 г. доля сельского населения края достигала 45 %. В 2012 г. сельским жителям стала доступна услуга интернет-записи на прием к врачу центральной районной больницы (Администрация Алтайского края, 2011).

За последние годы из-за дефицита кадров и оптимизации системы сельского здравоохранения резко выросла нагрузка на персонал медицинских учреждений. Из-за этого многие молодые специалисты, отработав по программе «Земский доктор», уезжают в города.

«В селе работать тяжело. Вот те, кто в городе работают в поликлиниках, знают свое рабочее место, за него отвечают и работают. Здесь, если невролог — в поликлинике, и нет врача в стационаре, то ему, помимо своей ставки, еще в стационаре больных надо лечить. А если некому работать в реанимации, он еще должен быть дежурным врачом по больнице, еще дежурить ночью. Это особенности сельского здравоохранения. То есть работа в селе везде значительно тяжелее, чем в городе. Насколько хватит наших молодых врачей? Дай бог, чтобы они у нас остались и работали …». (Алтайский край, Михайловский район, с. Михайловское, врач районной больницы, август 2013 г.)

91 % всех учреждений культуры края в 2011 г. функционировали в сельской местности. Однако к настоящему времени сохранилась тенденция к их сокращению, особенно — сельских библиотек. Это объясняется не только распространением информационно-цифровых технологий, но и тем обстоятельством, что в советское время в сёлах были построены огромные здания домов культуры, для полноценной эксплуатации и восстановления которых у современных муниципалитетов нет средств. Это приводит к ветшанию и разрушению этих объектов, расформированию расположенных в них организаций, что значительно обедняет среду жизнедеятельности сельского населения.

В то же время, по словам респондентов – работников домов культуры, 131-й Федеральный закон (Федеральный закон 2003/2013) резко сокра-

тил финансирование учреждений в области культуры. Однако в интервью одна из респондентов, директор сельского дома культуры, заметила, что именно этот закон подтолкнул её к поиску способов пополнения бюджета клуба, в частности, к использованию инновационных технологий, новых форм работы с населением и участию в небольшом рекламном бизнесе. В результате население стало активно посещать мероприятия клуба, а рекламодатели чаще пользоваться их услугами. Сейчас этот дом культуры не только покрывает дефицит финансирования, но и имеет средства для развития.

Исходя из того, что сельская местность Алтайского края обладает уникальным природным и рекреационным потенциалом, авторы Программы устойчивого развития сельских территорий связывают перспективы развития его сельских территорий с несельскохозяйственной занятостью населения. По их мнению, в регионе должна актуализироваться государственная поддержка предпринимательства и повышена гибкость сельского рынка труда. Они считают, что создание комфортных условий для проживания сельского населения (строительство современного жилья и повышение уровня его благоустройства) должно стать ключевым фактором привлекательности этих территорий.

В Программе отмечается, что по итогам 2012 г. в рамках региональных целевых программ на развитие муниципальных районов было направлено более 6 млрд руб., а общий объем средств на развитие сельских территорий, включая отдельные инвестиционные проекты и непрограммную часть деятельности органов исполнительной власти края, превысил 20 млрд руб. (без учета субвенций из краевого бюджета).

Вместе с тем авторы Программы считают, что, несмотря на положительный эффект от её реализации, выполнение соответствующих мероприятий по социальному развитию села оказалось недостаточным для эффективного использования экономического потенциала сельских территорий и повышения качества жизни их населения (Администрация Алтайского края, 2011).

В механистических, относительно простых, производственных процессах затраты на инновационную деятельность дают практически мгновенный результат. Однако в процессах, в которых участвуют такие сложные системы, как природа и общество, эффект от инновационной деятельности не только растянут во времени, но и не всегда предсказуем. Поэтому в такого рода процессах очень важны разнообразие и вариативность подходов, позволяющих понять и исключить возможные рискованные векторы развития этих систем.

Библиографический список

Администрация Алтайского края (2011). Устойчивое развитие сельских территорий Алтайского края на 2012–2020 годы : Государственная программа Алтайского края. URL: http:// docs.cntd.ru/document/453110670 (дата обращения: 03.11.2016).

Администрация Алтайского края (2015). План мероприятий на 2015–2017 годы по реализации стратегии социально-экономического развития Алтайского края до 2025 года. URL: https://www.google.ru/ url?sa=t&rct=j &q=&esrc=s&source=web&cd=5&ved=0ahUKEwjcmL2jjYzQAhVD_SwK (дата обращения: 03.11.2016).

Губернатор Алтайского края (2012). Об утверждении стратегии социально-экономического развития Алтайского края до 2025 года : План мероприятий на 2015–2017 годы по реализации стратегии социально-экономического развития Алтайского края до 2025 года. URL: http://www.econom22.ru/ upload/ iblock/f3c/Zakon86-zs_121121.pdf (дата обращения: 03.11.2016).

Vaan M. De, Vedres B, Stark D. (2015) “Game changer: the topology of creativity”, Am J Sociol 120(4):1144–1194 (Ваан М. Де, Ведрес Б., Старк Д. (2015) Смена правил игры: топология творчества // Американский журнал социологии. 120(4). С. 1144–1194.)

Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации : Федеральный закон № 131-FZ (2003/2013) от 6 октября 2003 г. с изменениями от 2 июля 2013. URL: http://www.consultant.ru/document/ cons_doc_LAW_148889/ (дата обращения: 14.10.2013).

Healy A, Morgan K. (2012) Spaces of innovation: learning, proximity and the ecological turn, Regional Studies 46(8):1041–1053 (Хили А., Морган К. (2012) Пространства инноваций: обучение, близость и экологический поворот // Региональные исследования. 2012. №46(8). С. 1041–1053).

Главное управление образования и молодежной политики (2015). Итоговый отчет. URL: http://www.educaltai.ru/education/children_need_care/ guardianship/documentation/ (дата обращения: 07.11.2016).

Malecki E.J. (2012) “Regional social capital: why it matters”, Regional Studies 46(8):1023–1039 (Малецки Э.Дж. Региональный социальный капитал: почему он так важен // Региональные исследования. 2012. №46(8). С. 1023–1039.)

Mamonova N, Visser O. (2014) State marionettes, phantom organizations or genuine movements? The paradoxical emergence of rural social movements in post-socialist Russia, Journal of Peasant Studies 41 (4):491–516 (Мамонова Н., Виссер О. Государственные марионетки, фантомные организации или настоящие движения? Парадоксальное появление сельских социальных движений в постсоциалистической России // Крестьяноведение. 2014. № 41 (4). С. 491–516)

O’Brien D.J., Wegren S.K., Patsiorkovsky V.V. (2005) Marketization and community in post-Soviet Russian villages, Rural Sociology 70(2):188–207 (О’Брайен Д.Дж.,

Вегрен С.К., Пациорковский В.В. Маркетизация и сообщество на постсоветском российском селе // Сельская социология. 2005. №70(2). С. 188–207.

Правительство Алтайского края (2016). Экономика Алтайского края в 2015 году. Основные направления деятельности на 2016 год. Официальный сайт. URL: http://www.altairegion22.ru/gov/administration/isp/organizatsionnyy-otdel- administratsii-kraya/edinyy-informatsionnyy-den-altayskogo-kraya/ekonomika-altayskogo- kraya-v-2015-godu-osnovnye-napravleniya-deyatelnosti-na-2016-god.php (дата обращения: 07.11.2016).

Понькина Е., Беляев В., Боварова М., Прищепов А., Мейнель Т., Бугай Ю., Ковалева И., Кожанов Н., Казарджян М., Фрюхауф М. Экономические, экологические и технологические факторы и результаты деятельности сельскохозяйственных предприятий в условиях Кулундинской степи. Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 2014.

Российская государственная федеральная статистическая служба (2016) Оценка средней численности постоянно проживающего населения в 2016 и 2015 годах. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/ statistics/population/demography/ (дата обращения: 15.10.2016).

Глава 21. Роль социально-экономической среды сельских сообществ и передачи знаний для внедрения инноваций в сельском хозяйстве[1]

А.М. Сергиенко

Аннотация. Социально-экономическая среда сельских сообществ рассматривается как важный фактор инновационного развития, необходимого для формирования устойчивого землепользования в районах Кулундинской зоны Алтайского края. Выделены три аспекта социально-экономической среды: отношение населения к инновациям, готовность бизнеса внедрять инновации, а также наличие и доступность каналов передачи знаний.

Ключевые слова: инновационное развитие, инновационная передача знаний, село, социально-экономическая среда, социальные ресурсы, Алтайский край, Кулундинская зона.

Введение

Социально-экономическая среда сельских сообществ является одним из драйверов внедрения инноваций в сельском хозяйстве и, следовательно, развития потенциала устойчивого развития сельских районов. Чтобы понять движущие силы инновационного развития, обратимся к теориям социального капитала П. Бурдьё (2002) и Р. Патнэма (Putnam, 2000), которые указывают на социальный капитал и социальные сети как на важнейшие факторы инновационного развития, а также к концепции обучающегося сообщества (региона), фокусирующей внимание на состоянии и развитии институтов и сетей для передачи инновационных знаний (Healy, Morgan, 2012; Rutten

---

[1] Данная глава монографии подготовлена по плану НИР ИЭОПП СО РАН, проект «Движущие силы и механизмы развития кооперационных и интеграционных процессов в экономике Сибири», № 121040100279-5.

and Boekema, 2007). Опираясь на этот теоретический фундамент, можно сделать вывод о том, что масштабы внедрения и скорость распространения инноваций в сельских сообществах во многом определяются их социально-экономической средой. Такая среда формируется социально-экономическими факторами, лежащими в основе формирования активности сельского населения, его различных социальных групп, вовлеченных в той или иной степени в процесс внедрения и реализации таких инноваций. Ключевыми факторами здесь являются инновационная культура (отношение к инновациям, готовность внедрять инновации), а также наличие и доступность каналов передачи знаний на сельских территориях.

Результаты представленного здесь исследования проблем внедрения инноваций в землепользовании основаны главным образом на данных государственной статистики (всероссийских переписей населения 2002 и 2010 гг., микропереписи 2015 г., других данных Росстата) и материалах социологических опросов, проведенных нами в сельских муниципальных районах Алтайского края. В 2002 г. в опросах приняло участие 606 сельских жителей региона, в 2008 г. – 1011, в 2011 г. – 440, в 2013 г. – 150 жителей шести районов Кулундинской зоны и в 2017 г. – 740 сельчан региона.

Эти данные были дополнены результатами полустандартизированных интервью с экспертами – представителями местных органов власти, руководителями сельских предприятий и общественных организаций (n = 56 в 2002 г.; n = 128 в 2008 г.; n = 84 в 2011 г.; n = 40 в 2013 г.; n = 70 в г.; n = 73 в 2017 г.). Кроме того, включены результаты глубинных интервью с экспертами и другими жителями сельских сообществ, собранные в ходе полевых работ в 2013-2017 гг., материалы СМИ за 2013–2021 гг. о сельской жизни (журнал «Сельская новь» и др.) и сайтов региональных органов управления и муниципальных образований.

21.1. Изменения в социально-экономическом развитии села как социальный фон внедрения инноваций

Об изменениях в социально-экономическом развитии села свидетельствуют сдвиги в восприятии сельскими жителями и экспертами его наиболее актуальных проблем (Более подробно см.: (Бедность сельской России…, 2014; Миграция сельской молодежи…, 2019; Сергиенко, Родионова, 2020; Устойчивое развитие сельских территорий…, 2013)). Общественная оценка социально-экономических проблем сельских районов Алтайского края с начала 2000-х гг. показывает, что «лидерство» с большим отрывом от остальных и растущим рейтингом сохраняют безработица (более 78% в 2017 г.), отток молодежи из села (61%) и низкая заработная плата (57%) (см. рис.).

Каждый четвертый сельчанин обеспокоен низкими размерами пенсий и социальных пособий, проблемой бедности. Мнения представителей местной власти и сельского бизнеса в целом подтверждают эти выводы, причем проблемы низкой заработной платы и миграции молодежи выражены в их оценках более явно.

В отраслях социальной сферы наибольшее недовольство среди сельского населения было вызвано сокращением объектов, кадров и услуг здравоохранения. Как следствие, проблема ухудшения качества и доступности медицинского обслуживания набрала более значительный вес (33%). Близкий рейтинг у остроты проблем нехватки спортивных и досуговых учреждений для молодежи (28%). Снижением доступности и качества школьного и профессионального образования обеспокоен почти каждый пятый сельчанин.

Рис. 21.1. Оценка сельскими жителями Алтайского края наиболее острых социально-экономических проблем в развитии села в 2002, 2008, 2013 и 2017 гг., процент к массиву респондентов

В сельской местности количество базовых социальных услуг сокращается уже 30 лет. До середины 2000-х гг. сокращение происходило в основном за счет ветхих, вышедших из строя объектов социальной сферы, но с 2008 г. и до 2018 г. (до начала запуска национальных проектов и связанных с ними

федеральных и региональных программ и проектов) закрытие школ, клубов, библиотек и местных медицинских центров происходило планово, как результат государственной политики оптимизации. По данным статистики, только за 2009–014 гг. количество поликлиник в сельской местности Алтайского края сократилось в 2,6 раза, библиотек – в полтора раза, закрылись каждая пятая школа, каждый десятый клуб.

Вместе с тем со второй половины «нулевых» появились и позитивные изменения в состоянии объектов сельской социальной инфраструктуры, связанные с поддержкой федеральных и региональных программ. Было отремонтировано значительное количество школ, клубов и других объектов социальной сферы, повысилось качество региональных и муниципальных дорог, заметно увеличилось количество новых детских садов, спортивных сооружений. С 2018 г. благодаря запуску национальных проектов и связанных с ними федеральных и региональных программ и проектов сокращение доступности объектов социальной сферы приостановилось, но пока еще не удалось преодолеть накопленные негативные процессы.

Об улучшении восприятия сельскими жителями остроты проблем в жилищно-коммунальной сфере за 2002–2017 гг. свидетельствует значительное снижение их рейтинга (см. рис.). За счет роста ввода жилья сельская местность в последние годы восстановила одно из преимуществ, которое потеряла в прошлом десятилетии – большую обеспеченность жильем, чем в городах: 24 кв. м в 2013 г. против 21 кв. м. Близкие оценки в 2017 г. получили проблемы качества и доступности дошкольного образования, транспортной доступности городов.

Другим ярким позитивным примером резкого падения рейтинга является проблема алкоголизма (с 41% в 2008 г. до 16% в 2017 г.). В конце 2000-х гг. эту проблему сельские жители относили к трем наиболее сильным угрозам развитию села.

К особенностям нескольких последних лет, согласно результатам опросов представителей местной власти и сельских жителей, можно отнести резкий рост остроты проблем утилизации мусора в сельской местности как неэффективного результата запуска мусорной реформы (особенно заметно с 2019 г.) и роста цен, снижения доходов в 2020–2021 гг.

К результирующим показателям социально-экономических изменений на селе относятся социальное настроение сельских жителей, рождаемость и миграция. В конце 2000-х гг. социальное настроение сельских жителей значительно улучшилось, а уровень рождаемости вырос, но сохранялся значительный массив миграционных установок (около 40% сельских жителей и 60% молодежи хотели уехать из сельской местности).

После некоторого сокращения (до 42 и 36% потенциальных мигрантов среди сельской молодежи в 2011 и 2013 гг.) в кризисные 2014–2017 гг.

вновь наблюдался рост числа молодых людей, желающих переехать. По опросу 2017 г. 58% молодых людей хотели бы уехать из сельской местности, т.е. миграционных потенциал восстановился. В первую очередь уезжают из села те, у кого нет собственного жилья или хорошо оплачиваемой работы, кто планирует получить профессиональное образование и найти подходящую работу в городах и может рассчитывать на поддержку своей семьи. Выталкивают молодежь из села также неразвитость сферы молодежного досуга, низкие доступность и качество медицинских услуг. Согласно переписным и другим данным Росстата, численность сельской молодежи Алтайского края сократилась в 1,8 раза с 2002 г. до 2018 г. в первую очередь из-за миграционного оттока его наиболее активной и образованной части, что говорит о значительных потерях человеческого потенциала инновационного развития села.

21.2. Вызовы инновационному развитию в сельских районах

Сельские жители ассоциируют инновационное развитие сельских районов в первую очередь с информационными технологиями и новыми возможностями создания малого бизнеса, которые появились благодаря реализации различных государственных программ поддержки социально-экономического развития села (речь идет, например, о программе поддержки молодых предпринимателей в сельском хозяйстве). Создание квалифицированных рабочих мест по-прежнему признается слабым звеном в развитии села, низкоквалифицированная и низкооплачиваемая работа побуждает молодых людей покидать села. Знания, необходимые для внедрения инноваций, передаются через традиционные для села семейно-родственные и дружеские сети, а также средства массовой информации (ими пользуется до половины сельских жителей).

Значительно возросла роль интернета: по опросу 2013 г. им уже пользовался каждый пятый сельский житель. Безусловно, в последние годы доля таковых существенно увеличилась, причем основной прирост получен в ковидный 2020 г. Интернет позволяет осуществлять даже дистанционное управление хозяйствами из других стран. Пример такого дистанционного управления можно увидеть в одном из хозяйств Родинского района Алтайского края, которым, по словам его жителей, владеет и управляет житель Австралии, давно мигрировавший из России.

Инновации последних десяти-пятнадцати лет коренятся также в различных изменениях в образовании и здравоохранении, связанных с модернизацией оборудования и других ресурсов, использованием новых технологий обслуживания сельских жителей (автопоезд «Здоровье», телемедицина, санитарная авиация и др.).

Изменилось отношение сельского населения к инновациям. Несмотря на то, что сельчане по-прежнему придерживаются преимущественно негативного или безразличного отношения к переменам (около 60% в 2013 г.), позитивные настроения с небольшим перевесом превысили негативные (40 против 35%). Кроме того, активные участники перемен превосходили числом своих пассивных противников, которые ощущали на тот момент отсутствие перспектив (11 против 7%).

К ключевым игрокам изменений на селе и социальным драйверам инновационного развития сельского хозяйства сельские жители относят в первую очередь местные органы власти и агробизнес (60 и 23% респондентов в 2013 г.). Причем неуклонно растет влияние бизнеса на социальное развитие села и зависимость местных органов власти от поддержки предпринимателями села.

Сельские жители признают позитивные сдвиги в государственной политике в отношении сельских районов, такие как программы поддержки села, газификации, поддержка молодежи и политика импортозамещения. От государства как ключевого актора инновационного развития села сельчане по-прежнему ожидают более масштабной поддержки создания рабочих мест (три четверти сельских жителей по опросам 2013 и 2017 гг.), в решении проблем здравоохранения и других отраслей социальной сферы, а также более активного стимулирования представителей агробизнеса по внедрению новых технологий в сельском хозяйстве.

21.3. Социальные ресурсы внедрения инноваций в землепользовании

Активные технологические изменения в землепользовании начались, по оценкам представителей местной власти и руководителей хозяйств, только с конца «нулевых». С этого времени предприятия начали массово обновлять оборудование, перешли на использование новых технологий обработки земли. По опросу 2013 г. технологическое состояние своего хозяйства руководители оценивали в основном как удовлетворительное, лишь четверть хозяйств активно осваивали новые технологии и участвовали в модернизации инфраструктуры села. Относительно новую сельхозтехнику (не старше 5 лет) имело более 80% хозяйств. Около половины опрошенных механизаторов использовали сельскохозяйственную технику возрастом не старше 5 лет.

С одной стороны, возможности для применения новых технологий землепользования открылись благодаря расширению возможностей кредитования и реализации государственных программ по модернизации сельскохозяйственной техники и развитию агропромышленного комплекса. С другой стороны, руководители хозяйств отметили, что инновациям препятство-

вало удорожание заемных средств и, как правило, низкие экономические стимулы к этому со стороны государственных органов и местных властей. Еще одним сдерживающим социально-экономическим фактором является нехватка квалифицированных кадров, отсутствие мотивации у молодежи к сельскохозяйственному труду. Кадровый дефицит ощущали в 2013 г. более 60% опрошенных руководителей хозяйств. Острота данной проблемы непрерывно растет.

Важнейшим фактором внедрения инноваций является информированность представителей бизнеса об имеющихся технологических новинках, возможностях и эффективности их внедрения. Результаты опроса в 2013 – 2015 гг. показатели, что руководители хозяйств и механизаторы неплохо осведомлены об инновационных технологиях землепользования и сами становятся источниками передачи знаний. Довольно значительным является сегмент хозяйств, где применяются новые технологии землепользования: на каждом третьем в среднем более трех лет. Тем не менее, исследование показало, что каждый пятый руководитель хозяйства на тот момент имел слабое представление о новых технологиях.

Основными каналами передачи знаний о новых технологиях являются, по результатам опросов сельских жителей, средства массовой информации (80% респондентов в 2013 г.), интернет (половина респондентов) и различные специализированные каналы (каждый четвертый респондент), такие как курсы повышения квалификации, семинары, сельскохозяйственные выставки (ежегодно организуемые в крае «День сибирского поля» и другие выставки-продажи современной техники). Руководители хозяйств и механизаторы (операторы сельскохозяйственной техники) ценят преимущества новых технологий не только как возможность повысить урожайность сельскохозяйственных культур и производительность труда, но и поскольку такие технологии становятся базой для создания квалифицированных рабочих мест с высокой культурой труда. В отличие от низкоквалифицированных механизаторов, более образованная их часть положительно относится к новому оборудованию.

Что сдерживает хозяйства внедрять новые технологии землепользования? Помимо технических проблем, опросы выявили трудности с овладением новыми техническими навыками. Старшие поколения и менее образованные работники в силу привычки предпочитают работать с применением устаревшей техники отечественного происхождения, хотя, по их же признанию, это не является серьезной проблемой. Руководителей хозяйств сдерживает также сокращение рабочих мест, рост безработицы, часто идущие вслед за инновациями, поскольку для многих из них важным является социальное благополучие села, его устойчивое развитие. В то же время мотивация к внедрению инновационных технологий достаточно высока: по опросу

2013 г. около половины руководителей хозяйств потенциально были готовы приобрести такое оборудование. Основными ограничениями для них были не только недостаток финансовых ресурсов, но также и отсутствие информации о явных преимуществах таких технологий, основанной на опыте их применения в других хозяйствах.

В последние годы дальнейшему развитию инновационных практик сельских предпринимателей способствовали различные институты и инструменты государственной и муниципальной поддержки (Сергиенко, Кулаева, 2012). Даже в условиях пандемии коронавируса в 2020–2021 гг. наблюдалось расширение доступа сельских предпринимателей к льготным заемным ресурсам через специализированные институты развития, осуществлялось субсидирование части расходов на покупку современного сельскохозяйственного оборудования (Инвестиционный портал Алтайского края). Введены налоговые каникулы, новый льготный налоговый режим для самозанятых, увеличена грантовая поддержка проектов в приоритетных сферах сельской экономики и др.

Выводы

Итак, анализ формируемой в сельских сообществах социально-экономической среды внедрения инноваций в сельском хозяйстве, и в частности в землепользовании, показал неравномерность и противоречивость в ее развитии. С одной стороны, сохраняются и в последнее десятилетие усиливаются широко распространенные проблемы безработицы, низкой заработной платы, оттока молодежи из сельской местности, сокращения доступности объектов здравоохранения и других отраслей социальной сферы, обеспечивающих удовлетворение потребностей сельских жителей в базовых социальных услугах. Среди сельчан преобладает равнодушное или негативное отношение к происходящим на селе переменам.

Но, с другой стороны, с начала 2000-х гг. произошли важнейшие изменения, проявившиеся в формировании значительного активного социального потенциала внедрения инноваций в сельском хозяйстве, связанном с повышением значимости образования и квалификации и опирающегося на использование новых каналов передачи знаний. Этот потенциал внедрения инноваций и развития обучающегося сельского сообщества основан на достаточно высокой мотивации к внедрению новых технологий, а также на желании работников пройти обучение и работать с применением такой техники. И в целом этому способствует позитивное отношение сельского населения к инновациям, даже несмотря на возможные последствия сокращения рабочих мест в селах.

Тем не менее, турбулентность в экономике второй половины 2010-х гг. несколько «пошатнула» вероятность реализации такого потенциала. Кри-

зисные процессы в 2014–2016 гг. вызвали обеспокоенность сельских жителей по поводу возможного сокращения государственной поддержки развития сельских территорий и сельского хозяйства. Неблагоприятно повлияли на внедрение инноваций и коронакризисные 2020–2021 гг., хотя именно эти годы отличаются более активной государственной поддержкой малого бизнеса на селе.

В перспективе инновационный потенциал в сельском хозяйстве по-прежнему может формироваться и реализовываться различными способами, в частности посредством развития традиционных и новых каналов передачи знаний, а также путем активного государственного стимулирования внедрения инновационных практик в сельском хозяйстве. Особое внимание следует уделять социально-экономической поддержке различных интеграционных форм инновационного развития агробизнеса, в том числе развитию сельскохозяйственной кооперации, государственно-частного и муниципально-частного партнерства. Для сокращения миграционного оттока сельской молодежи, помимо содействия их эффективной занятости, потребуется их поддержка со стороны государственных органов, сельских муниципалитетов и предпринимателей в приобретении привлекательного жилья в сельской местности, а также использование других практик социальной поддержки с учетом особых социально-экономических потребностей молодежи и их семей.

Библиографический список

Healy A., Morgan K. Space of innovation: learning, proximity and the ecological turn // Regional studies. Vol. 46.8. September 2012. P. 1041–1053.

Putnam R. Bowling Alone: The Collapse and Revival of American Community. Simon & Schuster, New York, NY, 2000.

Rutten R., Boekema F. (eds) The learning region: foundations, state of the art, future. Cheltenham; Northampton, Mass.: Elgar, 2007.

Бедность сельской России в условиях модернизации экономики: процессы и механизмы формирования и преодоления: коллективная монография / под общ. ред. А.М. Сергиенко. Барнаул, 2014. 330 с.

Бурдьё П. Формы капитала / пер. с англ.М. С. Добряковой // Экономическая социология. 2002. Т. 3. № 5. С. 60–74.

Инвестиционный портал Алтайского края. Меры поддержки малого и среднего бизнеса. URL: https://invest.alregn.ru/investoram/mery-podderzhki/podderzhka-malogo-i-srednego-biznesa.

Миграция сельской молодежи: в фокусе – Алтайский край / под ред. А.М. Сергиенко. Барнаул : Изд-во Алт. гос. ун-та, 2019. 319 с.

Официальный сайт Алтайского края. Губернатор Виктор Томенко: Меры поддержки малого бизнеса в 2021 году в Алтайском крае распространяются и на самозанятых. URL: https://www.altairegion22.ru/region_news/gubernator-viktor-tomenko-mery-podderzhki-malogo-biznesa-v-2021-godu-v-altaiskom-krae-rasprostranyatsya-i-na-samozanyatyh_916463.html.

Сергиенко А.М., Кулаева Т.А. Практики и эффекты муниципальной поддержки малого и среднего бизнеса в сельском районе // Экономика. Профессия. Бизнес. 2021. №2. С. 89–99. DOI: 10.14258/epb202127.

Сергиенко А.М., Родионова Л.В. Социальная триада: демография – занятость – доходы в алтайских селах // ЭКО. 2020. №1 (547). С. 138–165. DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2020-1-138-165.

Устойчивое развитие сельских территорий Алтайского края: социально-экономические и пространственные аспекты: кол. монография / науч. ред. А.Я. Троцковский. Барнаул, 2013. С. 152–191.

Глава 22. Возможности и стратегии адаптивного землепользования как основа устойчивого экологического и социально-экономического развития ландшафта сельской местности

Т. Майнель

Аннотация. После более чем 60 лет интенсивного сельскохозяйственного использования целинных земель почве нанесен значительный ущерб. Однако благодаря в целом достаточному количеству осадков данная территория по-прежнему обладает высоким потенциалом для производства сельскохозяйственных продуктов. Непосредственная задача состоит в том, чтобы перейти от способа ведения сельского хозяйства, который потребляет много ресурсов (канадские коллеги называют это явление «истощением (выработкой) почвы»), к устойчивому сельскому хозяйству и(или) рациональному земледелию. Сегодня это представляется настоящим вызовом, поскольку традиционный способ ведения сельского хозяйства по-прежнему ориентирован на международные стандарты 1970-х гг. Переход в течение нескольких лет на высокотехнологичные методы с использованием GPS и сеялок с электронным управлением – это серьёзная задача. Однако ее можно рассматривать и как отличную возможность, поскольку специалистам не придется проходить весь процесс обучения с его многочисленными промежуточными этапами, как это было, например, в Канаде.

Ключевые слова: адаптивное землепользование, Кулунда, устойчивое земледелие.

Почве Кулундинской степи нанесен значительный ущерб после интенсивного сельскохозяйственного использования в течение многих десятилетий. Переход в течение нескольких лет на высокотехнологичные методы с использованием GPS и сеялок с электронным управлением – это серьёзная

задача. Можно предположить, что правильным и простым способом представляется заимствование канадской концепции минимальной или нулевой обработки почвы для применения ее на степных территориях Южной Сибири, которая имеет схожие с канадскими климатические и почвенные характеристики. Однако существуют небольшие, но существенные различия в климате, которые требуют адаптации технологических процессов: время посева, культуры и стратегии применения гербицидов. В этой связи излагаются требования для подходящей и устойчивой концепции земледелия. Затем приводятся наиболее значимые результаты масштабных полевых опытов по применению различных технологий обработки почвы – от традиционной до прямого посева. Наряду с особенностями количества осадков рассматривается также тема динамики почвенной влаги, играющая значительную роль для повышения урожайности. Далее в настоящей главе подробно рассматривается влияние осенней обработки почвы на содержание влаги в почве и урожайность в последующий год.

В следующей главе об адаптивных способах обработки почвы для возделывания все более перспективных пропашных культур, таких как кукуруза и подсолнечник, представлены результаты полевых опытов и возможности применения технологии полосовой обработки почвы. При применении данного способа осенью обрабатывается только почва непосредственно в посевной борозде, что также позволяет вносить удобрения на требуемую глубину. Уменьшение поверхности обработки почвы, снижающее влияние ветровой эрозии, с одной стороны, приводит к усилению давления со стороны сорняков, с другой. С этим можно справиться только с помощью хорошей и эффективной стратегии по использованию гербицидов. Во избежание увеличения затрат и экологической нагрузки на почву в рамках проекта «Кулунда» было разработано техническое решение, которое позволяет применять гербициды только там, где есть сорняки. Точечный принцип работы данной технологии и технологической операции, в частности, а также потенциал экономии средств описан в отдельной главе.

Адаптивные и устойчивые методы ведения сельского хозяйства могут быть внедрены в широкую практику без использования субсидий только в том случае их экономической обоснованности. В этой связи применяемые на полевых опытах технологии были также исследованы на предмет их экономической эффективности. В соответствующей главе данной части показано, что при использовании системы прямого посева можно получить более высокую маржинальную прибыль, так как она позволяет экономить средства на топливо и внедрять альтернативные по сравнению с традиционными системами культуры, такие как масличный рапс. Дополнительная значимость сохранения почвы и ее плодородия при этом не рассчитывалась и поэтому представляет собой дополнительную выгоду.

Территории, которые в результате длительного неадаптивного использования деградировали настолько, что больше не пригодны для ведения сельского хозяйства, подлежат восстановлению. В рамках проекта для этого были проведены различные опыты по отбору в севооборот соответствующих культур.

Изложены результаты проведенных анализов. За время реализации проекта отдельные хозяйства уже внедрили и реализовали многие из процессов и технологических приемов, описанных в данной главе. Обширные полевые опыты и презентации результатов помогли руководителям хозяйств преодолеть свой изначальный скептицизм по этому вопросу. Как следствие, экологически и экономически обоснованные, устойчивые приемы были успешно внедрены во многих аспектах землепользования. В результате фермерские хозяйства, находящиеся на территории реализации проекта, смогли совершить описанный выше необходимый скачок, продвинув свои технологии на 40 лет вперед, и теперь обрабатывают свои земли более современным и устойчивым способом, чем многие фермерские хозяйства в Европе и Северной Америке.

Глава 23. Требования к современным системам земледелия

Т. Майнель, В.И. Беляев, Л-К. Грунвальд, Л.В. Соколова

Аннотация. До начала освоения целинных земель 70 % обрабатываемых земель в России находились в лесостепной зоне. По окончанию кампании уже 70 % всех обрабатываемых площадей приходились на зону сухой степи и только 20% на лесостепную зону. Истощение питательных веществ в почве в результате многолетнего выращивания монокультуры яровой пшеницы, дефицит минеральных удобрений, интенсивная многократная механическая обработка почвы, в том числе с использованием отвальной вспашки, и отсутствие в структуре сельхозугодий пара в сочетании с серьезной засухой сопровождались ветровой эрозией и неурожаями. Сначала эти проблемы решались расширением посевных площадей, затем начался период индустриализации сельского хозяйства, продолжавшийся вплоть до времени перестройки. В 1990-е гг. вновь ощущалась нехватка удобрений, гербицидов и современной агротехники. По этим причинам продолжали использоваться традиционные технологии с высокой интенсивностью почвообработки, что впоследствии привело к развитию ветровой эрозии. После 1999 г. экономическая ситуация постепенно стабилизировалась. В Кулундинской степи Алтайского края главными природными факторами, лимитирующими земледелие, являются: экстремальные значения максимальных летних температур, которые приводят к чрезвычайно высокой скорости испарения, что в результате ограничивает формирование биомассы и урожайности; экстремальные значения минимальных зимних температур и очень незначительный снежный покров; небольшие количества годовых атмосферных осадков и сильная засуха в наиболее важный для развития сельскохозяйственных культур период – поздней весной; сильные чрезвычайно сухие ветры из Юго-Западной и Центральной Азии; наличие солонцов и солончаков. Ключевым антропогенным лимитирующим фактором для земледелия в Кулундинской степи Алтайского края является ветровая эрозия почвы. В целом существует только два основных условия функционирования системы земледелия в Кулундинской степи: система должна быть экономически жиз-

неспособна и прибыльна, и она должна быть экологически устойчивой для сохранения ресурсов, необходимых для производства сельскохозяйственной продукции. Четырьмя основными факторами эффективного и устойчивого земледелия в Кулундинской степи являются исключение черного пара, совершенствование севооборотов, оптимизация системы защиты растений и улучшение питания растений.

Ключевые слова: Кулундинская степь, поднятие целины, ветровая эрозия, черный пар, прямой посев, деградация почвы, система земледелия.

23.1. Развитие сельского хозяйства в Кулундинской степи с начала освоения целинных земель

Во время смены И.В. Сталиным экономического курса в 1927–1928 гг. в сельском хозяйстве СССР была проведена политика коллективизации, в результате которой небольшие крестьянские хозяйства, а также большие частные хозяйства, принадлежавшие кулакам, были насильственно объединены в коллективные. До Второй мировой войны расширение пахотных площадей и интенсификация земледелия проводились преимущественно в европейской части России и Украине (Kramer,1951).

Из-за удручающей продовольственной ситуации в послевоенном Советском Союзе недостающие объемы зерна компенсировались импортом из США и Канады (Брежнев, 1978). В результате политическое руководство было вынуждено принимать меры. Первоочередной задачей четвертой пятилетки (1946–1950 гг.) стало быстрое восстановление ключевых аграрных регионов Северного Кавказа, Центрально-Черноземного региона и Украины. Для этого было решено к 1948 г. повысить сельскохозяйственное производство на 28% относительно 1940 г. В процессе развития сельского хозяйства в новых регионах в этот же период основной фокус географически все больше и больше стал смещаться от Украины в Западную Сибирь, Поволжье и Казахстан. Особенным в этом пятилетнем плане стали спецификации, включающие все более современные севообороты с разными культурами в структуре земледелия. Планом было предусмотрено использование технических культур, а также более подходящих для сахарной свеклы и подсолнечника предшественников (Anissimow, 1974). В дополнение к техническому обновлению план также включал в себя использование более совершенных агротехнологий.

После прихода к власти Н.С. Хрущева партия приняла решение производства 20 млн т культур за счет введения в оборот новых земель в рамках кампании по освоению целины (Eule, 1962). В общей сложности на террито-

рии Казахстана (Северный Казахстан, Павлодарская, Акмолинская, Кокшетауская, Актюбинская, Костанайская области и Западный Казахстан) было распахано 21,2 млн га целинных степных земель. Вместе с территорией регионов Западной Сибири (Тюменская, Омская, Новосибирская, Кемеровская области, Алтайский край) и отдельными территориями Поволжья и Южного Урала общая площадь дополнительных пахотных земель составила 45 млн га, из которых 41,8 млн га в разное время использовались для земледелия (Eule, 1962, s. 24).

Рис. 23.1. Доля степных территорий Советского Союза, введённых в оборот во время кампании по освоению целины

Совхозы как основная организационная единица сельского хозяйства создавались на целинных территориях в предельно краткие сроки. К 1959 г. в распоряжении совхозов находилось уже 27,9 млн га, т.е. 27% обрабатываемых земель Советского Союза (Eule, 1962, s. 74).

Расширение площадей обрабатываемых земель главным образом производилось на территории самых засушливых участков Евразийской степи. До начала освоения целинных земель 70 % обрабатываемых земель находились в лесостепной зоне. По окончанию кампании уже 70 % всех обрабатываемых площадей приходились на зону сухой степи и только 20% на лесостепную зону (Eule, 1962, s. 78).

Возделывание яровой пшеницы как монокультуры севооборота обусловливалось климатическими условиями целинных районов и подкреплялось необходимостью обеспечения запасов продовольствия. На рисунке 3 показан рост общей площади сельхозугодий и значимость яровой пшеницы в структуре посевных площадей на бывших целинных землях Советского Союза.

После получения хороших урожаев в первые несколько лет, которые характеризовались большим количеством осадков и рекордной урожайностью 11,3 ц/га (центнера с гектара) в 1956 г. (Wein, 1980), в 1957 г. урожайность

Рис. 23.2. Плужная вспашка целинных земель естественной степи в рамках кампании по освоению целины 1954 г. (Георгиев, Флорентьев, 1955, с. 47)

пшеницы составила только 4,7 ц/га. Истощение питательных веществ в почве в результате многолетнего выращивания монокультуры (яровой пшеницы), дефицит минеральных удобрений, интенсивная многократная механическая обработка почвы, в том числе с использованием отвальной вспашки, отсутствие в структуре сельхозугодий пара в сочетании с серьезной засухой сопровождались ветровой эрозией и неурожаями (Eule, 1962; Wein, 1980; Meinel, 2002). Однако сначала эти проблемы решались не современными севооборотами или сменой системы земледелия, а по решению Декабрьского пленума ЦК КПСС 1958 г. расширением посевных площадей. Выполняя данное решение, к 1963 г. в оборот дополнительно было введено еще 3,7 млн га пашни (Брежнев, 1978; Eule, 1962).

Рис. 23.3. Общая площадь целинных земель бывшего Советского Союза и доля пшеницы в севообороте (Eule, 1962, s. 134)

Этап интенсификации сельского хозяйства пришелся на период 1965–1986 гг. вплоть до перестройки. Интенсификация представляла собой программу, которая предусматривала увеличение объемов сельскохозяй-

ственного производства за счет социальных и технологических изменений. Реализация программы осуществлялась в 1965–1980 гг. в рамках пятилетних планов. Социально-политические меры были направлены на улучшение жизни в сельской местности. Они предусматривали создание инфраструктуры и коммунальных сервисных служб для повышения качества жизни, а также формирования материальных стимулов для сельских жителей.

Для обозначения указанных мер использовался термин «индустриализация сельского хозяйства» (Meinel, 2002, s. 4). В 1975–1985 гг. государство инвестировало в сельское хозяйство в общей сложности 35 млн рублей. Это позволило значительно улучшить ситуацию со снабжением минеральными удобрениями, оборудованием и техникой, кормовыми добавками и химической защитой растений. Благодаря интенсификации урожайность увеличилась в среднем на 35% с 6,8 ц/га (1957–65 гг.) до 9,2 ц/га (1966–76 гг.) (Meinel, 2002, s. 14). План советского правительства состоял в том, чтобы за счет использования новых технологий возделывания в Омской области получить дополнительный урожай в размере около одного миллиона тонн. Утвержденный севооборот предполагал следующее чередование: черный пар – пшеница – пшеница. Черный пар был включен в севооборот с целью накопления достаточного количества влаги для двух последующих урожаев пшеницы (USSR Report Agriculture, 1986, p. 14).

В период интенсификации были созданы орошаемые территории для возделывания корнеплодов и многолетних трав с целью обеспечения основных кормов. Орошение в степи осуществлялось, как правило, только за счет подземных (грунтовых) вод (Meinel, 2002, s. 14). В это время первостепенное значение для целинных земель приобретает необходимость введения мер по защите от эрозии. Чтобы предотвратить ветровую эрозию почвы, правительство распорядилось о создании лесонасаждений для защиты полей. Защитные насаждения производились перпендикулярно основному направлению ветра с интервалом приблизительно 500 метров. В результате проведения данных работ поля стали представлять собой отдельные участки длиной 2000 метров и шириной 500 метров (Meinel, 2002, s. 14).

Проводились также дополнительные меры по защите от эрозии:

- безотвальная обработка почвы для сохранения стерни;
- возделывание культур на протяженных участках больших полей, разделенных небольшими лесополосами с целью снижения скорости ветра непосредственно над поверхностью пашни и экспонирования земель под паром для меньшего воздействия ветра;
- определение оптимальных сроков посева по стерне;
- использование засухоустойчивых сортов пшеницы;
- применение удобрений и гербицидов;
- высев трав на эродированных участках (USSR Report Agriculture, 1986, p. 33).

Данные меры эффективно помогали сдерживать ветровую эрозию и повышать эффективность возделывания сельскохозяйственных культур. Именно на этом этапе была достигнута самая высокая продуктивность производства в Кулундинской степи. Социальные условия в селах также достигали своего наивысшего уровня.

С началом перестройки в 1985 г. планировалось дальнейшее улучшение условий. Предполагалась демократизация системы и переход к более свободному рынку. Данные реформы, коснувшиеся не только сельского хозяйства, привели к стагнации советской экономики и, в итоге, к распаду Советского Союза. В результате условия функционирования российского сельского хозяйства изменились кардинальным образом. Впервые в истории закон разрешил физическим лицам покупать и арендовать определенную площадь земли. Многие бывшие колхозы и совхозы в соответствии с Гражданским кодексом РФ были преобразованы в юридические лица со статусом субъект права. Данная трансформация часто проходила как простая формальная процедура без существенных кадровых или организационных изменений. Преобразованиям не подверглась даже соподчиненность организационных структур. Органы местного самоуправления продолжали представлять фермерским хозяйствам данные об объемах производства и реализации продукции (Meinel, 2002).

Надежды на повышение урожайности были связаны с получением доступа к информации о современных технологиях ведения сельского хозяйства и высокой заинтересованностью новых фермерских хозяйств. Однако, как указано на диаграмме, вплоть до 1997 г. происходило постоянное снижение урожайности (Meinel, 2002, s. 15).

Рис. 23.4. Средняя урожайность яровой пшеницы на гектар в Российской Федерации (Meinel, 2002, s. 15)

В период с 1992 по 2000 г. сельскохозяйственное производство сократилось на 29%. Общая политическая нестабильность привела к тому, что в сельском хозяйстве вплоть до 2002 г. преследовалась лишь краткосрочная

выгода. Это выражалось в использовании существующих ресурсов. Инвестиции в новые технологии в эти годы были очень затруднены, в том числе и на фоне постоянного сокращения субсидий для сельского хозяйства (Viehrig, 2005). В 1990-е гг. ощущалась нехватка удобрений, гербицидов и современной агротехники. По этим причинам продолжали использоваться традиционные технологии с высокой интенсивностью почвообработки, что впоследствии привело к развитию ветровой эрозии.

Лишь после 1999 г. экономическая ситуация постепенно стабилизировалась. Более выгодные условия кредитования позволили мелким начинающим фермерам вложить средства в земельные ресурсы и технологии. Управление такими хозяйствами часто оказывалось гораздо эффективнее, чем управление большинства хозяйств, схожих по структуре с хозяйствами советского периода. Специалисты, которые пришли в сельское хозяйство из других отраслей и вышли на рынок после 2000 г., с помощью профессиональных агрономов и четкого понимания дела во многих случаях добивались больших успехов.

Данный факт выразился в увеличении инвестиций в агротехнику: из Северной Америки стали поставляться тракторы и пневматические сеялки первого поколения, такие как Morris Concept и JD 730. В это время сформировались современные фермерские хозяйства, часто управляемые специалистами, пришедшими из других областей экономики. Данные хозяйства имели большие посевные площади и небольшое количество работников, так как продуктивность у них была значительно выше, чем на сельскохозяйственных предприятиях традиционного типа. Тем не менее используемые модели машин представляли собой в основном более старые пневматические посевные комплексы первого и второго поколений. Они больше не пользовались спросом в сельскохозяйственных регионах Северной Америки, но благодаря использованию традиционных технологий хорошо продавались в странах Содружества Независимых Государств.

23.2. Лимитирующие факторы растениеводства

Температурный режим в течение всего года имеет решающее значение для продуктивности сельского хозяйства. Годовой температурный цикл и сумма температур значительно ограничивают вегетационный период в степной зоне Евразии, в частности, из-за влияния резко континентального климата Северного Казахстана и Западной Сибири. По направлению с запада–юго-запада к востоку–северо-востоку Кулундинская степь имеет три степные зоны, вдоль которых сумма температур уменьшается в направлении восток–северо-восток, а также сокращается вегетационный период, имеющий прямое отношение к растениеводству. Кроме того, климат в резкокон-

тинентальных степных районах Западной Сибири характеризуется сильными амплитудами в годовом температурном цикле. Экстремальные значения максимальных летних температур в засушливых степных районах приводят к чрезвычайно высокой скорости испарения, что в результате ограничивает формирование биомассы и урожайности. С другой стороны, крайне низкие зимние температуры также негативно сказываются на урожайности, так как высокоурожайные сорта озимых культур можно возделывать только в ограниченном объеме, если это вообще представляется возможным. В большинстве сельскохозяйственных районов Кулундинской степи выращиваются яровые культуры. В связи с очень коротким временным переходом от зимы к лету сроки посева весной ограничены всего несколькими днями. Считается, что период времени с 15 по 25 мая является оптимальным для посева яровой пшеницы.

Наиболее значимыми климатическими факторами являются сумма атмосферных осадков с характеристикой их пространственно-временного распределения, а также уровень эвапотранспирации на фоне высоких летних температур. Годовое количество осадков представляет собой абсолютные предельные нормы урожайности во всех степных регионах. В лучшем случае баланс между осадками и испарением находится примерно на одном уровне. Большая часть Кулундинской степи, однако, приходится на полугумидные и полузасушливые территории. Наибольшая часть годовых осадков выпадает в летний период, но их временное и пространственное распределение крайне неравномерно. Сильная засуха в наиболее важный для развития сельскохозяйственных культур период – поздней весной, которая существенно ограничивает полевую всхожесть семян и рост культуры после всхода, ожидается каждые пять лет. В период с июня по начало августа выпадает наибольшее количество осадков. Однако большая их часть выпадает локально и в виде интенсивных конвективных осадков. Учитывая данные особенности, этот тип осадков имеет большой потенциал для нанесения ущерба от эрозии, особенно на сельхозугодиях, где применяются неадаптивные технологии.

В зимнее время, периода с небольшим количеством осадков, снежный покров в большинстве лет очень незначительный. По этой причине возможность удержания влаги в виде снега весьма ограничена. Из-за размеров площадей и сильных бурь снижение снегозадержания на поверхности особенно сильно сказывается на почвах, которые были вспаханы осенью под пар. На более влажных северо-восточных территориях Кулундинской степи были проведены первые опыты по выращиванию озимых культур. Однако большая часть озимых культур часто вымерзает из-за отсутствия снежного покрова и температур ниже -40 °C. Кроме неравномерного распределения годового количества осадков, отдельную проблему для аграрного использования региона создают колебания их значений. Общее количество осадков

в самых засушливых районах, расположенных вблизи российско-казахстанской границы, колеблется в пределах 200–350 мм в год.

Другим ярким явлением в степях Западной Сибири и Кулундинской степи, в частности, являются сильные чрезвычайно сухие ветры из Юго-Западной и Центральной Азии. Вследствие высокой скорости ветра и очень низкой влажности воздуха так называемый ветер-суховей уносит насыщенный водяными парами воздух непосредственно с поверхности земли, вызывая, таким образом, постоянное иссушение почвы. Данный эффект особенно отчетливо проявляется на поверхности интенсивно используемых земель, так как в результате многократной механической обработки почва теряет сопротивление, создаваемое органической массой или стерней на ее поверхности, так необходимых для снижения скорости ветра. Частички почвы приводятся в движение, перекатываются по поверхности и из-за своей легкой массы перемещаются по воздуху, сталкиваясь с другими частичками почвы. Это часто приводит к серьезной ветровой эрозии. С одной стороны, почва выдувается с поверхности, что приводит к ухудшению ее физико-химических свойств. С другой стороны, уносимые частицы почвы действуют как поражающие элементы, которые при столкновении с молодыми побегами культуры в начале лета наносят им значительный вред и тем самым снижают урожайность.

В отличие от климатических условий, почва Кулундинской степи в ее естественном состоянии создает ограничения для сельскохозяйственного производства только в исключительных случаях и на отдельных ее участках. Высокая водоаккумулирующая способность почвы, большой запас питательных веществ, хорошие физические характеристики (проницаемость для корней, температурный режим, аэрация, гранулометрический состав) и большое количество присущих чернозёму характеристик подчеркивают естественно высокий потенциал для урожайности и делают почву Кулундинской степи важнейшим гарантом производства сельскохозяйственной продукции. Главным образом, лёс и рыхлый субстрат, содержащий карбонаты, обеспечивают хорошие физические характеристики почвы. В засушливых районах Кулундинской степи наблюдается сильное засоление. Солонец и солончак образуются, в основном, на низинных участках, подверженных под влиянием грунтовых или поверхностных вод заболачиванию. Из-за высокой скорости испарения растворенная в грунтовых водах соль отлагается близко к поверхности, что делает высокоурожайное земледелие невозможным.

23.3. Антропогенные лимитирующие факторы

С начала масштабного расширения площади пахотных земель и применения механизированной обработки почвы обширные сельскохозяйственные территории в Кулундинской степи стали подвергаться эрозии

и деградации. В этом контексте ветровая эрозия приобретает ключевое значение. Основной причиной широкомасштабного влияния ветровой эрозии является обработка почвы, неадаптированная к особенностям территории и природным условиям местности. С началом кампании по освоению целины в Кулундинской степи в практику вошли интенсивное земледелие и механическая обработка степных почв с применением плугов, культиваторов и борон. Вследствие такого подхода высокоинтенсивная отвальная вспашка применялась до середины 1960-х гг. Дефицит гербицидов способствовал распространяю механической обработки почвы в качестве основного средства по эффективной борьбе с сорняками. В то же самое время черный пар в структуре однообразного севооборота с пшеницей выполнял функцию по накоплению влаги и питательных элементов для растений в результате усиления процессов минерализации.

Помимо особенностей применяемой технологии обработки почвы, которая включала в себя вспашку и боронование для подготовки почвы к посеву (семенного ложа), а также обработку стерни после сбора урожая и (или) зяблевую (осеннюю) вспашку с использованием бороны и плуга, почва черного пара после повторного боронования и (или) обработки почвы культиватором на целый вегетационный период полностью лишалась какого-либо растительного покрова. Даже без использования черного пара высокоинтенсивная обработка почвы и отсутствие растительного покрова в течение длительного времени представляют собой огромную проблему в отношении развития эрозии. Разрушается механика почвы рабочего горизонта. Частицы почвы подвергаются высокому риску дефляции. Фракции ила и тонкого песка размером с зерно выдуваются с верхнего слоя (плодородного гумусового горизонта). Это приводит к сокращению запасов питательных веществ в почве и снижению ее способности аккумулировать влагу.

Интенсивная обработка почвы может вызывать снос грунта, что приводит к серьёзному ущербу от водной эрозии, особенно на пологих участках местности. Так называемая овражная эрозия может наблюдаться главным образом на используемых под растениеводство террасах рек Обь и Алей. Тысячи тон плодородной земли полевых угодий смываются в результате овражной эрозии под воздействием лишь проливного дождя и весеннего таяния снега, вызывая серьезные изменения ландшафта с формированием оврагов (Dammann, 2005). Даже если формирование оврагов не происходит, вред от водной эрозии во время снеготаяния является значительным. Смыв ценной почвы часто осуществляется даже по незначительным склонам или по неглубоким промоинам.

Когда по пашне многократно проезжает техника, образуется прикатанный горизонт в нижней части рабочего горизонта, что способствует переувлажнению и засолению почвы в ложбинах (низинах) и снижению способности проницаемости почвы.

Эрозия почвы и ухудшение ее химических и физических свойств — это процессы, которые наблюдаются в Кулундинской степи с начала кампании по освоению целины и привели к снижению содержания естественного гумуса в почве в этом регионе примерно наполовину.

Сегодня многократная механическая обработка почвы является стандартной технологией, применяемой на обширной территории Кулундинской степи. В большинстве систем земледелия лесостепной зоны и зоны типичной степи предпосевная подготовка почвы обычно осуществляется механическим способом (боронованием или обработкой культиватором). Системы посева и обработки почвы часто интегрированы в один агрегат, т.е. данные операции производятся в один технологический прием. В качестве используемых для этого агрегатов, как правило, выступают культиваторы со стрельчатыми лапами, которые устанавливаются перед высеивающим рядом двухдисковых сошников. Такая глубокая обработка почвы в начале сухого периода (ранним летом) стоит больших объемов почвенной влаги и часто приводит к раннему созреванию и снижению урожайности, как следствие, очень плотных всходов и повышенной конкуренции за область питания и влагу. Обработка стерни, оставшейся с прошлого года, создает обширную площадь для контакта поверхности почвы с ветром, который переносит насыщенный водяными парами воздух прямо с поверхности грунта и тем самым усиливает процесс испарения. Это увеличивает потери почвенной влаги.

Зяблевая (осенняя) вспашка сегодня все еще практикуется в некоторых хозяйствах Кулундинской степи и рассматривается как средство для формирования пахотного горизонта на поле. Такой прием создает эффект снижения снегозадержания. Из-за проведения обработки почвы снег пролетает по поверхности поля и задерживается только ветрозащитными системами, что означает потерю ценной почвенной влаги для предстоящего вегетационного периода. Для засушливых степных регионов, где около трети годовой почвенной влаги формируется за счет талых вод, это особенно драматичный сценарий.

Другим лимитирующим фактором выступает нехватка мотивированных и квалифицированных кадров. Многие жители покидают деревни, чтобы работать в центральных городах, таких как Новосибирск или Барнаул. Это часто создает проблему неправильного использования современных технологий. В итоге потенциал не реализуется полностью, а оборудование изнашивается очень быстро.

Сегодня трудно найти молодых заинтересованных работников для сельского хозяйства, что собственно является проблемой для любого региона во всем мире. По этой причине многие агрономы старшего поколения до сих пор управляют крестьянскими хозяйствами, используя традицион-

ные методы ведения сельского хозяйства. Другим важным аспектом является передача знаний внутри предприятия. Агроном должен передавать свои знания по выполнению определенных работ исполняющим работникам, например трактористу, который непосредственно имеет исполняющие функции. Если последний не выполняет поставленные задачи должным образом, то знания агронома не имеют никакого смысла. Отсутствие соответствующего севооборота также является ограничивающим фактором в существующей системе земледелия. Самым простым вариантом по-прежнему является возделывание яровой пшеницы. Хозяйства уже имеют необходимые для этого сельхозмашины, а производимая продукция легко реализуется на рынке. Альтернативные культуры в настоящее время труднее продать, они требуют первоначальных инвестиций в сельскохозяйственную технику.

Проблема, которая затрудняет бесперебойную и своевременную работу, заключается в наличии и функционировании тягово-несущих энергосистем и сельхозмашин в определенный период. Часто наблюдается ситуация, когда техника хранится ненадлежащим образом и бывает не подготовлена к эксплуатации в начале весеннего сезона. Большинство хозяйств не имеют возможности обслуживать машины в отапливаемой мастерской в зимний период. Кроме того, это часто сопровождается плохой организацией труда и отсутствием мотивации работников из-за низкой оплаты труда, что сохраняет технику в неудовлетворительном состоянии вплоть до начала посевных работ.

	1990	сред. знач. за 1998-2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008*	2012**
K2O	2280	175	200	206	241	229	268	278	247	1200
P2O5	4340	230	307	306	379	374	423	422	440	1600
N	4330	859	907	831	897	918	956	1200	1513	3200

Рис. 23.5. Объемы использования удобрений с 1990 по 2012 г.

Многие хозяйства до сих пор имеет технику, превышающую нормативный срок службы в 1,5-2,0 раза, которая уже морально устарела. Кроме трак-

торов Кировец, в хозяйствах еще используются гусеничные тракторы Т-75 и Т4А. Благодаря большому опыту механизаторов и широкой доступности запасных частей эта техника поддерживается в работоспособном состоянии. Ремонтные работы, как правило, выполняются самими трактористами хозяйства. Во время полевого сезона простои машин, которые невозможно запланировать, могут длиться несколько дней, чем создают дополнительные трудности. Помимо затратных по времени ремонтных работ, работа старой техники также требует дополнительных ресурсов.

Важный шаг на пути повышения эффективности сельского хозяйства был сделан в 1970-х гг. через интенсификацию сельского хозяйства на бывших целинных землях (залежах). Помимо использования усовершенствованных машин и частичной трансформации методов хозяйствования, главным образом возросло использование минеральных удобрений, что позволило стабилизировать и повысить урожайность в Кулундинской степи.

До распада СССР на российские поля ежегодно вносилось всего 11 млн т/год минеральных удобрений (Ivanova, Nosov, 2008). Нестабильная экономическая ситуация и сложные кредитные механизмы вынуждали сельскохозяйственные предприятия сосредоточиться на краткосрочных стратегиях получения быстрой прибыли за счет экономии на средствах производства и почве как ресурсе (Meinel, 2002). Механическая обработка почвы пережила настоящее возрождение после 1990 г., когда использование минеральных удобрений и химических гербицидов значительно сократилось. В период с 1998 по 2001 г. было внесено лишь немногим более 1,5 млн т минеральных удобрений. Таким образом, средний объем внесенного удобрения составил 32,4 кг/га по сравнению с 88 кг/га в 1990 г. Только с 2006 г. наблюдается незначительный рост данного показателя. Причинами такого развития являются государственные меры поддержки и субсидии на приобретение удобрений, которые повысили готовность к инвестициям (Ivanova, Nosov, 2008).

23.4. Требования по реализации современных систем земледелия

В целом существует только два основных условия функционирования системы земледелия в Кулундинской степи:

1. Система должна быть экономически жизнеспособна и прибыльна настолько, чтобы даже маргинальные территории сухого земледелия могли быть выгодными. Это также помогает в решении взаимосвязанных социальных вопросов.

2. Система земледелия должна быть экологически устойчивой для сохранения ресурсов, необходимых для производства сельскохозяйственной продукции.

Практикуемая традиционная система экономически жизнеспособна только в годы с благоприятными погодными условиями. Частое использование посевных площадей под черный пар и потеря урожайности целого года делают данную технологию высокозатратной. Описанная выше сложившаяся система предусматривает частое использование черного пара, а также частую и интенсивную обработку почвы. Каждый сельскохозяйственный регион имеет свои собственные специфические особенности в отношении потенциальных культур, климатических и почвенных условий. В результате этого функционирующие системы не могут быть перенесены из других регионов без тщательного изучения, даже если на первый взгляд регионы кажутся похожими. Опыт проекта «Кулунда» показывает, что даже проверенные системы, такие как практикуемая в Канаде нулевая обработка почвы, не могут быть напрямую применены на территории Кулундинской степи. С учетом того, что важной задачей является снижение интенсивности обработки почвы для сохранения почвы как ресурса, концепцию нулевой обработки в целом нужно рассматривать последовательно и с особым вниманием. Приведенные ниже аргументы описывают четыре основных фактора эффективного и устойчивого земледелия в Кулундинской степи.

Исключение черного пара. Важным требованием для современной и устойчивой системы является отказ от черного пара. Во-первых, черный пар является основной причиной ветровой эрозии. Во-вторых, это неоправданно дорогой инструмент. В год черного пара почва обрабатывается минимум пять раз. До настоящего момента это обосновывалось тем, что в почве черного пара может аккумулироваться большое количество влаги. Однако более поздние исследования В.И. Беляева, В.В. Вольнова и Л.-К. Грунвальда показывают серьезную ограниченность данного эффекта (Беляев, Вольнов, 2010; Grunwald, 2010). Согласно опыту фермеров урожайность после черного пара очень высокая. Если это не обеспечивается за счет лучшей доступности почвенной влаги, то причина должна быть в чем-то другом. Это объясняется главным образом лучшим питанием растений питательными веществами в почве после черного пара. Органический материал в верхнем слое почвы минерализуется намного быстрее за счет многократной обработки почвы. Высвободившиеся органические вещества оказываются доступными для последующей культуры. Это крайне положительно сказывается на развитии культуры, но при этом приводит к постоянному снижению содержания гумуса в верхнем слое почвы. Данный эффект, положительно влияющий на урожайность, компенсируется точечной подкормкой удобрениями (см. ниже).

1. Эффектом от использования черного пара является снижение уровня давления сорняков на следующий год. Данный результат может быть достигнут за счет эффективной защиты растений в сочетании с устойчивым

севооборотом. Частая вспашка выравнивает поверхность поля и формирует мелкую структуру почвы. Хотя это является очень благоприятным для достижения высококачественного посева, но также представляет большую возможность для появления эрозии. Современные сеялки не требуют такой мелкозернистой структуры семенного ложа, так как они могут работать в сложных условиях, а также в условиях большого содержания органического материала в верхнем слое почвы. Это означает, что все преимущества от использования черного пара могут быть заменены или компенсированы другими решениями.

2. Совершенствование севооборотов. Другим очень важным требованием для новой системы является введение соответствующего севооборота. Севооборот имеет много преимуществ с агрономической стороны дела. Он может выступать в качестве эффективного контроля за сорняками. Разные культуры севооборота питаются разными питательными веществами. Разные пожнивные остатки на поле могут использоваться более эффективно, что в итоге снижает риск заражения вредителями и болезнями. Кроме того, возделывание нескольких культур снижает потери урожайности в целом. Например, яровая пшеница зависит от осадков в июне, но большинство осадков приходится на июль и август, что не может положительно влиять на урожайность. Однако другие культуры, такие как кукуруза и подсолнечник, как раз могут эффективно использовать осадки в этот период. Разнообразные севообороты также выгодны в экономическом смысле. Традиционный выбор яровой пшеницы означает большую зависимость от стоимости данной отдельной культуры. Колебание цен часто связано с ценами на отдельную культуру. Данные колебания могут быть компенсированы за счет выращивания альтернативных культур, таких как кукуруза, подсолнечник, сорго, соя, рапс, горох, чечевица и лен. Более того, многие альтернативные культуры, в частности чечевица, рапс и лен, могут обеспечить большую выручку от реализации по сравнению с пшеницей.

3. Оптимизация системы защиты растений. Защита растений, которая главным образом заключается в контроле над сорняками, в том числе злаковыми, играет основную роль в современных системах щадящей обработки почвы. Сорные растения значительно лучше приспособлены к местным условиям, вследствие этого они более жизнеспособны и продуктивны. К примеру, они потребляют больше влаги из почвы, чем посевные культуры (Meinel, 2002). Посевные площади без сорняков обеспечивают повышенную урожайность. Традиционно контроль над сорняками осуществляется посредством вспашки почвы. Если снижать ее интенсивность, то возникает необходимость дополнительных мер для обеспечения чистоты посевов. Эффективное внесение гербицидов перед посевом и селективных гербицидов после посева является очень действенной мерой. Севооборот также оказы-

вает значительное влияние на борьбу с сорняками и болезнями. Г. Лафонд, В.Е. Мей, Ф.С. Стивенсон и Д.А. Дерксен смогли доказать, что на появление болезней и всходы сорных растений больше влияет севооборот, чем механическая обработка почвы (Lafond, May, Stevenson, Derksen, 2006).

4. Улучшение питания растений. Почва в Кулундинской степи, следовательно, все произрастающие в ней культуры, страдают от серьезного дефицита питательных веществ. Это относится ко всем питательным элементам за исключением натрия, марганца и магния, уровень содержания которых в почвообразующем субстрате значительный. Данная ситуация была вызвана крайне малым внесением удобрений за последние 20 лет. Если даже где-то и вносились удобрения в принципе, то это были обычно азотные удобрения. Фосфорные удобрения применялись намного реже. Внесение удобрений, безусловно, представляет собой главную статью инвестиций, учитывая размер посевных площадей. Низкий уровень внесения удобрений и интенсивная обработка почвы привели также к такому соотношению углерода с азотом (C/N), что процесс минерализации оказался слишком затруднен, а питательные вещества были едва доступны для растений в первые годы перехода на новую систему земледелия, что оказало только ограниченный эффект на повышение урожайности. Питательные вещества высвобождаются, если восстанавливается (при достаточном количестве азота) микробиологическая активность. Из этого следует, что крайне необходимым условием является внесение повышенных доз удобрений в первые несколько лет после снижения интенсивности обработки почвы. Этот вопрос большей частью касается азота и фосфора. В данном случае рекомендуется проводить экстенсивный анализ почвы в хозяйствах для определения ее актуального состояния. На следующем этапе необходимы меры по внесению удобрений для компенсации нехватки питательных макро- и микроэлементов.

Идею внесения компенсирующих доз удобрений следует рассматривать в качестве ключевой. Смысл компенсации дефицита питания состоит в том, чтобы вносить удобрения в соответствии с объемом недостающих питательных макроэлементов (макронутриентов), а для некоторых культур также микроэлементов, который выносится из почвы с урожаем (солома + культура). Основной вопрос состоит в том, когда вносить удобрения и в какой форме. Распределение удобрения по поверхности почвы, что является общей практикой для Центральной Европы, как правило, не является подходящим способом для полузасушливых регионов.

Во-первых, существует риск отсутствия осадков в течение нескольких недель с момента поверхностного внесения удобрений и, как следствие, неразложение гранулированных удобрений. Во-вторых, интенсивность просачивания часто недостаточно высокая, чтобы удобрения смогли достичь

глубины корней культуры. Таким образом, удобрения необходимо вносить непосредственно в почву.

Это можно сделать только при посеве или при почвообработке. Использование орудий с единственной целью внутрипочвенной закладки удобрений становится все более частым. Внесение удобрений сеялкой, в свою очередь, может осуществляться двумя способами. Удобрение можно вноситься непосредственно в семенное ложе вместе с посевным материалом (технология single-shoot). Недостатком такого варианта является то, что доза азота не должна превышать ок. 30 кг/га д.в., чтобы не нанести вреда всходам (Акшалов, Майнель, Клышбеков и др., 2013). Такая доза достаточна для получения ожидаемой (планируемой) урожайности 20 ц/га в сухой степи. Преимуществом данного способа является сохранение той же тяговой силы для сеялки, так как для этого варианта не требуется заведения в почву дополнительного сошника для внесения удобрений.

Второй вариант предполагает формирование дополнительной полосы для внесения удобрения рядом с посевной бороздкой (технология double shoot). В данном способе появляется возможность вносить большие объемы азота. Однако из-за дополнительного сошника требуется значительно большая сила тяги, которая повышает расходы на дизельное топливо на гектар и требует более мощный трактор относительно рабочей ширины захвата. Относительно новым и очень перспективным решением является внесение жидкого удобрения. Дозы с большим содержанием азота могут быть внесены без дополнительного сошника для внесения удобрений и без вреда для всходов. Более того, в жидкое удобрение можно добавить другие необходимые элементы, обеспечивая оптимальную подкормку растений. Из-за незначительного вертикального движения влаги в почве на экспериментальных площадках проекта фосфор, будучи не слишком мобильным элементом, сохраняется в верхнем слове почвы и доступен растениям только в ограниченной степени. В этом случае необходима либо нежелательная экстенсивная вспашка, либо применение технологии полосовой обработки почвы для того, чтобы подать данный элемент в корневой горизонт. Большое количество фосфора может быть внесено в более глубокие слои при подготовке почвы для пропашных культур, таких как подсолнечник и кукуруза. Это позволяет обеспечивать запас удобрений на два-три года.

Помимо приведенных здесь четырех условий существует, конечно, дополнительные требования, которые частично имеют отношение к использованию системы. Например, на поле должно оставаться достаточное количество пожнивных остатков с целью защиты почвы от эрозии, улучшения баланса гумуса и сокращения испарения влаги из почвы. К тому же необходимо совершенствовать меры по снегозадержанию в зимний период. Это может быть достигнуто посредством формирования хорошей полноты всхо-

дов культуры, соответствующей технологии уборки урожая и(или) использования очесывающей жатки, которая способна очесывать колосья на корню, что, однако, возможно не для всех культур.

Расходы могут быть также снижены за счет использования современных высокопроизводительных машин. Качество выполняемых ими работ часто значительно выше, чем при работе по традиционной технологии, а также риск простоя во время полевого сезона значительно снижен. Эффективность технологических этапов отдельных работ, таких как посев и внесение гербицидов, должна быть критически пересмотрена. Данные технологические приемы могут быть эффективными только при условии их своевременного проведения.

Наконец, должны быть оптимизированы процессы очистки, сушки и хранения урожая. В частности, возможность хранения культуры в течение более длительного срока позволяет реализовать ее за потенциально лучшую цену.

Требования и потенциал для совершенствования системы растениеводства тематически очень разнородны. Переход к концепции более эффективного и устойчивого земледелия требует очень обширных знаний у ответственных за принятие решений лиц: от технологии возделывания до питания растений. Таким образом, для них крайне необходимым условием является использование всех возможностей для повышения своей квалификации и расширения горизонта знаний. Только в этом случае переход на новую систему может быть успешным.

Библиографический список

Anissimow N. Die Landwirtschaft der Sowjetunion im neuen Stalinschen Fünfjahresplan. Berlin, 1974.

Dammann S. Ursachen und Auswirkungen der Ovragbildung in der Südsibirischen Kulundasteppe und ihre Wechselwirkungen zur Naturraumausstattung sowie zur Landnutzung. Halle/Saale, 2005.

Eule W. Das Problem der Neulandgewinnung in der Sowjetunion. Bonn, 1962.

Grunwald L.-Chr. Geoökologische und agronomische Effekte der Schwarzbrache in Steppenregionen Russlands. Diplomarbeit. Halle/Saale, 2010.

Ivanova S., Nosov V. Development of Agriculture in Russia and its influence on fertilizer consumption. International Plant nutrition institute. Norcross, 2008.

Kramer M. Die Bolschewisierung der Landwirtschaft. In Sowjetrussland. In den Satellitenstaaten. In der Sowjetzone. Köln, 1951.

Lafond G.P., May W.E., Stevenson F.C., Derksen D.A. () Effects of tillage systems and rotations on crop production for a thin Black Chernozem in the Canadian Prairies // Soil & Tillage Research. № 89. 2006. P. 232–245.

Meinel T. Die geoökologischen Folgewirkungen der Steppenumbrüche in den 50er Jahren in Westsibirien. Mathematische-Naturwissenschaftliche-Technische-Fakultät, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Halle (Saale): ULB Sachsen-Anhalt. Doktorarbeit, 2002.

USSR Report Agriculture () Foreign Broadcast Information Service. US Department of Commerce Springfield, va.22161: National Technical Information Service, 1986.

Viehrig H. Russlands Landwirtschaft und ländliche Siedlungen in der Transformation // Praxis Kultur – und Sozialgeographie. PKS. № 34. Potsdam: Univ.-Verl, 2005

Wein N. Fünfundzwanzig Jahre Neuland // Geographische Rundschau. № 32(1). Hamburg, 1980. S. 32–38.

Акшалов К.А., Майнель, Т., Клышбеков Т., Байбуканова О, Рахманова А., Лэсь С., Тайшухэр Ж. Технология прямого посева культуры рапса: эффективность, преимущества // Диверсификация культур и нулевые технологии в засушливых регионах. Шортанды: Научно-Производственный центр зернового хозяйства им. А. И. Бараева, 2013.

Беляев В.И., Вольнов В.В. Ресурсосберегающие технологии возделывания зерновых культур в Алтайском крае. Барнаул : Изд-во АГАУ, 2010. 178 с.

Брежнев Л. И. Целина. М.: Политиздат, 1978. 79 с.

Георгиев А.В., Флорентьев Л.Я. (сост.) Год работы по освоению целинных и залежных земель в Алтайском крае. М. : Сельхозгиз, 1955. 436 с.

Глава 24. Модернизация современных агротехнологий производства зерна в условиях степной зоны Алтайского края

В.И. Беляев, Л.-К. Грюнвальд, А. Акшалов,
Т. Майнель, Л.В. Соколова

Аннотация. До начала освоения целинных и залежных земель в крае основой высоких урожаев считалось правильное проведение комплекса агротехнических операций: послеуборочное дискование пашни с целью уменьшения испарения влаги, глубокая зяблевая обработка, снегозадержание и накопление талых вод, ранневесеннее боронование, предпосевная культивация с боронованием, посев в оптимальные сроки высококачественными семенами, боронование посевов до и после всходов, внесение органических удобрений в паровое поле, минеральных — при посеве и по всходам, сортовая и видовая прополка посевов. С 2000 г. в Алтайском крае наблюдается освоение инновационных энергоресурсосберегающих технологий в земледелии. Был сделан вывод, что глубокая обработка почвы имеет много недостатков, а технологии минимальной или нулевой обработки почвы предпочтительны из-за экономии энергии. Однако эти технологии требуют применения гербицидов и удобрений и, следовательно, оказывают большее влияние на почву и сельскохозяйственную продукцию. Также появилась новая тенденция – альтернативные биологические и адаптивные системы земледелия без применения гербицидов. В Алтайском крае с 2012 по 2016 г. в рамках международного междисциплинарного исследовательского проекта KULUNDA в трех хозяйствах края (ООО КХ «Партнер» Михайловского района, ЗАО ПЗ «Тимирязевский» Мамонтовского района и ФГУП ПЗ «Комсомольский» Павловского района) были созданы стационарные базовые площадки, где велись комплексные наблюдения и отработка инновационных технологий возделывания культур в севооборотах (всего 148 вариантов комбинаций технологических факторов на 356 делянках) с использованием современного приборного оборудования мирового уровня. Проведенные четырехлетние исследования в рамках проекта KULUNDA позволили устано-

вить общие закономерности водного режима и формирования урожая культур почв по сравниваемым вариантам агротехнологий.

Ключевые слова: системы земледелия, степная зона, технологии осенней обработки почвы, севооборот, водный режим почвы, производство зерна.

24.1. Обзор различных периодов развития сельского хозяйства в Кулундинской степи

Площадь Кулундинской степи составляет 5,3 миллиона гектаров, и эта территория очень важна для сельскохозяйственного производства Алтайского края.

До начала освоения целинных и залежных земель в крае основой высоких урожаев считалось правильное проведение комплекса агротехнических операций: послеуборочное дискование пашни с целью уменьшения испарения влаги, глубокая зяблевая обработка, снегозадержание и накопление талых вод, ранневесеннее боронование, предпосевная культивация с боронованием, посев в оптимальные сроки высококачественными семенами, боронование посевов до и после всходов, внесение органических удобрений в паровое поле, минеральных — при посеве и по всходам, сортовая и видовая прополка посевов (Овсинский, 1911). В результате применения этих технологий на одном опытном поле (около 4 га) в колхозе им. М.Е. Ефремова в 1936 г. была получена рекордная урожайность твердой пшеницы – 6,1 т/га. В последующие годы другие колхозы достигли еще более высоких урожаев (И.Н. Ракитин – 8,0 т/га; И.Е. Чуманов – 8,6 т/га, А.С. Сергеев – 10,1 т/га (Беляев, 2014; Беляев, Вольнов, Фисак, 2014).

После распашки целинных и залежных земель на Алтае (1954–1958 гг.) в оборот были вовлечены территории с легкими по механическому составу почвами, незащищенные поля. Урожайность яровой пшеницы в среднем в пределах обыкновенной и сухой степи составила 0,8 т/га. Дернина и структура почвы были разрушены сплошной глубокой обработкой почвы. В результате этих процессов в степи возникла ветровая и водная эрозия. Пыльные бури стали обычным явлением с разрушительными последствиями. Во время пыльной бури 1963 г. на 1,5 млн га были уничтожены посевы яровых культур. Серьезный ущерб почвам и урожаям причинила и водная эрозия, хотя внешне она проявлялась не так заметно, как ветровая. Во многих районах имело место совместное проявление водной и ветровой эрозии (Каштанов, 1974).

В конце 1960-х гг. ученые и практики разработали и внедрили в степях Кулунды новую почвозащитную систему земледелия. Ее основу составили

агротехнические мероприятия, рекомендованные Всесоюзным НИИ зернового хозяйства под руководством академика ВАСХНИЛ А.И. Бараева: сохранение стерни на поверхности при обработке почвы, залужение сильно эродирующих земель, почвозащитные зернопаровые севообороты с короткой ротацией и полосным размещением культур (Бараев, 1988; Гончаров, 1988). К концу 1970-х гг. почвозащитное земледелие было внедрено практически во всех районах Кулундинской степи.

Урожайность яровой пшеницы в Алтайском крае в 1972 г. достигла 1,98 т/га. Благодаря этому высокому показателю руководством был взят курс на всемерное развитие зернового хозяйства в регионе (1976–1982 гг.). Однако для решения этой задачи в то время было недостаточно удобрений, средств защиты растений и других ресурсов. В результате значительные площади яровой пшеницы размещались по зерновым предшественникам, зарастали сорняками, что привело к снижению урожая и валового сбора зерна. В 1983–1989 гг. наблюдалось некоторое ослабление централизованного давления по наращиванию производства зерна, что сразу же благотворно сказалось на общих показателях работы растениеводства в крае. Увеличение поставок гербицидов и удобрений позволило ввести специализированные плодосменные, кормовые и полевые зернопаровые севообороты. В этот период активно осваивалась научно обоснованная система земледелия, особое внимание обращалось на оптимизацию условий роста и развития культурных растений, рациональное использование имеющихся ресурсов, расширение клина под высокоурожайными культурами. Вследствие этого существенно увеличилось производство кормов (на 35–40%), зерна (на 1,1 млн т), а урожайность зерновых возросла на 0,4 т/га (Беляев, Вольнов, Фисак, 2014).

С распадом Советского Союза и последующим периодом экономической дестабилизации (1990–1999) урожайность и валовой сбор зерна значительно снизились. Причины носили системный характер: предельная изношенность сельскохозяйственной техники, низкая поддержка государства, высокозатратные интенсивные технологии, психологическая неготовность кадров АПК к масштабным переменам, низкая культура земледелия, ориентация научного обеспечения на директивно-плановое управление. Сверху регламентировалась структура посевных площадей, был ограничен выбор севооборотов. В зональных системах земледелия неоправданно большое место отводилось зерновым севооборотам, монокультуре яровой пшеницы, недооценивались плодосмен, а также высокопродуктивные злаково-бобовые зерносмеси, ценозы из многолетних трав и др. Как результат, урожайность культур даже в соседних хозяйствах, различалась до трех раз, а в условиях рынка продукция земледелия стала неконкурентоспособной (Беляев, Соколова, 2012).

С 2000 г. в Алтайском крае наблюдается освоение инновационных энергоресурсосберегающих технологий в земледелии. Был сделан вывод, что глубокая обработка почвы имеет много недостатков, а технологии минимальной или нулевой обработки почвы предпочтительны из-за экономии энергии (Беляев, 2015; Беляев, Вольнов, Фисак, 2014; Беляев, Майнель, Соколова, 2014; Каштанов, 2005). Однако эти технологии требуют применения гербицидов и удобрений, следовательно, оказывают большее влияние на почву и сельскохозяйственную продукцию. Также появилась новая тенденция – альтернативные биологические и адаптивные системы земледелия без применения гербицидов. Эти технологии используют способности растений воздействовать друг на друга подавляющим или стимулирующим образом. Например, совмещение гороха и овса дает более высокие урожаи по сравнению с монокультурами этих растений. Озимая рожь подавляет рост сорняков после яровых культур. Эти системы также обязательно включают научно обоснованный севооборот, мульчирование соломой, сидератами или растительными остатками для создания органической подушки на поверхности поля (Гнатовский, 2003).

В Алтайском крае с 2000 г. значительно увеличилось производство других высокорентабельных культур, таких как подсолнечник, гречка, соя, лен и др. Увеличились площади и урожайность сахарной свеклы. Структура пахотных земель была оптимизирована за счет посадки различных культур и увеличения производства кормов (Беляев, Решотко, 2014; Донченко и др., 2016). Это способствует расширению энергосберегающих технологий (Беляев, Боварова, Прищепов и др., 2014; Беляев, Клышбеков, 2014; Донченко и др., 2016).

Таким образом, в разные агроэкономические периоды развития Алтайский край получал существенно различающиеся результаты, которые нельзя объяснить только изменчивостью погодных условий. Показатели в значительной степени зависели от уровня культуры земледелия, системности и наукоемкости технологий, биологизации и других приемов интенсификации земледелия, а также государственной поддержки.

24.2. Материалы и методы

В Алтайском крае с 2011 по 2016 г. реализовывался международный междисциплинарный исследовательский проект «Кулунда» (KULUNDA) (Беляев, Майнель, Кожанов и др., 2014; Иллигер, Фрюауф, Шмидт и др., 2014). Основная цель этого проекта – разработка и внедрение инновационных технологий степного землепользования, призванных предотвратить дальнейшее развитие эрозионных процессов, обеспечить повышение почвенного плодородия и эффективное использование земельных ресурсов в засушливых районах Алтайского края.

Рис. 24.1. Базовые площадки проекта «Кулунда» в Алтайском крае. Карта на основе Атласа Алтайского края (1978) с изменениями

Рис. 24.2. Схема полевого опыта в ООО КХ «Партнер» Михайловского района

В трех хозяйствах края (ООО КХ «Партнер» Михайловского р-на, ЗАО ПЗ «Тимирязевский» Мамонтовского р-на и ФГУП ПЗ «Комсомольский» Павловского района) (рис. 24.1) были созданы стационарные базовые площадки, где велись комплексные наблюдения и отработка инновационных технологий возделывания культур в севооборотах (всего 148 вариантов комбинаций технологических факторов на 356 делянках) с использованием современного приборного оборудования мирового уровня. Эксперимент начался осенью 2012 г. Схема представлена на рисунке 24.2.

Рис. 24.3. Почвообрабатывающее орудие КПШ-9 (фото: Т. Майнель, 2014)

Сравнивались следующие варианты технологий обработки почвы:

- СС – технология «No-Till» без осенней обработки почвы;
- МСС – технология минимальной осенней обработки почвы орудием КПШ-9 на глубину 14–16 см (рис. 24.3);
- ОСС – технология глубокой осенней обработки почвы орудием ПГ-3-5 на глубину 22-24 см (рис. 24.4).

Рис. 24.4. Почвообрабатывающее орудие ПГ-3–5 (фото: Т. Майнель, 2014)

Возделывание сельскохозяйственных культур производилось в севооборотах:

- технология СС: 1-2-3-4 (пшеница-горох-пшеница-рапс);
- технология МСС: 1-2-3-4 (пшеница-горох-пшеница-рапс);
- технология ОСС: 5/6 – 7/8 – 9/10 (пар-пшеница-пшеница-пшеница).
- Посев культур по технологии ОСС выполнялся сеялками СЗС-2,1 (рис. 24.5), а по технологии МСС и СС – опытной сеялкой Condor (рис. 24.6).

Параметры посева культур были следующие:

1. Яровая пшеница после гороха и рапса по технологиям СС и МСС: глубина заделки семян 5 см, норма высева семян 120 и 150 кг/га соответственно, доза внесения минеральных удобрений 100 кг/га в физическом весе.

2. Горох после яровой пшеницы по технологиям СС и МСС: глубина заделки семян 6 см, норма высева 180 и 200 кг/га соответственно, доза внесения минеральных удобрений 50 кг/га в физическом весе.

3. Рапс после яровой пшеницы по технологиям СС и МСС: глубина заделки семян 4 и 5 см, норма высева семян 4 и 10 кг/га соответственно, доза внесения минеральных удобрений 100 кг/га в физическом весе.

4. Яровая пшеница после чистого пара, химического пара и пшеницы по технологии ОСС: глубина заделки семян 5 см, норма высева семян 150 кг/га, без удобрений.

На паровых полях применялись два варианта обработки: механическая и химическая глифосатом.

Рис. 24.5. Посевной агрегат из 3-х сеялок СЗС-2,1 (фото: Т. Майнель, 2014)

Рис. 24.6. Посевной комплекс Condor (фото: Т. Майнель, 2014)

До посева на делянках проводилась обработка глифосатом сплошного действия. Посев производился в агротехнические сроки. На опытных делянках определялась влажность почвы по слоям до одного метра и запасы влаги в метровом слое весной (конец апреля), по всходам (середина июня) и при уборке урожая (конец августа) влагомером НН-2 (рис. 24.7).

При появлении всходов на делянках определялась глубина заделки семян, количество всходов по рядкам посевов, высота растений. Во время сбора урожая проводилась оценка выборки образцов по делянкам, определялись влажность почвы по слоям, запас влаги в метровом слое, высота растений и элементы структуры урожая. Количество всходов, глубина заделки семян, высота растений по рядкам посевов определялись в 10-кратной повторности. Отбор образцов для определения урожайности производился в пятикратной повторности. Полученная информация обрабатывалась на компьютере с целью определения статистик замеряемых показателей.

Рис. 24.7. Измеритель влажности почвы НН-2 (фото: Т. Майнель, 2014)

Для определения показателей метеонаблюдений осенью 2012 г. в с. Полуямки Михайловского района установлены 2 ПГС, которые размещены под тестовыми участками с различными технологиями возделывания культур в севообороте: на нулевой повторности опытов, делянки 3 (технология СС) и 11 (технология ОСС) (Беляев, 2015). Полное описание технических характеристик автоматизированных станций и особенностей их установки опубликовано в совместных статьях.

24.3. Осадки и температуры

ООО КХ «Партнер» расположено в Западно-Кулундинской зоне Алтайского края. Количество и распределение осадков и температур за вегетационный период по данным метеостанции в п. Ключи за многолетний период были следующими (табл. 24.1 и 24.2). Среднегодовое количество осадков за многолетний период составило 328,3 мм. Распределение осадков и температур в 2013–2016 гг. представлено в таблицах 24.3 и 24.4.

Таблица 24.1

Средние многолетние осадки за вегетационный период, с. Ключи

Месяц	Осадки по декадам, мм			Сумма, мм
	I	II	III	
Май	7,7	6,0	11,7	25,4
Июнь	16,6	19,1	17,1	52,8
Июль	24,4	20,1	15,0	59,5
Август	16,7	7,0	7,2	30,9
Всего	-	-	-	168,6

Таблица 24.2

Средние многолетние температуры вегетационного периода, с. Ключи

Месяц	Средние температуры по декадам, °С			Среднемесячная температура, °С
	I	II	III	
Май	11,7	16,2	17,0	15,0
Июнь	17,9	19,4	21,2	19,5
Июль	21,1	21,2	20,6	21,0
Август	20,6	19,1	17,2	19,0
Сумма, °С	-	-	-	2290

Таким образом, за май–август количество осадков вегетации за годы исследований находилось в пределах 123,0–180,0 мм при средней величине 148,2 мм. Это ниже среднего многолетнего значения на 20,4 мм (12,1%). Меньшее количество осадков за вегетацию наблюдалось главным образом в июне (на 24,7 мм, или почти в два раза ниже нормы). Средние месячные температуры за четыре года исследований были аналогичны многолетним средним значениям, за исключением мая, где она была на 1,7 °С ниже нормы. Сумма температур вегетационного периода была ниже на 38 °С (1,7%) по сравнению со среднемноголетними данными.

Таблица 24.3

Осадки за вегетационный период 2013–2016 гг., с. Ключи

Месяц	Осадки по декадам, мм			Сумма, мм
	I	II	III	
Май	9,3	11,0	13,1	33,3
Июнь	10,3	13,5	4,4	28,1
Июль	23,0	12,5	23,3	58,8
Август	9,0	11,0	8,0	28,0
Всего	-	-	-	148,2

Таблица 24.4

Средние температуры вегетационного периода 2013–2016 гг., с. Ключи

Месяц	Средние температуры по декадам, °С			Среднемесячная температура, °С
	I	II	III	
Май	13,0	12,7	14,2	13,3
Июнь	17,0	20,6	21,8	19,8
Июль	20,0	22,2	20,5	20,9
Август	20,2	20,1	17,6	19,3
Сумма, °С	-	-	-	2252

24.4. Водный режим почвы

Данные общих запасов влаги в метровом слое почвы по вариантам технологий и возделываемым культурам за наблюдаемые периоды вегетации приведены в таблице 24.5.

Анализ показывает, что весной (конец апреля) за 4 года исследования общие средние запасы влаги в метровом слое почвы незначительно различались по вариантам агротехнологий. Изменения были в пределах 179,1–180,3 мм (разница всего 1,2 мм). К середине июня разница увеличилась до 11,3 мм (диапазон изменений 154,5–165,8 мм) и снизилась к концу августа до 6,8 мм (диапазон изменений 97,5–104,3 мм).

Таблица 24.5

Средние значения запасов влаги в метровом слое почвы по различным вариантам технологии и расхода воды за вегетацию 2013–2016 гг.

Технология	Периоды измерений и показатели							
	Конец апреля, мм	Середина июня, мм	W_1, мм	Конец августа, мм	W_2, мм	W0, мм	Уф, т/га	W0/Уф мм*-га/т
2013 г.								
МСС	197,2	163,1	34,1	118,6	44,5	78,6	2,46	32
ОСС	196,9	181,5	15,5	127,1	54,4	69,8	1,66	42
СС	205,4	184,9	20,5	109,9	75,0	95,5	2,06	46
2014 г.								
МСС	161,3	112,9	48,5	49,5	63,4	111,9	0,86	130
ОСС	165,8	120,6	45,2	57,4	63,2	108,4	0,65	167
СС	146,8	96,9	49,9	50,1	46,8	96,7	0,57	170
2015 г.								
МСС	181,2	159,1	22,1	124,2	34,9	57,0	0,74	77
ОСС	184,7	166,9	17,8	130,3	36,6	54,4	0,98	56
СС	184,4	172,6	11,7	129,4	43,2	55,0	0,78	71
2016 г.								
МСС	177,9	182,9	-5,1	100,7	82,2	77,2	2,50	31
ОСС	173,6	194,2	-20,7	102,4	91,8	71,2	1,74	41
СС	179,9	195,0	-15,1	100,4	94,6	79,5	2,16	37
Среднее, 2013-2016 гг.								
МСС	179,4	154,5	24,9	98,3	56,3	81,2	1,64	49
ОСС	180,3	165,8	14,5	104,3	61,5	76,0	1,28	59
СС	179,1	162,4	16,8	97,5	64,9	81,7	1,41	58

Примечание: W_1 – расход влаги из метрового слоя почвы за период конец апреля – середина июня, мм; W_2 –расход влаги из метрового слоя почвы за период середина июня – конец августа, мм; W_0 – расход влаги из метрового слоя почвы за период конец апреля – конец августа, мм; Уф – средняя физическая урожайность культур по полям севооборота и технологиям, т/га.

За первый период наблюдений (конец апреля – середина июня) наибольший расход влаги из почвы получен по технологии МСС (24,9 мм), а минимальный – по технологии ОСС (14,5 мм). За второй период (середина июня – конец августа) максимальный расход влаги был по технологии СС (64,9 мм), а минимальный – по технологии МСС (56,3 мм). В итоге за ве-

гетацию расход влаги из метрового слоя почвы по технологиям МСС и СС был практически одинаков (81,2 и 81,7 мм соответственно), а по технологии ОСС ниже и составил 76,0 мм. Это, видимо, обусловлено наличием паровых полей в севообороте по технологии ОСС.

Анализируя расход влаги из метрового слоя почвы за вегетацию на средний выход зерна с поля севооборота, мы приходим к выводу, что наименьшее значение получено по технологии МСС (49 мм/т). Различия в расходе влаги были незначительными для технологий ОСС и СС (59 и 58 мм/т) и были выше, чем по технологии МСС.

24.5. Урожайность

Результаты физической урожайности сельскохозяйственных культур по вариантам агротехнологий приведены в таблице 24.6. Урожайность яровой пшеницы по интенсивной технологии в севообороте 1 (пшеница – химический пар – пшеница – пшеница) по сравнению с севооборотом 2 (пшеница – черный пар – пшеница – пшеница) существенно не различались, лишь в пределах 1% (1,92 и 1,93 т/га соответственно). Средняя урожайность яровой пшеницы по технологии с минимальной обработкой почвы по предшествующему рапсу была ниже (1,83 т/га), а по гороху – еще ниже (1,67 т/га). Соответствующие значения урожайности пшеницы по технологии нулевой обработки почвы составили 1,82 и 1,62 т/га.

Таблица 24.6

Физическая урожайность сельскохозяйственных культур по разным вариантам агротехнологий, 2013–2016 гг., т/га

Технология	Культура в севообороте	Урожайность, т/га				Среднее по севообороту, т/га
		2013	2014	2015	2016	
МСС	Горох	2,30	0,46	0,74	2,80	1,64
	Пшеница	2,47	0,67	1,07	2,48	
	Пшеница	2,47	1,09	0,96	2,80	
	Рапс	3,15	1,21	0,20	1,38	
ОСС	Пшеница/механический пар	2,51	0,99	1,48	2,75	1,28
	Пшеница/химический пар	2,51	0,97	1,46	2,74	
СС	Горох	2,02	0,15	0,93	2,65	1,41
	Пшеница	2,19	0,56	1,01	2,73	
	Пшеница	2,19	1,06	0,96	3,07	
	Рапс	1,53	0,49	0,21	0,72	

При этом урожайность гороха по технологии минимальной и нулевой обработки составила 1,58 и 1,44 т/га соответственно, а урожайность рапса – 1,49 и 0,74 т/га соответственно. Следовательно, различия в урожае яровой пшеницы по минимальной технологии и «No-Till» находилась в пределах погрешности замеров (0,05 т/га), а наибольшее преимущество минимальная технология имела на посевах рапса (на 0,75 т/га) и гороха (на 0,14 т/га).

В результате в расчете на весь севооборот максимальная урожайность зерна получена по технологии с минимальной обработкой почвы (1,64 т/га), за ней следует технология «No-Till» – 1,41 т/га, и последней – технология с интенсивной осенней обработкой почвы – 1,28 т/га. Преимущество минимальной технологии в целом, в сравнении с «No-Till», получено за счет низкой урожайности рапса (в два раза).

24.6. Выводы

1. В разные агроэкономические периоды развития край получал существенно различающиеся результаты по производству зерна, которые нельзя объяснить только изменчивостью погодных условий. Показатели в значительной степени зависели от уровня культуры земледелия, системности и наукоемкости технологий, биологизации и других приемов интенсификации земледелия, а также государственной поддержки.

2. Проведенные четерехлетние исследования в рамках проекта «Кулунда» (KULUNDA) позволили установить общие закономерности водного режима и формирования урожая культур почв по сравниваемым вариантам агротехнологий.

3. Средние влагозапасы в весенний и осенний периоды наблюдений за четыре года по технологиям МСС и СС практически не различаются (179,4 и 179,1 мм весной и 98,3 и 97,5 мм осенью соответственно). За первую половину вегетации расход влаги из метрового слоя почвы по технологии СС ниже на 8,1 мм, а во вторую выше на 8,6 мм, т.е. динамика расхода влаги по вегетации несколько различается.

4. По технологии ОСС средние общие запасы влаги в осенний период несколько выше, чем по МСС и СС, на 6,0 и 6,8 мм соответственно, что обусловлено наличием паровых полей в севообороте.

5. В результате максимальная средняя урожайность в севообороте достигнута по технологии МСС (1,64 т/га). Это было значительно выше по сравнению с технологиями СС и ОСС (на 0,23 т/га и 0,36 т/га соответственно).

6. Расход влаги из метрового слоя почвы за вегетацию на единицу урожайности был минимальным по технологии МСС (49 мм/т против 58 и 59 мм/т по технологиям СС и ОСС соответственно).

Библиографический список

Атлас Алтайского края. М. ; Барнаул : Гл. управл. геодез. и картограф. 1978. Т. 1. 222 с.

Бараев А.И. Почвозащитное земледелие: избранные труды. М. : Агропромиздат, 1988. 383 с.

Беляев В., Боварова М., Прищепов А., Майнель Т., Бугай Ю., Ковалева И., Кожанов Н., Казарджян М., Фрюауф М. Экономические, экологические, технологические факторы и результаты деятельности сельскохозяйственных предприятий в условиях Кулундинской степи : монография. Барнаул : Изд-во АГАУ. 2014. 237 с.

Беляев В.И. Рациональные параметры технологии «No-Till» и прямого посева при возделывании сельскохозяйственных культур в Алтайском крае // Вестник Алтайской науки. 2015. №1(23). С. 7–12.

Беляев В.И. Экологические, экономические и технологические основы устойчивого земледелия в Кулундинской степи Алтайского края // Экологические и экономические стратегии устойчивого землепользования в степях Евразии в условиях глобального изменения климата : материалы Международной научно-практической конференции. Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 2014. С. 65–67.

Беляев В.И., Вольнов В.В. Ресурсосберегающие технологии возделывания зерновых культур в Алтайском крае : монография. Барнаул : Изд-во АГАУ. 2010. 205 с.

Беляев В.И., Вольнов В.В., Фисак И.К. Состояние и пути совершенствования структуры пашни и посевных площадей в степных районах Алтайского края // Состояние и перспектива развития земледелия и растениеводства : сб. научных работ к 60-летию Целины. Барнаул : Изд-во АГАУ, 2014. С. 128–135.

Беляев В.И., Клышбеков Т.А. Продуктивность яровой пшеницы в плодосменном севообороте в зависимости от технологии возделывания в засушливых условиях Северного Казахстана // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2014. №9(119). С. 9–14.

Беляев В.И., Майнель Т., Кожанов С.А., Тиссен Р., Беляев В.В., Кожанов Н.А. Международный проект «Кулунда»: обоснование инновационных комплексов машин и технологий возделывания сельскохозяйственных культур для степной зоны Алтайского края // Аграрная наука – сельскому хозяйству: материалы IX Международной научн.-практ. конф. Барнаул : Изд-во АГАУ. 2014. Кн. 3. С. 3–8.

Беляев В.И., Майнель Т., Соколова Л.В. Формирование урожая яровой мягкой пшеницы по различным предшественникам при минимизации обработки почвы в умеренно-засушливой степи Алтайского края // Роль целины и перспективы развития земледелия и растениеводства Казахстана : сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 60-летию освоения целинных и залежных земель. Шортанды ; Астана : Изд-во НПЦ зернового хозяйства им. А.И. Бараева, 2014. С. 158–163.

Беляев В.И., Решотко Н.Г. Влияние предшественников яровой пшеницы на водный режим почвы, структуру урожая и качество зерна // Вестник Алтайской науки. 2014. №4(22). С. 221–225.

Беляев В.И., Соколова Л.В. Влияние метеоусловий на водный режим почв и урожайность сельскохозяйственных культур в степной зоне Алтайского края // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник статей: в 3 кн. / XI Международная научно-практическая конференция (4–5 февраля 2016 г.). Барнаул : РИО Алтайского ГАУ, 2016. Кн. 2. С. 29–31.

Беляев В.И., Соколова Л.В., Чернышков А.Н. Сравнительная оценка структуры посевных площадей Западно-Кулундинской зоны Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016. № 9 (143). С. 10–17.

Гнатовский В.М. Некоторые особенности адаптивно-ландшафтных систем земледелия в Кулундинской зоне Алтайского края // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2003. № 2. С. 91–95.

Гончаров П.Л. Система земледелия в Алтайском крае // Рекомендации ВНИИ зерноводства Сибирского отделения. Новосибирск, 1988. 222 с.

Донченко А.С., Каличкин В.К., Солошенко В.А., Алтухов В.А., Резников В.Ф., Понько Б.А. Межрегиональная схема специализации сельскохозяйственного производства в российских регионах Сибирского федерального округа. Новосибирск : Сибирское отделение РАН, 2008. 95 с.

Иллигер П., Фрюауф М., Шмидт Г., Майнель Т., Беляев В., Силантьева М., Казарян М. Конверсия экосистем и ее последствия для функции стока углерода в западносибирской степи Кулунда. Учет и оценка экосистемных услуг (ЭУ) – Опыт, особенно Германии и России : сборник научных трудов / под ред. К. Грюневальда, О. Бастиана, А. Дроздова и В. Грабовского. Бонн : Изд-во Бад Годесберг, 2014. С. 301–320.

Каштанов А.Н. Защита почв от ветровой и водной эрозии. М.: Россельхозиздат, 1974. 215 с.

Каштанов А.Н. Почвозащитные технологии – основы ресурсосбережения и экологизации земледелия // Ресурсосберегающие технологии земледелия : сборник докл. Междунар. научно-практ. конф. 15–18 сентября 2005 г. / Всероссийский НИИ земледелия и защиты почв от эрозии РАСХН. Курск, 2005. С. 15–17.

Овсинский Н.Е. Новая система земледелия. М., 1911. 279 с.

Глава 25. Осенняя обработка почвы, влажность почвы и урожайность культур

В.И. Беляев, Т. Майнель, Р. Мейснер, Л.-К. Грюнвальд,
В.В. Вольнов, Э. Стефан, Л.В. Соколова

Аннотация. В современном земледелии основная система подготовки почвы определяет многие виды полевых работ и сельскохозяйственной техники. Подготовка почвы, в данном случае обработка почвы, вызывает эрозию почвы и снижает ее плодородие. Поэтому практика обработки почвы в глубоких бороздах в степных регионах вызывает большие проблемы. Кроме того, подготовка почвы требует больших затрат энергии. Сохранение почвы и повышение ее плодородия являются приоритетом в современном земледелии. Однако следует подчеркнуть, что эту проблему нельзя рассматривать независимо от других. Необходимо учитывать экономические факторы, которые во многом определяют направления развития методов обработки почвы и, как следствие, совершенствование технологий растениеводства. В Алтайском крае с 2012 по 2016 г. в рамках международного междисциплинарного исследовательского проекта KULUNDA хозяйстве ООО КХ «Партнер» Михайловского района на созданных стационарных базовых площадках велись комплексные наблюдения и отработка инновационных технологий возделывания культур в севооборотах. Проведенные 4-х летние исследования позволили установить общие закономерности водного режима и формирования урожая культур почв по шести сравниваемым вариантам агротехнологий. Так, в среднем за годы исследований в весенний период максимальные общие влагозапасы в метровом слое почвы получены по технологии с осенней глубокой обработкой почвы (обработка почвы ПГ-3-5). Однако уже к середине июня наблюдалось выравнивание влагозапасов в метровом слое почвы по всем вариантам технологий. Из возделываемых культур севооборота в среднем по всем технологиям за четыре года самая низкая средняя урожайность была у рапса, а максимальная – на посевах яровой пшеницы по рапсу. Расход влаги из метрового слоя почвы в севообороте за вегетацию на средний выход зерна с делянок был минимален по технологии 3 (осенняя обработка Catros, посев СЗС-2,1),

а максимальная его величина была получена по технологии 2 (без осенней обработки, посев Condor).

Ключевые слова: севооборот, система обработки почвы, посев, влажность почвы, урожайность культур, удельный расход влаги.

25.1. Обзор истории обработки почвы в России

Подготовка почвы – важный этап сельскохозяйственного производства. Обработка почвы – важнейший аспект подготовки почвы, который проводится с целью ее разрыхления, увеличения содержания органического вещества и биогенных элементов в пахотном слое, а также улучшения фитосанитарных и других условий для сельскохозяйственных культур (Беляев, 2013).

В современном земледелии основная система подготовки почвы определяет многие виды полевых работ и сельскохозяйственной техники. Подготовка почвы, в данном случае обработка почвы, вызывает эрозию почвы и снижает ее плодородие. Поэтому практика обработки почвы в глубоких бороздах в степных регионах вызывает большие проблемы. Кроме того, подготовка почвы требует больших затрат энергии.

Долгое время продолжалось изменение представлений об основной системе обработки почвы. Например, в 1870–1890 гг. в европейской части России и за рубежом впервые возникла идея создания мощного посевного яруса методом глубокой обработки борозд (Костычев, 1951; Тимирязев, 1948). Другой подход заключался в минимальной обработке почвы. Было показано, что неглубокая обработка почвы на юго-востоке России способствует лучшему сохранению воды и улучшает доступность питательных веществ (Овсинский, 1911; Тулайков, 1963). Однако эта система обработки почвы привела к появлению очень большого количества сорняков на полях и в 1938 г. была запрещена.

Аграрная наука продолжала развиваться. Р.В. Вильямс в 1949 г. (Вильямс, 1949) предлагал использовать глубину обработки почвы 20–22 см и в дальнейшем восстанавливать структуру почвы за счет посева зернобобовых культур многолетних трав. Т.С. Мальцев в 1956 г. (Мальцев, 1956) рекомендовал не проводить ежегодную отвальную вспашку, поскольку она весьма вредна. Он считал, что чем меньше обрабатывается пахотный горизонт, тем быстрее восстанавливается структура почвы. Рекомендации Т.С. Мальцева дали хорошие результаты в Зауралье, в степных районах Сибири и на севере Казахстана, но только на чистых полях и с поздними сроками посева. Сначала нужно было уничтожить сорняки, особенно дикий овес. Однако система,

предложенная Мальцевым, не защищала в должной степени почву от ветровой эрозии.

В конце 1950-х гг. была разработана и предложена к внедрению принципиально новая система сельского хозяйства. А.И. Бараев и другие (Бараев, 1988) предложили проводить обработку почвы с помощью культиваторов до глубины 18 см. Эта система позволяла сохранять стерню и предназначалась для почв сухих степей Северного Казахстана и Западной Сибири. С тех пор энергосберегающие почвозащитные технологии сельского хозяйства распространились по всей России и получили дальнейшее развитие.

В 1960–1970-х гг. некоторые из этих исследований проводились в Алтайском крае. Было показано, что подпочвенная обработка почвы требует меньших затрат, а в засушливые годы помогает сохранить влажность почвы и снижает ветровую эрозию (Каштанов, 1974). Однако в годы с хорошей влажностью и низкими температурами эта система обработки почвы не показывала никаких преимуществ по сравнению со вспашкой. Существовали лимитирующие факторы, сдерживавшие расширение минимальной энергосберегающей подготовки почвы в лесостепных регионах Западной Сибири. Например, уменьшение глубины обработки уменьшало запасы влаги в почве. Уменьшение количества обработок почвы привело к уменьшению ее аэрации, вызвало снижение численности аэробной микрофлоры, участвующей в минерализации органического вещества, уменьшило накопление нитратного азота (Каштанов, 1974). Урожайность зерновых снизилась не только из-за ухудшения водного режима почвы и азотного питания растений, но и из-за увеличения засоренности (Столяров, Вольнов, Стецов, Шотт, 1998; Унжакова, Завалишин, Ананьева, 2011).

В 1990-е гг. изучение минимальной обработки почвы проводилась в сочетании с эффективными гербицидами и удобрениями. Установлено, что наиболее эффективными системами подготовки почвы являются глубокая подпочвенная обработка почвы (24–27 см) в засушливых условиях и полосная обработка или чередование полос и подпочвенная обработка почвы в условиях повышенной влажности почвы (ленточные насаждения, лесополосы, снегозадержание). Без гербицидов и удобрений минимальная обработка почвы снижала урожайность пшеницы на 0,25–0,35 т/га (Беляев, Вольнов, 2010).

По мнению многих авторов, проблема защиты почв является наиболее острой в современном сельском хозяйстве (Беляев, Кудрявцев, Вольнов, 2014; Беляев, Соколова, 2016; Скрипко М.С., Завалишин, Скрипко В.В., 2013; Унжакова, Завалишин, Ананьева, 2011; Christen, 2002). Поэтому сохранение почвы и повышение ее плодородия являются приоритетом. Однако следует подчеркнуть, что эту проблему нельзя рассматривать независимо от других. Необходимо учитывать экономические факторы, которые во многом опре-

деляют направления развития методов обработки почвы и, как следствие, совершенствование технологий растениеводства (Беляев, Боварова, Прищепов и др., 2014).

25.2. Материалы и методы

В 2011–2016 гг. в Алтайском крае реализовывался международный междисциплинарный исследовательский проект «Кулунд» (KULUNDA). Его основной целью была разработка и внедрение инновационных технологий землеустройства в степях, призванных предотвратить дальнейшую эрозию почв, обеспечить повышение плодородия почв и эффективное использование земельных ресурсов в засушливых зонах Алтайского края (Беляев, Боварова, Прищепов и др., 2014).

В 2012 г. в ООО КХ «Партнер» Михайловского района созданы стационарные базовые площадки, где велись комплексные наблюдения и исследование влияния приемов осенней обработки почвы, предпосевной обработки и посева на водный режим почвы и урожайность возделываемых культур в севообороте. Исследуемые варианты технологий приведены в таблице 25.1.

Таблица 25.1

Варианты тестовой технологии, ООО КХ «Партнер»

Культура в севообороте	**Делянка**				**Машины**		
					Осенняя обработка	**Предпосевная обработка**	**Посев**
A. Рапс B. Пшеница C. Горох D. Пшеница	A1	B1	C1	D1	Catros	Catros	Condor
	A2	B2	C2	D2	-	-	Condor
	A3	B3	C3	D3	Catros	Catros	СЗС-2.1
	A4	B4	C4	D4	-	-	СЗС-2.1
	A5	B5	C5	D5	КПШ-9	-	СЗС-2.1
	A6	B6	C6	D6	ПГ-3-5	-	СЗС-2.1

Сравнивались следующие варианты технологий возделывания культур:

1. Осенняя обработка почвы – Catros (глубина 8–10 см) (рис. 26.1), предпосевная обработка почвы – Catros (глубина 6–8 см), посев – Condor (глубина 4–5 см) (рис. 25.2).

2. Без осенней и предпосевной обработки почвы, посев – Condor (глубина 4–5 см).

3. Осенняя обработка почвы – Catros (глубина 8–10 см), предпосевная обработка почвы – Catros (глубина 6–8 см), посев – СЗС -2.1 (глубина 5–6 см) (рис. 26.1).

4. Без осенней и предпосевной обработки почвы, посев – СЗС -2,1 (глубина 5–6 см).

5. Осенняя обработка почвы – КПШ-9 (глубина 14–16 см) (рис. 25.1), без предпосевной обработки почвы, посев – СЗС-2,1 (глубина 5–6 см).

6. Осенняя обработка почвы – ПГ-3–5 (глубина 20–22 см) (рис. 25.4), без предпосевной обработки почвы.

Рис. 25.1. Машинно-тракторные агрегаты К-701 + Catros (слева) и МТЗ-82+СЗС-2,1 (справа) (Meinel 2014)

Рис. 25.2. Экспериментальная сеялка Condor (фото: Meinel, 2014)

Рис. 25.3. Машинно-тракторный агрегат К-701+КПШ-9

Рис. 25.4 Машинно-тракторный агрегат К-701+ПГ-3-5

Возделывание культур осуществлялось в севообороте: яровая пшеница – горох – яровая пшеница – яровой рапс. Всего 4 блока по 6 вариантов.

Параметры посева культур были следующие:

1. Яровая пшеница. Норма высева на посевах Condor – 120 кг/га, СЗС-2,1 – 150 кг/га. Доза внесения удобрений – 100 кг/га аммиачной селитры в физическом весе.

2. Горох. Норма высева на посевах Condor – 180 кг/га, СЗС-2,1 – 200 кг/га. Доза внесения удобрений – 50кг/га аммиачной селитры в физическом весе на посевах Condor и 100кг/га на посевах СЗС-2,1.

3. Яровой рапс. Норма высева на посевах Condor – 3,5 кг/га, СЗС-2,1 – 10 кг/га. Доза внесения удобрений – 100 кг/га аммиачной селитры в физическом весе.

До посева на делянках проводилась обработка глифосатом сплошного действия. Посевы культур выполнялись в агротехнические сроки. По вегетации посевы яровой пшеницы обрабатывались баковой смесью, а гороха и рапса – препаратом «Форвард».

В весенний период (конец апреля) по всходам (середина июня) и при уборке (конец августа) на опытных делянках определялась влажность почвы по слоям до одного метра и запасы влаги в метровом слое прибором НН-2.

В период уборки проводился отбор проб урожая по делянкам, определялась влажность почвы по слоям, запасов влаги в метровом слое, высота растений и оценивались элементы структуры урожая.

Полученная информация обрабатывалась на компьютере с целью определения статистик замеряемых показателей и установления регрессионных зависимостей.

25.3. Результаты исследования водного режима почвы

ООО КХ «Партнер» расположено в Западно-Кулундинской зоне Алтайского края. Количество и распределение осадков и температур за вегетационный период представлено по данным метеостанции в с. Ключи.

В 2013–2016 гг. количество осадков в мае – августе (вегетационный период) составило 123,0–180,0 мм, в среднем 148,2 мм. Это на 20,4 мм (12,1%) ниже средних долгосрочных данных. Особенно мало осадков было в июне (на 24,7 мм меньше, т.е. почти в два раза меньше нормы). Среднемесячные температуры были на уровне многолетних средних, за исключением мая, когда они были ниже на 1,7 °С. Сумма температур вегетационного периода была на 38 °С (1,7%) ниже суммы многолетних температур.

Общие запасы влаги в метровом слое почвы приведены в таблице 25.2.

Анализ данных показывает, что в весенний период (конец апреля) минимальные общие влагозапасы в метровом слое почвы получены по тех-

нологиям 1 – 177,7 мм (осенняя обработка Catros) и 3 – 178,5 мм (осенняя обработка Catros), а наибольшие по технологии 6 – 203,6 мм (осенняя глубокая обработка ПГ-3-5). Различия значимы. По вариантам технологий 2, 4 и 5 запасы влаги находились в пределах 187,5–192,5 мм и различались несущественно.

Таблица 25.2

Общие запасы влаги в метровом слое почвы и расход воды за вегетационный период 2013–2016 гг.

Технология, №	Периоды измерений и показатели					
	Конец апреля, мм	Середина июня, мм	W_1, мм	Конец августа, мм	W_2, мм	W_0, мм
2013 г.						
1	238,8	189,5	49,3	150,2	39,3	88,6
2	217,4	184,9	32,5	130,8	54,2	86,7
3	224,6	186,8	37,8	140,1	46,7	84,5
4	223,3	188,2	35,1	138,0	50,3	85,3
5	214,4	182,9	31,5	145,9	37,0	68,5
6	226,9	190,3	36,6	148,4	41,9	78,5
2014 г.						
1	142,1	108,1	34,0	96,7	11,5	45,5
2	144,5	118,1	26,4	115,0	3,1	29,5
3	128,4	116,9	11,5	98,0	18,9	30,4
4	149,8	113,3	36,5	104,6	8,8	45,2
5	170,8	125,4	45,5	108,9	16,5	62,0
6	153,4	120,7	32,7	109,3	11,4	44,1
2015 г.						
1	168,6	199,1	-30,5	124,3	74,8	44,3
2	190,4	187,3	3,1	125,4	61,9	65,0
3	169,3	177,3	-8,0	130,2	47,1	39,1
4	192,1	193,5	-1,5	123,5	70,1	68,6
5	186,4	165,2	21,2	130,3	35,0	56,2
6	202,1	187,2	14,9	124,6	62,6	77,5
2016 г.						
1	161,3[1)]	221,4	-60,1	130,4	91,0	30,9
2	197,9[1)]	229,5	-31,6	136,3	93,2	61,6
3	191,5[1)]	217,3	-25,8	133,9	83,4	57,6
4	203,8[1)]	222,6	-18,8	123,6	99,0	80,2

Окончание таблицы 25.2

Технология, №	Периоды измерений и показатели					
	Конец апреля, мм	Середина июня, мм	W_1, мм	Конец августа, мм	W_2, мм	W_0, мм
5	198,2[1)]	223,1	-24,9	123,0	100,1	75,2
6	232,0[1)]	222,8	9,2	123,9	98,9	108,1
Среднее, 2013-2016 гг.						
1	177,7	179,5	-1,8	125,4	54,2	52,3
2	187,6	180,0	7,6	126,9	53,1	60,7
3	178,5	174,6	3,9	125,6	49,0	52,9
4	192,3	179,4	12,8	122,4	57,1	69,8
5	192,5	174,2	18,3	127,0	47,2	65,5
6	203,6	180,3	23,4	126,6	53,7	77,1

Примечание: где W_1 – расход влаги из метрового слоя почвы за период конец апреля – середина июня, мм; W_2 –расход влаги из метрового слоя почвы за период середина июня – конец августа, мм; W_0 – расход влаги из метрового слоя почвы за период конец апреля – конец августа, мм; [1)] – замеры запасов влаги в метровом слое почвы весной 2016 г. проводились по блоку делянок В.

Но уже к середине июня наблюдалось выравнивание влагозапасов в метровом слое почвы по вариантам технологий. Максимальные различия составляли всего 6,1 мм и были статистически незначимы (174,2–180,3 мм).

За первый период наблюдений (конец апреля – середина июня) наибольший расход влаги из почвы получен по технологии осенней обработки почвы ПГ-3-5 (23,4 мм), а по технологии 1 (обработка Catros) даже наблюдалось увеличение влагозапасов на 1,8 мм, т.е. применение нулевых и мульчирующих поверхностных обработок почвы (технологии 1–4) приводило к значимому снижению расхода влаги за первый период вегетации, в сравнении с более интенсивными (технологии 5–6).

В осенний период наблюдений (конец августа) запасы влаги в метровом слое почвы по вариантам технологий обработки находились в пределах 122,4–127,0 мм и различались несущественно (на 4,6 мм). Расход влаги из метрового слоя почвы за второй период вегетации (середина июня – конец августа) изменялся в более широких пределах (47,2–57,1 мм).

В итоге, максимальный расход влаги из метрового слоя почвы за вегетацию получен по технологии 6 – 77,1 мм (глубокая осенняя обработка почвы ПГ-3-5). А минимальный по мульчирующим технологиям 1 и 3 – 52,3 и 52,9 мм (осенняя обработка Catros). Различия существенны, т.е. применение технологий глубокой осенней обработки почвы приводило как к увеличению влагозапасов в метровом слое в весенний период, так и к увеличению

расхода влаги за вегетацию на аналогичную величину в сравнении с технологиями поверхностной мульчирующей обработки.

25.4. Результаты урожайности и относительного расхода воды

Урожайность и расход влаги на единицу урожая представлены в таблице 25.3.

Анализ показывает, что из возделываемых культур севооборота в среднем по всем технологиям за четыре года наименьшая средняя урожайность была у рапса (1,20 т/га), а максимальная – на посевах яровой пшеницы по рапсу (1,72 т/га).

Таблица 25.3

Урожайность культур, т/га, 2013–2016 гг.

Технология	Культура/Предшественник				$У_ф$, т/га	$W_0/У_ф$, мм/т
	Горох/ Пшеница	Пшеница/Горох	Рапс/ Пшеница	Пшеница/Рапс		
A1, B1, C1, D1	1,20	1,11	0,89	1,32	1,13	46
A2, B2, C2, D2	1,14	1,32	0,91	1,38	1,19	51
A3, B3, C3, D3	1,63	1,75	1,29	1,86	1,63	32
A4, B4, C4, D4	1,44	1,69	1,31	1,91	1,59	44
A5, B5, C5, D5	1,44	1,73	1,37	1,83	1,59	41
A6, B6, C6, D6	1,52	1,65	1,43	1,99	1,65	47
Среднее	1,40	1,54	1,20	1,72	1,47	46

Примечание: $У_ф$ – средняя физическая урожайность сельскохозяйственных культур, т/га; W_0 – расход воды из метрового слоя почвы в период конец апреля – конец августа, мм.

Из сравниваемых технологий минимальная средняя урожайность культур по севообороту получена в вариантах 1 и 2 – 1,13 и 1,19 т/га соответственно (без осенней обработки и с обработкой Catros, посев Condor). По остальным вариантам изменения находились в пределах 1,59–1,65 т/га (без обработки, обработка Catros, КПШ-9 и ПГ-3-5, посев СЗС-2,1). Возможно, это обусловлено существенным снижением нормы высева возделываемых культур на посевах Condor, в сравнении с СЗС-2,1, так как предполагалось, что Condor обеспечит значительно более качественную заделку семян и их полевую всхожесть.

Анализируя расход влаги из метрового слоя почвы в севообороте за вегетацию на средний выход зерна с делянок, приходим к выводу, что наименьшая величина получена по технологии 3 (осенняя обработка Catros, посев СЗС-2,1) – 32 мм/т, а максимальная величина – по технологии 2 (без осен-

ней обработки, посев Condor) – 51 мм/т. По остальным технологиям изменения находились в пределах 41 – 47 мм/т.

Выводы

1. В среднем за годы исследований в весенний период (конец апреля) минимальные общие влагозапасы в метровом слое почвы получены по технологиям 1 (осенняя обработка Catros, посев Condor) – 177,7 мм и 3 (осенняя обработка Catros, посев СЗС-2,1) – 178,5 мм, а максимальные по технологии 6 – 203,6 мм (осенняя глубокая обработка ПГ-3-5, посев СЗС-2,1). Различия значимы. По вариантам технологий 2, 4 и 5 запасы влаги находились в пределах 187,5 – 192,5 мм и отличались не существенно.

2. К середине июня наблюдалось выравнивание влагозапасов в метровом слое почвы по вариантам технологий. Максимальные различия составляли всего 6,1 мм и были статистически не значимы (диапазон изменения 174,2 – 180,3 мм).

3. За первый период наблюдений (конец апреля – середина июня) наибольший расход влаги из почвы получен по технологии осенней обработки почвы ПГ-3-5 (23,4 мм), а по технологии 1 (обработка Catros) даже наблюдалось увеличение влагозапасов на 1,8 мм. Следовательно, применение нулевых и мульчирующих поверхностных обработок почвы (технологии 1 – 4) приводило к значимому снижению расхода влаги за первый период вегетации, в сравнении с более интенсивными (технологии 5–6).

4. В конце августа запасы влаги в метровом слое почвы по вариантам технологий обработки находились в пределах 122,4 – 127,0 мм и различались несущественно (на 4,6 мм). Расход влаги из метрового слоя почвы за второй период вегетации (середина июня – конец августа) изменялся в более широких пределах (47,2–57,1 мм).

5. Максимальный расход влаги из метрового слоя почвы за вегетацию получен по технологии 6 – 77,1 мм (глубокая осенняя обработка почвы ПГ-3-5), минимальный по мульчирующим технологиям 1 и 3 – 52,3 и 52,9 мм (осенняя обработка Catros). Различия существенны, т.е. применение технологий глубокой осенней обработки почвы приводило как к увеличению влагозапасов в метровом слое в весенний период, так и к увеличению расхода влаги за вегетацию на аналогичную величину в сравнении с технологиями поверхностной мульчирующей обработки.

6. Из возделываемых культур севооборота в среднем по всем технологиям за четыре года наименьшая средняя урожайность у рапса (1,20 т/га), а максимальная – на посевах яровой пшеницы по рапсу (1,72 т/га).

7. Из сравниваемых технологий самая низкая средняя урожайность культур по севообороту получена в вариантах 1 и 2 – 1,13 т/га и 1,19 т/га со-

ответственно (без осенней обработки и с обработкой Catros, посев Condor). По остальным вариантам изменения находились в пределах 1,59–1,65 т/га (без обработки, обработка Catros, КПШ-9 и ПГ-3-5, посев СЗС-2,1). Возможно, это обусловлено существенным снижением нормы высева возделываемых культур на посевах Condor, в сравнении с СЗС-2,1, так как предполагалось, что Condor обеспечит значительно более качественную заделку семян и их полевую всхожесть.

8. Наименьшая величина расхода влаги из метрового слоя почвы в севообороте за вегетацию на средний выход зерна с делянок получена по технологии 3 (осенняя обработка Catros, посев СЗС-2,1) – 32 мм/т, а максимальная – по технологии 2 (без осенней обработки, посев Condor) – 51 мм/т. По остальным технологиям изменения находились в пределах 41-47 мм/т.

Библиографический список

Christen O., O'Halloran-Wietholtz Z. Indicators for a sustainable development in agriculture (English summary of: Christen, O. and O'Halloran-Wietholtz, Z. (2002). Indikatoren für eine nachhaltige Entwicklung der Landwirtschaft. ILU Series 3/2002, Bonn: FIL, 2002.

Бараев А.И. Почвозащитное земледелие: избранные труды. М. : Агропромиздат, 1988. 383 с.

Беляев В., Боварова М., Прищепов А., Майнель Т., Бугай Ю., Ковалева И., Кожанов Н., Казарджян М., Фрюауф М. Экономические, экологические, технологические факторы и результаты деятельности сельскохозяйственных предприятий в условиях Кулундинской степи : монография. Барнаул : Изд-во АГАУ, 2014. 237 с.

Беляев В.И. Техническое и технологическое обеспечение ресурсосберегающих технологий производства зерна в Алтайском крае (статья) // Актуальная статистика Сибири : информационно-статистический журнал. 2013. №1. С. 72–81.

Беляев В.И., Вольнов В.В. Ресурсосберегающие технологии возделывания зерновых культур в Алтайском крае: монография. Барнаул : Изд-во АГАУ, 2010. 205 с.

Беляев В.И., Кудрявцев А.Е., Вольнов В.В. Агроэкологические аспекты плодородия пахотных почв сухой степи Алтая // Экологические и экономические стратегии устойчивого землепользования в степях Евразии в условиях глобального изменения климата : материалы Международной науч.практ. конф. (30 сентября – 3 октября 2014 г.). Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2014. С. 96–100.

Беляев В.И., Майнель Т., Соколова Л.В. Формирование урожая яровой мягкой пшеницы по различным предшественникам при минимизации обработки почвы в умеренно-засушливой степи Алтайского края // Роль целины

и перспективы развития земледелия и растениеводства Казахстана : сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 60-летию освоения целинных и залежных земель. Шортанды ; Астана : Изд-во НПЦ зернового хозяйства им. А.И. Бараева, 2014. С.158–163.

Беляев В.И., Соколова Л.В. Влияние метеоусловий на водный режим почв и урожайность сельскохозяйственных культур в степной зоне Алтайского края // Аграрная наука – сельскому хозяйству : сборник статей: в 3 кн. XI Международная научно-практическая конференция (4–5 февраля 2016 г.). Барнаул : РИО Алтайского ГАУ, 2016. Кн. 2. С. 29–31.

Вильямс Р.В. Почвоведение. М., 1949. С. 30–36.

Каштанов А.Н. Защита почв от ветровой и водной эрозии. М. : Россельхозиздат, 1974. 215 с.

Костычев П.А. Избранные труды. М.: Изд-во АН СССР, 1951. 660 с.

Мальцев Т.С. Новая система обработки и посева. М., 1956. 47 с.

Овсинский Н.Е. Новая система земледелия. М., 1911. 279 с.

Скрипко М.С., Завалишин С.И., Скрипко В.В. Исследование изменения почв Благовещенского района (на примере хозяйства «Новый путь») // Сборник научных статей международной молодежной школы-семинара «Ломоносовские чтения на Алтае», Барнаул, 2013. Кн. 5. С. 360–363.

Столяров В.М., Вольнов В.В., Стецов Г.Ю., Шотт П.Р. Возделывание яровой пшеницы на основе минимализации обработки почвы в степных и лесостепных районах Алтайского края // Производство продукции сельского хозяйства в Алтайском крае в современных условиях: проблемы и решения : материалы науч.-практ. конф. Ч. 1: Доклады и решения. Барнаул, 1998. С.149–158.

Тимирязев К.А. Избранные сочинения. М. : Сельхозгис, 1948. Т. 2. 423 с.

Тулайков Н.М. Критика травопольной системы земледелия. М. : Изд-во с.-х. лит-ры, 1963. 311 с.

Унжакова А.А., Завалишин С.И., Ананьева Ю.С. Влияние предшественников на биологическую активность черноземов под яровой пшеницей в условиях умеренно-засушливой колочной степи Алтайского края // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник статей : в 3 кн. VI Международная научно-практическая конференция (3–4 февраля 2011 г.). Барнаул : РИО Алтайского ГАУ, 2011. Кн. 2. С. 277–280.

Яшутин Н.В. Основные принципы разработки и освоения зональных почвоводоохранных агрокомплексов // Вестник с/х науки. 1984. №3. С. 18–24.

Глава 26. Перспективы устойчивого возделывания пропашных культур при использовании технологий минимальной обработки почвы: на примере выращивания подсолнечника в Западной Сибири

Л.-К. Грунвальд, Т. Майнель, Н.А. Кожанов,
Н.В. Рудев, В.И. Беляев

Аннотация. Подсолнечник и кукуруза - широко распространенные пропашные культуры в континентальных сельскохозяйственных степях Америки и Евразии. Подсолнечник, в частности, более требователен, чем другие обычные региональные культуры, в отношении подготовки почвы и обеспечения питательными веществами. В связи с высокой прибыльностью выращивания подсолнечника были вложены значительные средства в интенсивную механическую подготовку почвы и подкормку растений. Из-за открытого характера пропашных культур до конца вегетационного периода почва в течение длительного времени подвергается ветровой и водной эрозии. Внесение большого количества необходимых питательных веществ в качестве минеральных удобрений практично лишь в ограниченной степени из-за небольшого количества осадков и их неравномерного распределения во времени. Глубокая обработка почвы полосами с одновременным внесением удобрений в более глубокие слои почвы представляет собой экономически и экономически выгодную альтернативу полному рыхлению. Почву полосами очищают от остатков урожая. Эта процедура улучшает условия прорастания и появления всходов холодной весной. В глубоко рыхлых полосах корни растений быстрее растут по направлению к депо удобрений, внесенных в почву. Целенаправленный глубокий рост помогает растениям раскрыть больше водных ресурсов почвы и пережить периоды засухи. Тяга на единицу площади и, следовательно, топливо, время и затраты могут быть сэкономлены, поскольку почва рыхлится только полосами. Сельскохозяйственная и экономическая рентабельность метода полосовой обработки для подсолнечника и кукурузы была проверена в течение нескольких лет в условиях сухой степи в рамках исследовательского

проекта «Кулунда». Определены оптимальные значения глубины обработки и количества удобрений для данной местности.

Ключевые слова: пропашные культуры, подсолнечник, ветровая эрозия, водная эрозия, технологии осенней обработки почвы, интенсивная технология, полосовая обработка почвы, расход топлива, питание растений, урожай.

Введение

Рис. 26.1. Посевные площади подсолнечника относительно общей площади пахотных земель в Российской Федерации (РФ) в период 1996–2014 гг. (Росстат, 2014)

В рамках кампании по освоению целинных земель, проведенной преимущественно в Северном Казахстане и Западной Сибири, площадь возделывания монокультуры – яровой пшеницы – с использованием черного пара для более эффективной борьбы с сорняками, мобилизации питательных веществ и накопления влаги была расширена примерно на 42 млн га (Eule, 1962; Wein, 1980). Долгое время такой “севооборот” был наиболее часто используемой практикой сельскохозяйственного производства в степных регионах Зауралья. В начале 2000-х гг. предприятия начали осваивать чередования разных культур и выращивать помимо яровой пшеницы другие, более прибыльные культуры. Наряду с зерновыми и гречихой (Fagopyrum esculentum) они приступили к возделыванию главным образом пропашных культур: в основном кукурузы (Zea mays L.) на зерно и силос в качестве корма скоту, а также подсолнечника (Helianthus annuus L.). Благодаря континентально-

му климату регион характеризуется большим количеством солнечных часов и высокими температурами в летние месяцы, что благоприятствует выращиванию подсолнечника. За последние годы посевные площади подсолнечника увеличились (рис. 26.1). В настоящее время подсолнечник является самой прибыльной культурой для многих хозяйств, так как он имеет высокую цену реализации[1]. Помимо преимущества финансовой выгоды от продажи подсолнечника, эта культура очень устойчива к частым засухам в начале лета, характерным для Северного Казахстана и Западной Сибири. Подсолнечник, как и кукурузу, выращивают с шириной междурядий 70 см.

26.1. Выращивание подсолнечника с использованием традиционной технологии интенсивной обработки почвы

По сравнению зерновыми культурами выращивание пропашных культур обычно требует значительно больше усилий. Для каждого отдельного растения требуется больше пространства, что обуславливает необходимость большой ширины междурядий и большого расстояния между растениями внутри ряда[2]. В связи с этим борьба с сорняками и обработка почвы имеют очень важное значение. Из-за широкого междурядья по сравнению с более плотным посевом зерновых почва дольше остается без тени (Бородин, Бушнев, 2011), что создает конкурирующим сорнякам и падалице (всходам предшественника урожая предыдущего года) благоприятные условия для роста. В результате в традиционных системах земледелия при возделывании подсолнечника и кукурузы используется интенсивная обработка почвы. Даже сельскохозяйственные предприятия, которые уже применяют минимальную обработку почвы или даже систему прямого посева для выращивания зерновых и кормовых культур, обычно для выращивания подсолнечника практикуют интенсивную обработку почвы и обработку междурядий после появления всходов (рис. 26.2).

Оба этих приема помогают эффективно бороться с сорняками. Кроме того, за счет повышенной минерализации гумуса в результате многократной обработки почвы и изменения степени просачиваемости влаги и аэрации почвы повышается доступность питательных веществ (Havlin, Kissel, Maddux et al., 1989). Поскольку питательные вещества мобилизуются в почве, то для выращивания сельскохозяйственных культур требуется внесение меньшего количества дополнительных удобрений.

---

[1] Стоимость мягкой пшеницы в Алтайском крае в 2017 г. (7300–8800 руб.), стоимость подсолнечника в Алтайском крае в 2017 г. (15000 руб.). URL: http://agro-bursa.ru/prices (дата посещения: 07.16.2017).

[2] Ширина междурядий 70 см, расстояние между растениями внутри ряда ок. 28 см, норма высева 50 000 семян на гектар.

Рис. 26.2. Интенсивная обработка почвы и обработка междурядий после появления всходов подсолнечника

Рис. 26.3. Вид поля после уборки урожая

Требования к качеству вспашки для посева подсолнечника к тому же заставляют многих фермеров использовать сплошную интенсивную обработку почвы. Для оптимального роста подсолнечнику требуется большая сумма температур – не менее 1450°C (Proplanta, 2017). Вегетационный пери-

од в Северном Казахстане и Западной Сибири короткий, поэтому для достижения суммы температур за период роста требуется очень ранний посев.

Время уборки урожая близко к первым заморозкам или оно даже часто совпадает с ними, что снижает качество урожая и, соответственно, объемы его реализации. Потери существенно возрастают, если подсолнечник не удаётся убрать осенью (рис. 26.3).

Рис. 26.4. Корневая система подсолнечника

Для достижения скорейшего созревания культуры (до наступления первых заморозков) необходимо максимально использовать период роста растения. В Западной Сибири сроки посева подсолнечника обычно приходятся на конец апреля – начало мая. В это время часто еще бывают заморозки (Харламова, 2013), что препятствует прогреву почвы. В результате обработки почва освобождается от покрова растительных остатков, а почвенный горизонт, содержащий семена культуры, прогревается быстрее в течение дня. В результате стимулируется прорастание, всходы появляются и развиваются быстрее.

Глубокое рыхление почвы способствует формированию и быстрому развитию корневой системы. Стержневые корни подсолнечника уходят очень глубоко в почву и развиваются быстрее, если насыпная плотность почвы меньше (Veihmeyer, Hendrickson, 1948). Уплотнение почвы приводит к развитию очень плоского корневого кома, что в результате приводит к дефициту влаги и питательных веществ. На рисунке 26.4 показано схематичное изображение корневой системы подсолнечника. Большая часть корней достигает глубины 80 см. Некоторые длинные корни прорастают на глубину около 2 м, где они могут получить доступ к водным ресурсам, что имеет большое значение, особенно во время засухи. Быстрое развитие корней в более глубокие горизонты почвы является принципиальным, особенно в условиях частого наступления засухи в начале лета, поскольку в июне растения еще не полностью развиты.

Перечисленные аспекты формируют основные мотивы применения технологии крайне интенсивной обработки почвы для выращивания подсолнечника даже в самых засушливых регионах Евразийской степи в настоящее время, несмотря на все известные проблемы, вызываемые применением такой технологии.

26.2. Риски использования технологии интенсивной обработки почвы для выращивания пропашных культур

При возделывании подсолнечника с использованием технологий интенсивной обработки почвы постоянно сохраняется риск проявления ветровой и водной эрозии по причине очень позднего полного покрытия почвы растениями, что происходит из-за большой ширины междурядий. Интенсивное рыхление почвы, сопровождающееся разрушением почвенных агрегатов, особенно на почвах с высоким содержанием глины, повышает риск переуплотнения почвы в результате использования тяжелой техники (Sommer, Brandhuber, Brunotte, Buchner, 2002[3] . Уплотнение почвы может оказать негативное влияние на развитие кукурузы, в частности, может привести к деформации корневой системы (рис. 26.5).

Рис. 26.5. Негативное влияние уплотнения почвы на развитие кукурузы

Рис. 26. 6. Развитие водной эрозии после проливных дождей

Разрыхленная почва, а также минимальное или даже полное отсутствие покрытия растительными остатками после уборки урожая в результате сплошной обработки приводит к увеличению интенсивности испарения (Cuthfort, McConkey, 1997; McConkey, Stumborg, 2003). На территории Северного Казахстана и Западной Сибири во время посева часто стоит очень теплая и сухая погода. Суховеи[4] вызывают большие потери

[3] Кроме того, часто используется неправильное агрегатирование техники и не выдерживается необходимое (невысокое) давление в шинах.

[4] Сухой и горячий ветер в Центральной Азии юго-западного направления.

почвенной влаги, которые возрастают с увеличением ширины междурядий (Каштанов, 1974). Если посевной горизонт становится пересушенным, то посев необходимо проводить на большую глубину. Из-за широкого междурядного пространства почва в значительной мере подвергается водной эрозии и заиливанию во время проливных дождей (Larson, Pierce, Dowdy, 1983) (рис. 26.6).

Особенно чувствительны к воздействию почвенной корки молодые побеги культуры. Инфильтрация воды и газообмен между почвой и атмосферой снижаются. В целях ограничения рисков появления эрозии и повышенного испарения, а также сокращения затрат на реализацию технологии сплошной обработки почвы необходимо снизить интенсивность обработки почвы и модернизировать систему земледелия с технической и агрономической сторон.

26.3. Снижение уровня обработки почвы в системах интенсивного земледелия как вызов по обеспечению питания растений

Урожай подсолнечника в Западной Сибири и Северном Казахстане реализуется на маслозаводы и по еще более выгодной цене на пекарни. Размер и качество семян имеют решающее значение и определяют размер прибыли. В этой связи очень важным является оптимальное питание культуры. Для обеспечения необходимого количества питательных веществ в доступной для растений форме требуется внесение удобрений. Удобрения должны вноситься в соответствующей форме, чтобы исключить любого рода потери. Сплошное поверхностное внесение твердых удобрений возможно, но погодные условия в Западной Сибири необходимо учитывать в гораздо большей степени, чем в других, более влажных аграрных регионах. Влажность в течение большей части периода роста очень низкая. Осадки в летние месяцы выпадают редко и очень локально. Уровень инсоляции и потенциально возможного испарения очень высок (Харламова, 2013; Мильков, 1977). В таких условиях минеральные удобрения не могут растворяться. Вместо этого они испаряются и улетучиваются в атмосферу, что приводит к финансовым убыткам (PAMI & SSCA (Hrsg.), 2000). При таких климатических ограничениях очень сложно добиться эффективного сплошного поверхностного внесение удобрений в техническом и агрономическом плане. В связи с этим в регионах сухого земледелия Западной Сибири и Северного Казахстана удобрения все чаще вносятся в почву в непосредственной близости от семян.

Стартовая доза удобрений, содержащая главным образом аммоний и азот, может быть внесена непосредственно в посевную борозду с помощью соответствующей техники во время посева. Внесение удобрений на ран-

Рис. 26.7. Раздельное внесение семян и удобрений предотвращает нанесение вреда семенам большим количеством удобрений (предоставлено компанией «Джон Дир» (JOHN DEERE))

них этапах ускоряет появление всходов и формирование урожая. Если семена и удобрения вносятся в одну борозду, то доза удобрений должна быть значительно снижена в зависимости от влажности почвы и погодных условий[5]. Рекомендуемая норма внесения азота составляет 30 кг/га. Внесение гораздо большего количества питательных веществ возможно, но только за счет дополнительного внесения (вне стартовой дозы). В этом случае питательные вещества будут доступны культуре в течение всего периода ее роста. Однако в целях исключения возможного вреда семенам крайне важно формировать разные борозды: борозды для заделки семян и борозды для внесения удобрений (рис. 26.7). На этапе прорастания подсолнечник очень чувствителен к большому количеству удобрений, находящихся в непосредственной близости от него. Более высокие дозы удобрений следует вносить отдельно в параллельную борозду, находящуюся на расстоянии от посевного материала (PAMI & SSCA (Hrsg.), 2000; NSA, 2017). Нитраты и аммоний хорошо растворимы в воде и поэтому быстро переносятся почвенным раствором. Тем не менее, для этого требуется достаточное количество влаги. Из-за малого количества осадков и высокого уровня испарения в степях Западной Сибири передвижение питательных веществ с помощью почвенной влаги очень ограничено. В целом, влажность почвы уменьшается в течение периода роста ввиду испарения и поглощения влаги растениями, что в большинстве случаев приводит к подъему почвенной влаги. Закладка необходимого общего количества питательных веществ в верхний слой почвы из-за ограниченного перемещения питательных веществ в более глубокие горизонты почвы для подсолнечника с его глубокой корневой системой является неприемлемой.

[5] Аммоний, нитраты и калиевые соли в случае их слишком высокой концентрации и слишком низкой концентрации почвенной влаги могут «сжечь» посевной материал и растения, что может значительно повлиять на снижение урожайности.

К примеру, фосфор как второй по значимости макроэлемент в питании растений (Baeumer, 1992) является гораздо менее подвижным питательным веществом, чем азот. Незначительное содержание фосфора в почве (около 1–2 кг/га[6]) доступно в форме фосфата в почвенном растворе. До 65% всего фосфора в почве является органическим, при этом его высвобождение минимально. Легко минерализуется только фосфор, содержащийся в микробиомассе и растительных остатках. Концентрация фосфора в почвенном растворе обычно очень низкая, и перемещение фосфора почвенным раствором практически не осуществляется.

Доступность фосфора для растений зависит от внесения удобрений (Baeumer, 1992). Если фосфорные (P) и калийные (K) удобрения будут вноситься на поверхность почвы, а интенсивность обработки почвы при этом будет снижена, питательные вещества не смогут достичь более глубоких горизонтов почвы из-за сухого климата. Калий и фосфор важны для интенсивного роста растений и повышения устойчивости к дефициту влаги (NSA, 2017). Рост растений, особенно размер листьев, формирование соцветий и образование плодов, зависит от фосфора. Тщательное перемешивание или даже переворачивание почвы плугом имеет свои преимущества в отношении обеспечения доступности питательных веществ, которые отсутствуют в системах земледелия со щадящей обработкой почвы. Интенсивная обработка почвы и измельчение почвенных (гумусовых) агрегатов ускоряют минерализацию углеродных соединений почвы (гумуса), что приводит к повышению доступности азота (Zigon, Mihelic, 2015). Питательные вещества попадают на большую глубину за счет тщательного перемешивания или оборачивания почвы, что является преимуществом для менее мобильных питательных элементов. Этого невозможно добиться с помощью минимальной обработки почвы.

Необходимо учитывать, если интенсивность и глубина обработки почвы снижаются в целях предотвращения эрозии и экономии затрат, это может привести к формированию определенного питательного слоя в почве. Соединения фосфора и калия будут накапливаться в верхнем слое почвы из-за снижения глубины заделки пожнивных остатков (Deubel, Hofmann, Orzessek, 2011).

Внесение концентрированных удобрений во время обработки почвы является одним из вариантов размещения преимущественно немобильных питательных веществ в более глубоких горизонтах почвы, куда они не попадут из-за минимальной интенсивности обработки.

---

[6] В виде фосфат-ионов ($H_2PO_4^-$ или HPO_4^{2-}) в почвенном растворе.

26.4. Технология полосовой обработки почвы для возделывания пропашных культур как альтернатива и компромисс

На Великих равнинах Северной Америки часто соя и кукуруза выращиваются в узком севообороте «соя – кукуруза»[7]. Со временем севооборот в североамериканских фермерских хозяйствах стал намного проще, чем на постсоветском пространстве. Во многих регионах выращивается только исключительно люцерна. Интенсивность обработки почвы в прошлом была намного выше, чем сегодня. На многих сельскохозяйственных предприятиях работает всего несколько человек по отношению к обрабатываемым площадям, и производительность (выход продукции) на один гектар при использовании технологии сплошной обработки почвы приближается к своему максимуму. Рабочая ширина орудий не может увеличиваться бесконечно. Требуемая сила тяги будет слишком высокой. Она будет слишком высокой также и при более высоких скоростях. К тому же износ рабочих органов будет значительным.

При этом постоянно увеличивается расход топлива, и из-за растущих цен на топливо он становится все менее оправданным. В хозяйствах, специализирующихся на пропашных культурах, широкое применение находит новая система обработки почвы, именуемая технологией полосовой обработки почвы (англ. strip-till). Данная тенденция характерна не только для аграрных регионов Северной Америки. При применении технологии полосовой обработки почвы рыхление почвы производится только для посевного ряда (Hermann, Bauer, Bischoff, 2012).

Две трети поверхности почвы при этом остаются необработанными (Hermann, Bauer, Bischoff, 2012 Morrison, 2002). Снижение интенсивности обработки почвы в системе полосовой обработки имеет ряд преимуществ для почвы, которые уже известны благодаря системе прямого посева, используемой для выращивания зерновых. Происходит улучшение механических свойств почвы, в частности прочности почвенных агрегатов, объема пор и распределение пор по размерам (Simmons, Nafziger, 2012). Увеличивается скорость инфильтрации во время проливных дождей, а также пропускная способность почвы. Снижается риск возникновения пагубного переуплотнения почвы.

Особенно в засушливых аграрных регионах возможность использования почвенной влаги на большей глубине для культуры имеет очень важное значение. Быстрое и здоровое развитие корней способствует благоприятному развитию растений. Такого эффекта можно добиться с помощью техно-

[7] В целях производства комбикормов (выращивания кормовых культур) для интенсивного скотоводства.

логии полосовой обработки почвы. Уплотнение нижних горизонтов почвы, возникающее в результате противоэрозионной вспашки почвы, в системе полосовой обработки почвы просто исключается. На рисунке 26.8 показано разное сопротивление пенетрации на обработанном и необработанном участках чернозема вблизи Бернбурга в Центральной Германии.

Рис. 26.8. Разное сопротивление пенетрации на обработанном и необработанном участках

Рыхление почвы в полосе (ряду) стимулирует рост корней именно в глубину. В конце апреля температуры почвы и воздуха обычно очень низкие. Быстрое прогревание почвы благоприятно сказывается на прорастании семян (рис. 26.9). Условия для прорастания культуры после проведения весеннего посева весьма благоприятны благодаря широкой борозде, формируемой системой полосовой обработки почвы. Такое преимущество роднит технологию полосовой обработки почвы с технологией сплошной обработки почвы.

Рис. 26.9. Вид поля с использованием тепловизора в весенний период

Глубокая вспашка почвы рядами (полосами) является компромиссом между интенсивной обработкой почвы, необходимой для здорового развития культур в хорошо разрыхленном посевном ложе, и необходимостью снижения интенсивности обработки почвы до минимума для предотвращения

эрозии, уменьшения интенсивности испарения и сокращения затрат. Культиваторы полосовой обработки почвы обычно агрегатируются с трактором. В такой машинно-тракторный агрегат интегрированы разные рабочие органы, которые позволяют выполнять разные функциональные задачи за один технологический проход. Сначала необходимо измельчить органический материал, чтобы не допустить засорение (забивание) рабочих органов для выполнения последующей операции – глубокого рыхления. Расчищающие рабочие органы, такие как разрезающие вырезные диски (ромашка) или турбодиски, которые устанавливаются под V-образным углом по направлению движения перед рыхлящим рабочим органом, очищают рабочую зону от остатков предшествующей культуры. Они формируют широкую, непокрытую полосу и предотвращают засорение всего орудия. В качестве почвообрабатывающего органа используются либо дисковые сошники, либо анкерный сошник.

Преимуществом дисковых сошников является меньший риск засорения. Дисковые сошники разрезают остатки предшествующей культуры и расчищают поверхность почвы. Если давление, оказываемое на дисковые сошники, является недостаточным, остатки смешиваются с почвой, создавая эффект «торчащих волос» (англ. hair pinning effect). Плотный слой остатков может затруднять рыхление верхнего слоя почвы и ограничить доступ к почвенной влаге в более глубоких горизонтах почвы. В то время, когда дисковые сошники прорезают пожнивные остатки и проникают в почву, турбодиски обеспечивают мелкое рыхление почвы, что даёт большие преимущества для качества посевного ложа. Анкерные сошники как рыхлительные рабочие органы надежно очищают борозду от растительных остатков. Проблем с заделкой соломы в почву не возникает. Анкерные сошники легко заглубляются в почву и удерживают все орудие на заданной рабочей глубине. Недостатком использования анкерных сошников является накопление растительных остатков вокруг стоек. Следовательно, очень важно перед сошником устанавливать хорошие расчищающие рабочие органы. Глубина обработки почвы анкерным сошником по сравнению с дисковыми сошниками больше, соответственно, рыхление почвы производится даже глубже верхнего слоя почвы, что благоприятствует развитию корней культуры. Комбинирование дисков с анкерными сошниками в одном орудии имеет смысл. Диски возвращают почву, которую разбрасывает анкерный сошник, обратно в борозду и тем самым позволяет увеличить максимальную скорость движения.

Две точки опоры обеспечивают контроль глубины заделки сошников. Передней точкой опоры может быть каток в комбинации с разрезающим диском. Задняя точка опоры чаще всего представляет собой пару опорных катков.

Для измельчения поверхности почвы обычно используются трубчатые катки, а также V-образные катки, которые создают более сильное давление на боковые стороны борозды и тем самым обеспечивают надежный доступ к капиллярной кайме. Тип используемых катков зависит от особенностей местности.

Жидкие или гранулированные удобрения можно вносить в почву рыхлящим анкерным сошником. При обработке почвы стойка, следующая за сошником, создает зону с небольшим или нулевым движением почвы.

Именно к этому рабочему органу можно установить систему подачи удобрений. В хозяйствах с высокой долей сельхозугодий под выращивание кормовых культур в почву вносится большое количество жидкого навоза, в частности непосредственно под будущий посевной ряд, с помощью стойки сошника культиватора полосовой обработки почвы.

Органические питательные вещества можно вносить на глубину 20 см или даже 30 см от поверхности почвы. Такой способ внесения удобрений не может быть реализован на всей площади поля. Большое количество жидкого навоза (до 50 $м^3$/га) резко повысит влажность почвы, а также сама заделка удобрений в почву культиватором является невозможной. Глубина при сплошном внесении удобрений обычно составляет от 8 до 12 см. Для этого используются дисковые бороны. Относительная площадь сельхозугодий, предназначенных для выращивания кормовых культур в зоне засушливого земледелия Северного Казахстана и Западной Сибири, очень мала. Внесение жидкого навоза с помощью культиватора полосовой обработки почвы не распространено, но в небольших фермерских хозяйствах смешанного типа хозяйствования возможно и может стать хорошей отправной точкой для обеспечения доступности питательных веществ и улучшения структуры почвы. Урожай выращивается в основном для прямой реализации. Если существует возможность использования удобрений, то вносятся минеральные удобрения путем поверхностного разбрасывания или заделки их в почву. В этом необходимо найти потенциал для совершенствования и реализовать его. Агрегат для реализации технологии полосовой обработки почвы может объединить этапы рыхления почвы и внесения удобрений на глубину корневой системы культуры. Растворение удобрений в почвенной влаге является необходимым условием доступности для растений. Этого легче добиться, если питательные вещества уже находятся в почве. Данная технология с учетом увеличения доли пропашных культур в севообороте может стать перспективной альтернативой сплошной обработки почвы для засушливых аграрных территорий. Дальнейшими целями использования технологии являются снижение затрат на обеспечение, стабилизацию и даже повышение урожайности.

26.5. Технология полосовой обработки почвы для выращивания пропашных культур как возможность повышения эффективности

С 2012 г. в рамках проекта «Кулунда»[8] проводятся полевые опыты по использованию технологии полосовой обработки почвы (англ. strip-till). Опытное хозяйство «Партнер» в с. Полуямки Алтайского края (РФ) на тот момент уже провело свои собственные предварительные опыты по реализации технологии в сезоне 2011/2012 гг.

Для этого была осуществлена модификация традиционного (классического) культиватора с широкими стрельчатыми лапами, предназначенного для сплошной глубокой обработки почвы. Стрельчатая лапа была обрезана таким образом, что обработка почвы производилась только стойкой сошника и его лопастями длинною 3 см. Такая модификация привела к возможности обработки только небольшой полосы почвы.

Короткие направляющие лопасти обеспечивают необходимое сцепление с почвой, заводя орудие на нужную глубину почвообработки. Это помогает максимально снизить массу орудия. Первый прототип культиватора для полосовой обработки почвы был поставлен компанией «Амазоненверке» (Amazonenwerke) в 2012 г. Рабочие органы имели еще довольно простую структуру. За рыхлящим сошником следовали закрывающие борозду (ряд) диски и прикатывающее колесо для уплотнения. Обрабатываемая поверхность была очень неровной, а уплотнение обработанной полосы было недостаточно эффективным, что снижало скорость работы сеялки точного высева по обработанным бороздам.

В 2013 г. опыты были продолжены уже с использованием агрегата, готового к запуску в серийное производство. В это время были заложены опытные участки. Перед анкерным сошником был установлен разрезающий диск, прорезающий почву и тем самым снижающий нагрузку на сошник. За счет этого почва легче перемещается вокруг сошника.

Кроме того, благодаря разрезанию пожнивных остатков риск забивания соломой минимизируется. Рядоформирующие диски возвращают большую часть почвы обратно в борозду, где она аккуратно прикатывается, образуя гребень.

Формирование гребня важно при осенней обработке почвы. Под воздействием талых вод почва проседает. Гребень предотвращает слишком глубокое проседание почвы, осложняющее заделку семян.

---

[8] Совместный научно-исследовательский проект по улучшению устойчивого землепользования на сельскохозяйственных степных территориях Западной Сибири при финансовой поддержке Федерального министерства образования и науки Германии (BMBF). Период реализации проекта 2011–2016 гг. (www.kulunda.eu).

С помощью данного орудия также возможно внесение удобрений на глубину обработки почвы. Все рабочие органы настраиваются индивидуально, поэтому адаптация к условиям местности и почвам очень проста. Точность формирования борозды очень высокая.

Надлежащее уплотнение почвы важно при весенней обработке почвы. Из-за быстро наступающей засушливой погоды обязательным требованием является обеспечение контакта с капиллярной каймой. При осенней обработке почвы уплотнение не так важно.

Почва проседает в борозде (ряду) из-за промерзания взрыхленного слоя почвы и просачивания талой воды во время снеготаяния. Для обоих случаев важно аккуратное восполнение почвы в борозде. Если рассредоточенную в результате рыхления по поверхности почву не вернуть в полном объеме, в борозде образуется углубление. Почва, перемещенная влево и вправо от рядка, приводит к ложному следу и неправильному соблюдению глубины заглубления высевающего сошника, что влияет на качество заделки и всходы семян.

26.6. Полевые опыты по применению технологии полосовой обработки почвы в рамках проекта «Кулунда» в 2013–2014 гг.

Опыты проводились в 2013 и 2014 гг. с использованием культиватора полосовой обработки почвы компании Amazonenwerke GmbH & Co. KG на базе опытного хозяйства «Партнер» в рамках совместного научно-исследовательского проекта «Кулунда». Цель опытов состояла в апробации технологии полосовой обработки почвы для выращивания пропашных культур. Опыты проводились по выращиванию подсолнечника (Helianthus annuus L.). Почва обрабатывалась осенью предыдущего года после сбора урожая. Глубина обработки почвы на разных экспериментальных участках была разной в соответствии с вариантами полосовой обработки. Рыхление проводилось с внесением удобрений на следующие глубины: 16–18, 20–22, 26–28 и 32–34 см. Для сравнения анализировались также две традиционных технологии обработки почвы. Первая — сплошная обработка почвы трехрядным культиватором с анкерными сошниками на глубину 16–18 см (рис. 26.10).

При использовании данной технологии поверхность почвы разрыхляется, верхний слой почвы полностью разрушается и перемешивается. При втором традиционном способе почва подвергается сплошному рыхлению на глубину 20–22 см. Из-за того, что расстояние между стойками сошников культиватора составляет 1 м, а лемеха широкие, но имеют очень плоскую ориентацию по отношению к почве, почва срезается и поднимается. Однако при этом сплошного разрушения верхнего слоя почвы (перемешивания) не происходит (рис. 26.11).

Рис. 26.10. Трехрядный культиватор с анкерными сошниками

Рис. 26.11. Плоскорез-глубокорыхлитель

Для сравнения с экстенсивными методами обработки почвы один опытный участок был обработан на глубину всего 8 см с помощью компактной дисковой бороны, а другой экспериментальный участок был заложен в качестве тестового участка прямого посева. На нем не использовалось никаких методов обработки, кроме разрезания почвы для заделки семян.

Кроме того, на опытных участках с полосовой обработкой почвы вносились различные дозы удобрений. Для каждой глубины обработки почвы на данную глубину вносились по вариантам дозы удобрений 50 кг/га, 100 кг/га и 150 кг/га. В качестве удобрения использовался аммофос, содержащий от 10 до 12% азота (N) и 52% фосфора (P) на основе моноаммонийфосфата ($NH_4H_2PO_4$).

Удобрение вносилось осенью во время полосовой обработки почвы. Как описано выше, вымывание питательных веществ из-за сильных морозов зимой и неподвижности фосфатов практически исключалось. Формируемые полосы (ленты) удобрений на глубине обработки почвы формировали запас питательных веществ для культуры, которая высеивалась следующей весной.

Турецкий гибрид подсолнечника «Армада» был высеян в течение первой недели мая в оба года с нормой высева 55 000 семян/га. Перед посевом было проведено довсходовое опрыскивание глифосатом (2 л/га на 100 л/га рабочего раствора). Защита растений по интенсивности технологии возделывания не диверсифицировалась.

Меры защиты растений от насекомых, болезней растений, а также случайных всходов предшественника были традиционными и применялись в одинаковой степени на всех опытных площадках в течение вегетационного периода.

Основная цель данного опыта заключалась в определении доз удобрений, приводящих к наибольшей урожайности в заданных почвенных и климатических условиях в период роста растений. Другая цель состояла в поиске оптимальной глубины обработки почвы с учетом требуемой силы тяги и полученной урожайности культуры.

Исследование базируется на гипотезе о том, что существует оптимальная глубина полосовой обработки почвы, на которую целесообразно рыхлить почву и вносить удобрения. Определяющим для данной теории является большой дефицит влаги. Внесенные ниже определенной глубины удобрения, вероятно, не будут своевременно доступны молодой корневой системе культуры. Следствием этого станут финансовые потери, связанные с излишним расходом топлива и неэффективно использованным удобрением. Местоположение экспериментальных участков не было фиксированным на плане сельхозугодий предприятия. Их местоположение в структуре плана посевных площадей менялось в соответствии с обычным (регулярным) севооборотом культур.

Опытные делянки, на которых применялась полосовая обработка почвы, сравнивались с делянками традиционной обработки почвы и делянками минимальной обработки почвы и прямого посева[9].

Внесение удобрений производилось только на делянках, на которых применялась полосовая обработка почвы.

Задача исследования состояла в анализе разницы урожайности, полученной в результате применения традиционной технологии обработки почвы, технологии минимальной обработки и технологии полосовой обработки, с точки зрения инвестиционных затрат при изменении способа земледелия. Переход на полосовую обработку требует обязательных инвестиций в новую технику. Данные инвестиции должны окупаться для предприятия. Для руководителей хозяйств экономические факторы являются гораздо более весомыми аргументами, чем экологические аспекты.

Эксплуатационные затраты на использование техники рассчитывались с помощью анализа требований к тяговой силе на крюке (силе тяги). Сила тяги была описана в качестве функции расхода топлива в зависимости от глубины обработки почвы и скорости движения. Она оценивалась в ре-

---

[9] При одновременном упоминании в тексте технологии минимальной обработки почвы и системы прямого посева используется понятие «технологии минимальной обработки почвы».

жиме реального времени[10]. Данные о расходе топлива считывались с показателей трактора и записывались. Четыре глубины обработки почвы указаны выше. Скорость движения составляла от 4,9 км/ч до 8 км/ч.

Все опытные делянки были засеяны с помощью сеялки точного высева Amazonenwerke в восемь рядов с шириной междурядий 70 см (рис. 26.12). Удобрение марки «Селитра 1»[11] в дозе 120 кг/га было внесено одновременно с посевом на всех опытных участках. Удобрение укладывалось в полосу (строчкой) на расстоянии 5 см до и 5 см ниже семян с помощью дискового сошника для внесения удобрений, установленного перед высевающим диском.

Рис. 26.12. Сеялка точного высева EDX-9000TC

Данная стартовая доза обеспечивает молодые побеги доступным аммиачным азотом в первые недели развития.

Для уборки урожая использовались имеющиеся парке хозяйства традиционные комбайны. Для уборки подсолнечника использовалась 12-рядная жатка для уборки кукурузы (рабочая ширина 9 м).

26.7. Климатические условия весной и ранним летом 2013–2014 гг.

Количество осадков в мае 2013 г. в два раза превысило аналогичный средний показатель по региону за период с 1999 по 2008 г.[12] Крайне интенсивные дожди прошли в первые 20 дней мая 2013 г. Сумма температур в мае

[10] Данные фиксировались непосредственно во время движения МТА.

[11] 34.6 % N – NH_4NO_3

[12] Метеостанция Ключи (Алтайский край, Россия).

этого года также способствовала росту растений. Однако июнь был очень сухим, с совокупным количеством осадков 11,5 мм при среднем показателе 52,8 мм. Дневные температуры в июне 2013 г. были высокими. Дневные и ночные температуры весной 2014 г. в течение длительного периода времени были низкими. Помимо температур, сдерживающих развитие растений, количество осадков весной 2014 г. также было меньше, чем в 2013 г. Зафиксированное количество осадков 34 мм на метеостанции Ключи в этот период было всего на 10 мм больше среднего количества осадков, и дожди прошли в течение последних десяти дней мая 2014 г. В июне 2014 г., когда выпало всего 7 мм осадков, было еще суше, чем в июне предыдущего года.

26.8. Результаты

Относительно урожайности участков, на которых применялись технологии сплошного и полосового интенсивного рыхления почвы, урожайность на опытных участках с минимальной обработкой почвы компактной дисковой бороной и прямым посевом оказалась наименьшей.

Как было описано выше, снижение интенсивности обработки почвы для возделывания пропашных культурах сначала часто приводит к снижению урожайности.

Это особенно отчетливо проявляется в год перехода от технологии интенсивной обработки почвы к технологии минимальной обработки. Некоторые руководители фермерских хозяйств Западной Сибири и Северного Казахстана имеют успешный опыт выращивания сахарной свеклы, кукурузы и подсолнечника по технологии прямого посева. Однако это требует многолетнего переходного периода, в течение которого урожайность сначала снижается, пока доступность питательных веществ не стабилизируется и достигнет высокого уровня (Dinkins, McVay, 2008). Тем не менее, наиболее важным фактором является изменение требований к защите растений в связи со сменой интенсивности обработки почвы. Конкуренция со стороны сорняков и рандомных всходов растений предыдущей культуры была самой высокой на опытных делянках с минимальной и нулевой обработкой почвы, что привело в итоге к наименьшей урожайности на этих участках. Средняя урожайность по вариантам с минимальной обработкой почвы компактной дисковой бороной и нулевой обработкой с прямым посевом не различалась. Даже разница в урожайности для каждого отдельного года не превышала значимости системных факторов отдельной технологии, т.е. была незначительной. Наибольший урожай был получен в 2014 г. на опытном участке, на котором была проведена сплошная обработка с перемешиванием почвы на рабочую глубину 16–18 см с помощью культиватора со стрельчатыми лапами. Урожайность подсолнечника составила 29,5 ц/га. К сожалению, уро-

жай этого участка из-за плохих погодных условий и низкой проходимости во время уборки не был убран в 2013 г. Именно по этой причине результат по данной технологии обработки почвы не представлен на диаграмме рисунка 26.13. Тем не менее он рассматривается далее.

Рис. 26.13. Результаты опытов по использованию технологии полосовой обработки почвы в Полуямках. Средняя урожайность подсолнечника в 2013 г. по применяемым технологиям обработки почвы и объемам внесенного сева гранулированного азотно-фосфорного удобрения (аммофос) (Кожанов, 2014)

Изначально прохладная погода и недостаточное количество осадков стали неблагоприятными начальными условиями для всех заложенных в 2014 г. полевых опытов. Вариант со сплошной обработкой на среднюю глубину имел некоторые преимущества для формирования густоты всходов. Благодаря сплошной глубокой обработке прогрев почвы был лучше, чем на участках с минимальной обработкой и делянках с прямым посевом. В то же самое время на участках сплошной глубокой обработки, но без перемешивая почвы, прогрев почвы также был затруднен из-за большого количества растительных остатков от предыдущего урожая на поверхности. Сплошная обработка почвы снижает конкуренцию со стороны сорных растений и всходов прошлогодней. Условия для развития посеянной культуры, особенно на начальном этапе роста растений, намного лучше, чем на опытных участках с менее интенсивной обработкой. Средняя урожайность на участке с глубоким рыхлением на глубину 20–22 см без нарушения горизонтов почвы (без перемешивания) была второй по объему. Глубокое рыхление способствует развитию корневой системы.

Рыхление на глубину 20 см обеспечивает хорошую профилактику от сорных растений. Корни многолетних сорняков подрезаются режущими

органами орудия. Кроме того, при срезке нарушается капиллярная связь между верхним и нижним слоем почвы, что предотвращает потерю почвенной влаги за счет невозможности ее капиллярного подъема к поверхности почвы и испарения. Этот метод Т.С. Мальцева[13] сегодня по-прежнему является эффективной мерой, применяемой во многих системах земледелия (Бараев, 2008).

Недостатками этого способа обработки почвы является высокая требуемая сила тяги при малой ширине захвата и риск уплотнения почвы, так как верхний 20-сантиметровый слой почвы взрыхляется, в результате этого он подвержен сильному сдавливанию машинно-тракторным агрегатом.

Урожайность различных вариантов полосовой обработки почвы не достигала уровня урожайности вариантов сплошной обработки почвы, несмотря на внесение удобрений. Способ обработки почвы на соответствующих опытных площадках был изменен на полосовую обработку почвы очень резко – с одного года на другой. Более низкая урожайность является результатом резкого снижения интенсивности обработки почвы. Междурядное пространство оставалось ненарушенным, что привело к усилению конкуренции со стороны сорняков и падалицы. Дальнейшее исследование степени интенсивности данной технологии обработки почвы не проводилось. Например, можно было бы обработать всю поверхность участка на небольшую глубину перед посевом. Еще одной возможностью была бы шаровка междурядий, которую можно легко сочетать с глубокой полосовой обработкой рядов.

В случае полноценного перехода на технологию полосовой обработки почвы для выращивания пропашных культур такой дополнительный агротехнический прием обработки почвы должен применяться, по крайней мере, в переходный период в качестве меры по борьбе с сорняками и предотвращения более серьезного снижения урожая.

Относительно глубины обработки почвы урожайность по вариантам была сопоставимой. Только средняя урожайность участка с наименьшей глубиной обработки почвы была на несколько центнеров с гектара выше. Урожайность увеличивалась с увеличением дозы внесенных удобрений независимо от глубины обработки почвы. Положительное влияние на урожайность оказала глубина обработки почвы 18 см по сравнению с другими, большими глубинами обработки. Доступность и эффективность использования удобрений были наивысшими при наименьшей глубине обработки почвы. Учитывая сухую погоду в июне в оба года, быстрый доступ растений к запасам питательных веществ способствовал их стабильному развитию. Анализ профиля корня не проводился. Однако из-за большего доступа к за-

[13] Пионер устойчивого землепользования и борьбы с эрозией в степных районах целины Западной Сибири и Северного Казахстана в период 1960–1970-х гг.

пасу питательных веществ, возможно, производилось более быстрое развитие корневой системы. Преимущество правильного расположения запаса питательных веществ при полосовой обработке почвы было неоднократно подтверждено исследованиями (Hermann, Bauer, Bischoff, 2012; Simmons, Nafziger, 2012; LLG Sachsen-Anhalt 2017).

Более глубокая обработка почвы предполагала более глубокую заделку удобрений. Таким образом, их доступность для корней растений, возможно, была ограничена. Это могло стать причиной более низкой урожайности участков с большей глубиной обработки почвы по сравнению с участком с наименьшей глубиной обработки.

Модификация лапы культиватора и установка линии подачи удобрений для более дифференцированного внесения удобрений могла способствовать повышению урожайности. На этом, возможно, также положительно сказалось раздельное внесение удобрений в верхний и нижний горизонты почвы при проведении глубокого рыхления, обеспечивая быстрое поступление питательных веществ растениям, что приводит к повышению эффективности использования почвенной влаги.

Глубокое рыхление, а также второе (параллельное) более глубокое депонирование питательных веществ стимулирует интенсивный вертикальный рост корней и обеспечивает достаточное питание в течение всего вегетационного периода. Большие дозы удобрений используются более эффективно (Raven, Handley, Wollenweber, 2004).

Второй по урожайности результат с использованием технологии полосовой обработки почвы был получен на опытных участках с наибольшей глубиной обработка почвы, на которые была внесена наибольшая доза удобрений. Из-за глубокой обработки почвы и, соответственно, более глубокого внесения удобрений корневая система растений получила доступ к запасам питательных веществ довольно поздно. Однако хорошее обеспечение питательными веществами в течение оставшейся части вегетационного периода способствовало развитию культуры.

Будущий урожай формируется во время цветения – в период с июля по август (Wein, 1980; Рябцев, Дерянова, Олешко, 2012). Во время цветения необходимо не допускать дефицита влаги, так как это приводит к серьезному снижению урожая (Rauf, 2008). К счастью, количество осадков в это время обычно выше, чем в другие периоды (Харламова, 2013).

Таким образом, хорошее снабжение питательными веществами могло оказать прямое положительное влияние на урожайность и косвенное – из-за повышения эффективности использования влаги во время цветения правильно развивающейся культуры.

Различие между урожайностью в 2013 г. и 2014 г. состоит в следующем. На всех делянках, на которых не производилась сплошная обработка почвы,

урожайность в 2014 г. была на 50% меньше по сравнению с предыдущим годом. Помимо погодных условий и преимущества запаса тепла в почве, при использовании технологии сплошной обработки решающее значение для такого результата имеет гораздо лучшая борьба с сорняками в этой технологии.

Применяемые меры химической защиты от сорняков были одинаковыми для всех опытных участков. В довсходовый период применялся глифосат. Уже появившиеся сорняки и падалица были уничтожены до посева культуры. Почва на участках, где осенью была проведена сплошная обработка, весной прогревается быстрее. Сорняки и семена предшественника прорастают быстрее. Благодаря лучшим условиям прорастания плотность всходов растений, которые впоследствии подвергаются действию глифосата, выше. Таким образом, эффективность применения глифосата на участках сплошной обработки почвы выше, чем на участках с полосовой, минимальной или нулевой обработкой. Дополнительное применение почвенных гербицидов может способствовать улучшению контроля над сорняками на участках с полосовой и минимальной обработкой почвы. Благодаря своему длительному действию даже после посева гербициды не допускают появления сорняков. В опытном хозяйстве «Партнер» почвенные гербициды обычно вносятся самоходным полевым опрыскивателем и далее дисковой бороной заделываются в почву на глубину 8 см. Гербицид смешивается с почвенной влагой и активируется. Данный метод доказал свою эффективность, особенно при регулярных засухах весной. Этот дорогой и времязатратный прием используется только для возделывания подсолнечника, где ожидаются высокая урожайность и прибыль. Эта мера не применялась на делянках с экстенсивной полосовой обработкой почвы, так как междурядное пространство было намеренно оставлено ненарушенным для предотвращения ветровой эрозии. Однако применение почвенных гербицидов возможно и в системах полосовой обработки почвы без сплошной поверхностной обработки почвы, сохраняя междурядное пространство свободным от сорняков. Одна из идей состоит в совмещении посева и внесения почвенных гербицидов. В этом случае отдельный технологический проход обработки почвы для борьбы с сорняками станет избыточным. При этом очень важным будет точность внесения гербицида в междурядье.

С увеличением глубины обработки почвы расход топлива увеличивался. Однако рост возникает нелинейный (рис. 26.14).

Расход топлива при наименьшей глубине обработки почвы независимо от скорости движения был наименьшим. В то время как рост расхода топлива по вариантам от наименьшей до второй наименьшей глубины обработки почвы составлял от 17 до 59 % (в зависимости от скорости движения), различия между вариантом со второй наименьшей и вариантами с большими глубинами обработки почвы были менее выраженными.

Наибольшее влияние на данные результаты оказали тип используемого трактора и форма сошника. Как показано на диаграмме, расход топлива сначала снижался даже при увеличении скорости движения.

Расход топлива минимален при оптимальной нагрузке двигателя трактора и его максимальном крутящем моменте. В зависимости от разной ширины захвата и разного сопротивления поверхности оптимальная нагрузка достигается на разных скоростях движения.

Рис. 26.14. Расход топлива на реализацию технологии полосовой обработки почвы, выраженный через требуемую силу тяги в зависимости от глубины обработки и рабочей скорости (Кожанов, 2014)

На диаграмме также видно, что при малой глубине обработки почвы запас мощности больше, поэтому для достижения оптимальной нагрузки на двигатель трактора и минимального расхода топлива скорость движения должна быть выше.

Геометрия сошника обусловливает тот факт, что при большей глубине обработки почвы требуется гораздо большая сила тяги. Удельное сопротивление сошника является результатом его площади, находящейся в почве, и особенностей его движения в почве. Вероятно, для трех больших глубин обработки почвы сопротивление довольно схоже.

Согласно полученным результатам, наименьшая глубина обработки почвы является лучшим решением с позиции измеряемого экономического фактора расхода топлива по сравнению с большими глубинами обработки почвы, проанализированными в рамках исследования.

Заключение

За два года проведения опытов на базе хозяйства в Полуямках не представилось возможным однозначно установить, является ли технология полосовой обработки почвы приемлемой альтернативой технологии сплошной обработки почвы для выращивания подсолнечника. Результаты других исследований полосовой обработки почвы показали профилактический эффект в отношении эрозии и деградации почвы (Reeder, 2009), а также сравнимую с вариантом сплошной обработки почвы урожайность не только на примере подсолнечника (Nowatzki, Endres, Dejong-Huges, Aakre, 2008). Урожайность культуры на варианте с полосовой обработкой почвы была выше, чем на варианте с прямым посевом и варианте со сплошной поверхностной обработкой почвы дисковой бороной осенью. Даже несмотря на тот факт, что урожайность при полосовой обработке почвы была ниже, чем при традиционной сплошной глубокой обработке, маржинальная прибыль может быть выше из-за более низких затрат на реализацию технологии полосовой обработки. К таким выводам привела экономическая оценка разных вариантов полевых опытов, касающихся снижения интенсивности обработки почвы на одной местности. Однако для таких высокорентабельных культур, как подсолнечник, необходимо уделять пристальное внимание качеству зерна, чтобы избежать больших потерь в урожайности.

В заданных почвенных и климатических условиях территории наиболее эффективным и прибыльным вариантом полосовой обработки почвы является вариант с рабочей глубиной 18 см и внесением больших доз удобрений (150 кг/га, аммофос). Этот вариант может быть использован для дальнейшей адаптации технологии полосовой обработки почвы.

При использовании одной и той же силы тяги технология полосовой обработки почвы по сравнению со сплошной обработкой почвы позволяет проводить более глубокое рыхление, стимулирующее развитие корневой системы. Конкуренцию сорных растений и падалицы можно контролировать путем применения почвенных гербицидов. В применяемом севообороте предшественник пропашной культуры должен быть раннеспелым. Оставшийся вегетационный период осенью можно использовать для профилактической борьбы с сорняками. Интенсивное боронование провоцирует всходы сорняков и остатков зерна после уборки прошлого года. Их можно эффективно контролировать с помощью внесения химических средств защиты растений (Grunwald, Meinel., Belyaev, 2017).

Переход к использованию технологии полосовой обработки почвы требует инвестиций в современные культиваторы для полосовой обработки. Последовательность рабочих органов очень важна для достижения приемлемых и сопоставимых результатов по урожайности. Требуются также

дополнительные затраты на удобрения и более интенсивную систему борьбы с сорняками, если эти меры ранее не применялись в хозяйстве. Общие затраты на технологию довольно высоки и должны компенсироваться за счет прибыли от урожая. Особенно во время перехода на новую технологию и связанной с ней экстенсификацию обработки почвы ожидается усиление конкуренции со стороны сорняков и падалицы, что требует принятия своевременных и эффективных контрмер. Если почвенные гербициды или иные меры селективной борьбы с сорняками недоступны, то следует проводить механическую шаровку междурядий. Для предотвращения больших потерь и тем самым риска перехода на полосовую обработку почвы данная мера является правомерной и оправданной даже с точки зрения экологии почвы.

Библиографический список

Baeumer K. Allgemeiner Pflanzenbau (General crop production). Stuttgart: Eugen Ulmer, 1992

Cuthfort H.W., McConkey B.G. Stubble height effects on microclimate, yield and water use efficiency of spring wheat grown in a semiarid climate on the Canadian prairies // Canadian Journal of Plant Science. № 77(3). 1997. P. 359–366.

Deubel A., Hofmann B., Orzessek D. Long-term effects of tillage on stratification and plant availability of phosphate and potassium in a loess Chernozem // Soil and Tillage Research. № 117. 2011. P. 85–92.

Dinkins C.P., McVay K. Nutrient management in no-till and minimum till systems. Montana State University Extension EB0182. Montana State University. Bozeman. 2008. URL: http://landresources.montana.edu/soilfertility/documents/PDF/pub/No-tillNutMgtEB0182.pdf (дата обращения: 06.02.2018).

Eule W. Das Problem der Neulandgewinnung in der Sowjetunion. Bonn, 1962.

Grunwald L.-C., Meinel T., Belyaev V.I. Improving efficiency of crop protection measures. A technical contribution for better weed control, less pesticide use and decreasing soil tillage intensity in dry farming regions exposed to wind erosion. 2017. Not yet published.

Havlin J.L., Kissel D.E., Maddux L.D., Claassen M.M., Long J.H. Crop Rotation and Tillage Effects on Soil Organic Carbon and Nitrogen // Soil Science Society of America Journal. № 54(2). 1989. P. 448–452.

Hermann W., Bauer B., Bischoff J. StripTill: Mit Streifen zum Erfolg (AgrarPraxis kompakt). Frankfurt am Main: DLG-Verlag,

Kutschera L., Lichtenegger E., Sobotik M. (2009) Wurzelatlas der Kulturpflanzen gemäßigter Gebiete mit Arten des Feldgemüsebaues. Band 7. Frankfurt am Main, 2012.

Larson W.E., Pierce F.J., Dowdy R.H. The Treat of Soil Erosion to Long-Term Crop Production // Science. № 219 (4584). 1983. P. 458–465.

LLG Sachsen-Anhalt (2017) Gülle-Strip-Till. Ergebnisse verschiedener Versuchsstandorte (Manure Strip Till. Results from different test sites). URL: https://llg.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/MLU/LLFG/Dokumente/03_service/broschueren/17_brosch_guelle-strip-till.pdf (дата обращения: 19.07.2017).

McConkey B.G., Stumborg M. Residue and Erosion // Masters Conservation Tillage Course – Referat. 17.09.2003. Hohhut, 2003.

Morrison Jr.J.E. Strip Tillage for "No-Till" Row Crop Production // American Society of agricultural engineers. № 18(3). 2002/ Pp. 277-284. URL: https://elibrary.asabe.org/azdez.asp?search=0&JID=3&AID=8593&CID=aeaj2002&v=18&i=3&T=2 (дата обращения: 19.07.2017).

Nowatzki J., Endres G., Dejong-Huges J., Aakre D. StripTill for Field crop production – Equipment – Production – Economics // NDSU Extension Service, AE – 1370, Fargo. 2008.

NSA – National Sunflower Association (ed.) (2017) Sunflower fertility. URL: http://www.canadasunflower.com/wp-content/uploads/2012/11/Fertility.pdf (дата обращения: 16.07.2017).

PAMI & SSCA (Hrsg.) (2000) Direct Seeding Manual. A Farming System for the new millennium. Saskatoon.

Proplanta (2017) Infothek Sonnenblume: Pflanzenbauliche Basisinformationen. URL: http://www.proplanta.de/Sonnenblume/Pflanzenbauliche-Basisinformationen-Sonnenblume_Pflanze1146030534.html (дата обращения: 16.07.2017).

Rauf S. Breeding sunflower (Helianthus annuus L.) for drought tolerance // Communications in Biometry Crop Science. 2008. № 3(1). P. 29–44.

Raven J.A., Handley L.L., Wollenweber B. (2004) Plant nutrition and water use efficiency // Backon M. (Hrsg.). Water use efficiency in plant biology. Oxford.

Reeder R.C. Erosion control equipment // McNulty P., Grace P.M. (eds.) Agricultural mechanization and automation. 2nd edn. Oxford: EOLSS Publishers, 2009. P. 193–218.

Simmons F.W., Nafziger E.D. Soil management and tillage // Illinois agronomy handbook/ 2012. URL: http://extension.cropsciences.illinois.edu/handbook/ (дата обращения: 16.07.2017).

Sommer C., Brandhuber R., Brunotte J., Buchner W. Vorsorge gegen Bodenschadverdichtung // BMVEL (Hrsg.) Gute fachliche Praxis zur Vorsorge gegen Bodenschadverdichtung und Bodenerosion. Bonn, 2002. P. 12–40.

Topagrar (ed.) (2011) Platzierte Düngung – Starthilfe für ihren Raps (Placed fertilization—jump start for your oilseed rape) // TopAgrar. № 8. P. 50–54.

Veihmeyer F.J., Hendrickson A.H. Soil density and root penetration // Soil Science. № 65(6). 1948. P. 487–494.

Wein N. Fünfundzwanzig Jahre Neuland // Geographische Rundschau. № (32/1). 1980. P. 32–38.

Zigon P., Mihelic R. Dostopnost hranil v odvisnosti od intenzitete obdelave tal // Novi izzivi v agronomiji 2015: zbornik simpozija. Laško. Slovenija. 29. in 31. January 2015. P. 49–55. ref.11.

Бараев А.И. Защита почвы от эрозии // А.И. Бараев/ Избранные труды в трех томах. Т. 2: 1963–1971. Алматы, 2008. С. 137–148.

Бородин С.Г., Бушнев А.С. Рекомендации по возделыванию подсолнечника в Алтайском крае / СибАгроЦентр. Рубцовск, 2011.

Каштанов А.Н. Защита почв от ветровой и водной эрозии. М. : Россельхозиздат, 1974. 207 с.

Мильков Ф.Н. Природные зоны СССР. 2-е изд., доп. и перераб. М. : Мысль, 1977. 293 с.

Рябцев В.И., Дерянова Е.Г., Олешко В.П. Возделывание подсолнечника в Алейско-Рубцовской степи Алтайского края // Достижения науки и техники АПК. 2012. №2.

Харламова Н.Ф. Климат Алтайского региона. Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 2013. 108 с.

Глава 27. Повышение эффективности мер защиты растений: технические решения по совершенствованию контроля над сорняками, уменьшению объемов использования пестицидов и снижению интенсивности обработки почвы в засушливых сельскохозяйственных регионах, подверженных ветровой эрозии

Л.-К. Грунвальд, В.И. Беляев, Т. Майнель

Аннотация. Расширение пахоты в сельском хозяйстве степных регионов земли с целью уменьшения эрозии и поддержания плодородия почвы в течение некоторого времени привело к более интенсивному использованию химических средств защиты растений. На сегодняшний день с помощью этого метода были достигнуты чистота полей и стабильные урожаи. Однако чрезмерное применение гербицидов приводит к повышению устойчивости сорняков и увеличению затрат. Применение глифосата в качестве эффективного и недорогого гербицида общего назначения очень распространено в сельскохозяйственных степях Америки, Евразии и Австралии. Однако его использование ограничено короткими периодами до посева и после сбора урожая из-за климатических условий в этих районах. Внесение на всю поверхность почвы эффективно, но также требует больших затрат на фоне обширных сельскохозяйственных угодий в этих регионах. Выборочное и целенаправленное применение к сорнякам без покрытия свободных участков поверхности почвы экономит продукт и время, одновременно снижая опасность сопротивлений в сельскохозяйственной экосистеме. Технический метод оптического отбора между сорняками, которые необходимо опрыскивать, и участками, которые не нужно обрабатывать, был разработан в течение нескольких лет в рамках исследовательского проекта Кулунды. Сильное уменьшение общего количества применяемого гербицида приводит к повышению производительности за счет сокращения времени простоя при заполнении и более высоких скоростей

движения в поле. Сэкономленные деньги реинвестируются в более качественных агентов и более высокую концентрацию. Это обещает больший успех обработки и меньшее развитие устойчивости. Таким образом, периоды химического пара представляют собой эффективный инструмент вместо механического черного пара летом, даже без обширного применения химических агентов в почве, что делает их адекватным средством борьбы с эрозией почвы и потерей воды.

Ключевые слова: способы обработки почвы, эрозия, химическая защита растений, глифосат, консервирующее земледелие, система точечного опрыскивания.

27.1. Взаимосвязь способов обработки почвы и химической защиты растений

Сохранение влаги, снижение деградации почв, накопление гумуса, контроль над сорняками, стабилизация и повышение урожайности – все это ключевые понятия дискуссии о возделывании сельскохозяйственных культур в засушливых регионах мира (Mathews, Cole, 1938; Бараев, 1967; Fr hauf, Meinel, Belajev, 2004; Lafond et al., 2006; Lindwall, Sonntag (editors) 2010). Основной смысл всех этих понятий сводится к повышению эффективности и устойчивости технологий обработки почвы.

В качестве ключевого инструмента по достижению вышеуказанных показателей в засушливых аграрных регионах по всему миру (с разной степенью результативности относительно времени и аспекта) проявила себя технология консервирующей почвообработки (Derpsch et al., 2010). Эрозионная деградация почв и процесс разложения гумуса, а также потери почвенной влаги в результате эвапотранспирации, приводящие к дефициту влаги и, как следствие, – к снижению урожайности, могут быть замедлены при помощи использования щадящих технологий обработки почвы (McConkey et al., 2003; Suleimenov et al., 2012). Однако при этом в результате снижения уровня минерализации и степени высвобождения питательных веществ микроорганизмами щадящая обработка почвы приводит к недостатку доступных для растений питательных веществ (Doran, 1980; Dinkins, McVay, 2014). Дефицит питательных веществ может компенсироваться внесением дополнительных удобрений и включением в севооборот новых культур (например, бобовых), накапливающих и фиксирующих в почве питательные вещества. Активное внесение удобрений ускоряет и стабилизирует переход от интенсивного земледелия к устойчивой системе консервирующей обработки почвы (Johnston, 2002).

Борьба с сорняками является еще одним важным фактором, который следует учитывать при использовании способов консервирующей обработки почвы. Многократная механическая обработка почвы эффективно подавляет распространение сорняков, что обеспечивает лучшие условия для развития сельскохозяйственных культур благодаря снижению конкуренции со стороны сорняков. При сокращении интенсивности обработки почвы конкуренция сорняков значительно возрастает, если не применяются иные меры борьбы с ними (Derksen et al., 1993; Friedrich, 2005; Blackshaw et al., 1994).

Изучение развития способов рационального землепользования в промышленно развитых, аграрных степных районах в течение последних трех десятилетий показывает, что сокращение обработки почвы приводит к необходимости увеличения использования гербицидов. На рисунке 27.1 показано увеличение объемов применения гербицидов в Канаде. Особенно возросло применение гербицидов сплошного действия. С момента своего первого коммерческого внедрения в 1970-х гг. глифосат в настоящее время применяется по всему миру. Как самый важный гербицид он стал самым распространенным (Duke, Powles, 2008).

С момента успешного выведения генетически модифицированных культур, устойчивых к глифосату, объемы его применения увеличились еще больше, и сегодня в США он используется в 15 раз больше, чем в 1996 г.

Рис. 27.1. Объемы использования гербицидов в Канаде в 1990–2012 гг. с указанием относительной разницы по отношению к предыдущему году (FAO (ed), 2009)

Две трети всего объема глифосата, использованного в США с 1974 г. по 2014 г., были внесены за последние 10 лет (Benbrook, 2016)

27.2. Глифосат как важный фактор в системе консервирующего земледелия

Гербициды сплошного действия являются эффективной мерой химической борьбы с сорняками. Сорные растения, а также самосевные всходы прошлогодней культуры (так называемая падалица) уничтожаются при внесении гербицида. Будучи неселективными, гербициды сплошного действия по посевам обычно не используются (Duke, Powles, 2008). В связи с этим время их внесения ограничено периодом между уборкой урожая предыдущей культуры и посевом следующей культуры. Внесение гербицидов сплошного действия в сравнении с гербицидами, которые направлены только против конкретных видов растений, недорого и быстродейственно.

Гербициды (сплошного действия) вносятся с целью снижения конкуренции сорняков для возделываемой культуры. В системах прямого и мульчирующего посева внесение глифосата эквивалентно механической обработке взошедших сорных растений и культуры предыдущего года (падалицы). Отношение к использованию гербицидов неоднозначное. В системе прямого посева применение глифосата часто является единственной эффективной мерой контроля над сорняками. Традиционно глифосат вносится полевым опрыскивателем, имеющим штанги определенной ширины. Во время движения орудия глифосат распределяется по всей поверхности поля с помощью форсунок, установленных на штангах опрыскивателя. Концентрация гербицида в смеси обычно регулируется путем смешивания химикатов с соответствующим количеством воды в баке полевого опрыскивателя. Расход может быть разным и регулируется опрыскивателем. В современных полевых опрыскивателях дозировка устанавливается с помощью электронного управления в зависимости от скорости движения опрыскивателя.

Применение глифосата является важным приемом по борьбе с сорняками на обширных полях аграрных степных регионов, которые особенно подвержены ветровой и водной эрозии. Сельскохозяйственные предприятия в борьбе с сорняками часто объединяются и обрабатывают тысячи гектаров земли совместно, т.е. значительная часть площадей должна быть обработана в течение короткого времени и при благоприятных погодных условиях. Эффективный и недорогой способ борьбы с сорняками – это механическая обработка почвы со всеми известными негативными последствиями ненадлежащего землепользования, которые описаны выше. В этой связи применение глифосата является важным инструментом для повышения монетарной эффективности и сохранения почв.

Для территории Евразийской степи в Западной Сибири и Северном Казахстане характерен континентальный климат с суровыми зимами и коротким вегетационным периодом (Lydolph, 1990; Müller et al., 2016). По этой причине здесь в настоящее время по-прежнему возделываются в основном яровые культуры Grunwald et al., 2016). Период между окончанием заморозков и посевом яровых культур короткий. Сорняки и культуры прорастают почти одновременно, что создает сильную конкуренцию между данными группами растений. С помощью масштабной и высокоэффективной борьбы с сорняками конкуренцию можно максимально ослабить, а также оптимизировать сроки посева, перенося их на более поздний, но максимально допустимый срок. Это делается для фактически полного прорастания семян сорняков и падалицы и возможности их последующей обработки. В традиционных системах земледелия функцию борьбы с сорняками выполняет интенсивная обработка почвы, а в системах щадящей обработки почвы и прямого посева этот контроль над сорняками реализуется через применение гербицидов сплошного действия.

Плотность случайных всходов предшественника и сорняков во время посева обычно низкая (рис. 27.2). Разные виды сорняков прорастают в разное время. Прорастание семян стимулируется повышением температуры почвы и светом, поэтому разные виды всходят и растут весной только в определенное время и при определенных условиях. Просо обыкновенное (Panicum miliaceum) и всходы культуры предыдущего года (Triticum aestivum, Hordeum vulgare, Avena nuda и др.) часто являются первыми проблемными видами растений на полях. Погода часто продолжительное время остается прохладной. Всхожесть семян замедляется. Когда погода становится более благоприятной, семена сорняков и падалицы начинают быстро прорастать. Однако в это время также необходимо проводить посев семян культуры текущего полевого сезона. В условиях необходимости использования посевных машин, а также орудий для борьбы с сорняками (борон или полевых опрыскивателей) ограниченной площади (степени) покрытия[1] дефицит времени увеличивается. Соответственно, в условиях большой нехватки времени и больших посевных площадей единственной возможностью является проведение почвообработки и посева в четко установленные сроки. Плотность всходов сорняков и падалицы низкая. Почва обычно сухая, тень от посевов подавляет сорняки вплоть до уборки урожая. Семена сорняков и остатки зерен убран-

[1] Площадь (степень) покрытия определяется скоростью движения и шириной орудия. Орудия механической обработки почвы всегда меньше, чем опрыскиватели, так как они требуют более высокой силы тяги. Для орудия механической обработки почвы на глубину 6 см при ширине 12 м требуется мощность 350–450 л.с., для опрыскивателя с рабочей шириной 24 м при рабочей скорости 12 км/ч – мощность 150–200 л.с.

Рис. 27.2. Низкая плотность всходов сорняков перед посевными работами, конец мая 2015 г., Смоленский район, Алтайский край (Грунвальд, 2015)

ной прошлогодней культуры прорастают на засушливых территориях очень медленно. Обычно период между уборкой урожая и началом зимы в регионах с континентальным климатом короткий, поэтому прорасти успевает только часть таких семян.

Несмотря на то, что сплошное поверхностное внесение гербицидов сплошного действия является очень эффективным и недорогим по сравнению с селективными препаратами, коэффициент эффективности очень низкий, если судить по площади обработанных листьев растений относительно общей площади внесения. В этом остается потенциал для экономии и повышения эффективности.

В отличие от законодательства России и Казахстана в Канаде модифицированные версии гербицида глифосат официально разрешены для применения на генетически модифицированных (устойчивых к глифосату) культурах (Uhlmann, 2003; Russland verbietet Anbau…, 2016). Климатические условия канадских прерий схожи с климатом степных регионов Евразии. В целях повышения урожайности и снижения затрат ГМ-культуры (генетически модифицированные растения) в прериях Канады выращиваются практически повсеместно (Baylis, 2000; Buiatti, Christou, Pastore, 2013). Ввиду генетической модификации устойчивость культур к определенным компонентам гербицидов сплошного действия позволяет применять такие гербициды даже по всходам культуры. Таким образом, пиковая нагрузка выполнения технологических операций значительно снижается, а рабочие циклы технологического процесса более удачно распределяются в графике работ. Из-за нехватки работников в крупных фермерских хозяйствах, управляемых преимущественно одной семьей, каждый час работы в пиковое время имеет большое значение. Доступная для растений влага в канадских степях ограничена, а механическая обработка почвы обходится дорого.

Эффективная и недорогая защита растений также является главной темой в используемых системах землепользования в евразийском регионе и австралийских степях. Площади фермерских хозяйств, особенно в западной Австралии, в среднем в два раза больше, чем в прериях канадской провинции Саскачеван (Variations in farm…, 2017; 2011 – Farm and Farm Operator

Data, 2016)[2], а количество работников также ограничено. Уровень потенциального испарения значительно выше из-за более высокой солнечной радиации, что делает доступную для растений влагу фактором, ограничивающим урожайность. Химические средства борьбы с сорняками являются основным инструментом защиты растений. Для сохранения почвы и повышения прибыльности фермеры часто переходят от системы интенсивной обработки почвы на систему прямого посева. В Австралии сплошное внесение гербицидов сплошного действия является самым главным способом борьбы с сорняками, особенно в системах нулевой и минимальной обработки почвы. Однако часто из-за очень низкой плотности всходов сорняков и падалицы коэффициент эффективности сплошного внесения гербицидов обычно очень низкий, если судить по фактической площади листьев, обработанных глифосатом.

27.3. Регулярное использование гербицидов сплошного действия и новые вызовы

Вопрос о регулярном поступлении глифосата в систему «почва – почвенная влага – растение» критически обсуждается уже довольно продолжительное время. Существует предположение, что при взаимодействии с глифосатом или употреблении продуктов питания, ранее контактировавших с ним, глифосат и его метаболиты могут вызвать рак, хотя Федеральный институт оценки рисков (BfR) Германии в своем заявлении от 23 марта 2015 г. классифицировал глифосат как неканцерогенный препарат (Löst Glyphosat Krebs aus, 2015). Озабоченность также вызывает возможное накопление глифосата в токсичных концентрациях в грудном молоке и, таким образом, поступление глифосата в пищу младенцев. В этой ситуации видится очевидное сходство с проблематичным распространением гербицида ДДТ в 1960-х гг. По этим же причинам в Европе интенсивно обсуждается необходимость ограничения использования глифосата – самого распространённого элемента в гербицидах сплошного действия. Однако данное опасение не нашло подтверждения в исследованиях Федерального института оценки рисков (BfR -Studie bestätigt…, 2016).

Применение глифосата является предметом дискуссий не только в Европе. Постоянно возрастающая интенсивность применения гербицидов, особенно на фоне отрицательного водного баланса, критически рассматривается относительно их применения в сельскохозяйственных регионах сухих степей Северной Америки, Австралии и Евразии.

---

[2] Средняя площадь сельхозугодий фермерского хозяйства в Западной Австралии – 1200 га; Средняя площадь сельхозугодий фермерского хозяйства в провинции Саскачеван (Канада) – 675 га (2011 г.).

Рис. 27.3. Всходы падалицы генетически модифицированной кукурузы (предшественника) на поле генетически модифицированной сои. Регион Су-Сити, Айова, США (Грунвальд, 2016)

Накопление остатков гербицидов в почве в настоящее время изучается в недостаточной степени. В большинстве регионов из-за засушливых условий в летний период и малого количества годовых осадков вертикальное движение влаги ограничено верхним слоем почвы глубиной максимально 2 м. Растворение и выщелачивание происходят лишь в редких случаях. Следовательно, гербициды подвижны в почвенном растворе только в верхних слоях почвы. Результаты исследований показывают связь между активностью бентоса (особенно микробентоса), ростом корней возделываемых культур и их устойчивостью к заболеваниям. Прослеживается связь между чрезмерным применением глифосата, ослаблением устойчивости и замедлением роста корней сельскохозяйственных культур. В первом случае это означает повышенную подверженность культуры заболеваниям. Во втором случае это приводит к недостатку влаги для растений, особенно в засушливых сельскохозяйственных регионах (Johal, Huber, 2009; Fernandez et al., 2009; Bott, 2010).

Устойчивость сорняков к глифосату постепенно возрастает. Известно, что в настоящее время эта проблема существует в хозяйствах Австралии, Северной и Южной Америки, для которых характерны использование большой доли генетически модифицированных сортов и интенсивное регулярное применение гербицидов сплошного действия. Данная проблема становится все более актуальной (Powles, 1998). В этих регионах также трудно контролировать всходы растений предыдущего урожая (предшественника) из-за их устойчивости к глифосату (см. рис. 27.3). Генетическая модификация культур с целью повышения их устойчивости к глифосату приводит к необходимости использования больших доз глифосата. Из-за упрощенной и эффективной борьбы с сорняками севооборот очень узкий, а иногда в нем представлена всего одна или две культуры. Соя и кукуруза выращиваются в основном на корм скоту, их производство в чрезмерно оптимизированных сельскохозяйственных системах дешевое. Регулярное применение глифосата чрезвычайно повысило генетическую устойчивость сорняков к глифосату, с которыми зачастую можно бороться только с помощью специальных дорогостоящих средств (Hugh, 2011).

Устойчивость к глифосату повышается даже в Европе, а резистентные сорные растения (например, лисохвост мышехвостниковидный (Alopecurus myosuroides Huds)) в системах минимальной обработки почвы распространяются все больше. Даже у обычных сельскохозяйственных культур непреднамеренно развивается устойчивость к глифосату, что является результатом его чрезмерного использования в очень узком севообороте без проведения каких-либо дополнительных мероприятий (Powles, 2008).

По сравнению с Европой, Австралией и Америкой применение гербицидов в крупных аграрных регионах Сибири и Казахстана находится все еще на самой ранней стадии. Однако объемы внесения гербицидов ежегодно увеличиваются. Урожайность в настоящее время низкая и зависит от ежегодно меняющихся погодных условий. Экономическая ситуация стран данных регионов и меняющиеся мировые цены на сельскохозяйственные культуры вынуждают фермерские хозяйства работать в жестких финансовых условиях. Чтобы сократить время простоя для дозаправки бака опрыскивателей и снизить затраты на средства защиты растений, баковые смеси часто имеют очень низкую концентрацию гербицидов.

Низкие концентрации гербицида крайне непродуктивны в среднесрочной перспективе. Обработка посевов слишком малыми дозами гербицидов инициирует естественный отбор растений. Более крупные, жизнеспособные растения обычно выживают после такой обработки, что резко повышает вероятность генных мутаций и развития устойчивости сорняков к гербицидам.

27.4. Технические возможности для повышения эффективности использования гербицидов сплошного действия

Как было отмечено выше, плотность популяции сорняков и падалицы на момент обработки гербицидами сплошного действия очень низкая. При сплошном внесении очень высока вероятность поражения всех растений, независимо от их размера и стадии развития. Однако эффективность, измеряемая по отношению к фактической обработанной площади сорняков, на фоне общей низкой плотности сорняков очень низкая. Следовательно, сельскохозяйственные системы растрачивают большое количество средств, являющихся прямым показателем эффективности. Основной задачей применения гербицидов является достижение максимальной временной и пространственной точности внесения. Технические решения уже несколько лет испытывают в разных сельскохозяйственных системах, находящихся в разных частях мира. Новые технологии, такие как фотосенсоры и высокопроизводительные мобильные системы управления, становятся инструментами для совершенствования полевых опрыскивателей.

Рис. 27.4. Низкая плотность сорных растений при сплошном довсходовом внесении гербицидов сплошного действия как предпосылка неэффективного использования гербицида (Майнель, 2015)

Рис. 27.5. Система точечного опрыскивания установлена на жесткую конструкцию (Западная Австралия). Простая и прочная конструкция полевого опрыскивателя с эффективной технологией внесения глифосата (URL:https://i.ytimg.com/vi/-G_Y2APcK5Ao/ hqdefault.jpg)

Точечное опрыскивание – это инновационная технология внесения гербицидов точно на листья растений. Пофорсуночное включение позволяет экономить значительное количество внесенного действующего вещества относительно общей площади поля. Расход действующего вещества на единицу площади резко снижается. Сокращается также время из-за отсутствия простоев, например, для дозаправки бака. Таким образом, площадь, обработанная за одно и то же количество рабочих часов, увеличивается. Несмотря на большие посевные площади, сроки обработки гербицидами благодаря более быстрой и своевременной работе оптимизируются. При этом возможности для повышения эффективности внесения средств защиты еще сохраняются.

Опрыскивание в ночное и раннеутреннее время гораздо более благоприятно из-за более высокой влажности над поверхностью почвы и меньшей скорости ветра (Adkins et al., 1998). Поражение поверхности листьев происходит более равномерно. В условиях более высокой влажности и меньшего количества пыли риск скатывания капель снижается благодаря меньшему поверхностному натяжению. Более слабый ветер уменьшает отклонение вносимой смеси и обеспечит более точное покрытие (Elliot, Wilson, 1983). Штанги полевого опрыскивателя могут быть установлены на большой высоте над культурой, что исключает повреждение растений и повышенный износ техники. Экономия за счет использования меньшего количества гербицидов может быть реинвестирована в более дорогие гербициды и в более высокую концентрацию веществ в баковой смеси. Риск формирования устойчивости к гербицидам может быть минимизирован путем использова-

ния более концентрированных доз гербицидов, полученных за счет снижения расхода гербицидов на единицу площади.

Инвестиции в такие технологии могут способствовать предприятиям быстрее и с меньшими финансовыми рисками перейти на системы обработки почвы, способствующие снижению эрозии, экономии влаги и стабилизации урожайности.

В последние несколько лет эта технология используется в промышленных масштабах, в частности, в засушливых сельскохозяйственных (степных) регионах. Светочувствительные датчики, блок управления и система распыления первоначально устанавливались на жесткие базовые штанги. Емкости с баковой смесью и насосная система соединены со штангой, которая провозится по полю. Преимуществами таких жестких полевых конструкций являются их простота, низкая себестоимость, а также плавный ход штанги по поверхности поля. Использование полевых орудий с системой точечного опрыскивания в южных сельскохозяйственных регионах Австралии обеспечило экономию расходов. Благодаря уменьшающему эффекту точечного опрыскивания обычную норму расхода 50–60 л/га стало возможным увеличить до 100 л/га.

Рис. 27.6. Схема принципа работы системы точечного опрыскивания: датчик и форсунка, установленные на штангу традиционного полевого опрыскивателя (Амазоненверке, 2015)

Рис. 27.7. Система точечного опрыскивания, установленная на традиционном полевом опрыскивателе, в режиме работы оптических датчиков для определения сорняков в ночное время. Опытное хозяйство «Партнер», Алтайский край (Грунвальд, 2014)

С использованием системы точечного опрыскивания стало возможным обработать площадь 500 га при средней рабочей скорости 22 км/ч с выработкой полного бака баковой смеси объемом 5000 л, т.е. с нормой внесения 100 л/га баковой смеси такой же концентрации, как и при сплошном

внесении. При использовании точечного опрыскивания площадь обработки увеличилась в десять раз по отношению к расходу при сплошном внесении. В результате эффективность применения гербицидов, по оценкам самих фермеров, значительно повысилась. Экономия затрат на химикаты составила в среднем от 85 до 90 % (максимальный показатель экономии 92 %) (Maitland, 2012). Довсходовое сплошное опрыскивание глифосатом и другими добавками с нормой расхода 1,5 л/га обойдется в 14,5 $. Благодаря экономии средств от применения системы точечного опрыскивания в одном фермерском хозяйстве норма внесения химикатов была увеличена до 4,6 л/га.

Затраты на химикаты при использовании системы сплошного опрыскивания составят 18,65 $/га. Экономия от использования точечного опрыскивания вместо сплошного для трехкратной обработки площади 7800 га в течение одного полевого сезона (на химическом раннем паре) составит 304 000 $ (Maitland, 2012). Эта экономия происходит за счет значительного снижения объемов применяемых химикатов на один гектар.

Основным техническим недостатком таких полевых орудий является их единственное назначение – точечное внесение гербицидов сплошного действия. Для многократной обработки культур гербицидами, фунгицидами и инсектицидами необходимо использовать традиционные полевые опрыскиватели для сплошного опрыскивания, что означает необходимость приобретения и обслуживания двух систем опрыскивателей в одном хозяйстве.

Интеграция обоих видов (систем) опрыскивания – сплошного и точечного – на одном орудии резко повышает ее универсальность и одновременно снижает затраты. В этом случае будет достаточным наличие только одного полевого опрыскивателя. Исследователи проекта «Кулунда» в сотрудничестве с немецким производителем сельскохозяйственной техники разработали и испытали такую систему в опытном хозяйстве Алтайского края (Западная Сибирь). Система точечного опрыскивания была установлена на современном обычном полевом опрыскивателе (рис. 27.7). Опрыскиватель имеет отличное управление штангой и систему дозировки внесения в зависимости от скорости, что является техническим требованием для точного опрыскивания. Имея 27000 га посевных площадей, хозяйство использует данную систему для традиционной довсходовой борьбы с сорняками и химической обработки раннего пара (пара в летний период). За полевой сезон 2014/2015 гг. экономия затрат достигала 80% по сравнению с затратами при использовании традиционной (сплошной) системы внесения. Средняя экономия затрат составила около 65 %. Скорость движения – 12–15 км/ч, что при использовании системы сплошного опрыскивания возможно только при оснащении специальной системой форсунок для высокоскоростной обработки (Excursus). Система точечного распыления с ее датчиками и системой управления может использоваться на скоростях до 25 км/ч. Однако при

выборе скорости необходимо принимать во внимание точность внесения баковой смеси и потенциальный износ техники. Погодные условия (ветер, влажность) и состояние поверхности поля часто ограничивают эффективное опрыскивание на высоких скоростях.

27.5. Подготовка паров в системе интенсивного земледелия для возделывания пропашных культур – необязательно в ущерб почве

На 9000 га своих посевных площадей опытное хозяйство «Партнер» (Алтайский край) выращивает подсолнечник, который используется для производства подсолнечного масла и иного пищевого производства. Подсолнечник является одной из наиболее прибыльных и, следовательно, самых важных культур для данного хозяйства, как и для многих других хозяйств Сибири и Северного Казахстана. Подсолнечник очень требователен к наличию питательных веществ. Он выращивается в длинных (5–7-летних) севооборотах, поскольку с урожаем он выносит из почвы большое количество питательных веществ (Kazakhstan. Technical Assistance…, 2009; Телеуов, Никишов, Даулеталиева, 2011).

За год до посева подсолнечника поле часто оставляют под паром. Зачастую это чистый (черный) пар. При этом хорошо известны соответствующие последствия этого приема для почвы – ее подверженность ветровой и водной эрозии, а также большие издержки на проведение вспашки почвы (Grunwald L.-C. et al., 2015). Химический (ранний) пар в этом случае является эффективной альтернативой и с позиции сохранения почвы.

Рис. 27.8. Химический (ранний) пар после применения точечного опрыскивания как эффективной меры по борьбе с сорняками при минимальных материальных затратах со своими финансовыми и агроэкологическими преимуществами. Опытное хозяйство «Партнер», Алтайский край (Грунвальд, 2014)

В течение пяти лет системы земледелия апробировались в рамках полевых экспериментов на базе опытного хозяйства семьи Кожановых «Партнер» в Полуямках. Согласно результатам опыта снижение урожайности при применении химического раннего пара перед посевом яровой пшеницы по сравнению с чистым (черным) паром зафиксировано не было. За счет использования системы точечного опрыскивания опытное хозяйство «Партнер» смогло значительно

увеличить долю химического пара в структуре площадей без использования чрезмерных объемов гербицидов и исключить их попадание в экосистему. Доля чистого (черного) пара перед посевом подсолнечника относительно химического пара была сокращена на 90 % (Kozhanov, 2016). Таким образом, конкуренция со стороны сорняков была значительно снижена, а урожайность культуры смогла стабилизироваться. Отказ от чистого (черного) пара способствует большему сохранению влаги. Интенсивность испарения снижается за счет тени от сухих побегов сорняков и культуры-предшественника. При использовании химического пара органический материал остается на поверхности почвы в течение зимних месяцев, что благоприятно сказывается на ее влажности. Снег задерживается в органических остатках на поле и не сдувается ветром. Вода от тающего снега просачивается в почву и сохраняется в виде доступной для растений влаги. Отказ от механической обработки почвы снижает темпы минерализации гумуса (Kozhanov, 2016; Fileccia, 2009).

В настоящее время прототип системы точечного опрыскивания, установленный на прицепном полевом опрыскивателе, продолжает эксплуатироваться в хозяйстве. Установку такой системы можно рекомендовать и на самоходные полевые опрыскиватели. Самоходные опрыскиватели быстрее, мобильнее и точнее, потому что благодаря лучшему шасси и лучшему рычажному соединению осей со штангами управление штангами намного точнее. Точность остается высокой даже при высокой скорости движения. Перемещение техники с одного поля на другое также может осуществляться гораздо быстрее. Современные самоходные опрыскиватели имеют очень высокий дорожный просвет. Такие опрыскиватели также можно использовать на высоких культурах, таких как кукуруза и подсолнечник, без нанесения им вреда. Их универсальность намного выше, чем у прицепных орудий, у которых высота оси обычно меньше метра, что затрудняет проход по высоким культурам. Кроме того, некоторые современные самоходные опрыскиватели оснащены гидравлической системой регулировки ширины колеи, что позволяет точно адаптировать технику к ширине междурядий культуры. Степень повреждений растений при прохождении поля опрыскивателем при этом значительно снижается.

Система точечного опрыскивания ориентирована на обнаружение зеленых листьев на поверхности и поэтому не подходит для послевсходовой борьбы с сорняками. Инновационная технология управления каждой форсункой в отдельности позволяет учитывать и корректировать ветровой снос и локально обнаруживать очаги сорных растений. Данные опции позволят сделать довсходовую борьбу с сорняками еще больше точной и более экономически эффективной. Система была апробирована в рамках научного проекта «Кулунда»[3]. Ее техническая реализация была осуществлена компа-

[3] www.kulunda.eu

нией «Амазоненверке ГмбХ и Ко. КГ» (Amazonenwerke GmbH & Co. KG). Эта инновационная разработка была отмечена серебряной медалью Немецкого сельскохозяйственного общества[4] на крупнейшей в мире выставке сельскохозяйственной техники «Агритехника» в 2015 г. (Amazone, 2015).

Библиографический список

2011 – Farm and Farm Operator Data // Statistics Canada (Hrsg.). 2016. URL: http://www.statcan.gc.ca/pub/95-640-x/2011001/p1/p1-01-eng.html (дата обращения: 21.01.2017).

Adkins S., Tanpipat S., Swarbrick J., Boersma M. Influence of environmental factors on glyphosate efficacy when applied to Avena fatua or Urochloa panichoides // Weed Research. 1998.Vol. 38. № 2. S. 129–138. URL: http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-3180.1998.00083.x/abstract (дата обращения: 05.08.2015).

Amazone. Innovationen von Amazone. Agritechnica-Silbermedaille 2015 für AmaSpot [Agritechnica silver medal 2015 for AmaSpot]. URL: http://amazone.de/105.asp (дата обращения: 06.02.2018).

Baylis A.D. Why glyphosate is a global herbicide: strengths, weaknesses and prospects // Pest Management Science. 2000. Vol. 56. Issue 4. P. 299–308. URL: http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/(SICI)1526-4998(200004)56:4%3C299::AID-PS144%3E3.0.CO;2-K/abstract) (дата обращения: 21.01.2017).

Benbrook C.M. Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally // Environmental Science Europe. 2016. № 28(3). URL: https://doi.org/10.1186/s12302-016-0070-0.

BfR-Studie bestätigt: Kein Glyphosat in der Muttermilch nachweisbar // BfR (Hrsg.). Pressemitteilung 08/2016 des BfR vom 11.02.2016. URL: http://www.bfr.bund.de/de/presseinformation/2016/08/bfr_studie_bestaetigt__kein_glyphosat_in_muttermilch_nachweisbar-196563.html (дата обращения: 21.01.2017).

Blackshaw R.E., Larney F.O., Lindwall W.C., Kozub G.C. Crop Rotation and Tillage Effects on Weed Populations on the Semi-Arid Canadian Prairies // Weed Technology. 1994. №8(2). P. 231–237.

Bott S. Rhizosphere processes as determinants for glyphosate damage of non-target plants. Diss. Stuttgart-Hohenheim: Universität Stuttgart-Hohenheim/ 2010. URL: http://opus.uni-hohenheim.de/ volltexte/2011/606/pdf/Dissertation_S._Bott_UH2010.pdf) (дата обращения: 05.08.2015).

Buiatti M., Christou P., Pastore G. The application of GMOs in agriculture and in food production for a better nutrition: two different scientific points of view //

[4] Немецкое сельскохозяйственное общество (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft, DLG).

Genes and Nutrition. 2013. Vol. 8. № 3. S. 255–270.

Derksen D.A., Lafond G.P., Thomas A.G., Loeppky H.A., Swanton C.J. Impact of Agronomic practise on weed Communities: Tillage systems // Weed Science. 1993. № 41. S. 409–417.

Derpsch R., Freidrich T., Kassam A., Hongwen L. Current status of adoption of no-till farming in the world and some of its main benefits // International Journal for Agriculture and Biological Engineering. 2010. № 3(1). P. 1–24.

Dinkins C.P, McVay K. Nutrient Management in No-Till and Minimum Till Systems // Montana State University Extension 2014. URL: http://landresources.montana.edu/soilfertility/ documents/PDF/pub/No-tillNutMgtEB0182.pdf) (дата обращения: 21.01.2017).

Doran J.W. Soil Microbial and Biochemical Changes Associated with Reduced Tillage // Soil Science Society of America Journal. 1980. № 44(4). S. 765–771.

Duke S.O., Powles S.B. (2008) Glyphosate: a once-in-a-century herbicide // Pest Management Science. № 64. S. 319-325. URL: onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ps.1518/abstract (дата обращения: 21.01.2017).

Elliot J.G., Wilson B.J. The influence of weather on the efficiency and safety of pesticide application: the drift of herbicides. Croydon. 1983.

FAO (ed) Kazakhstan: technical assistance to the sunflower seed sector. Report Series. 2009. № 14. Sept 2009. URL: http://www.fao.org/docrep/012/k6392e/k6392e.pdf (дата обращения: 06.02.2018).

Fernandez M.R., Zentner R.P., Basnyat P., Gehl D., Selles F., Huber D. Glyphosate associations with cereal diseases caused by Fusarium spp. in the Canadian Prairies // European Journal of Agronomy. 2009. Vol. 31. № 3. P.133–143.

Fileccia T. Importance of zero-tillage with high stubble to trap snow and increase wheat yields in Northern Kazakhstan. Rome, 2009.

Friedrich T. Does No-Till Farming require more herbicides? // Outlooks in pest management. 2005. №16(4). P. 145–192.

Frühauf M., Meinel T., Belajev V. Ecological consequences of steppe conversion to arable land in west Siberia // Europa Regional. 2004. № 12(1). P. 13–21.

Grunwald L.-C., Belyaev V.I., Hamann M., Illiger P., Stephan E., Bischoff N., Rudev N.V., Kozhanov N.A., Schmidt G., Frühauf M., Meinel T. Modern Cropping Systems and Technologies for Soil Conservation in Siberian Agriculture // Müller L., Sheudshen A.K., Eulenstein F. (Editors) Novel Methods for Monitoring and Managing Land and Water Resources in Siberia. Cham, Heidelberg, New York, Dordrecht, London, 2016 P. 681–715.

Grunwald L.-C., Meinel T., Belyaev V.I., Frühauf M. Effekte der Schwarzbrache in verschiedenen Trockenfeldbauregionen der GUS // Hallesches Jahrbuch der Geowissenschaften. 2015. №37. S. 163–193. URL: http://public.bibliothek.uni-halle.de/index.php/hjg/article/download/1551/1684 (дата обращения: 05.12.2015).

Hugh B.J. Herbicide-resistant weed management: focus on glyphosate // Pest

Management Science. №67. 2011. S. 1037-1048. URL: http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ps.2195/epdf?r3_referer=wol&tracking_action=preview_click&show_checkout=1&purchase_referrer=onlinelibrary.wiley.com&purchase_site_license=LICENSE_DENIED_NO_CUSTOMER (дата обращения: 05.08.2015).

Johal G.S., Huber D.M. Glyphosate effects on diseases of plants // European Journal of Agronomy. 2009. Vol. 31. № 3. S. 144-152. URL: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.664.5868&rep=rep1&type=pdf (дата обращения: 05.08.2015).

Johnston A.M. Fertility Issues and Long-Term No-till // Direct Seeding advantage 2002 – Reduced tillage linkages. URL:http://reducedtillage.ca/docs/Fertility_issues_in_long_term_no-till.pdf (дата обращения: 21.01.2017).

Kazakhstan. Technical Assistance to the Sunflower Seed Sector (2009) // FAO [Hrsg.]. Report Series. № 14. September 2009. URL: http://www.fao.org/docrep/012/k6392e/k6392e.pdf) (дата обращения: 05.08.2015).

Kozhanov S.A. Mündliches Gesprächsprotokoll zum Einsatz der Spot – Spraying – Technologie auf dem Betrieb PARTNER im Altay Kray. Polujamk, 2016.

Lafond G.P., May W.E., Stevenson F.C., Derksen D.A. Effects of tillage systems and rotations on crop production for thin Black Chernozem in the Canadian Prairies // Soil and Tillage Research. 2006. № 89. P. 232–245.

Lindwall W.C., Sonntag B. (editors) Landscapes transformed: The history of conservation Tillage and Direct seeding. 2010. URL: https://www.gwct.org.uk/media/841599/Landscapes-Transformed-The-History-of-Conservation-Tillage-and-Direct-Seeding.pdf) (дата обращения: 21.01.2017).

Löst Glyphosat Krebs aus? // BfR (Hrsg.). Mitteilung 07/2015 des BfR vom 23.03.2015. (http://www.bfr.bund.de/cm/343/loest-glyphosat-krebs-aus.pdf) (дата обращения: 21.01.2017).

Lydolph P.E. Geography of the U.S.S.R. Elkhart Lake. 1990.

Maitland K. Selective spray units help war on weeds // SANTFA The Cutting edge Spring 2012. S. 292–295. URL: http://www.santfa.com.au/wp-content/uploads/Santfa-TCE-Spring-12-Selective-spray-units-help-war-on-weeds.pdf) (дата обращения: 05.08.2015).

Mathews O.R., Cole J.S. Special Dry Farming Problems // United States Department of Agriculture yearbook 1938 (Hrsg.). Washington D.C. S. 679–693. URL: https://naldc.nal.usda.gov/ download/IND50000140/PDF.

McConkey B.G., Liang B.C., Campbell C.A., Curtin D., Moulin A., Brandt S.A., Lafond G.P. Crop Rotation and tillage impact on carbon sequestration in Canadian Prairie soils // Soil and Tillage Research. № 74. 2003. P. 81–90.

Müller L., Sheudshen A.K., Syso A., Barsukov P., Smolentseva E.N., Khodzher T., Sychev V.G., Romanenkov V.A., Rukhovich O.V., Puzanov A., Dannowski R., Schindler U., Eulenstein F. Land and water resources of Siberia. Their Functioning and Ecological State // Müller L., Sheudshen A.K., Eulenstein F. (Editors) Novel Methods for Monitoring and Managing Land and Water Resources in Siberia.

Cham, Heidelberg, New York, Dordrecht, London, 2016. P. 3–110.

Powles S.B. Evolved glyphosate-resistant weeds around the world: lessons to be learnt // Pest Management Science. 2008. Vol. 64. №4. P. 360–365.

Powles S.B., Lorraine-Colwill D.F., Dellow J.J., Preston C. Evolved resistance to glyphosate in rigid ryegrass (Lolium rigidum) in Australia // Weed Science. 1998. Vol. 46. P. 604–607.

Russland verbietet Anbau von GMO-Pflanzen (2016) // Topagrar online (Hrsg.) URL: https://www.topagrar.com/acker/news/russland-verbietet-anbau-von-gmo-pflanzen-9858289.html) (дата обращения: 21.01.2017).

Suleimenov M., Saparov A., Akshalov K., Kaskarbaev Z. Land Degradation Issues in Kazakhstan and Measures to Address Them: Research and Adoption // Pedologist. 2012. P. 373–381.

Uhlmann F. Internationaler Handel mit gentechnisch veränderten pflanzlichen Erzeugnissen. Der Versuch einer Statusbeschreibung // FAL-MA-Arbeitsbericht 1/2003. URL: http://literatur.vti.bund.de/digbib_extern/zi031284.pdf (дата обращения: 21.01.2017).

Variations in farm size across the Australian Wheatbelt (2017) // Land commodities (Hrsg.) URL: http://www.landcommodities.com/variations-in-farm-size-across-the-australian-wheatbelt (дата обращения: 21.01.2017).

Бараев А.И. Научные основы земледелия и пути увеличения производства зерна в северных районах Казахстана и степных районах Западной Сибири // Проблемы сельского хозяйства Северного Казахстана и степных районов Западной Сибири. М., 1967. С. 28–49.

Телеуов А.С., Никишов А.В., Даулеталиева С.Р. Возделывание подсолнечника в условиях Актюбинской области // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 11. С. 32–34. URL: http://de.slideshare.net/slavalist/ss-11797484) (дата обращения: 05.08.2015).

Глава 28. Влияние современных технологий на экономическую эффективность систем земледелия

К. Хиллер, М. Фрюауф, Т. Майнель, П. Тиллак

Аннотация. Неадаптивное землепользование в российской засушливой степи приводит к негативным экологическим последствиям и наносит ущерб пахотным землям. По этой причине научные исследования должны показать, как адаптивные системы земледелия могут способствовать повышению плодородия почвы и экономической выгоде. Эта глава представляет собой анализ экономических эффектов альтернативных методов выращивания, которые были опробованы в Юго-Западной Сибири. В исследовательских целях сравнивались между собой традиционная система земледелия, усовершенствованная традиционная система и система прямого посева. В целом, адаптированные системы дают более высокую прибыль, чем традиционная система. Основной причиной этого в традиционной системе является наличие пара в севообороте, который не дает урожая. Добавление полевого гороха и масличного рапса в чередование с основной культурой, пшеницей, представляет собой альтернативу пару. Снижение интенсивности обработки почвы в адаптированных системах также помогает снизить затраты на рабочую силу и технику за счет экономии рабочего времени и топлива.

Ключевые слова: российская сухая степь, прямой посев, валовая прибыль, альтернативные системы ведения сельского хозяйства.

Введение

Россия является одним из крупнейших производителей зерновых культур в мире. Благоприятными условиями развития растениеводства являются обширная площадь ее сельскохозяйственных земель и плодородие почв.

Более того, для снижения зависимости от импорта зерна СССР реализовывал политику, направленную на увеличение производства зерновых (Merls, 2011). Так, в 1950-х гг. в рамках кампании по освоению целинных земель в Западной Сибири, как и в других регионах страны, были распаханы несколько миллионов гектаров земли. Вместе с тем применение слабо адаптированных к местным условиям технологий земледелия привело к негативным экологическим последствиям.

Данная глава посвящена экономической обоснованности внедрения адаптивных систем земледелия. Такие системы должны не только сохранять плодородие почв и быть экологичными, но и стать экономически эффективными. Сохранение и повышение конкурентоспособности крестьянских хозяйств, а также улучшение социальных условий для жителей на территории проекта «Кулунда» является необходимым условием остановки оттока молодежи из сельской местности в город и недопущения вымирания села и сельского хозяйства в целом.

В настоящем исследовании рассматриваются способы адаптации технологий, применимых в области растениеводства и полеводства в частности. Использование инновационной сельскохозяйственной техники, расширение севооборота, снижение интенсивности обработки почвы, а также применение средств защиты растений и удобрений создают предпосылки для повышения урожайности и обеспечения устойчивого землепользования в долгосрочной перспективе.

В этой связи возникает исследовательский вопрос: как влияет внедрение подобных инновационных форм на продуктивность и затраты агротехнологических систем? В данной научной работе анализируются три системы земледелия: традиционная система сравнивается с двумя адаптивными.

В ряде научных работ, посвященных оценке экономической эффективности той или иной системы земледелия, использовался главным образом маржинальный метод учета затрат (Heckmann, 2013; Ngwira, Aune, Mkwinda, 2012; Ozpinar, 2006; Sanchez-Giron et al., 2004). Данный метод позволяет определить прибыльность производственных операций при условии, что другие факторы производства остаются неизменными.

28.1. Маржинальный метод учета затрат

Использование маржинального метода учета затрат (метода учета частичных затрат) для оценки и сравнения систем земледелия с точки зрения экономической эффективности обусловлено тем, что он позволяет оценить прибыльность процесса производства сельскохозяйственного предприятия, а не экономические показатели всего предприятия (Doluschitz, Morath, Pape, 2011). Метод дает возможность оценить и сравнить затраты и эффектив-

ность производства. В основе метода лежит расчет разницы между выручкой и переменными затратами.

Сельскохозяйственное предприятие несет различные виды затрат, которые распределяются по центрам затрат в иерархическом порядке. Основной принцип дифференциации позволяет находить различие между переменными и постоянными затратами. Принадлежность к одной или другой группе затрат определяется тем, меняются ли затраты при изменении фактических объемов производства (Doluschitz, Morath, Pape, 2011; Radke, 2009).

Итоговая стоимость производственного процесса содержит переменные затраты, включающие в себя прямые затраты, а также затраты на оплату труда и сельскохозяйственную технику. К прямым затратам растениеводства относятся затраты на семена, защиту растений и удобрения. В затраты на оплату труда и сельскохозяйственную технику входит заработная плата сезонных рабочих, затраты на дизельное топливо и бензин, а также расходы на техническое обслуживание (Mußhoff, Hirschauer, 2011; Schneeberger, Peyerl, 2011). Использование маржинального метода для анализа производственного процесса в данном исследовании обусловлено тем, что реализация разных систем земледелия влияет главным образом на переменные, а не на постоянные затраты (Doluschitz, Morath, Pape, 2011).

При этом следует отметить, что помимо переменных затрат, в расчетах необходимо учитывать амортизационные затраты на технику, необходимую для реализации той или иной системы земледелия. Такие затраты являются постоянными и учитываются при использовании маржинального метода для оценки процесса производства (Mußhoff, Hirschauer, 2011).

28.2. Методология исследования

28.2.1. Географическая характеристика территории проведения исследования

Кулундинская степь расположена на юго-западе Западно-Сибирской равнины (Rudaya, 2012). Климат района исследования континентальный, отличается экстремальными температурными колебаниями в течение года в пределах от -45°C до +35°C (Meinel, Schmidt, 2003; Парамонов, Ишутин, Симоненко, 2003). Годовое количество осадков составляет всего 250–400 мм, большая часть которых выпадает в летний период (Алтайский край: атлас, 1978–1980). Интенсивность испарения превышает среднегодовое количество осадков, в связи с чем территория причисляется к полузасушливой природной зоне (Meinel, 2002). Вегетационный период длится с мая по август, чем ограничивает накопление биомассы. Неблагоприятное воздействие на почву оказывает сухость и устойчивые морозы в зимний период.

Скорость минерализация органического вещества в почве низкая (Meinel, Schmidt, 2003).

Из почв преобладают богатые гумусом каштаноземы и черноземы (Schreiner, Meyer, 2014).

Оба опытных хозяйства расположены в Кулундинской степи, однако в районах с разным климатом. Первое фермерское хозяйство находится в поселке Комсомольском на северо-востоке Кулундинской степи, около Барнаула, в лесостепной зоне со среднегодовым количеством осадков 400 мм (Bergmann, Frühauf, 2011).

Другое хозяйство находится в селе Полуямки, расположенном на юго-западе Кулундинской степи, на границе с Казахстаном. Территория относится к зоне сухой степи с низким уровнем осадков (ежегодное количество осадков всего около 250 мм) (Bergmann, Frühauf, 2011).

28.2.2. Исследуемые системы земледелия

В исследовании анализируются три системы земледелия: традиционная система, которая широко используется на территории исследования, промежуточная (усовершенствованная традиционная) система, представляющая собой адаптивную технологию традиционной системы, и система прямого посева.

Традиционная система земледелия предполагает интенсивную обработку почвы. В ходе опыта с помощью глубокорыхлителя осуществлялось осеннее безотвальное рыхление почвы на глубину до 35 см после уборки урожая. Перед посевом почва вторично обрабатывалась тяжелой пружинной бороной. Сам посев производился в период с начала мая по начало июня с помощью сеялки-культиватора со стрельчатыми лапами. Почва вновь рыхлилась на рабочую глубину 8–15 см. С целью обеспечения доступа семян к влаге (необходимого условия для прорастания семян в зоне с низким количеством осадков) глубина заделки семян составляла 8 см. Норма высева семян яровой пшеницы – 150 кг/га. По всходам растений никаких операций не производилось. Для обработки почвы и посева использовался 320-сильный трактор с шарнирносочленённой рамой. Сбор урожая производился в сентябре с помощью комбайна с клавишным соломотрясом. Солома разбрасывалась по полю. Используемые схемы севооборота: 1) яровая пшеница – яровая пшеница – черный пар; 2) яровая пшеница – яровая пшеница – химический пар. Осенью паровые поля (черный пар) обрабатывались глубокорыхлителем, в течение вегетационного периода один или два раза почва обрабатывалась компактной дисковой бороной. Химический пар осуществляли два-три раза сплошным распылением средств защиты растений. Для этого использовался стандартный трактор мощностью 130 лошадиных сил с прицепным полевым опрыскивателем.

На опытных участках, на которых применялась усовершенствованная традиционная система земледелия (промежуточная технология), производилась обработка почвы на глубину до 15 см с заделкой пожнивных остатков с помощью компактной дисковой бороны. Данная технология также способствует быстрым всходам падалицы (оставшихся зерен предшественника после уборки). В целом, посев был аналогичен посеву в традиционной системе. Отличие заключалось только в том, что здесь в посевной рядок также вносился аммиачный азот. Схема севооборота данной системы: яровая пшеница – яровой рапс – яровая пшеница – яровой горох. При посеве рапса и пшеницы вносились удобрения с дозой 100 кг/га. Доза удобрений для посева гороха – 50 кг/га. Норма высева семян составила 150 кг/га (пшеница), 10 кг/га (рапс) и 200 кг/га (горох). Для каждой культуры производилась предвсходовая обработка средствами защиты методом сплошного опрыскивания. Во время вегетационного периода защита растений производилась по мере необходимости борьбы с вредителями, болезнями или сорняками.

Третья система земледелия – система прямого посева – восходит к применяемой в Канаде консервирующей обработке почв.

При использовании данной системы почва подвергается только воздействию сошника во время посева, т.е. без дополнительной вспашки. Таким образом, нулевая обработка почвы приводит к снижению затрат на оплату труда и сельскохозяйственную технику. На опытных участках для прямого посева использовалась сеялка CONDOR, которая была специально разработана компанией AMAZONE. Ширина захвата сеялки – 15 м, рабочая скорость – до 12 км/ч. Норма высева пшеницы, гороха и рапса составила 120 кг/га, 180 кг/га и 4 кг/га соответственно. Посев семян производился с одновременным внесением удобрений. Доза внесения удобрений была той же, что и при применении промежуточной технологии. Прикатывающий каток обеспечивал обратное уплотнение почвы в посевной борозде. Уборка урожая и меры применения средств защиты растений были аналогичны приемам промежуточной системы. Для данной системы применялся четырехпольный севооборот (пшеница, рапс, горох).

28.3. Данные и расчет маржинальной прибыли

Практически все данные, необходимые для вычисления маржинальной прибыли, были получены на месте проведения опыта, т.е. в самих фермерских хозяйствах. Источниками информации послужили внутренние документы (журналы учета, бухгалтерские книги и отчеты). Данные о затратах и производственной эффективности были взяты из ежегодного отчета сельскохозяйственных предприятий. В случае, если информация отсутствовала

в отчетной документации, запрос на ее предоставление отправлялся руководителям предприятия, а также агрономам и в бухгалтерию.

Маржинальный метод учета затрат схематично представлен в таблице 28.1.

Таблица 28.1

Маржинальный метод учета затрат

Эффективность	**Урожайность**
Прямые затраты	Семена Удобрения Средства защиты
Затраты на оплату труда и сельскохозяйственную технику	Заработная плата Расходные материалы Содержание и техническое обслуживание Постоянные затраты
= Прямые затраты	

Для вычисления эффективности отдельно взятой системы земледелия использовали показатели урожайности отдельной делянки опыта в пересчете на гектар, а также цены реализации продукции опытного фермерского хозяйства. Учитывая, что фермерские хозяйства реализуют урожай не каждый год, была использована информация базы данных Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (Anonymus, 2015).

Затраты по каждой культуре (всем зерновым, яровому рапсу и зернобобовым) были взяты из годовых отчетов. Для того, чтобы выбрать данные отдельно по яровой пшенице и гороху из двух групп севооборотов, в рамках проведенного исследования авторы обращались с запросом к агрономам соответствующих фермерских хозяйств.

Данные по прямым затратам, а также затратам на оплату труда и сельскохозяйственную технику были также взяты из годовых отчетов. Прямые затраты для каждой культуры были представлены затратами на семена, удобрения и средства защиты растений. Количество семян и удобрений напрямую зависело от спецификаций системы земледелия, применяемой на опытном участке. Мероприятия по защите растений и использованные в этой связи средства защиты фиксировались агрономами по каждому году. Цены на средства защиты запрашивались у агрономов, но большая часть информации была получена из официальных прайс-листов поставщиков.

В части затрат на рабочую силу и сельскохозяйственную технику из годовых отчетов была взята информация только о затратах на содержание и техническое обслуживание этой техники.

Исследуемые системы земледелия предполагают разный порядок осуществления сельскохозяйственных работ, поэтому и техника, используемая

на опытных участках, также различалась. Для определения расхода топлива и производительности машинно-тракторных агрегатов и комбайнов (уборочной техники) был проведен опрос инженеров-агротехников. Также использовались базисные показатели опытно-производственного хозяйства «Комсомольское» и крестьянского хозяйства «Первомайское», содержащиеся в документации бухгалтерского учета. Цены на дизельное топливо за литр были взяты из годовых отчетов хозяйств.

Оплата труда на фермерских хозяйствах обусловлена спецификой выполняемой работы. Трактористы получали фиксированную заработную плату в зависимости от смены. Оплата труда комбайнеров осуществлялась по сдельной системе – по количеству намолоченных центнеров за смену, которые рассчитывались по количеству заполненных бункеров комбайна за смену.

В заключение в расчеты были интегрированы постоянные затраты, непосредственно относящиеся к производству, в виде затрат на амортизацию новой сельскохозяйственной техники. Подобные затраты были применимы лишь для адаптивных систем земледелия, поскольку фермерским хозяйствам приходилось приобретать технику, которая в них ранее не использовалась.

28.4. Структура опыта и статистическая оценка

Для выполнения статистической оценки использовалась процедура смешанного типа (MIXED) пакета обработки данных SAS 9.4 (SAS Institute, 2015). Был проведен дисперсионный анализ, позволяющий выявить влияние факторов и их комбинации на исследуемый признак при уровне значимости α = 0,05.

В частности, качестве фактора выступала система земледелия, которая также является непосредственно объектом настоящего исследования. Этот фактор варьируется на трех уровнях: традиционная система, промежуточная система и система прямого посева. Каждый вариант повторялся четыре раза. Следовательно, для каждого опытного участка выделяется четыре блока, состоящих из трех секций каждый.

Модель однофакторного дисперсионного анализа имеет следующий вид:

$$\underline{y}_{ij} = \mu + \alpha_i + w_j + \underline{e}_{ij} \quad \left(i = 1, \ldots, a; j = 1, \ldots, r\right).$$

Помимо системы земледелия, также нужно изучить влияние фактора возделываемых культур на признак «маржинальная прибыль». Тогда речь пойдет о двухфакторном дисперсионном анализе. Необходимо, однако, отметить, что по данному признаку сопоставить можно только адаптивные системы, так как именно в этих случаях выращивались аналогичные сельско-

хозяйственные культуры, что означает создание идентичных подсценариев. Для каждой адаптивной системы земледелия выделяется четыре подсценария. Они соответствуют четырем полям севооборота: пшеница – горох – пшеница – рапс.

Статистическая модель двухфакторного дисперсионного анализа выглядит следующим образом:

$$\underline{y}_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_i + \left(\alpha\beta\right)_{ij} + w_k + \underline{e}_{ik} + \underline{e}_{ijk} \quad \left(i = 1,\ldots,a;\ j = 1,\ldots,b;\ k = 1,\ldots,r\right).$$

28.5. Обсуждение результатов

В таблице 28.2 представлена маржинальная прибыль по системам земледелия на опытном участке в селе Полуямки. Как видно из таблицы, наименьшие показатели за оба года проведения опыта (среднее значение в размере 868,35 руб./га) демонстрирует традиционная система земледелия (3). Традиционную систему по данным показателям намного превосходит система прямого посева (1), среднее значение маржинальной прибыли которой составляет 5 961,81 руб./га. Однако наибольшие значения показателей имеет промежуточная система (2), демонстрируя среднее значение в размере 10 661,37 руб./га. В целом, данные за 2013 г. в несколько раз превышают показатели за 2014 г.

Таблица 28.2

Средние значения маржинальной прибыли (руб./га) по системам земледелия и годам (опытный участок в с. Полуямки)

(Среднеквадратичное) среднее значение		
Система земледелия	2013 г.	2014 г.
Прямого посева	11 768,00	155,61
Промежуточная (усовершенствованная традиционная)	18 541,00	2 781,73
Традиционная	1 932,54	- 195,85

В таблице 28.3 представлены попарные сравнения по методу Тьюки, результаты которых демонстрируют существенное отличие маржинальной прибыли адаптивных систем от показателей традиционной системы в 2013 г.

На опытном участке в хозяйстве «Комсомольское» наибольшие показатели имеет система прямого посева (табл. 28.4), среднее значение маржинальной прибыли которой составило 5 171,86 руб./га. Среднее значение маржинальной прибыли промежуточной системы за два года равнялось 2 277,06 руб./га. Как и в случае с опытным участком в селе Полуямки, самый низкий показатель среднего значения у традиционной системы – 603,69 руб./га.

Таблица 28.3

Попарные сравнения трех систем земледелия (руб./га) по методу Тьюки (α = 0,05) (опытный участок в с. Полуямки)

Разница среднеквадратичных значений по Тьюки		
Сравнение	2013 г.	2014 г.
1/2	0,1711 (- 6 772,73)	0,2061 (- 2 626,13)
1/3	0,0305 (9 835,52)	0,9705 (351,46)
2/3	0,0002 (16 608,00)	0,1355 (2 977,58)

Таблица 28.4

Средние значения маржинальной прибыли (руб./га) по системам земледелия и годам (опытный участок хозяйства «Комсомольское»)

(Среднеквадратичное) среднее значение		
Система земледелия	2013 г.	2014 г.
Прямого посева	3 774,93	6 568,79
Промежуточная (усовершенствованная традиционная)	2 118,97	2 435,15
Традиционная	- 2 112,63	3 320,01

Таблица 28.5 также демонстрирует существенное отличие маржинальной прибыли адаптивных систем от показателей традиционной системы в 2013 г.

Таблица 28.5

Попарные сравнения трех систем земледелия (руб./га) по методу Тьюки (α = 0,05) (опытный участок хозяйства «Комсомольское»)

Разница среднеквадратичных значений по Тьюки		
Сравнение	2013 г.	2014 г.
1/2	0,2305 (1 655,96)	0,4553 (4 133,65)
1/3	< 0,0001 (5 887,56)	0,5549 (3 248,78)
2/3	0,0011 (4 231,60)	0,9561 (-884,86)

В целом, самые низкие показатели маржинальной прибыли на обоих опытных хозяйствах демонстрирует традиционная система земледелия. Основной причиной этого можно назвать использование пара в севообороте: наличие незасеянных площадей понижает эффективность их использования. В двух адаптивных системах вместо пара возделывались рапс и горох, что положительно сказалось на показателях эффективности. Горох как бобовое растение обладает способностью накапливать в почве азот, поэтому

служит хорошим предшественником для пшеницы. Традиционная система ввиду использования парования имеет более низкие переменные затраты, однако выявилось, что подобная экономия не может компенсировать потерь из-за отсутствия урожая за один определенный год.

За несколько десятилетий технология посева пшеницы с периодическим использованием черного или химического паров на территории проведения исследования довольно прочно вошла в практику. Это объясняется относительной гарантированностью урожая такого севооборота за счет полного отсутствия урожая каждые несколько лет.

В ходе проделанного исследования также была выявлена возможность получения высокого урожая рапса и гороха на участках, на которых использовались промежуточная система земледелия и система прямого посева. При этом закупочные цены на рапс значительно превышают стоимость пшеницы.

Помимо урожайности как фактора эффективности, переменные затраты также влияют на маржинальную прибыль опытных участков по-разному. Прямые затраты на реализацию системы традиционного земледелия были относительно низкими, что обуславливается отсутствием затрат на средства защиты растений и удобрения, так как данные операции не производились. Кроме того, в этом случае также сокращаются затраты на семена, учитывая то, что вместо рапса и гороха в традиционном севообороте используется пар. К тому же, в отличие от адаптивных систем, в данном случае отсутствуют затраты на амортизацию новой сельскохозяйственной техники.

В отношении затрат на оплату труда и агротехнику менее дорогостоящими представляются система прямого посева и промежуточная система, так как производительность современной техники более высокая. Увеличение ширины захвата и рабочей скорости позволяют значительно ускорить обработку полей, тем самым сокращая рабочее время и затраты на дизельное топливо.

Из-за интенсивной обработки почвы в традиционной системе земледелия расход дизельного топлива был выше, чем в двух других системах. Вместе с тем в этом случае из-за большего числа рабочего времени затраты на оплату труда также выше.

Сравнение адаптивных систем на двух опытных хозяйствах показало, что на экспериментальном участке в селе Полуямки более экономически эффективной проявила себя промежуточная система, тогда как в хозяйстве «Комсомольское» – система прямого посева. В отношении последней существует ряд научных работ, посвященных недостаткам технологии щадящей обработки почвы. Так, из-за пожнивных остатков понижается контакт семян с почвой, в результате чего ухудшается всхожесть (Morris et al., 2009; Schneider, 2008; Wei Su et al., 2014).

Разные результаты, полученные для разных хозяйств, можно объяснить отличающимися климатическими условиями. Тем не менее, статистически разница в эффективности между двумя системами в обоих опытных хозяйствах является несущественной. Сравнение всех трех систем показало, что именно адаптивные системы земледелия имеют более высокую маржинальную прибыль по отношению к традиционной системе.

Выводы

С экономической точки зрения более выгодными системами земледелия являются адаптивные системы, которые способны генерировать более высокую по сравнению с показателями традиционной системы маржинальную прибыль.

Значительных различий по прибыльности между двумя адаптивными системами выявлено не было.

В случае с традиционной системой земледелия ее эффективность понижается из-за отсутствия урожая ввиду наличия в севообороте пара.

Затраты на выращивание рапса и гороха, в свою очередь, окупаются благодаря хорошей урожайности обоих культур и особо высокой цены реализации рапса. Обе культуры можно рассматривать в качестве достойной альтернативы черному и химическому пару. Более того, снижение интенсивности обработки почвы позволяет сократить затраты на рабочую силу и сельскохозяйственную технику за счет экономии рабочего времени и топлива.

Использование современной сельскохозяйственной техники также повышает производительность и снижает расход топлива, позволяя экономить на затратах на рабочую силу и технику. В то же время затраты на амортизацию новой техники незначительно увеличивают переменные затраты.

Самый низкий показатель переменных затрат отмечается для системы традиционного земледелия, поскольку парование является менее затратным приемом, чем операции по выращиванию культуры. Более того, значительнее всего переменные затраты адаптивных систем повысились за счет расходов на средства защиты и удобрения.

Однако необходимо учитывать, что применение технологий консервирующего земледелия (в частности, прямого посева) требует времени, так как на борьбу с сорняками и образование гумуса может потребоваться несколько лет. Достоверные данные об этом можно получить лишь по итогам нескольких вегетационных периодов (Sime, Aune, Mohammed, 2015). В то же время важно отметить, что измельчение и заделка пожнивных остатков в почву, химическая защита растений, чередование зерновых и листовых культур в севообороте, а также применение зеленых удобрений будут способствовать

эффективной борьбе с сорняками. Кроме того, улучшение структуры почвы будет способствовать удержанию в ней большего количества влаги (Sturny et al., 2007). Следовательно, можно ожидать, что урожайность адаптивных систем земледелия с течением времени будет еще повышаться.

Библиографический список

Anonymus / Ministerium für Landwirtschaft der Russischen Föderation. URL: http://www.mcx.ru/navigation/docfeeder/show/169.htm. 2015 (дата обращения: 05.08.2015).

Bergmann A., Frühauf M.Reginalklimatische Untersuchungen in der Südwestsibirischen Kulunda-Steppe. Göttingen: Geoöko. № 32. 2011. P. 160–194.

Doluschitz R., Morath C., Pape J. Agrarmanagement – Unternehmensführung in Landwirtschaft und Agribusiness. Verlag Stuttgart: Eugen Ulmer GmbH & Co, 2011. 343 p.

Heckmann M. Pflanzenbaulicher und ökonomischer Vergleich des Anbaurisikos verschiedener Ackerbausysteme unter aktuellen und zukünftigen Klimaszenarien, Diss., Universität Göttingen, 2013.

Meinel T. Die geoökologischen Folgewirkungen der Steppenumbrüche in den 50er Jahren in Westsibirien. Diss. Universität Halle/Saale. 2002.

Meinel T., Schmidt D. Ackerbaukonzeption für die Region Altai Krai West-Sibirien. Eschborn: GTZ GmbH, 2003. 47 p.

Merls S. Sowjetisierung in Wirtschaft und Landwirtschaft // Europäische Geschichte Online (EGO), hg. vom Institut für Europäische Geschichte (IEG), Mainz. 2011/ URL: http://www.ieg-ego.eu/merls-2011-de URN:urn:nbn: de:0159-20110201165) (дата обращения: 21.08.2015).

Morris N.L., Miller P.C.H., Orson J.H., Froud-Williams R.J. The effect of wheat straw residue on the emergence and early growth of sugar beet (Beta vulgaris) and oilseed rape (Brassica napus) // European Journal of Agronomy. № 30. 2009. P. 151–162.

Mußhoff O., Hirschauer N. Modernes Agrarmanagement. Betriebswirtschaftliche Analyse- und Planungsverfahren. 2. Auflage. München: Verlag Franz Vahlen, 2011. 571 p.

Ngwira A.R., Aune J.B., Mkwinda S. On-farm evaluation of yield and economic benefit of short term maize legume intercropping systems under conservation agriculture in Malawi // Field Crops Research. № 132. 2012. P. 149–157.

Ozpinar S. Effects of tillage systems on weed population and economics for winter wheat production under the Mediterranean dryland conditions // Soil & Tillage Research. № 87. 2006. P. 1–8.

Radke H. Kostenrechnung. Freiburg im Breisgau: Haufe-Verlag, 2009. 127 p.

Rudaya N. Mid-late Holocene environmental history of Kulunda, southern West

Siberia: vegetation, climate and humans // Quaternary Science Reviews. № 48. 2012. P. 32–42.

Sanchez-Giron V., Serrano A., Hernaz J.L., Navarrete L. Economic assessment of three long-term tillage systems for rainfed cereal and legume production in semiarid central Spain // Soil & Tillage Research. № 78. 2004 P. 35–44.

SAS Institute. 2015: SAS/STAT® 9.4 User's Guide.

Schneeberger W., Peyerl H. Betriebswirtschaftslehre für Agrarökonomen // IAMO Forschungsreport. 2011. № 2. P. 18–20.

Schneider M. Fruchtfolgegestaltung und konservierende Bodenbearbeitung/ Direktsaat – Eine pflanzenbaulich/ökonomische Analyse. Diss.. Technische Universität München, 2008.

Schreiner V., Meyer B.C. Indicators of Land Degradation in Steppe Regions: Soil and Morphodynamics in the Northern Kulunda // Mueller L., Saparov A., Lischeid G. (eds) Novel Measurement and Assessment Tools for Monitoring and Management of Land and Water Resources in Agricultural Landscapes of Central Asia, Environmental Science and Engineering. Cham: Springer International Publishing Switzerland. 2014. P. 535–548.

Sime G., Aune J.B., Mohammed H. Agronomic and economic response of tillage and water conservation management in maize, central rift valley in Ethiopia // Soil & Tillage Research. №148. 2015. P. 20–30.

Sturny W.G., Chervet A., Maurer-Troxler C., Ramseier L., Müller M., Schafflützel R., Richner W., Streit B., Weisskopf P., Zihlmann U. Direktsaat und Pflug im Systemvergleich – eine Synthese // Agrarforschung. 2007. № 14(8). P. 350–357.

Wei Su, Lu J., Wang W., Li X., Ren T., Cong R. Influence of rice straw mulching on seed yield and nitrogen use efficiency of winter oilseed rape (Brassica napus L.) in intensive rice-oilseed rape cropping system // Field Crops Research. № 159. 2014. P. 53–61.

Алтайский край : атлас / редкол.: И.С. Процюк [и др.]; отв. ред. И.П. Заруцкая [т.1]; сост. и подгот. к печати ф-кой №4 ГУГК; ст. ред. В.Н. Белоглазова. Москва ; Барнаул : ГУГК, 1978–1980.

Парамонов Е.Г., Ишутин Я.Н., Симоненко А.П. Кулундинская степь: проблемы опустынивания. Барнаул, 2003. 137 с.

Глава 29. Возможность восстановления естественного покрова степей и увеличение их биоразнообразия

М.М. Силантьева, Т.В. Корниевская, Н.В. Елесова,
Н.В. Овчарова, Т.А. Терехина

Аннотация. Подходы к восстановлению растительного покрова Кулундинских степей и увеличению их биоразнообразия в условиях существующей системы природопользования могут быть разными. Были исследованы только три конкретных подхода, реализация которых востребована и уже получила широкое распространение. Важным способом восстановления степных экосистем является их реставрация. Реставрация степных сообществ-эталонов может быть пассивной, за счет восстановления залежей при наличии генофонда степных растений, и активной, по методу «агростепи». Данные об улучшении степных пастбищ за счет изоляции, полученные за трехлетний период, свидетельствуют о значительном восстановлении структуры растительных сообществ. Восстанавливается ярусность, увеличивается общее проективное покрытие и увеличивается запас надземной фитомассы. Восстановление степных сообществ методом агростепи с использованием представителей семейства бобовых, адаптированных к условиям засушливых степей Кулундинского района, дало положительные результаты. Выбран ряд засухоустойчивых зернобобовых трав. Наиболее устойчивыми видами при посеве поздней весной оказались *Astragalus onobrychis* и *A. cicer*. При подзимнем посеве наибольшую выживаемость среди люцерн продемонстрировала *Medicago lupulina*, а среди астрагалов – *A. onobrychis*. Оптимальное время посева зернобобовых культур – подзимний посев (ноябрь). Важнейшим методом деятельности по восстановлению степей является сохранение участков естественных степных экосистем как особо охраняемых природных территорий. Условия для защиты степных и озерно-степных экосистем созданы в семи государственных частных заказниках и десяти природных заказниках. Сорок видов растений Кулундинской степи находятся под охраной Красной книги Алтайского края.

Ключевые слова: восстановительные экосистемы, степь, «агростепь», биоразнообразие, Кулунда, Сибирь.

Устойчивое развитие в степной зоне возможно только на основе создания комплексов природных экосистем и агроэкосистем, способных к саморегуляции или требующих минимальных управляющих воздействий для сохранения экологического равновесия. Важнейшим элементом естественного растительного покрова степей, подлежащих восстановлению, являются пастбища.

Постоянный бессистемный выпас оказывает негативное влияние на степные экосистемы. Основными мерами по восстановлению естественных пастбищ являются следующие: введение загонной системы пастьбы (пастбищеоборот); поверхностное улучшение с помощью внесения удобрений; кратковременная изоляция от выпаса (заповедование); создание улучшенных пастбищ методом агростепи, а также наличие природоохранного статуса степной экосистемы. Восстановительные сукцессии природных деградированных пастбищ зависят от природно-климатических условий, поэтому в разных природных зонах существует необходимость изучения закономерностей восстановления природных пастбищ при снятии пастбищной нагрузки (постпастбищная демутация).

В Южной Кулунде степные пастбища эксплуатируются начиная с конца XVIII в. После глобальной распашки в Кулунде в XX в. участки под выпас остались на солонцеватых или находящихся на неудобицах степных фитоценозах.

Изучение стадий восстановительной сукцессии природных деградированных пастбищ Южной Кулунды при кратковременной изоляции было проведено в юго-западной части сухостепной зоны в пределах Михайловского района Алтайского края, на землях ООО КХ «Партнёр». Для проведения эксперимента по временной изоляции участков степи в мае 2013 г. в 5 км на запад от с. Полуямки были выбраны и огорожены три мониторинговые площадки размером 100 м^2, соответствующие разным стадиям пастбищной дигрессии (площадка I – умеренный выпас (разнотравно-типчаково-тырсоковыльная степь), площадка II – усиленный выпас (люцерново-полынно-типчаковая степь), площадка III – усиленный выпас – начало сбоя (типчаково-полынная сильно деградированная степь). Площадки расположены по экологическому профилю в направлении к стоянке скота.

Сбоевые площадки не были огорожены и не участвовали в эксперименте по кратковременной изоляции, поскольку для восстановления татарсколебедовых и рогоглавниково-татарсколебедовых сбоев в условиях сухой степи необходимо несколько десятков лет (Иванов, 1958). Почвы на экспериментальных участках (площадках) представлены каштановыми (площадка

I) и темно-каштановыми подтипами (площадки II и III) (Силантьева и др., 2015 а, 2015 б).

Запасы надземной фитомассы определялись укосным методом три раза за сезон, размер учетной площадки 0,25 м^2, повторность 4–10-кратная. Геоботанические описания выполнялись в мае, июне и августе, для сравнения результатов использовались данные июня, так как исследуемые пастбища по ритму развития относятся к раннелетним.

В 20 м от лесополосы в наиболее удаленном от стоянки скота участке (в начале заложенного экологического профиля) расположена настоящая разнотравно-типчаково-тырсоковыльная степь, занимающая не более 5% от всей площади участка и соответствующая 1-й стадии пастбищной дигрессии (умеренного выпаса). Наиболее распространенные ассоциации: ковыльно-разнотравно-типчаковая, ковыльно-лапчатково-типчаковая, полынно-типчаково-тырсоковыльная, полынно-тырсоковыльно-типчаковая. Почвы каштановые, солонцеватые. На 100 м^2 зарегистрировано 36 видов растений. Общее проективное покрытие (ОПП) 55–60%, местами до 70%.

Рис. 29.1. Влияние кратковременной изоляции на запасы надземной фитомассы сухой дерновинно-злаковой степи на разных стадиях пастбищной дигрессии: А – стадия умеренного выпаса (ковыльная стадия); Б – стадия усиленного выпаса (типчаковая стадия); В – стадия усиленного выпаса – переход к стадии сбоя (полынная стадия)

Кратковременная изоляция в течение 6 лет положительно сказалась на величине запасов всех компонентов надземной фитомассы: на стадии умеренного выпаса (разнотравно-типчаково-ковыльная степь) запасы надземной фитомассы в июне 2018 г. выросли со 194,1 до 521,6 г/м^2, продуктивность зеленых побегов увеличилась со 115,7 до 363,2 г/м^2 (рис. 29.1, А) в основном за счет повышения доли злаков (примерно в два раза) и разнотравья (в 2,6 раза) в сравнении с 2013 г. Доля участия бобовых в составе травостоя

Рис. 29.2. Динамика структуры надземной фитомассы сухой дерновинно-злаковой степи на разных стадиях пастбищной дигрессии при использовании метода заповедования (Михайловский район, окр. с. Полуямки): А – стадия умеренного выпаса (ковыльная стадия); Б – стадия усиленного выпаса (типчаковая стадия); В – стадия усиленного выпаса – переход к стадии сбоя (полынная стадия)

также увеличилась в 1,5 раза. Биомасса ветоши возросла с 1,48 до 18,4 г/м^2, запасы подстилки повысились в 1,8 раза (с 76,8 до 140 г/м^2).

На стадии усиленного выпаса (типчаковая стадия) запасы надземной фитомассы увеличились по сравнению с 2013 г. в 2,6 раза со 114,1 до 300 г/м^2 (рис. 29.1, Б), при этом в июне 2018 г. отмечено повышение массы зеленых побегов с 67,9 до 195 г/м^2. Почти вдвое возросли запасы ветоши (с 1,9 до 3,4 г/м^2). Существенно увеличилась масса подстилки (в 4 раза) с 44,3 до 191,6 г/м^2.

Стадия усиленного выпаса – переход к стадии сбоя (полынная стадия) также характеризовалась в целом повышением продуктивности надземной фитомассы. В 2016 и 2017 гг. (рис. 29.1, В) видно незначительное снижение биомассы надземных частей, связанное с периодом засухи в эти годы. За шесть лет наблюдений продуктивность надземной фитомассы увеличилась в 4 раза с 47,9 до 190,8 г/м^2. Доля зеленых побегов возросла до 118 г/м^2, а запасы ветоши и подстилки повысились до 2,6 и 70,2 г/м^2 соответственно.

Анализ динамики структуры фитомассы сухой дерновинно-злаковой степи, находящейся на разных стадиях пастбищной дигрессии, с использованием заповедного метода улучшения показал существенное увеличение продуктивности зеленых побегов.

На стадии умеренного выпаса (полынно-типчаково-тырсоковыль-

ная степь) в 2013 г. биомасса зеленых побегов составила 115,7 г/м^2, доля участия злаков – 73,1 г/м^2, бобовых – 13,1 г/м^2, разнотравья – 29,5 г/м^2 (рис. 29.2, А). Эдификаторы травостоя – ковыль волосатик (*Stipa capillata* L.) cop2 (ПП – проективное покрытие 10–15%), овсяница валийская, типчак (*Festuca valesiaca Schleich*. ex Gaudin) cop3 (ПП 25%).

Травостой трехъярусный. Первый подъярус 50–65 см образован ковылем волосатиком (*Stipa capillata*), ковылем перистым (*Stipa pennata* L.). Второй подъярус 30–40 см образован тонконогом гребенчатым (*Koeleria cristata* DC), мятликом узколистным (*Poa angustifolia* L.) и степным разнотравьем: подмаренником русским (*Galium ruthenicum* Willd.), ворсянкой бледно-желтой (*Scabiosa ochroleuca* L.), васильком шероховатым (*Centaurea scabiosa* L.), полынью серой (*Artemisia glauca* Pall. ex Willd.), шалфеем степным (*Salvia stepposa* Des.-Shost.). В третьем подъярусе 10–15 см встречается типчак (*Festuca valesiaca* Schleich. ex Gaudin), лапчатка распростертая (*Potentilla humifusa* Willd. ex Schltdl.), тимьян Маршалла (*Thymus marschallianus* Willd.), осока приземистая (*Carex supina* Willd. ex Wahlenb.), полынь австрийская (*Artemisia austriaca* Jacq.). Из бобовых в травостое присутствуют: люцерна серповидная (*Medicago falcata* L.), остролодочник волосистый (*Oxytropis pilosa* (L.) DC.), астрагал бухтарминский (*Astragalus buchtormensis* Pall.), эспарцет песчаный (*Onobrychis arenaria* (Kit.) DC.). Ранневесенние эфемероиды: козелец мелколистный (*Scorsonera parviflora* Jacq.), астрагал бухтарминский (*Astragalus buchtormensis*).

В 2018 г. запасы надземной фитомассы зеленых побегов на стадии умеренного выпаса увеличились в 3,6 раза и составили 415,4 г/м^2. Преобладали злаки – 225,8 г/м^2, масса бобовых возросла до 47,4 г/м^2, а разнотравья – до 90 г/м^2. Отмечена настоящая васильково-мятликово-типчаковая степь, соответствующая 1-й стадии пастбищной дигрессии – умеренного выпаса. ОПП составила 65–70%.

Эдификаторы травостоя – василек шероховатый (*Centaurea scabiosa*) cop1 (10%), мятлик узколистный (*Poa angustifolia* (Roshev.) Worosch.) cop2 (12%), овсяница валисская, типчак (Festuca valesiaca) cop3 (15%).

Травостой трехъярусный. Первый подъярус 85 см образован васильком шероховатым (*Centaurea scabiosa*), ковылем волосатиком (*Stipa capillata*), солодкой уральской (*Glycyrrhiza uralensis* Fisch. ex DC.) и др. Второй подъярус 40 см образован тонконогом гребенчатым (*Koeleria cristata* (L.) Pers.), мятликом узколистным (*Poa angustifolia*), типчаком (*Festuca valesiaca*) и др. В третьем подъярусе 20 см встречается лапчатка распростертая (*Potentilla humifusa*), лапчатка двураздельная (*Potentilla bifurca* L.), полынь австрийская (*Artemisia austriaca*) и др. Злаки (4 вида) представлены мятликом узколистным (*Poa angustifolia*), типчаком (*Festuca valesiaca*), тонконогом гребенчатым (*Koeleria cristata*), ковылем волосатиком (*Stipa capillata*).

Из бобовых (5 видов) в травостое присутствуют: люцерна серповидная (*Medicago falcata*), остролодочник волосистый (*Oxytropis pilosa*), солодка уральская (*Glycyrrhiza uralensis* Fisch. ex DC.), донник лекарственный (*Melilotus officinale* (L.) Pall.), эспарцет песчаный (*Onobrychis arenaria*). Осоки представлены осокой приземистой (*Carex supina*).

Группа разнотравья (21 вид) – василек шероховатый (*Centaurea scabiosa*), подмаренник русский (*Galium ruthenicum*), ворсянка бледно-желтая (*Scabiosa ochroleuca* L.), шалфей степной (*Salvia stepposa*), лапчатка простертая (*Potentilla humifusa*), лапчатка двураздельная (*Potentilla bifurca*), лапчатка седоватая (*Potentilla canescens Besser*), синеголовник плосколистный (*Eryngium planum* L.), ушанка мелкоцветковая (*Otites parviflora* (Ehrh.) Grossh.), мелколепестник едкий (*Erygeron acris* L.), монашенка русская (*Nonea rossica* Steven), тысячелистник щетинистый (*Achillea setacea* Waldst. & Kit.), вероника ненастоящая (*Veronica spuria* L.), очанка гребенчатая (*Euphrasia pectinata* Ten), крестовник эруколистный (*Jacobaea erucifolia* (L.) G. Gaertn., B. Mey. & Scherb.), подорожник средний (*Plantago media* L.).

Степные полыни: полынь австрийская (*Artemisia austriaca*), полынь серая (*Artemisia glauca*), полынь понтийская (*Artemisia pontica* L.). Сорные растения: икотник серо-зеленый (*Berteroa incana* (L.) DC.), молочай лозный (*Euphorbia virgata* Desf., nom. illeg). Всего в травостое на 100 м^2 присутствует 30 видов высших сосудистых растений.

На стадии усиленного выпаса (вторая стадия пастбищной дигрессии, типчаковая) в 2013 г. описана люцерново-полынно-типчаковая степь. Запасы зеленых побегов на этом участке составляли 67,9 г/м^2. Из них: 57,2 г/м^2 – злаки, 1,9 г/м^2 – бобовые, 8,7 г/м^2 – разнотравье.

На 100 м^2 в июне 2013 г. зарегистрировано 23 вида растений. Проективное покрытие варьирует от 45 до 50%. Эдификаторы травостоя – люцерна серповидная (*Medicago falcata*) cop 1 (6%), полынь понтийская (*Artemisia pontica*) cop 2 (10%), типчак (*Festuca valesiaca*) cop 3 (20%).

Травостой двухъярусный. Первый подъярус 22–25 см образован степными полынями: *Artemisia pontica*, *A. austriaca, A. glauca*, люцерной серповидной (*Medicago falcata*), пыреем ползучим (*Elytrigia repens*) и немногочисленным степным разнотравьем: подмаренником русским (*Galium ruthenicum* Willd.), смолевкой клейкой (*Silene viscosa* (L.) Pers) и др. Второй подъярус 15–20 см образован типчаком (*Festuca valesiaca*), лапчатками: *Potentilla humifusa* и *P. bifurca*, осокой приземистой (*Carex supina*), одуванчиком бессарабским (*Taraxacum bessarabicum* (Hornem.) Hand.-Mazz.), коровяком фиолетовым (*Verbascum phoeniceum* L.), розетками синеголовника плосколистного (*Eryngium planum* L.), а также вегетативными побеги степных полыней. Из бобовых, кроме люцерны серповидной, присутствует эспарцет песчаный (*Onobrychis arenaria*) и астрагал бухтарминский

(*Astragalus buchtormensis*). Ранневесенние эфемероиды: *Scorsonera parviflora* Jacq. и др.

В 2018 г. участок полынно-люцерново-типчаковой степи находился также на 2-й стадии пастбищной дигрессии (усиленный выпас, типчаковая стадия). Биомасса зеленых побегов на втором участке была втрое выше в сравнении с 2013 г. (рис. 29.2, Б) – 204 г/м^2, при этом отмечалось увеличение массы побегов растений всех хозяйственно-ботанических групп. Доля участия злаков составила 77,4 г/м^2, бобовых – 62 г/м^2 (повысилось в 33 раза), разнотравья – 65 г/м^2. Почвы темно-каштановые солонцеватые. ОПП 55–60%.

Эдификаторы травостоя: полынь австрийская (*Artemisia austriaca*) cop 1 (6%), люцерна серповидная (*Medicago falcata*) cop 2 (10%), овсяница валисская, типчак (*Festuca valesiaca*) cop3 (15%).

Травостой трехъярусный. Первый подъярус 70 см образован: пыреем ползучим (*Elytrigia repens*), житняком гребневидным (*Agropyron pectinatum* (M. Bieb.) P. Beauv.), шалфеем степным (*Salvia stepposa*), васильком шероховатым (*Centaurea scabiosa*) и др.

Второй подъярус 35–40 см образован злаками – тонконогом гребенчатым (Koeleria cristata), мятликом узколистным (*Poa angustifolia*), типчаком (*Festuca valesiaca*) и степным разнотравьем.

В третьем подъярусе 15 см встречается лапчатка распростертая (*Potentilla humifusa*), змеевка растопыренная (*Cleistogenes squarrosa* (Trin.) Keng), полынь австрийская (*Artemisia austriaca*) и др.

Группа злаков (5 видов) – овсяница валисская, типчак (*Festuca valesiaca*), пырей ползучий (*Elytrigia repens*), житняк гребневидный (*Agropyron pectinatum*), тонконог гребенчатый (*Koeleria cristata*), мятлик узколистный (*Poa angustifolia*).

Бобовые (3 вида) представлены люцерной серповидной (*Medicago falcata*), донником лекарственным (*Melilotus officinale*), астрагалом эспарцетовым (*Astragalus onobrychis*).

Группа разнотравья (13 видов) – василек шероховатый (*Centaurea scabiosa*), синеголовник плосколистный (*Eryngium planum*), подмаренник русский (*Galium ruthenicum*), шалфей степной (*Salvia stepposa*), икотник серый (*Berteroa incana*), крестовник эруколистный (*Jacobaea erucifolia*), монашенка (*Nonea rossica*), тысячелистник щетинистый (*Achillea setacea*), грыжник многообразный (*Herniaria polygama* J. Gay). Степные полыни: полынь австрийская (*Artemisia austriaca*), полынь серая (*Artemisia glauca*), полынь Сиверса (*Artemisia sieversiana* Willd.), полынь селитряная (*Artemisia nitrosa* Weber ex Stechm.). Осоки представлены осокой приземистой (*Carex supina*). Всего в травостое на 100 м^2 присутствует 21 вид высших сосудистых растений.

Участок полынно-типчаковой сильно деградированной степи в 2013 г. соответствовал 3-й стадии пастбищной дигрессии с переходом к 4-й стадии (сбой), где почти полностью отсутствовала степная подстилка. Запасы зеленых побегов были самыми низкими среди трех обследуемых участков – 38,8 г/м^2, из которых на злаки приходилось 20,3 г/м^2, на бобовые – 2,3 г/м^2, а биомасса разнотравья составила 16,2 г/м^2. На 100 м^2 в июне 2013 г. зарегистрировано 17 видов растений. Проективное покрытие варьировало от 30 до 35%.

Первый подъярус 15–20 см образуют: Artemisia austriaca, полынь метельчатая (*A. scoparia*), икотник серый (*Berteroa incana*), *Festuca valesiaca*. Большинство растений располагается во втором подъярусе высотой 5–10 см: полынь холодная (*Artemisia frigida*), житняк гребенчатый (*Agropyron pectinatum*), лапчатка простертая (*Potentilla humifusa*), лапчатка двунадрезная (*P. bifurca*), подмаренник русский (*Galium ruthenicum*), прутняк (*Kochia prostrata*), одуванчик бессарабский (*Taraxacum bessarabicum*), молочай (*Euphorbia esula* L.), коровяк фиолетовый (*Verbascum phoeniceum*), просо посевное (*Panicum miliaceum* L.), осока приземистая (*Carex supina*), грыжник многобратственный (*Herniaria polygama*). Бобовые представлены люцерной серповидной (*Medicago falcata*), из ранневесенних эфемероидов – проломник Турчанинова (*Androsace turczaninovii Freyn*.).

В 2018 г. мониторинговый участок был представлен комплексной полынно-типчаковой и типчаково-полынной сильно деградированной степью, которая по-прежнему соответствовала 3-й стадии пастбищной дигрессии с переходом к 4-й стадии (полынной), где почти полностью отсутствует степная подстилка. Несмотря на это, на участке отмечено увеличение фитомассы зеленых побегов до 113,6 г/м^2 (рис. 29.2, В). Снизилась доля участия злаков до 8,4 г/м^2, но в 28 раз возросла масса бобовых (54,7 г/м^2) и 11 раз увеличилась биомасса разнотравья (176,7 г/м^2). ОПП участка составила 50%. Эдификаторы травостоя: полынь австрийская (Artemisia austriaca) cop 2 (15%), овсяница валисская, типчак (*Festuca valesiaca*) cop 3 (18%).

В травостое было отмечено два подъяруса. Первый подъярус 45 см образуют: качим метельчатый (*Gypsophylla paniculata* L.), полынь замещающая (*Artemisia commutata* Besser). Второй ярус 20–25 см образуют все остальные степные растения: злаки (типчак (*Festuca valesiaca*), житняк гребневидный (*Agropyron pectinatum*)), люцерна серповидная (*Medicago falcata*), полынь австрийская (*Artemisia austriaca*), полынь холодная (*Artemisia frigida*), икотник серозеленый (*Berteroa incana*), подмаренник русский (*Galium ruthenicum*), одуванчик бессарабский (*Taraxacum bessarabicum*), молочай лозный (*Euphorbia virgata*). Всего в травостое на 100 м^2 присутствует 11 видов высших сосудистых растений.

В ходе проведенных шестилетних экспериментальных работ нами отмечено, что кратковременная изоляция способствует улучшению структуры пастбищных сообществ, при которой восстанавливается ярусность, возрастает общее проективное покрытие и увеличиваются запасы надземной фитомассы.

Другим важным способом восстановления степных экосистем является их реставрация. Одним из путей укрепления кормовой базы в сухостепной зоне является создание сеяных пастбищ за счет введения в культуру местных перспективных кормовых растений или видов инорайонной флоры. Реставрация степных сообществ-эталонов может быть пассивной, за счет восстановления залежей при наличии генофонда степных растений, и активной, по методу «агростепи» (Дзыбов, 2001).

Естественное восстановление полностью разрушенной степной растительности на пашне протекает в течение 80–100 и более лет потому, что сорняки первыми осваивают доступные экологические ресурсы (влагу, минеральное питание, освещение) и затем препятствуют проникновению в их среду целинно-степных растений. Сорняки и их заросли отличаются быстрым ростом и массовым плодоношением, они габитуально всегда более мощные и выигрывают в конкурентной борьбе со всходами степных растений.

Кроме того, сложности естественного возобновления степи возникают в связи большим процентом распаханности территорий многих районов Кулунды, как следствие, практически полным отсутствием естественных степных экосистем, которые являлись бы донорами семенного материала. При значительной площади отдельных полей в случае самозарастания залежей центральная часть на долгие годы остается недоступной для заселения степными растениями.

Метод агростепей позволяет воссоздать аналоги зональной травянистой растительности ксерофильного типа с использованием сельхозмашин и технологических операций, используемых в современном сельском хозяйстве. Важнейшая положительная особенность агростепей – их способность с двух-трехлетнего возраста становиться полноценными семенными участками, что позволяет в расширяющемся темпе застепнять новые территории, укреплять кормовую базу хозяйств и успешно решать природоохранные задачи, в том числе по борьбе с опустыниванием (Дзыбов, 2001).

Агростепи сходны с настоящими степями по основным признакам: 1) составу преобладающих видов растений – доминантов; 2) вертикальному сложению травостоя – числу ярусов, которых чаще бывает два-три; 3) урожайности с единицы площади; 4) кормовому достоинству; 5) густоте травостоя; 6) внешней красочности – аспективности в различные периоды жизни травостоя; 7) противоэрозионной значимости и стойкости к перегрузкам животных при пастбищном использовании (Дзыбов, 2001).

Для проведения исследований по реставрации методом агростепей естественных сенокосно-пастбищных угодий в сухой степи было выбрано пастбище, представляющее собой полынно-типчаковую деградированную степь в окрестностях с. Полуямки (Михайловский район). В июне 2013 г. был заложен опыт по восстановлению пастбищ, находящихся на 3-й стадии пастбищной дигрессии (начало сбоя, полынная стадия) и 2-й стадии (усиленный выпас, типчаковая стадия) с использованием некоторых видов бобовых трав – *Lotus corniculatus* L. (лядвенца рогатого), *Astragalus cicer* L. (астрагала нутового), *A. sulcatus* L. (астрагала бороздчатого), *A. onobrychis* L. (астрагала эспарцетового), *Medicago lupulina* L. (люцерны хмелевидной) и M. falcata L. (люцерны серповидной).

Наблюдения проводились на специально огороженных площадках (10×10 м), одна вторая часть которых – естественный травостой, на второй половине расположены делянки сеяных бобовых трав, врезанных в дернину. Ширина обрабатываемой полосы составляет 15 см, межполосное пространство – 35 см. Ежемесячно с мая по сентябрь 2014–2018 гг. выполнялись морфометрические и фенологические наблюдения за используемыми в эксперименте бобовыми, оценивались полевая всхожесть и их выживаемость. В экспериментах использовались семена бобовых первичной репродукции, полученные с коллекции кормовых трав, выращенных в условиях сухостепной зоны Кулунды.

С целью изучения влияния сроков сева на всхожесть и приживаемость растений на деградированном пастбище заложено два опыта – в мае 2014 г. (поздневесенний сев) и в ноябре 2014 г. (подзимний сев). Для улучшения полынно-типчаковой сильнодергадированной степи (стадия сбоя), использовались два вида астрагала – нутовый и эспарцетный, и лядвенец рогатый. В течение пяти лет (2014–2018 гг.) проводился учет динамики численности и выживаемости подсеваемых бобовых.

Выживаемость растений, оцениваемая при подсеве трав в дернину, является важнейшим показателем приспособленности и устойчивости вида кормовых трав к условиям сухого климата Кулундинской степи. Как и большинство растений, бобовые наиболее уязвимы к засухе на начальных этапах онтогенетического развития, а именно на стадии проростков (p) и в ювенильном (j) возрастных состояниях. В эти периоды у растений формируется поверхностная корневая система глубиной 2–4 см, страдающая от высоких температур почвы, что зачастую приводит к гибели молодых растений.

Результаты учетов показали, что семена *Astragalus cicer* обладали наиболее высокой полевой всхожестью 36% (241 шт./м^2) (табл. 29. 1). У *A. onobrychis* полевая всхожесть составила 20% (76 шт./м^2), а у *Lotus corniculatus* – 23% (87 шт./м^2). К концу первого года выращивания растения находились в стадии

формирования второго настоящего листа. Высота растений в среднем составила 2–3 см.

Таблица 29.1

Динамика выживаемости бобовых, используемых для улучшения полынно-типчаковой сильнодергадированной степи (стадия сбоя)

Виды	**Число побегов на учетных площадках, шт./м²**				
	2014	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**
Astragalus cicer	241	95	24	22	137
A. onobrychis	76	114	61	81	109
Lotus corniculatus	87	20	9	7	171

Астрагалы и лядвенец имели растянутый период прорастания семян, семена продолжали прорастать на второй год. В июле 2015 г. 60% ювенильных особей *A. cicer* погибли. В это время температура почвы составила 26 °С, а влажность – 0,3% объемного содержания воды. У *Lotus corniculatus* выжило 23% молодых растений, а у *A. onobrychis* отмечалась положительная динамика выживаемости. К концу второго года жизни число особей *A. onobrychis* на учетной площадке составляло 114 шт./м² при средней высоте растений 7,5 см (рис. 29.3).

Рис. 29.3. Динамика выживаемости бобовых, используемых для улучшения полынно-типчаковой сильнодергадированной степи (стадия сбоя), Михайловский район, окрестности с. Ащегуль (июль 2014–2018 гг.)

Рис. 29.4. Пастбище на стадии усиленного выпаса. А – начало эксперимента, май 2014 г.; Б – результат рекультивации, июнь 2018 г.

В 2016 и 2017 гг. ограждение мониторинговых площадок было разрушено молодняком крупного рогатого скота, растения пострадали от стравливания и вытаптывания, поэтому на графике экспоненциальной кривой виден провал – до 77% особей было уничтожено. Лучше всего сохранился *A. onobrychis* – 53–71%.

В 2018 г. проведено укрепление ограждения, и за вегетационный период наблюдалось восстановление численности стравленных бобовых: *A. cicer* – 137 шт./м^2, *A. onobrychis* – 109 шт./м^2, *Lotus corniculatus* – 171 шт./м^2, что свидетельствует об отавности подобранных видов кормовых трав (рис. 29. 4).

В середине октября 2014 г. заложен второй эксперимент по улучшению полынно-люцерново-типчаковой степи, находящейся на стадии усиленного выпаса (типчаковая стадия пастбищной дигрессии). Для исследования отобраны три вида астрагала (нутовый – *A. cicer*, эспарцетовый – *A. onobrychis*, бороздчатый – *A. sulcatus*), два вида люцерны (серповидная – *Medicago falcata* и хмелевидная – *M. lupulina*) и лядвенец рогатый – *Lotus corniculatus*.

Подзимний посев имел ряд преимуществ. Во-первых, не требовалось дополнительной скарификации семян бобовых. Они прошли «естественную скарификацию» и стратификацию. Во-вторых, не был упущен оптимальный срок сева, который определяется, с одной стороны, температурой почвы, а с другой – способностью растений противостоять зимним холодам.

При подзимнем севе семена всходили дружно. Лучше остальных всходили семена *Medicago lupulina* (577 шт./м^2) и M. falcata (271 шт./м^2) (табл. 29.2). Среди астрагалов можно отметить *A. sulcatus* (231 шт./м^2), всхожесть семян которого была вдвое выше, чем у *A. cicer* (168 шт./м^2) и *A. onobrychis* (116 шт/м^2). *Lotus corniculatus*, в среднем, по количеству проросших семян был на уровне астрагалов и имел всхожесть 146 шт./м^2.

Таблица 29.2

Динамика выживаемости бобовых, используемых для улучшения полынно-типчаковой сильнодергадированной степи (стадия сбоя)

Виды	**Число побегов на учетных площадках, шт./м²**				
	2014	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**
Astragalus cicer	168	102	513	368	463
A. onobrychis	116	89	136	217	74
A. sulcatus	231	155	55	19	0
Lotus corniculatus	110	133	141	459	535
Medicago lupulina	577	392	1000	198	0
M. falcata	271	995	138	288	0

В 2015 г. у астрагалов наблюдалась отрицательная динамика выживаемости (рис. 29.5). Число побегов *A. cicer* сократилось на учетных площадках на 39%, у *A. sulcatus* – на 32%, а у *A. onobrychis* – на 23%.

Снижение числа побегов отмечалось также у *Medicago lupulina* (392 шт./м²), которая на второй год жизни прошла все фазы фенологического развития и образовала зрелые семена. У *Lotus corniculatus* был заметен небольшой прирост новых побегов, а у *M. falcata* наблюдался пик роста, число молодых побегов увеличилось в 27 раз и составило 995 шт./м² (рис. 29.6).

На графиках выживаемости бобовых прослеживается тенденция снижения жизнеспособности у *A. sulcatus, Medicago lupulina* и *M. falcata*, которые выпадают на пятый год жизни (2018 г.). Значительные выпады бобовых связаны в большей степени с обострившейся конкуренцией за влагу между густорастущими особями (*M. lupulina* и *M. falcata*).

У *A. cicer* и *Lotus corniculatus* наблюдается положительная динамика выживаемости. В 2017 г. растения *A. cicer* образовали сомкнутый травяной ярус со злаками дернины межполосного пространства (рис. 29.7) высотой 45–55 см. За счет образующихся корневых отпрысков астрагал сформировал мощную биомассу. Вегетативное размножение астрагала нутового значительно эффективнее семенного. Корневые отпрыски быстро образуют молодые побеги, распространяющиеся в пределах огороженного участка. В июле 2017–2018 гг. отмечено массовое цветение, а в августе – образование и созревание невскрывающихся плодов (рис. 29.7, Г).

В 2017 г. *Lotus corniculatus* сформировал кусты, состоящие из 25–35 побегов, достигающих в высоту 35–40 см. На четвертый год жизни растения лядвенца рогатого прошли все фенологические фазы и образовали многочисленные плоды – двустворчатые бобы, вскрывающиеся по двум створкам при созревании.

Рис. 29.5. Динамика выживаемости астрагалов, используемых для улучшения полынно-люцерново-типчаковой степи (стадия усиленного выпаса, типчаковая), Михайловский район, окрестности с. Ащегуль (июль 2014–2018 гг.)

Рис. 29.6. Динамика выживаемости лядвенца рогатого и люцерн, используемых для улучшения полынно-люцерново-типчаковой степи (стадия усиленного выпаса, типчаковая), Михайловский район, окрестности с. Ащегуль (июль 2014–2018 гг.)

Рис. 29.7. Улучшение полынно-люцерново-типчаковой степи. Михайловский район, окрестности с. Ащегуль: А, Б – общий вид пастбища в июле (слева) и в августе (справа) 2018 г.; В – вегетативные побеги *A. cicer*; Г – зелые плоды *A. cicer*

Лядвенец рогатый, на наш взгляд, является перспективным кормовым растением, которое следует использовать для улучшения пастбищ. Этот вид самовозобновляется из семян не только на огороженном участке, но и за его пределами. На расстоянии 3–3,5 м нами были обнаружены отдельные особи лядвенца рогатого в количестве 15 шт. Распространение растений на значительное расстояние объясняется автохорным распространением семян путем выстреливания их из бобов.

Astragalus onobrychis и *A. sulcatus* развивались хуже по сравнению с *A. cicer*. Эти растения не образуют корневых отпрысков, поэтому во всеваемых полосах отмечены немногочисленные экземпляры высотой 15–25 см.

Фенологические наблюдения показали, что в условиях сухой степи некоторые бобовые способны цвети и образовывать плоды уже в конце второго года жизни (*Medicago lupulina* и *Lotus corniculatus*) либо на третьем–четвертом году жизни (*Astragalus cicer*).

Проведенные исследования позволили установить возможность приживания и адаптационные особенности видов бобовых (местных и нерай-

онированных), отсутствующих в травостое изучаемых пастбищ. Полевые опыты показали эффективность метода полосного подсева трав в дернину и его положительное влияние на продуктивность деградированных пастбищ в условиях пастбищной нагрузки.

Важнейшим направлением деятельности по восстановлению степи является сохранение участков природных степных экосистем в виде целостной системы особо охраняемых территорий, связанной «экологическими коридорами». Роль экологических коридоров могут играть полезащитные и придорожные лесополосы и кустарниковые полосы, полосы отчуждения около инженерных сооружений, другие неудобья. В последнее время в Алтайском крае уделяется особое внимание созданию особо охраняемых природных территорий в Кулунде. Условия для охраны степных и озерно-степных экосистем со специфичными комплексами животных и растений созданы в семи заказниках: «Благовещенский», «Суетский», «Уржумский», «Хабарский» и «Лифляндский», «Озеро Большой Тассор», «Локтевский», 10 памятниках природы: «Озеро Куричье и урочище Касалгач», «Шимолинский бор», «Древнее русло реки в Ащегуле», «Балочная система в Новокормихе», «Озеро Шукыртуз», «Озеро Бульдюк», «Солончаки у с. Боровское», «Сообщества галофитов оз. Бурлинское», «Степи у с. Парфеново» (Силантьева и др., 2014 а; Силантьева и др., 2014 б; Елесова, 2015; Елесова, Силантьева, 2015 а; Елесова, Силантьева, 2015 б; Елесова, Овчарова, 2016). Кроме того, Программой развития ООПТ Алтайского края до 2025 г. планируется увеличить находящиеся под охраной степные экоситемы за счет организации Кулундинского природного парка, двух заказников и 10 памятников природы. Под охраной Красной книги Алтайского края (2016) 40 видов растений Кулундинской степи: *Stipa pennata* L. s. l., *Stipa lessingiana* Trin. et Rupr., *Stipa dasyphylla* (Lindem.) Trautv., *Iris glaucescens* Bunge, *Astragalus arbuscula* Pall., *Astragalus compressus* Ledeb., *Astragalus ammodytes* Pall., *Atraphaxis frutescens* (L.) R. Koch. и др.

Выводы

Таким образом, подходы к естественному восстановлению покрова степей и увеличению их биоразнообразия в рамках сложившегося характера природользования в Кулунде могут быть различны. Мы осветили только три основных направления, осуществление которых востребовано и уже начато. Используемые нами технологии экологической реставрации дергадированных патбищ обеспечивают самовозобновляемость и саморегуляцию структурно-функциональной организации экосистем, восстановление их продуктивности и видового разнообразия.

Полученные данные по улучшению степных фитоценозов путем заповедования показывают, что в течение шести лет наблюдается значительное

улучшение структуры пастбищных сообществ. Восстанавливается ярусность, увеличивается проективное покрытие и возрастают запасы надземной фитомассы.

Рекультивация степных сообществ методом создания пастбищных экосистем на основе использования семян, адаптированных к условиям сухой степи бобовых трав, позволяет осуществлять самовосстановление фитоценозов за счет семенного и вегетативного возобновления доминантных видов.

Кроме того, восстановлению степных экосистем и биоразнообразия будут способствовать: введение правовых механизмов защиты степных экосистем на землях сельскохозяйственного назначения; экологическая реставрация степных ландшафтов, в том числе восстановление типичных степных и кустарниковых экосистем, байрачных, колочных и пойменных лесов, водно-болотных угодий; создание условий для извлечения дополнительных экономических выгод от альтернативного (не сельскохозяйственного) использования степей; охрана водных экосистем и естественных источников воды, восстановления традиционных источников водоснабжения; формирование положительного образа степи и представлений о необходимости ее сохранения в общественном сознании (Национальная стратегия…, 2001).

Библиографический список

Бейдеман И.Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. Новосибирск : Наука, 1974. 155 с.

Дзыбов Д.С. Метод агростепей ускоренное восстановление природной растительности : методическое пособие. Саратов : Научная книга, 2001. 40 с.

Елесова Н.В., Силантьева М.М. Влияние кратковременной изоляции на растительность деградированных пастбищ Южной Кулунды // Степи Северной Евразии : материалы VII Международного симпозиума / ИС УрО РАН Оренбург : Димур, 2015. С. 333–336.

Елесова Н.В., Овчарова Н.В. Растительный покров природного заказника «Касмалинский» (Алтайский край) // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. Барнаул : Концепт, 2016. С. 52–56.

Елесова Н.В., Силантьева М.М. Растительный покров планируемого памятника природы «Скальный каньон на реке Кизиха (Каменная речка)» // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. Барнаул, 2015 а. С. 79–81.

Елесова Н.В. Современное состояние растительности Корниловского заказника (Алтайский край) // Горные экосистемы Южной Сибири: изучение, охрана и рациональное использование: труды Тигирекского заповедника. Барнаул, 2015. С. 207–209.

Иванов В.В. Степи Западного Казахстана в связи с динамикой их покрова. М. ; Л. : АН СССР, 1958. 228 с.

Красная книга Алтайского края. Т. 1: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов. Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 2016. 292 с.

Национальная стратегия по сохранению биоразнообразия в Российской Федерации / Российская академия наук и Министерство природных ресурсов. М., 2002.

Силантьева М.М., Елесова Н.В., Сперанская Н.Ю., Андреева Е.Б., Гребенникова А.Ю., Зарецкий Ю.Ю., Гальцова Т.В. Растительный покров заказника «Завьяловский» (Алтайский край) // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. Барнаул : ИП Колмогоров И.А., 2014 б. С. 183–187.

Силантьева М.М., Елесова Н.В., Терехина Т.А. Флористическое и фитоценотическое разнообразие территорий, планируемых для расширения заказника «Озеро Большой Тассор» // Известия Алтайского государственного университета. 2014 а. № 3/2 (83). С. 71–74.

Силантьева М.М., Терехина Т.А., Сперанская Н.Ю., Гальцова Т.В., Шапина М.М., Елесова Н.В., Гребенникова А.Ю. Новые перспективные виды и сорта кормовых трав для реставрации пастбищ сухостепной зоны Кулунды // Вестник Алтайской науки. Барнаул : АНОК, 2015 а. №1 (23). С. 50–54.

Силантьева М.М., Харламова Н.Ф., Елесова Н.В., Сперанская Н.Ю., Гальцова Т.В., Соломонова М.Ю., Курепина Н.Ю., Гребенникова А.Ю., Плуталова Т.Г. Реставрация степных экосистем сухостепной зоны Кулунды с учетом исторической реконструкции растительного покрова // Вестник Алтайской науки. №1 (23). Барнаул : АНОК, 2015 б. С. 241–245.

Глава 30. Структура устойчивого регионального развития в Алтайском крае

А.М. Никулин, С. Ленц, О.Я. Виноградская, А.А. Куракин, А. Вуст

Аннотация. Авторы сосредоточиваются на анализе совокупности факторов, связанных с накоплением человеческого потенциала и интеграцией новых знаний в сельских сообществах на территории Кулундинской степи Алтайского края, в значительной степени ответственных за устойчивое социально-экономическое развитие этой зоны. В результате анализа они приходят к выводу о необходимости расширенного толкования термина «устойчивое развитие» в директивных документах краевой и муниципальных администраций, которое позволило бы реализовать ряд мероприятий по социально-экономическому развитию региона, направленных на обеспечение определённого качества жизни всех поколений сельских сообществ, как современных, так и будущих, предполагающих полную реализацию их человеческого потенциала.

Ключевые слова: агропроизводственные факторы, природно-климатические факторы, человеческие ресурсы, региональное развитие, сельские сообщества, программа устойчивого развития.

30.1. Результаты и обсуждение

Настоящий параграф посвящен рассмотрению некоторых узловых точек, выявленных в процессе реализации проекта «Кулунда», связанных с накоплением человеческого потенциала и интеграцией новых знаний, которые могут расширить и обогатить понимание термина «устойчивое развитие» в будущих директивных документах краевой и муниципальных администраций зоны Кулундинских степей Алтайского края.

Изучение социальной структуры устойчивого регионального развития Алтайского края продемонстрировало то, что устойчивое развитие зоны Кулундинской степи в значительной степени зависит от взаимодействия таких

двух комплексных факторов: природно-климатические условия и производство сельскохозяйственной продукции. В научной литературе под устойчивым развитием в широком смысле понимается процесс согласованных между собой экономических и социальных преобразований, направленных на обеспечение качества жизни как современных, так и будущих поколений людей.

К основным элементам политики устойчивого развития относятся эффективное использование ресурсов, содействие разработке новых производственных технологий, расширенное применение схем повышения производительности и эффективности, а также содействие инновационным и производительным видам деятельности. В данном контексте социально-экономическое развитие в значительной степени основывается на информации и знаниях, создает ценности благодаря их способности управлять этими ценными активами (Коррес и др., 2014, с. 9)

Авторы Программы устойчивого развития сельских территорий Алтайского края на 20122020 гг. (далее — Программа) придают особое значение стабильности в социальной сфере. Программа направлена на «стабильное социально-экономическое развитие сельских территорий на основе диверсифицированной сельской экономики, обеспечивающей высокое качество жизни, рациональное и экологически обоснованное использование земель». Такую стабильность следует считать устойчивой (Администрация Алтайского края, 2011). В документе «Стратегия социально-экономического развития Алтайского края до 2025 года», введенном в действие законом Алтайского края № 86-ЗС в 2012 г., главная цель такого развития определена как «достижение высокого уровня и качества жизни населения, основанного на опережающих темпах инновационного экономического роста, усилении стратегических позиций региона в аграрном, промышленном и туристическом комплексах России».

Целями Программы устойчивого развития, в частности, являются:

- создание комфортных условий жизнедеятельности в сельской местности;
- стимулирование инвестиционной активности в агропромышленном комплексе путем создания благоприятных инфраструктурных условий в сельской местности;
- содействие созданию высокотехнологичных рабочих мест на селе;
- активизация участия граждан, проживающих в сельской местности, в реализации общественно значимых проектов;
- формирование позитивного отношения к сельской местности и сельскому образу жизни.

Для достижения этих целей документом предусмотрено решение таких основных задач в экономической и социальной сферах, как:

- существенный рост производительности труда;

- создание в крае конкурентоспособных на мировом рынке территориальных кластеров, в частности, в агропромышленном и туристско-рекреационном комплексах;
- развитие и модернизация транспортно-коммуникационной инфраструктуры края;
- развитие человеческого потенциала и повышение качества человеческого капитала;
- полномасштабная поддержка малого бизнеса;
- обеспечение экологической безопасности населения и экосистем края;
- эффективное использование уникального природно-ресурсного потенциала края в развитии туристско-рекреационного комплекса международного уровня (Стратегия, 2012, с. 3940).

В дополнение к перечисленным целям исследовательский проект «Кулунда» особым образом расширяет толкование понятия «устойчивый», поскольку, с одной стороны, в крае существуют особые экологические предпосылки для развития сельского хозяйства, а с другой стороны, в последнее время здесь весьма активно происходят изменения в общественной сфере. Общая отправная точка для проведения научного исследования и планируемая дата составления выводов и заключений определяют временные рамки социально-пространственных отношений. С учетом такой эволюционной перспективы способность применять и распределять новые знания в масштабах региона становится новым элементом в определении устойчивого развития.

30.2. Группа природно-климатических факторов, влияющих на устойчивое региональное развитие

Территории Кулундинской степи Алтайского края весьма разнообразны по природным условиям, однако большая их часть расположена в зонах сухой и типичной степей, отличающихся суровым климатом. Так, в отдельных районах среднегодовое количество осадков не достигает и 350 мм. В то же время в условиях сухой степной зоны большой ежегодный опад растительной массы и отсутствие промывного режима из-за малого количества осадков сформировали, например, каштановые почвы, содержание гумуса в которых достигает 67 %. Такие уникальные природно-климатические условия обусловили в большинстве районов Кулундинской степи специфику агропроизводственных процессов хозяйствующих здесь субъектов. Поэтому большинство сосредоточенных на этой территории хозяйств в основном специализируются на выращивании засухоустойчивых культур – озимой и яровой пшеницы, кукурузы, подсолнечника, проса и др.

Для хорошего урожая главное, чтобы в почве была влага, особенно весной и в начале лета – самые ответственные этапы вегетационного периода.

Для этого хозяйствам приходится затрачивать значительные усилия на влагосберегающие мероприятия: снегозадержание в зимний период, задержание на полях талых вод в весеннее время, обустройство лесополос, применение безотвальных методов обработки почвы, а при традиционных методах вспашки и сева использовать дополнительное прикатывание, уплотняющее почву в борозде и обеспечивающее лучший контакт семян с влажной почвой.

Кулундинская степь — это огромная экосистема, состоящая из множества элементов. Одним из важных элементов этой системы, без которого невозможно было бы возникновение здесь почвенного разнообразия, является формирование на этих территориях уникального природного образования, получившего название «ленточные боры». К ленточным борам относятся леса ленточно-островного типа, исторически сформировавшиеся в Западной Сибири и на территории Казахстана в жестких почвенно-климатических условиях среди безлесных пространств, выполняющие важные климаторегулирующие, почвозащитные и водоохранные функции. Такие боры на территории Кулундинской степи Алтайского края представлены сосновыми лесами в виде лент на древних аллювиальных песках, протянувшихся среди степных пространств на юге Обь-Иртышского междуречья. Они являются единственным источником снабжения древесиной обширной степной территории.

Однако опрошенные нами в рамках исследовательского проекта «Кулунда» специалисты опасаются, что введение нового лесного кодекса и пересмотр категорий лесов Кулундинской степи создаст опасность нарушения экосистемы всего региона. Так, на основании приказа Рослесхоза от 20.03.2008 № 84 леса, ранее подпадавшие под категорию «особо ценные лесные массивы» и охраняемую категорию «ленточные боры», перешли в категорию эксплуатационных и резервных лесов. Специалисты считают, что этим приказом фактически был дан «зеленый свет» бесконтрольным вырубкам огромных реликтовых лесных массивов на древних аллювиальных песках, которые не только имеют решающее значение для предотвращения ветровой эрозии, но и формируют здесь специфическую климатическую зону. От состояния этих лесов зависит не только разнообразие эндемичных флоры и фауны, водных ресурсов, но и жизнедеятельность местного населения.

30.3. Группа агропроизводственных факторов, ответственных за устойчивое региональное развитие

Интенсивные процессы в Кулундинской степи по перемещению больших масс населения для повышения объемов производства сельскохозяйственной продукции и внедрению методов промышленного производства продовольствия начались ещё в конце 1960-х гг. С тех пор и до распада Со-

ветского Союза основными направлениями развития на этих территориях стали длительная серия экспериментов по освоению целинных земель, разработки технологий землепользования, создания агропромышленных комплексов и системы постоянных и устойчивых поселений. Основными определяющими условиями в тот период были плановая экономика страны, находящаяся под контролем государства, и идея освоения природных ресурсов, которые было необходимо разведать и разработать, чтобы обеспечить прогресс в развитии общества. Смена основных принципов экономического развития в 1990-х гг. пагубно сказалась на производстве сельскохозяйственной продукции и на социальной инфраструктуре зоны Кулундинской степи. Отчасти это негативное воздействие было нивелировано приватизацией большинства аграрных предприятий, большая часть которых перешла на моноспециализацию, в основном на выращивание зерновых. Необходимо отметить, что несмотря на значительное разрушение социальной инфраструктура, у большинства сельских территорий до сих пор остается некий запас прочности, который позволяет поддерживать на определенном уровне их жизнеспособность. Однако трудно сказать, как долго удастся поддерживать этот уровень ввиду продолжающего оттока населения, отъезжающего преимущественно в города.

Большинство муниципальных районов зоны Кулундинской степи Алтайского края расположены в сложных, с точки зрения ведения сельского хозяйства, природно-климатических условиях, поэтому в советское время для обеспечения кормовой базы животноводства хозяйствам приходилось заниматься интенсивным орошением, а для поддержания зернового производства при низкой урожайности распахивались значительные площади сельхозугодий. В настоящее время практически все хозяйствующие субъекты этой зоны не могут себе позволить использование такого рода ресурсозатратных технологий, в результате чего они предпочитают отказываться от животноводства и переходят на зерновую специализацию своего производства, что демонстрирует типичная цитата из интервью одного из местных жителей:

«…мы не можем выращивать лён, — не растёт он у нас. Рапс не можем получать, потому что он тоже не даёт таких урожаев, на которых бы хозяйство работало более-менее рентабельно. А вот подсолнечник, я считаю, наиболее экономически выгодная культура в Алтайском крае, может быть, за исключением ещё сахарной свеклы. Но раньше, ещё в советские времена, у нас в хозяйстве, где я работал, 16 тысяч гектар пашни было, посевных — 8 тысяч, из них нам разрешали засеивать подсолнечником не больше 400 гектаров из 16 тысяч! А в этом году у нас 27 тысяч гектаров посеяно по району подсолнечника и 24 тысячи — зерновых. Но, по-хорошему, подсолнечника не может быть столько в севообороте… Потому что он и землю истощает, и сорняк карантинный заводится, и вредители там всякие, и всё, что хочешь!

А куда нам деваться? Экономику он тянет, и живут фермеры, и выживают в основном за счет него. Вот поэтому сейчас плановая экономка необходима, наверное» (Алтайский край, Угловский район, с. Угловское, работник администрации, сентябрь, 2015).

Вместе с тем фермерские хозяйства являются важной составляющей устойчивого регионального развития зоны Кулундинской степи Алтайского края. Так, большинство из них работают здесь в режиме жесткой экономии, который, в свою очередь, подталкивает их к применению инновационных технологий на различных этапах производственного процесса: техника доводится «до ума» в соответствии с местными условиями, для каждого отдельного посевного комплекса разрабатывается своя конкретная технологическая схема, дорогие химические удобрения заменяются биологическими стимуляторами роста, микроудобрением и микроэлементами. Такой творческий подход позволяет этим хозяйствам даже на бедных приборовых каштановых почвах получать урожайность в отдельные годы до 14,5 центнеров с гектара, что иногда превышает показатели тучных почв алтайского предгорья.

Кроме этого, фермерские хозяйства, расположенные в рискованных почвенно-климатических условиях, прибегают к различного рода тактикам, позволяющим им даже в самые неблагоприятные по количеству осадков годы получать небольшие, но стабильные урожаи. Так, например, фермеры покупают или арендуют земельные участки, расположенные в микрозонах с разными почвенно-климатическими условиями, иногда даже на территории соседних районов, но в сравнительной доступности для своей сельскохозяйственной техники. Такой тип рискованного поведения вполне оправдан, учитывая атмосферные условия в летний период с преобладанием конвективных осадков. По словам фермеров, бывает так, что на одном поле периодически идёт хотя бы небольшой дождь, а на соседнем за весь сезон не выпадает ни капли.

Среди более широкого набора факторов, важных для сельского хозяйства, следует особо подчеркнуть проблему кредитования. В большинстве случаев собственные средства хозяйств не позволяют им проводить регулярное обновление своего технического парка, поэтому почти все хозяйства района пользуются лизингом или кредитами. Однако многие респонденты-фермеры отмечают, что в последнее время банки неохотно выдают кредиты сельхозпроизводителям, даже под очень большие проценты. Это самым болезненным образом отражается прежде всего на начинающих фермерах, у которых практически нет стартового капитала, а в последнее время были сокращены программы господдержки.

Однако кредитование имело смысл только при относительно высокой рентабельности фермерских хозяйств, например, когда цена на пшеницу держалась на общемировом уровне, а цены на энергоносители и тарифы были умеренными. В настоящее время ситуация на рынке кредитования для

фермеров становится менее благоприятной, особенно в неурожайные годы, поскольку изменение цен на сельскохозяйственную продукцию значительно отстаёт от общего роста цен и ставок по кредитам. При сложившейся конъюнктуре кредиты стали «съедать» всю прибыль даже успешных, оснащенных современной техникой и технологически продвинутых фермерских хозяйств. Поэтому сегодня большинство опытных фермеров стараются работать с кредитами осторожно.

Ещё одна трудность как для фермеров, так и для других участников сельскохозяйственных производств заключается в самой системе ценообразования, в которой, по словам респондентов, ценовые колебания за последнее время значительно усилились и стали менее предсказуемыми. В результате предприятия испытывают затруднения с организацией своих севооборотов, с получением кредитов, с расчетом затрат на инновации.

Вместе с тем на предприятиях сельскохозяйственного профиля к основным внешним обстоятельствам, являющимися предпосылками или условиями технологических новаций, можно отнести политику государства в области ценообразования, страхования, кредитования, лизинга и разного рода субсидий. В качестве внутренних факторов такого рода для этих предприятий можно выделить наличие в их коллективах людей с творческим задатками, лидерскими качествами или определенной культурой, имеющей непосредственное отношение к сельскохозяйственному труду. Эти факторы срабатывают в том случае, если перечисленными качествами обладают или руководители производства, или специалисты-профессионалы.

Иногда в качестве внешних обстоятельств могут выступать как неудачи, которые произошли с руководителем в других сферах деятельности, так и своего рода усталость от борьбы, от напряжения, когда конкуренты постоянно «наступают тебе на пятки».

«Я считаю, что это жизнь заставила меня выкручиваться… А куда деваться-то? Когда в 1992 г. я и жена работали в школе, мы оба — учителя, и как-то кормить семью надо. Было принято решение: я ухожу в бизнес, а она остаётся в школе. И я ушёл в торговлю. 10 лет я отработал в торговле, и все, и хватит мне. Она больше мне не нужна… У меня же просто были деньги в торговле. Поэтому я начал спокойно, не кредитуясь и не закредитовываясь под завязку, как многие предприятия сейчас. Ну, в перспективе я и не хотел заниматься торговлей дальше, потому что на нее очень много уходит тех сил, которые я бы не хотел тратить. Мне больше нравится вот это, и я перешел сюда, и специально сделал два предприятия. Одно занимается изготовлением производственных орудий, другое — сельхозпредприятие, я его держу, чтобы быть на сельхозналоге. То есть все затраты и продажа сельхозпродукции идут через него. И вот банкам это не нравится, что я и там, и там являюсь учредителем и директором. Ну, а я деньги, естественно, гоняю

туда-сюда. Имею право. Как мне удобно… Их [банки] это очень волнует. Они начинают тогда меня забрасывать лишними бумагами, чтобы я им писал отчеты… Я, например, покупаю борону у одного из своих предприятий, — своё же сам покупаю у себя. Мне так удобно, потому что мне надо предприятие вывести на прибыль. Ну, вот так выкручиваемся… И это — не творчество, это — жизнь, опять же. До этого все додумываются, все работают так. Вот сейчас мне надо взять заказ так удачно, чтобы всё было так, как мне надо. Так мы и работаем…» (Алтайский край, Михайловский район, с. Михайловское, руководитель ООО, август, 2013).

Вместе с тем технологические новации в таких отраслях, как сельскохозяйственное и лесотехническое производство, вызывают настороженность не только у местных жителей, не без оснований опасающихся за изменение среды своей жизнедеятельности, но даже и у специалистов. Вглядываясь в изменения, связанные с такого рода новациями, они обнаруживают, что замена традиционных, отработанных веками технологических приемов и способов обработки почвы или эксплуатации лесных угодий, с одной стороны, резко повышает эффективность производственной деятельности, а с другой, — ведёт к необратимым трансформациям непосредственной среды жизнедеятельности. Так, например, ряд опрошенных нами специалистов и местных жителей скептически относятся к технологии No-Till, считая её химически агрессивной по отношению к почве. По их мнению, применение такого рода технологий требует специфических подходов в каждой конкретной ситуации.

Например, по словам одного респондента-фермера, его хозяйство ориентировано на экологически чистое производство, без использования химии, хотя на сегодняшнем рынке такая продукция пока еще не востребована. Однако он считает, что собственники хозяйств должны быть заинтересованы в сбережении земли как для себя, так и для потомков. Поэтому он применяет традиционную технологию с минимальной обработкой почвы, которая позволяет ему с помощью определённых агроприёмов получать хорошие результаты по урожайности с незначительным использованием гербицидов.

«Я вот эти новые технологии [имеется в виду технология No-Till] не признаю, то есть я их признаю вообще, но я убежден, что они не для нашей зоны. И другие наши фермеры об этом говорят. У нас не хватает соломы. У нас очень низкорослые хлеба. Это связано, опять же, с засухой. А там [в технологии No-Till] нужна солома. Вот будет поле белое от соломы, тогда и химии надо будет меньше вносить. Наши соседи, конечно, работают по этим технологиям, но они и очень плотно работают с химией. Я категорически против химии, я — противник этого. И результаты у нас не хуже. У нас за последние 5 лет урожайность составила 14,5 центнеров с гектара, и это мы получили без химии. По району в прошлом году урожайность была

6, у нас — 9,5. В позапрошлом году по району было 7, у меня — 11,5. То есть в полтора раза — разница, а то, бывало, в разные годы она до двух раз доходила» (Алтайский край, Михайловский район, с. Ракиты, глава фермерского хозяйства, апрель, 2013)

Как правило, необходимость применения тех или иных технологических новаций на предприятии определяет руководитель или какой-либо опытный специалист. Так, один из респондентов — руководитель крупного сельскохозяйственного предприятия Михайловского района считает, что настоящая, подлинная цель использования инноваций в сельском хозяйстве не ограничивается только лишь необходимостью получения прибыли, она более глубинна и связана с призванием новатора, возможностью реализации им определенных творческих замыслов. Только такая цель, по его мнению, позволяет сохранить гармонию между человеком и природой и максимально эффективно использовать инновационную идею.

«Я же здесь родился и просто знаю сельское хозяйство с самого начала, поэтому у нас технология возделывания, конечно, осталась классической. Мы не перешли ни на No-till, ни на эту сплошную гербитизацию. Я, маленько, противник этой формы. Вот, вижу здесь, у нас, как красиво всё это у них получается… Но тем не менее, остаюсь при своем мнении, что это все губит природу. Я же много езжу по полям, и там, где обрабатывают химией, я не вижу дичи. Там просто хорошие растения растут, но дичь там не живет. Она живет там, где земля не обрабатывается. Потому что, наверное, животные чувствуют, что это не то. Конечно, в новых технологиях они хорошо химию используют. Вот, если стоит трехметровая кукуруза, и там ни одного сорняка нет, значит, это всё протравлено. Капитально протравлено, правильно? Поэтому, как-то меня вот это беспокоит … Потому что ни заяц там не живет, ни кто-то ещё…» (Алтайский край, Михайловский район, с. Михайловское, руководитель сельхозпредприятия, август, 2013)

В то же время среди фермеров есть и такие, которые оптимистично относятся к использованию новых технологий в сельском хозяйстве, но при этом они пессимистично настроены в отношении изменчивости самой человеческой природы, поэтому, по их мнению, лишь смена поколений принесёт смену в образе мышления сельских жителей, в их повседневных привычках и профессиональных навыках.

30.4. Практики применения земельного законодательства, препятствующие инновационному развитию территорий

Одним из основных барьеров, препятствующих инновационному развитию сельскохозяйственного производства, до сих пор остается земельный вопрос и практика применения земельного законодательства,

поскольку, несмотря на постоянное совершенствование законодательной базы, связанной с этими вопросами, их решение на местах наталкивается на ряд организационных и финансово-экономических проблем, приводящих порой к противоположным, по сравнению с законодательной логикой, результатам.

Иногда на местах лучшие сельскохозяйственные земли выделяются по принципу близости к административному ресурсу. По мнению респондентов-фермеров и специалистов по сельскому хозяйству, на районном уровне все, кто занят в этой отрасли, друг друга прекрасно знают и понимают, кто на что способен, причём об этом осведомлено руководство как муниципальных, так и районных администраций. Поэтому они считают, что выделение сельскохозяйственных земель и адресной поддержки должно осуществляться при обязательном контроле и со стороны администрации, и со стороны специалистов действительно работоспособным хозяйствам или активным начинающим фермерам. По их мнению, от решения этого вопроса зависит не только будущее отдельных хозяйств, но и всей Кулунды.

Следует отметить, что на сегодняшний день в районах зоны Кулундинской степи ещё не до конца сформировался рынок земли, поэтому, например, в 2014 г. цена земельного пая, а это — около 25 га, была достаточно низкой и не превышала 25 тыс. рублей. С этим связана еще одна злободневная тема размежевания сельскохозяйственных земель. Сегодня владельцы земельных паёв по закону должны в обязательном порядке землю зарегистрировать в земельном реестре, но для этого сначала надо провести размежевание, которое является относительно дорогостоящей процедурой для местного населения. Поэтому владельцы паёв отдают их в аренду фермерам с условием, что размежевание последние произведут за свой счет. Кроме этого, фермерам необходимо размежевать и свою собственную землю. Все эти обязательные процедуры требуют не только времени, но и денег, напрямую они никак не связаны с самим производственным циклом. У большинства начинающих и небольших фермерских хозяйств денег на размежевание нет, поэтому они вынуждены расходовать на это средства, которые могли бы затратить непосредственно на производство. Из-за этого нарушается весь производственный цикл хозяйства, или оно обременяется долгами.

По мнению большинства респондентов, решение земельных вопросов, как и разработка практики применения земельного законодательства, в значительной степени зависит от налаживания реальных справедливых партнёрских отношений между сельскохозяйственными производителями, местными администрациями и различными ведомствами на всех уровнях.

30.5. Влияние кадровых проблем

В большинстве районов зоны Кулундинской степи Алтайского края почти невозможно найти область деятельности или производства, которые бы не нуждались в специалистах. Особую потребность организации испытывают в молодых высокообразованных кадрах. Наиболее остро эта проблема проявляется в здравоохранении и других областях социальной сферы. Поэтому в этой сфере применяется ряд федеральных и региональных программ по привлечению молодых специалистов к работе на селе. В частности, это следующие программы:

- Губернаторская программа подготовки профессиональных кадров для сферы малого и среднего предпринимательства Алтайского края в 2013 – 2016 гг.;
- Кадровое обеспечение системы здравоохранения Алтайского края: подпрограмма государственной программы «Развитие здравоохранения в Алтайском крае до 2020 года»;
- Развитие образования и молодёжной политики в Алтайском крае: Государственная программа Алтайского края на 2014 – 2020 гг.;
- Газификация Алтайского края на 2015 – 2020 гг.: подпрограмма государственной программы Алтайского края «Обеспечение населения Алтайского края жилищно-коммунальными услугами» на 2014 – 2020 гг.;
- Губернаторская программа подготовки профессиональных кадров для сферы малого и среднего предпринимательства Алтайского края в 2013 – 2016 гг.;
- Федеральная программа «Земский доктор».

Последняя из перечисленных программ начала действовать с 1 января 2012 г. Она предусматривает выделение подъемных в размере одного миллиона рублей каждому врачу в возрасте до 50 лет, переезжающему работать в село на пять лет. Однако реализация этой программы проходит несколько иначе, чем было задумано при её разработке.

«Сейчас у нас, в основном, работают пенсионеры. В принципе, работать некому. Молодежь была. У нас в этом году уехали 4 молодых доктора, которые 5 лет еще не отработали. А знаете почему? Потому что существует такая программа “Земский доктор”. По ней специалист заканчивает институт и переезжает работать в село, либо переезжает из села в село, либо из города в село. Тогда ему даётся 1 миллион рублей подъемных. Вот, у нас так уехали две молодые пары. Вот за этими 2 миллионами, бросив работу, квартиры, и поехали туда, чтобы там получить 2 миллиона рублей. Это я считаю категорически неправильно, когда из села в село перебегают за этим миллионом. Кадровый вопрос так не решится. То есть 2 пары, муж и жена — 4 человека. Чтобы получить этот заветный миллион им надо переехать в другую деревню! Вот от нас они не могут получить эти деньги, потому что они работали

до принятия этого закона, этой программы. Они после института начали работать у нас ещё до принятия закона, и поэтому миллиона им не положено, а переехав в другое село, им стало положено. Они закрыли, да, там, они приехали туда, а нас оголили. И что это за решение кадрового вопроса?» (Алтайский край, Михайловский район, с. Михайловское, врач районной больницы, август, 2013).

Тем временем нехватка специалистов ощущается даже в органах муниципального и государственного управления. Например, в интервью с сотрудниками районной администрации отмечалось, что нелегко найти квалифицированных специалистов на должность главы поселения или на административную работу в органы муниципального самоуправления.

«Мы уговариваем, чтоб какой-нибудь человек пошёл на главу поселения. Когда-то было, лет 8 назад, — по 5, по 7 кандидатур на эту должность, а теперь и одну найти очень трудно. В первую очередь это связано с зарплатой. Например, если раньше сюда, в районную администрацию, отбирали специалистов из уважаемых людей, опытных, поработавших, то сегодня берём, — лишь бы они хоть мало-мальски знали свою профессию да соответствовали хотя бы чуть-чуть образованию…» (Алтайский край, Михайловский район, с. Михайловское, работник администрации, август, 2013).

Часть респондентов-производственников, руководителей сельскохозяйственных предприятий, в качестве основных проблем выделяли трудности, связанные с межпоколенческими трудовыми отношениями. Такого рода трудности, по их мнению, обусловлены прежде всего различием интересов и ценностей работников старшего поколения и молодежи.

Одной из существенных трудностей для малых сельскохозяйственных предприятий является использование современной компьютеризированной техники, для обслуживания и ремонта которой им необходимо содержать специалистов достаточно узкого профиля, владеющих компьютерными технологиями и обладающих навыками настройки такой техники. Таких специалистов в сельской местности нет. Поэтому зачастую руководители таких предприятий ограничивают свой парк более простой в обслуживании отечественной техникой. А слишком компьютеризированную импортную технику они считают избыточной для местных условий.

30.6. Взаимодействие социума и власти как условие регионального развития

Крайне важно, что местные сообщества, как правило, очень чутко реагируют на любые культурные инициативы, исходящие как от них самих, так и извне. Примером этого может служить успех передвижной интерактивной выставки «Барнаул в чемодане», проекта, получившего высокую оценку

не только в Алтайском крае, но и на всероссийском конкурсе проектов развития сел и малых городов «Культурная мозаика», поддержанного фондом Тимченко. Проект ориентирован прежде всего на детей жителей сельских районов Алтайского края, имеющих мало возможностей посетить свой краевой центр — Барнаул. Именно им с помощью как традиционных музейных, так и новейших компьютерных технологий передвижная выставка с громадным успехом продемонстрировала историю и современность Барнаула, его связь с окружающими его сельскими территориями. Фактически перед селянами в виртуальном пространстве разыгрывалась драма истории и современности регионального центра и его связь с периферийным окружением, помогающая понять и осмыслить процессы миграции между столицей и сельскими районами Алтайского края. Глубоко символично, что свое путешествие передвижная выставка начала именно по территории Кулундинской степи — Алейскому, Мамонтовскому и Славгородскому районам, вызывая большой интерес среди местных жителей, как взрослых, так и детей.

Впрочем, некоторые скептики отзывались о выставке в том смысле, что она действительно подогревает лишь «чемоданные» настроения, фактически способствуя миграции кулундинцев из скромной сельской реальности в привлекательную жизнь региональной столицы. Скептики также подчеркивали, что невозможно отделаться лишь дешевыми виртуальными красотами региона и его столицы, настаивая на вполне реальных и осязаемых вкладах региона в развитие сельской Кулунды.

Кулундинские сельские сообщества, конечно, стремятся участвовать в региональных и федеральных конкурсах, направленных на поддержку сельского развития. Вместе с тем надо отметить, что часто на уровне самих сельских сообществ удается изыскивать ресурсы для местного культурного развития. Примером чему могут служить поддержка спортивных начинаний в Ключевском и Михайловском районах. Например, одной из самых сильных футбольных команд Алтайского края традиционно является команда Ключевского района, заботе о которой уделяют всеобщее внимание районная администрация, здешний бизнес и, конечно, местные болельщики. Респонденты — жители Ключевского района подчеркивали, что успехи их футбольной команды оказывают позитивное воздействие на социальное самочувствие в селе Ключи. В соседнем Михайловском районе при поддержке крупных и влиятельных фермеров с успехом организована и развивается местная детско-юношеская хоккейная команда.

Впрочем, даже самых замечательных спортивных успехов, конечно, недостаточно для активизации в целом депрессивной социальной жизни Кулунды. Поэтому такое большое значение здесь придается самому разнообразному спектру социально-культурных инициатив. Например, кроме проводимых сейчас по всей России дней рождения того или иного села,

в некоторых районах Кулунды организуются субботники среди школьников и молодежи, направленные на благоустройство местных зон отдыха, в особенности побережий местных степных озер. С другой стороны, кулундинские респонденты сетовали на то, что несмотря на отдельные инициативы по благоустройству местных территорий и проведению культурных мероприятий, население в целом и молодежь в частности индифферентно относятся к поддержанию и развитию цивилизованного образа жизни. Приводились примеры, когда обустроенные молодыми инициаторами для молодежи площадки отдыха, впоследствии подвергались актам вандализма со стороны той же местной молодежи. Также респонденты отмечали, что в кулундинских сообществах местные объединения на уровне власти, бизнеса, интеллигенции и общественных организаций носят спорадический, а не постоянный характер.

По мнению ряда респондентов, изменения, связанные с новыми технологиями и техническим перевооружением сельскохозяйственного и лесотехнического производств, неоднозначно отражаются на территориях их проживания, при этом высказываются пессимистические опасения, что в будущем в районах Кулундинской степи останутся лишь относительно крупные сёла, в которых будет доживать свой век стареющее население. Однако внедрение инженерных, культурно-экономических инноваций и технологий, способствующих повышению производительности труда и, как следствие, высвобождению избыточной рабочей силы и усилению миграционных процессов, особенно в аграрной сфере, в целом открывает новые возможности для жизнедеятельности в каждом отдельно взятом социуме.

Библиографический список

Администрация Алтайского края (2011). Государственная программа Алтайского края «Устойчивое развитие сельских территорий Алтайского края на 2012–2020 годы». URL: http://docs. cntd.ru/document/453110670 (lata обращения:03.11.2016.

Администрация Алтайского края (2015). Постановление об утверждении плана мероприятий по ализации стратегии социально-экономического развития Алтайского края до 2025 года на 2015–2017 годы URL: http://www. altairegion22.ru/upload/iblock/8fb/202_2015. pdf.

Korres G.M., Kourliouros E., Tsobanoglou E., Kokkinou A. (eds) (2014) Socio-economic sustainabil- ity, regional development and spatial planning: European and international dimensions & perspectives" In: Proceedings of the international conference on 'socio-economic sustainability, regional development and spatial planning: European and international dimensions & perspectives', 4–7 (Коррес

Г.М., Курлиурос Э., Цобаноглу Э., Коккину А. (редакторы) (2014) Социально-экономическая устойчивость, региональное развитие и пространственное планирование: европейские и международные аспекты и перспективы. Из материалов международной конференции «Социально-экономическая устойчивость, региональное развитие и пространственное планирование: европейские и международные аспекты и перспективы», с. 4–7). URL: http://www.aegean.gr/ergaxia/Socio-conomic%20Sustainability.

Глава 31. Последствия для административных мер: экономические институты и политика

Е.В. Понькина, А.С. Маничева, М. Баворова

Аннотация. Процессы формирования институциональной среды в аграрном секторе России за последние 25 лет определяют современные тенденции и траекторию будущего экономического развития. В первой части главы рассматривается формирование формальных и неформальных правил, влияющих на систему землепользования региона. Во второй части представлен анализ института собственности на земли сельскохозяйственного назначения и особенности его становления в Алтайском крае. В третьей части анализируются современные тенденции развития аграрного сектора.

Ключевые слова: институциональные изменения, сельское хозяйство, растениеводство, страхование урожая.

Введение

Развитие институтов и общества во многом определяется трансформацией национальной социально-экономической системы. Происходящие изменения в институциональной среде, формирование новых формальных и неформальных норм и правил, изменение ценностных ориентиров происходит постепенно, они остаются незамеченными в краткосрочном периоде. Институциональные изменения, накапливаясь и видоизменяясь с учетом сложившихся исторически традиционных систем землепользования в регионе, создают условия для формирования новых формальных и неформальных норм и правил, что влияет на функционирование и развитие системы землепользования в регионе. Ключевыми институциональными факторами развития системы сельскохозяйственного землепользования являются частная собственность на землю, частная собственность на имущество, право ведения экономической деятельности, продажа и перепродажа товаров, оказание услуг и выполнение работ. Не менее важным является становление

институтов, регулирующих аграрную коммерческую деятельность, в частности, налоговой системы, системы государственной поддержки для финансирования развития сельскохозяйственной отрасли, механизмов финансового оздоровления предприятий и т.д. Несовершенства институциональной среды приводят к возникновению «барьеров», ограничений и «ловушек», действие которых негативно отражается на оживлении основных системообразующих процессов функционирования аграрного комплекса. В фокусе исследования в этой главе находятся основные этапы и результаты становления ключевых элементов институциональной среды в аграрном секторе, особенно в растениеводстве, и возникающие в результате барьеры и институциональные ограничения, играющие положительную или отрицательную роль в развитии агропромышленного комплекса Алтайского края. Основные выводы и постулаты исследования базируются на эмпирических данных, полученных в результате опроса руководителей и специалистов сельскохозяйственных предприятий, проведенного в 2013–2014 гг. в рамках проекта «Кулунда».

31.1. Особенности формирования институциональной среды в современной России

Проблема анализа институциональных изменений и их взаимодействия в системе макро-, мезо- и микроуровней, особенно как последствие глубоких социальных потрясений, когда одни институты теряют свое влияние, а другие только создаются, является одновременно интересной и сложной. В российской научной литературе вопросы анализа институциональных условий и их влияния на экономику сельского хозяйства затрагивают прежде всего уточнение терминов «институциональный фактор», «институциональные условия» и других, раскрывая их в различных нюансах (Юрин, 2008; Горетов, 2010; Бабаян, 2011; Максимова, 2011; Мартынов 2014). Используя фундаментальные положения институциональной теории Д. Норта (Норт, 1997), проанализируем особенности формирования формальных и неформальных правил и кодексов, действующих в аграрном секторе Российской Федерации и Алтайского края, в частности.

Национальное законодательство является основой системы формальных правил общества. Иерархия российского законодательства отражает соподчиненность формальных правил и соответствует иерархии системы государственной власти в Российской Федерации (табл. 31.1). Верхний уровень иерархии составляют федеральные законы РФ, принимаемые законодательными органами государственной власти РФ (Федеральным Собранием), и законы, принимаемые на всенародном референдуме. Эти нормативные акты обладают наивысшей юридической силой. Второй уровень иерархии

составляют указы Президента РФ, а затем акты Правительства РФ. Четвертый уровень составляют решения министерств и ведомств. Следующий уровень формирования формальных правил определяется решениями законодательных органов субъектов РФ. Нижний уровень – законодательные нормы муниципальных органов власти. Формирование формальных правил и сфера их действия подчинены этой иерархии.

Таблица 31.1

Иерархия формальных правил (правовых документов) в современной России

	Вид нормативного акта	**Наименование субъекта, принявшего нормативный акт**
Федеральный уровень	Конституция РФ	Народ РФ
	Федеральные конституционные законы	Федеральное собрание
	Международные акты	Международные организации
	Федеральные законы РФ	Государственная Дума РФ, Совет Федерации РФ, Президент РФ
	Акты (указы и распоряжения)	Президент РФ
	Акты (постановления и распоряжения)	Правительство
	Ведомственные акты (приказы, распоряжения, письма и др.)	Министерства и ведомства
Региональный уровень	Акты федеральных органов исполнительной власти РФ (законы, указы, положения)	Думы (законодательные собрания)
	Акты федеральных органов субъектов РФ (указы, положения)	Губернаторы областей, краев, президенты республик
	Региональные подзаконные акты (постановления)	Администрации областей, краев, правительства республик
Местный уровень	Акты органов местного самоуправления (решения)	Главы и представительные органы муниципальных образований (администрации городов, районов и сельских поседений, сельсоветы)
	Корпоративные акты	Организации

Примечание: составлено авторами (Кирдина и др., 2010; Центр российского образования)

Структура модели институциональных изменений, влияющих на действующие формальные правила и принятие новых норм, состоит из социальных субъектов, наделенных правом законодательной инициативы. На макроуровне к ним относятся Президент РФ, Правительство РФ, включая министерства и ведомства, депутаты Федерального Законодательного Собрания РФ, Совет Федерации. На мезоуровне (уровне субъекта РФ, в частно-

сти Алтайского края) основными субъектами, обладающими правом законодательной инициативы в соответствии с Уставом Алтайского края (Устав, 1995), являются:

- депутаты Алтайского краевого Законодательного Собрания;
- постоянные депутатские объединения;
- постоянные комитеты и комиссии Алтайского краевого Законодательного Собрания;
- губернатор Алтайского края;
- представительные органы местного самоуправления;
- избиратели Алтайского края в количестве не менее одного процента общего их числа;
- члены Совета Федерации – представители от Алтайского краевого Законодательного Собрания и Администрации Алтайского края;
- Алтайский краевой суд;
- Арбитражный суд Алтайского края;
- Уполномоченный по правам человека в Алтайском крае;
- прокурор Алтайского края;
- Алтайское краевое объединение организаций профсоюзов;
- Избирательная комиссия Алтайского края.

На уровне муниципальных органов государственной власти в качестве субъекта, обладающего правом законодательной инициативы, выступает районный Совет народных депутатов, на уровне сельского поселения – сельсовет.

Население, включая предпринимателей, может участвовать в решении важных вопросов посредством выборов, референдума, подачи коллективных обращений (петиций), краевой народной законодательной инициативы, краевого народного опроса (плебисцита) и других форм. Формирование законодательной инициативы происходит в порядке, предусмотренном законом (Закон, 2002; Устав, 1995). Для этого подается ходатайство, которое должно быть письменно поддержано другими гражданами в количестве не менее 300 человек. Ходатайство о возбуждении процедуры краевой народной законодательной инициативы принимается Алтайским краевым Законодательным Собранием к рассмотрению при соответствии его требованиям, предъявляемым законом Алтайского края. Проект нормативного правового акта считается поддержанным, если количество граждан, поддержавших его своими подписями, составляет не менее одного процента общего числа граждан, определяемого в соответствии с государственной системой регистрации (учета) избирателей в Российской Федерации (Закон, 2002).

Инициатива изменения действующих формальных правил, поступающая непосредственно от сельхозтоваропроизводителей, может формироваться в ходе текущего взаимодействия фермеров и представителей органов государственной власти, а также посредством коллективного обоснования

предложений. При этом промежуточным звеном, позволяющим сфокусировать предложения фермеров и представить их администрации и краевому Законодательному Собранию, служат некоммерческие организации, основной деятельностью которых является представление интересов фермеров на региональном и федеральном уровнях. В Алтайском крае к таким общественным организациям относятся Алтайский союз предпринимателей, Союз крестьянских (фермерских) хозяйств и сельскохозяйственных формирований Алтайского края, Мясной союз Алтая, Алтайсоюзмолоко и т.д.

Темпы создания формальных правил и норм в течение переходного периода варьировались. В период перехода России к рыночным отношениям 1990–1995 гг., на этапе формирования института частной собственности на базе государственных предприятий, необходимо было в короткие сроки ввести новые правила, условия и отношения, в которых возможно осуществлять экономическую деятельность в условиях рынка. Трансформация государственной системы имела вертикальный характер «сверху вниз». За 1990–1993 гг. российским парламентом было принято 222 закона, в 1994–1995 гг. – 464 закона (Кирдина и др., 2010), из них большая доля принадлежит законам в области экономики и финансов. В последующие годы среднее значение принятых в течение одного года конституциональных законов в РФ достигло более 300, указов – более 100, актов правительства – более 900, решений министерств и ведомств – более 2 тыс. (Кирдина и др., 2010). Это без учета регионального законодательства. За период 1995–2015 гг. были приняты основные законы, регламентирующие деятельность сельскохозяйственных предприятий, оборот и распределение земель сельскохозяйственного назначения (табл. 31.2).

Практически ежегодно происходит внесение поправок в действующие федеральные законы, общее количество по приведенным основным актам достигает максимум 72 в 2015 г., в среднем за 2000–2015 гг. число поправок, с учетом принятия законов, составляет 37 в год. На рисунке 31.1 приведен тренд, характеризующий количество поправок основных законодательных норм в сельском хозяйстве и их рост во времени за период 2006–2015 гг. Видно, что сложившийся тренд является возрастающим.

Эти данные, с одной стороны, свидетельствуют о высокой изменчивости или нестабильности сложившейся институциональной среды (Шаститко, 1999; Базуева, 2011), а с другой, очевидно, что высокая изменчивость институциональной среды не позволяет завершить адаптацию общества и выявить его объективную устойчивую реакцию на действующие формальные правила. Необходимые институциональные изменения требуют систематических усилий и затрат в течение довольно длительного времени (Кузьминов и др., 2005). Формальное правило при текущей скорости его изменения, не успев закрепиться и «прижиться» в обществе, уже видоизменяется.

Таблица 31.2

Основные действующие федеральные законы, регламентирующие сельскохозяйственную деятельность организаций и граждан в РФ

Закон	**Год принятия**	**Количество поправок за весь период**	**Среднее количество поправок в год**
О сельскохозяйственной кооперации	1995	19	1
О государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним	1997	92	5
О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения	1998	8	0,5
Налоговый кодекс РФ (часть первая)	1998	90	5
Налоговый кодекс РФ (часть вторая)	2000	204	12
Земельный кодекс РФ	2001	93	6
Об обороте земель сельскохозяйственного назначения	2002	24	2
О финансовом оздоровлении сельскохозяйственных товаропроизводителей	2002	4	1
О крестьянском (фермерском) хозяйстве	2003	10	1
О личном подсобном хозяйстве	2003	5	1
О переводе земель или земельных участков из одной категории в другую	2004	21	2
О развитии сельского хозяйства	2006	14	2
О государственном кадастре недвижимости	2007	53	6
ИТОГО поправок	–	618	–

Примечание: составлено авторами.

Если говорить об изменениях, наблюдаемых в аграрном секторе, например, условий предоставления субсидий сельхозтоваропроизводителям, то они происходят ежегодно и утверждаются в Главном управлении сельского хозяйства Алтайского края. Для утверждения ставок субсидий и порядка

их начисления ежегодно принимается более 15 нормативных актов[1]. Это обусловлено, с одной стороны, высокими темпами инфляции, сохраняющимися в стране, и необходимостью индексирования ставок субсидий, выраженных в рублях, во-вторых, особенностями бюджетной системы РФ, необходимостью корректировки трансфертов денежных средств по всем уровням иерархии (между субъектами РФ). Это осложняет принятие решений и повышает институциональные риски.

Рис. 31.1. Количество поправок основных законодательных норм в сельском хозяйстве, 2006–2015 гг. (составлено авторами по данным правовой базы Консультант Плюс www.consultantplus.ru)

Анализируя в целом иерархию законотворчества в РФ, можно констатировать, что наибольшая активность в формировании институтов лежит на федеральном уровне и принадлежит Правительству РФ, Федеральному Собранию и Президенту РФ. В среднем они вносят около 1000 инициативных норм в год (Кирдина и др., 2010).

На регионально уровне активность формирования формальных правил менее выражена и составляет в среднем 114 норм в год, при этом большая доля из них принадлежит Администрации Алтайского края (52 в год) (Алтайское краевое Законодательное Собрание, 2016). В 2015 г. только губернатор Алтайского края инициировал 55 положений, актов и поправок в законы РФ. Таким образом, основная инициатива исходит из «верхнего» уровня иерархии (федерального), а корректировки ее реализации и адаптация на уровне региона и отдельного района осуществляется на мезоуровне.

Основная роль в адаптации и реализации формальных норм и правил

[1] Принятые нормативные акты размещены на сайте Главного управления сельского хозяйства в разделе «Государственная поддержка». URL: http://www.altagro22.ru/apk/gospodderzhka2016/.

принадлежит неформальным правилам и ограничениям, которые, по мнению Д. Норта, являются «продолжением, развитием и уточнением формальных правил и способствуют выживанию поскольку они являются частью обычного поведения людей» (Норт, 1997). в ходе прохождения вертикали власти (с макро- до микроуровня) и при непосредственной реализации формальных правил зачастую происходит смена целевых и мотивационных установок, соответственно, механизм реализации закона становится неадекватным, что ведет к формированию множества неформальных правил либо институциональных ловушек, вырождается до особой формы институциональной ренты.

Ярким примером такого явления выступал, например, действующий на территории РФ институт страхования урожайности культур, введенный рядом законодательных актов и постановлений в 2012 г.[2]. Главной целью внедрения механизма страхования урожайности культур является снижение рисков сельскохозяйственного производства, связанных с неблагоприятным действием климатических факторов. В соответствии с действующим правилом заключение договоров страхования урожайности культур является для фермеров добровольным решением. Для повышения активности фермеров в области страхования урожайности была разработана система государственной поддержки платежей по договору страхования в размере 50% стоимости. Предоставление субсидий осуществлялось за счет федерального бюджета в размере 40% затрат сельхозпроизводителей на покрытие страховых взносов, а также 10% субсидий из местных бюджетов. Причем каждый регион был вправе увеличивать свою долю возмещения.

В 2006 г. Алтайский край занял первое место в Российской Федерации и Сибирском федеральном округе по количеству хозяйств, заключивших договоры страхования урожая с государственной поддержкой. На долю края приходилось 24% договоров страхования урожая в целом по России. Посевная площадь сельскохозяйственных культур в 2006 г. по договорам страхова-

---

[2] Постановление Правительства Российской Федерации от 1 ноября 2001 г. №758 «О государственной поддержке страхования агропромышленного производства». Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 5 декабря 2001 г. №1070 «О создании Федерального государственного бюджетного учреждения “Федеральное агентство по государственной поддержке страхования агропромышленного производства” при Министерстве сельского хозяйства Российской Федерации в г. Москве»; Федеральный закон от 29 декабря 2006 года №264-ФЗ «О развитии сельского хозяйства», закрепление правового института сельскохозяйственного страхования, осуществляемого с государственной поддержкой (ст. 12); Правила предоставления и распределения субсидий из федерального бюджета бюджетам субъектов Российской Федерации на компенсацию части затрат на страхование урожая сельскохозяйственных культур, урожая многолетних насаждений и посадок многолетних насаждений, утвержденные постановлением Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2009 г. №1199.

ния составила 68% от общей посевной площади по Алтайскому краю.

Очевидно, что страховые компании заинтересованы как в формировании большого количества клиентов, так и максимизации прибыли от основной деятельности, но в то же время не заинтересованы в выплате страховых возмещений. В свою очередь сельскохозяйственные производители заинтересованы в получении господдержки в качестве возмещения части их выплат по договору страхования. Страхование рисков неурожая для них являлось относительно новым инструментом в те годы, и они готовы были понести этот риск, тем более, что они уже несли его до введения этого механизма. Кроме того, негативным фактором, ограничивающим действие данного механизма, являлся дефицит финансовых средств сельхозтоваропроизводителей. Они должны заключить договор страхования урожайности в весенний период – период подготовки и проведения полевых работ. «Нестыковки» в условиях страхования дают широкие возможности страховым компаниям обосновывать отказ в страховых выплатах, тем самым для сельскохозяйственных товаропроизводителей дискредитируется сама идея страхования, происходит углубление недоверия к этой финансовой операции (Гайнутдинов, 2010).

В связи с этими особенностями ряд страховых компаний внедрил в практику страхования «серую» схему, когда страховая компания «кредитует» сельхозпроизводителя для заключения договора страхования урожая, а после получения фермером субсидий по договору страхования получает некую долю от этой суммы и полный возврат «кредитных» средств, таким образом формируя институциональную ренту для всех участников процесса «сельхозпроизводитель – страховая компания». Договор страхования является в таком случае фиктивным и заключен на условиях, в которых страховой случай наступить не может. Эта проблема стала темой большого числа научных исследований в аграрной экономике и проявилась во многих регионах России (Никитин, Щербаков, 2006; Чайка, Стадник, 2008; Гайнутдинов, 2010; Сушков, Петрова, 2013; Шестакова, 2014; Боровских, 2016).

По словам руководителей фермерских хозяйств, страхование урожая интерпретируется ими следующим образом:

«Мы рассматриваем страхование урожая как беспроцентный кредит. Это устраивает и нас, и, видимо, чиновников; или Мы рассматриваем страхование урожая как особую форму государственной поддержки для сельскохозяйственного производства» (Аграрии края, 2009).

Как заметили И.А. Чайка и А.И. Стадник, «несовершенство механизма взаимодействия между участниками программы страхования при получении государственных субсидий порождает огромный фиктивный рынок страхования урожая с государственной поддержкой» (Чайка, Стадник, 2008). В такие схемы, по мнению руководителей Минсельхоза РФ, уходит

до 90% государственных субсидий, что является крайне негативным явлением для рынка (Шестакова, 2014). Таким образом, посыл цели с федерального уровня при достижении микроуровня трансформировался с учетом мотивов и целей лиц, принимающих решения, и с учетом реальных экономических условий, способствовавших неэффективности формальных правил и «смещению» фокуса исходной цели.

В настоящее время введены новые правила расчета субсидий и требования к страховым организациям, ограничивающие фиктивные схемы. Эти нововведения предусматривают следующие изменения: для получения поддержки производителю необходимо заключить договор сельхозстрахования и оплатить 50% страховой премии. Остальная часть будет выплачиваться непосредственно страховщику за счет средств соответствующего бюджета на основании заявления сельскохозяйственного товаропроизводителя[3]. Эти меры позволят уменьшить тяжелое финансовое бремя аграриев в период посевной кампании. Проблема распространения «серых схем» должна решиться с помощью создания профессионального объединения страховщиков, члены которого обязаны иметь определенный размер уставного капитала, лицензию на осуществление сельскохозяйственного страхования и рейтинг надежности (Сушков, Петрова, 2013). Внедрение формальных правил приведет к реальному позитивному влиянию на сельскохозяйственное производство как действующий механизм управления рисками только по мере совершенствования механизма страхования и получения положительной практики влияния страхования урожая на результаты деятельности сельхозпроизводителей.

Заключение

Рыночная система России характеризуется рынками труда, капитала и земли, которые находятся еще на стадии формирования (Горетов, 2010; Максимов, 2011; Мартынов, 2014). Сельскохозяйственная экономика трансформируется под воздействием постепенного изменения институциональной среды. Старые институты меняются; их движение от макро- к мезо- и микроуровню по мере принятия обществом приводит к созданию новых неформальных правил, которые изначально изменяют заданную функцию института. Заметная централизация системы управления, закрепление основных функций и законодательной инициативы на федеральном уровне, недостаточная осведомленность федеральных властей о функционировании

[3] Статья 3 Федерального закона от 25 июля 2011 г. № 260-ФЗ «О государственной поддержке в сфере сельскохозяйственного страхования» и изменения, внесенные в Федеральный закон «О развитии сельского хозяйства».

производственных процессов на уровне субъекта Федерации, специфические региональные особенности приводят к созданию макрометодов, направленных на решение проблем в целом на уровне национального правительства без учета особенностей региона, решения проблем аграрного производства. Они не полностью согласуются с возможностями их реализации в реальной экономике. Принятие новых формальных правил и рыночных условий в сельском хозяйстве предполагает формирование «менталитета собственника», что займет еще несколько десятилетий.

Библиографический список

Аграрии края. Аграрии края не хотят уходить от «серых» схем страхования. 2009. URL: http://test.altapress.ru/connected/story/42122.

Алтайское краевое Законодательное собрание. Депутатские слушания. 2016. URL: http://www.akzs.ru/activity/depperf/26aprelya2016.html.

Бабаян И.В. Институциональная среда и институциональные факторы развития продовольственного рынка // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2011. №29-1.1. С. 144–146.

Базуева Е.В. Институциональная среда современной России: гендерный критерий эффективности // Вестник Пермского университета. 2011. №2. С. 47–60.

Боровских Р.Н. Криминологические, уголовно-правовые и криминалистические проблемы противодействия преступлениям в сфере страхования: монография / под ред. Ю.П. Гармаева. Новосибирск, 2016. 368 с.

Гайнутдинов Ф.Ф. Развитие рынка страхования в сельском хозяйстве // Актуальные проблемы экономики и права. 2010. № 1. С. 32–38.

Горетов И.Н. Институциональный подход к региональному развитию аграрного сектора // Экономика и управление. 2010. №7(78). С. 89–92.

О народной законодательной инициативе в Алтайском крае : закон Алтайского края от 11 февраля 2002 г. N 3-ЗС. Принят Постановлением Алтайского краевого Совета народных депутатов от 05.02.2002 N 6. URL: http://docs.cntd.ru/document/940001594.

Кирдина С.Г., Рубинштейн А.А., Толмачева И.В. Некоторые количественные оценки институциональных изменений: опыт исследования российского законодательства // TERRA ECONOMICUS. 2010. №8(3). С. 8–22.

Кузьминов Я., Радаев В., Яковлев А., Ясин Е. Институты: от заимствования к выращиванию (опыт российских реформ и возможности культивирования институциональных изменений) // Вопросы экономики. 2005. № 5.

Максимова Т.П. Институциональные преобразования в аграрной сфере России // Российское предпринимательство. 2011. №7(2). С. 112–116.

Мартынов К.П. Институциональные условия развития сельских территорий России // Теория и практика общественного развития. Вып. 19. 2014. С. 81–84.

Никитин А.В., Щербаков В.В. Страхование сельскохозяйственных культур с государственной поддержкой. Мичуринск, 2006. 190 с.

Норт Д. Институты, институциональные изменения и функционирование экономики. М. : Начала, 1997

Сушков С.Ю., Петрова Т.Г. Перспективы развития рынка сельскохозяйственного страхования, осуществляемого с государственной поддержкой (на материалах Челябинской области) // Вестник ЮУрГУ. Серия: Экономика и менеджмент. 2013. Т. 7, № 3. С. 22–27.

Устав (Основной Закон) Алтайского края (1997). От 5 июня 1995 г. № 3-ЗС. Принят Алтайским краевым Законодательным Собранием 26 мая 1995 г. Официальный сайт Алтайского края. URL: http://www.altairegion22.ru/official_docs/one-4.html.

Центр российского образования: Иерархия российских нормативно-правовых актов. URL: https://rusedu.center/articles/pravo/151-ierarkhiya-rossijskikh-normativno-pravovykh-aktov.html.

Чайка И.А., Стадник А.И. Проблемы и перспективы развития страхования сельскохозяйственных рисков крестьянских (фермерских) хозяйств // Экономический вестник Ростовского государственного университета. 2008. Т. 6, № 4. С. 88–92.

Шаститко А.Е. Институциональная среда хозяйствования в России: основные характеристики // Куда идет Россия? Кризис институциональных систем: Век, десятилетие, год / под общ. ред. Т.И. Заславской. М. : Логос, 1999. 464 с.

Шестакова М.В. Рынок сельскохозяйственного страхования в России и за рубежом // Вестник КрасГАУ. 2014. №4. С. 27–30.

Юрин С.В. Институциональные факторы развития аграрной экономики : автореф. дис. … канд. эконом. наук. Саратов, 2008.

Глава 32. Сценарии регионального развития в Алтайском крае и долгосрочные тенденции

А.М. Никулин, О.Я. Виноградская, А.М. Сергиенко,
А.А. Куракин, С. Ленц, А. Вуст, Д.А. Дирин,
Е.П. Крупочкин, Е.В. Рыгалов

Аннотация. В настоящей главе выявляется и описывается подобранный с учетом специфики Алтайского края ряд возможных альтернативных вариантов регионального развития сельских территорий на примере зоны Кулундинской степи. Такие варианты могут быть реализованы в ряде так называемых аналитических сценариев, обоснованных авторами. В регионе уже началась реализация первого сценария, который предполагает естественное свертывание поселенческой среды сельских социумов в зоне Кулундинской степи. По мнению авторов, такое ухудшение усугубляется невнятной аграрной политикой государства и характером рынка сельскохозяйственной продукции. Однако авторы допускают, что при определенных условиях ему на смену может прийти второй сценарий, в результате которого Кулундинская степь Алтайского края превратится в регион, отдельные территории которого будут производить и обрабатывать сельскохозяйственную продукцию с применением новейших технологий. При этом такие высокотехнологичные хозяйства будут играть ведущую роль в отсталом сельском регионе, который отличается неустойчивым, вялотекущим и прерывистым развитием с элементами фрагментарной модернизации. По мнению авторов, более желательным был бы третий сценарий, который предполагает устойчивое социально-экономическое развитие этой территории в целом на основе политики «управляемого сжатия» и «диверсифицированного развития».

Ключевые слова: рынок сельскохозяйственной продукции, сельскохозяйственная политика, диверсификация экономики, высокотехнологичное сельское хозяйство, модернизация, развитие сельских территорий, социально-экономическое развитие.

32.1. Сценарии регионального развития в Алтайском крае

Территорию Кулундинской степи Алтайского края отличает не только уникальность природно-климатических условий, позволяющих развивать здесь большой спектр аграрных производств, но и богатство социального капитала, накопленного в результате различных переселенческих волн, проходивших в этом регионе начиная с XVIII столетия. Так, сейчас в этой местности проживают потомки крестьян-переселенцев, прибывших сюда после крестьянской реформы 1861 г. и Столыпинской аграрной реформы 1906–1910 гг. из среднеевропейской части Российской империи. Здесь же оказались и потомки переселенцев, попавших в этот регион в результате разнообразных экспериментов советского государства по интенсивному освоению целинных территорий. Такое многообразие социально-экономических корней не могло не повлиять на формирование местных или региональных социумов, так как людям приходилось приноравливаться к внедрению новых методов производства сельскохозяйственной продукции, новых технологий, а также изменений в социальной сфере. Как показало исследование, население в целом положительно настроено по отношению к инновациям и восприятию новых знаний. Не отмечается заметных различий в отношении людей к инновациям в зависимости от удаленности от краевого центра. Жители даже глубинных районов (иногда удаленных до полутысячи километров) по отношению к областному центру активно пользуются интернетом, современной техникой, а в своей хозяйственной деятельности используют новейшие технологии.

При всём богатстве как природного, так и социально-экономического потенциалов, дальнейшее развитие сельских территорий зоны Кулундинской степи Алтайского края может разворачиваться по разным, не всегда очевидным направлениям. Некоторые из тенденций такого развития представлены в предыдущих главах настоящей монографии. Ниже приведены основные выводы междисциплинарного исследования:

- долгосрочная тенденция к снижению потенциала окружающей среды, в особенности почвы, в результате применения не соответствующих условиям технологий сельскохозяйственного производства;
- положение региональной системы сельскохозяйственного производства, которая все также формируется по результатам борьбы с последствиями выхода из системы народного хозяйства страны и усиления при этом зависимости от связей с другими регионами страны;
- миграционные потоки, особенно молодого населения, которое покидает сельскую местность для получения высшего образования и соответствующей профессии и не возвращается в родные места, даже если сначала и собиралось вернуться. Это обусловлено отсутствием соответствующих

возможностей работы по профессии и низким уровнем местной инфраструктуры;
- долгосрочная тенденция к снижению численности занятых в сельском хозяйстве в результате требований обеспечивать повышение производительности труда и дальнейшее развитие технологий.

В настоящей главе разъясняются и экстраполируются эти внешние условия на три сценария регионального развития с учетом как благоприятных, так и возможно неблагоприятных обстоятельств с тем, чтобы эксперты, а также широкие круги общественности обсудили, каким они хотят видеть свой край в будущем.

32.2. Сценарий 1: Стихийное свёртывание поселенческой среды сельских социумов

Социально-экономическое исследование, проведённое в рамках проекта «Кулунда», показало, что значительная часть респондентов, проживающих на территории Кулундинской степи, считает, что у множества мелких и средних сельских поселений этой зоны нет будущего. Они высказывают не просто тревогу, а порой мрачную убежденность в абсолютной бесперспективности таких сел, приводя соответствующие примеры или исчезновения, или драматического сокращения числа жителей сельских поселений Кулунды («скоро здесь будет поселок пенсионеров», «малые села у нас вымрут», «перспективы у сёл нет», «сейчас открываешь газету и страшно смотреть: продают, продают, продают дома»).

«Михайловка скоро будет поселком пенсионеров. Тяжело всё это… А ведь люди — это богатство наше. Но разве кто останется в селе, если не будет ни школы, ни детского сада, никто не останется! Село — это капилляры, которые питают всю Россию» (Алтайский край, Михайловский район, с. Михайловское, местный житель, август, 2013).

Масштабы пессимизма сельских жителей колеблются от крайне пессимистичного сценария до умеренного. Они считают, что их положение усугубляется такими печальными явлениями, как миграция сельской молодежи в города, прежде всего из-за отсутствия работы, разрушения локальных социумов и социальной инфраструктуры, в связи с чем молодые люди не могут поддерживать достойный культурно-образовательный уровень.

Следует отметить, что вероятность пессимистичного сценария — стихийного свёртывания поселенческой среды — при сохранении современного status quo местные жители оценивают достаточно высоко. При этом они полагают, что эту местность не просто покинут жители, и здесь исчезнут сёла, а произойдёт нечто большее: разрушатся «капилляры, которые питают» другие регионы. Такое видение среды как посредника является, на наш

взгляд, фундаментальным положением для понимания сущностных процессов, разворачивающихся в настоящее время в регионах.

Понятие среды как проводника действия и стихии, в которой она циркулирует, было разработано философом и одним из основоположников французского структурализма Мишелем Фуко в конце 70-х гг. прошлого века. «What is the milieu? It is therefore the medium of an action and the element in which it circulates. It is therefore the problem of circulation and causality that is at stake in this notion of milieu».[1] В этом понятии среды (milieu) Foucault ставит вопрос о её циркуляции (circulation) и каузальности (causality). (Foucault, 2007, 2021).

Иными словами, та или иная окружающая среда не является самостоятельным элементом системы, а выступает в качестве проводника, обеспечивающего своего рода «циркуляцию (circulation)» сфокусированных посредством неё причинно-следственных связей. При этом, полагает Фуко, среда выступает в качестве пространства посредничества, в котором единственным, имеющим влияние актором выступает население, а не совокупность тех или иных юридических субъектов или множества физических лиц, подчиненных определенной дисциплине. Под термином «население» (population) он понимает такое множество людей, которые действительно по-настоящему существуют только тогда, когда на биологическом уровне связаны с физическим миром, в котором они живут. «I mean a multiplicity of individuals who are and fundamentally and essentially only exist biologically bound to the materiality within which they live» (Foucault Security, 2007, 21).

Таким образом, согласно М. Фуко, единственным назначением этой среды как раз и является соединение целого ряда событий, продуцируемых индивидуумами, группами населения и квазиприродными явлениями, происходящими вокруг них.

Последовательное сравнение карт советского периода, иллюстрирующих административное и хозяйственное деление, размеры поселений и инфраструктурных сооружений (например, ирригационных систем) с современным положением, представленным на спутниковых картах, позволяет наглядно наблюдать пространственные последствия таких сложных процессов, как экономическое и социальное свертывание. Такое сравнение демонстрирует впечатляющую деградацию и упрощение Кулундинского сельского ландшафта: увеличение разреженности и фрагментарности лесополос, запустение и разрушение ирригационных систем и сооружений и особенно значительное уменьшение размеров мелких сельских поселений. Респонденты,

---

[1] Что же такое среда? Среда, следовательно, это основа и стихия передачи действия. Именно на циркуляцию, стало быть, ориентировано данное понятие среды (Foucault Security, 2007, s. 2021).

проживающие в Табунском и Михайловском районах, прогнозировали окончательное исчезновение их поселений в ближайшие 15–20 лет.

«С краевым центром у нас остался один ежедневный рейс, а внутрирайонным автобусным сообщением, с регулярностью один раз в неделю, охвачены 23 населенных пункта, — за исключением одного села Наумовка. Там мы объявляли конкурс по отбору пассажироперевозчика, но заявок не поступает, маршрут нерентабельный» (Алтайский край, Угловский район, с. Угловское, председатель комитета по экономике и имущественным отношениям администрации района, сентябрь, 2015).

Большинство респондентов полагают, что сельская поселенческая среда в зоне Кулундинской степи не исчезнет, но положение дел в сельской местности будет ухудшаться из-за хаотичности и непредсказуемости окружающей социально-экономической жизни. Многие фермеры и муниципальные чиновники подчеркивали, что не видят ни внятной сельскохозяйственной политики со стороны государства, ни возможности получать прогнозируемые сигналы к развитию со стороны рынка. В этих условиях, подчеркивали они, будет продолжаться исход, прежде всего активного и трудоспособного сельского населения из Кулунды в другие регионы и города. Это согласуется с выводами исследований по созданию дохода в Кулунде. В рейтинге средних заработков эта область занимает самое последнее место. Даже с учетом влияния социальной политики, процессов перераспределения в социально-экономической сфере, новых возможностей экономического развития аграрных регионов в связи с политикой импортозамещения и стимулирующего воздействия инноваций, многие молодые люди вряд ли захотят остаться жить в родных краях, особенно те, кто уже обзавелся семьей.

В результате поселенческая среда в зоне Кулундинской степи будет непредсказуемо и беспорядочно сжиматься как по численности населения, так и по объему производства сельскохозяйственной продукции.

«Население, в основном, занято в домашнем хозяйстве — ЛПХ. Держат скот, доят коровок, сдают молочко, молодняк — на мясо. Много пенсионеров, а из числа не пенсионеров, задайте вопрос полегче, — чем они живут? Есть ребята, которые работают вахтовым методом на севере, на севера уезжают. Такие у нас есть. А остальные?» (Алтайский край, Михайловский район, с. Николаевка, помощник главы фермерского хозяйства, сентябрь, 2015).

«Много молодёжи, конечно, уезжает. Из выпускников школы последних лет в сельском хозяйстве я никого не вижу. Из более ранних выпускников — да, есть молодежь 30–35 лет. Это те, которые по каким-либо причинам не сумели по окончании школы как-то определиться с учебным заведением, и вот так здесь и остались. Но особой-то перспективы у них здесь нет… У нас даже три года назад закрылся филиал Алтайского госуниверситета в Михай-

ловке» (Алтайский край, Михайловский район, с. Николаевка, местный житель, сентябрь, 2015).

Таким образом, основной причиной и одновременно, следствием процесса стихийного свёртывания поселенческой среды в зоне Кулундинской степи является исчезновение населения как единственного актора, на биологическом уровне связанного с физическим миром, в котором он живет, и способного изменить условия циркуляции в этой среде причинно-следственных связей.

Конечно, у процессов общественного и экономического преобразования, которые лежат в основе такого сценария, существует историческая перспектива. Такой сценарий является своего рода вариантом исторического антиразвития по сравнению с процессом интенсивной миграции большого количества людей и предприятий в зону Кулундинской степи в конце 1960-х гг. Если государственная экономика могла позволить себе финансировать такие эксперименты, то сегодня общество и политики считают свертывание региона квазиестественным процессом. Он является результатом радикального изменения системы, связанного с распадом сельскохозяйственных предприятий в регионе и отключением региона от системы народного хозяйства страны. Кроме того, люди сами принимают решение уехать, особенно молодежь, для которой становится совершенно очевидно, что никаких альтернатив для отъезда у них нет. И желание уехать становится навязчивой идеей. Культурный и социальный ландшафт неуклонно деградирует, и в течение ближайших десятилетий обстановка будет ухудшаться в еще большей степени до тех пор, пока экономика не достигнет низкоуровневого равновесия в сфере производства, развития инфраструктуры и плотности населения.

32.3. Сценарий 2: Трансформация сельской местности в процессе экономического развития

В сценарии 2 отмечается, что реализация сценария 1 могла бы происходить менее драматично, если бы в результате реализации региональной политики в сельской местности в неаграрном или в агроориентированном секторе были заложены основы мелкохозяйственной экономики. Респонденты, включая представителей районной и муниципальной власти, бизнеса и обычных жителей, на ближайшую перспективу предсказывают весьма неустойчивое и прерывистое развития сельских территорий в зоне Кулундинской степи. Общая идея для достижения этой цели заключается в том, чтобы ослабить или остановить процесс распада путем структурных преобразований, главным образом диверсификации, начиная с малого бизнеса, в основе которого лежит локальный или транслокальный спрос на товары и услуги. Такая концепция родилась в том числе на основе стратегии социально-эко-

номического развития Алтайского края, представленной в региональном Плане мероприятий до 2025 г. Некоторые основополагающие импульсы для устойчивых изменений должны дать социально ориентированные некоммерческие организации (далее СОНКО). Считается, что они обладают значительным потенциалом «по активному использованию ресурсов гражданского общества в решении проблем сообщества Алтайского края» (План мероприятий, 2015, с. 61).

Целью такого рода мероприятий является «совершенствование институциональных и инфраструктурных условий и среды для развития сектора СОНКО для наращивания темпов социально-экономического развития Алтайского края» (План мероприятий, 2015, с. 62), что затем будет способствовать дальнейшему укреплению традиционного малого и среднего бизнеса. Предполагается, что такое развитие в дальнейшем будет характеризоваться целой серией федеральных, региональных и местных хозяйственных инициатив, направленных на модернизацию аграрного производства, создание в нем новых рабочих мест. Что касается мероприятий по созданию условий для устойчивого экономического роста, то Стратегия социально-экономического развития Алтайского края до 2015 года предусматривает увеличение доли малого бизнеса в объеме производства продукции. Его вклад в общий объем валового регионального продукта должен был увеличиться с 17,5% в 2014 г. до 20% в 2017 г. и достичь 30% в 2025 г. (План мероприятий, 2015, с. 70).

Респонденты иногда выражали сомнение в эффективности подобных программ, особенно надрегиональных, припоминая, что с запуском национальных проектов им действительно приходилось участвовать в программах развития то молочного животноводства, то поддержки начинающих фермеров и личных подсобных хозяйств, то выступать с собственными хозяйственными инициативами, например, создавая новые фермерские хозяйства. Однако большинство всех этих начинаний, по мнению респондентов, не приносили должного эффекта, часто выделенные на них ресурсы растрачивались впустую, а задуманные местные преобразования и реформы не доводились до конца. Например, по программам национальных проектов в сельском хозяйстве были выделены значительные средства на создание крупных животноводческих комплексов как в Алтайском крае, так и в Кулундинской степи. К настоящему дню большая часть этих комплексов не продемонстрировала тех результатов, которых от них ожидали, а некоторые обанкротились. Фермерские хозяйства и ЛПХ, за исключением небольшой части, также не показали устойчивых результатов, остановившись на уже достигнутом ранее уровне или даже сократив масштабы своей деятельности.

Одним из второстепенных направлений развития региона мог бы стать туристский сектор. Планам, построенным на больших надеждах, не всегда

суждено сбыться: по сравнению с расположенным по соседству Горном Алтаем в регионе слабо развита транспортная и туристская инфраструктура, отсутствует опыт региональной конкуренции. Следует также принимать во внимание возможные противоположные концепции использования туристского потенциала края (туристская охрана в противоположность туристской эксплуатации природных ресурсов).

Причины неустойчивого развития, по мнению некоторых респондентов, часто заключаются не в системной, а во фрагментарной модернизации сельской Кулунды. Респонденты считают, что позволить себе покупку дорогой техники и современного оборудования могут только действительно очень крупные и успешные аграрные предприятия, которых в Кулунде немного, и их разделяют большие расстояния. В некоторых прогнозах на общем депрессивном фоне при продолжении этой тенденции просматривается сценарий фрагментарной модернизации. В пространственном отношении они реализуются в территориальных анклавах, в которых появляются высокотехнологичные сельскохозяйственные и обрабатывающие предприятия.

Иными словами, ухудшение общественной инфраструктуры и неуклонный рост производительности труда в высокотехнологичных фермерских хозяйствах – две стороны одной медали в этом процессе. При этом не факт, что экономический прогресс приведет к количественному повышению спроса на трудовые ресурсы с невероятно позитивным влиянием на поселенческую систему. Вполне вероятно, что в сельском хозяйстве возникнет спрос на иную, более квалифицированную рабочую силу.

В качестве одной из необходимых структурных предпосылок для дальнейшей автоматизации фермерских хозяйств, подходящей для Кулундинской степи в будущем, можно представить себе агростепной ландшафт с рассредоточенным расселением, который предстоит освоить, а затем создать в такой агростепи высокотехнологичные хозяйства, которые будут успешно функционировать при минимальной численности занятых.

Как видно на примерах парадигмы «полюсов роста», в процессе регионального развития, маловероятно, что предприятия, которые сами появились в рамках парадигмы непрерывной рационализации и автоматизации, в качестве побочного эффекта создадут постоянный дополнительный спрос на рабочую силу. Таким образом, такой эволюционный путь не сможет улучшить существующий тип поселенческой системы и ее инфраструктуры. Возможность оказать благоприятное воздействие на существующий культурно-экономический ландшафт весьма невелика. Такой тип региональной экономической специализации скорее ускорит развал нынешней поселенческой системы и соответственно не может считаться “устойчивым” с социальной точки зрения.

32.4. Сценарий 3: Устойчивое социально-экономическое развитие территорий

Среди широкого спектра ответов на наш вопрос о будущем Кулундинского района, а также среди мнений, которые жители свободно выражали в ходе групповых дискуссий и бесед, можно выделить третье направление развития. Идеи о том, как остановить продолжающийся спад в экономике края и диверсифицировать развитие региона, которые высказывают эксперты из администрации Алтайского края, представители местной администрации и предпринимательства, а также жители деревень, на удивление дополняют друг друга.

«Вот сейчас мы принимаем программы устойчивого развития сельских территорий, там в основном определены блоки, допустим, это — социальная сфера, это — коммунальная сфера и плюс какая-то культурная сфера. Эти программы должны в селе реализовываться. Но вот эти сферы не будут востребованы, если в сельской местности не останется населения, и поэтому в первую очередь надо работу вести для увеличения занятости сельского населения. Если не будет рабочих мест, просто не для кого будут эти системы: коммунального хозяйства, ФАПов, школ и т. п. Занятость населения — это одна из первых проблем у нас в районе, которую необходимо решать» (Алтайский край, Угловский район, с. Угловское, председатель комитета по экономике и имущественным отношениям администрации района, сентябрь, 2015).

«У нас реализуются программы устойчивого социального развития села, устойчивого развития сельских территорий. По этим программам за предыдущие годы у нас 6 или 7 молодых врачей получили поддержку. Они приезжают с Рубцовска или из Барнаула, потому что им подъёмными миллион дают. На пять лет он получает квартиру или покупает за этот миллион, а через пять лет он может переехать куда-то или здесь остаться» (Алтайский край, Угловский район, с. Угловское, зам. председателя комитета по аграрным вопросам и охране окружающей среды администрации района, сентябрь, 2015).

Даже в наши дни воспоминания большого числа переселенцев, прибывших осваивать целинные земли и способствовать сохранению национальных богатств, остаются в коллективном самосознании многих жителей Кулундинской степи. Но затем смена экономической парадигмы и определение новых приоритетов развития в конце 80-х и начале 90-х гг. прошлого века поставило под угрозу чуть ли не всё, что создавалось на протяжении нескольких предшествующих десятилетий. Однако у большинства сельских территорий был ещё своеобразный запас прочности, который, несмотря на все негативные процессы, такие как миграция молодежи в города, разрушение инфраструктуры, переход крупных хозяйств на моноспециализацию, позволил поддерживать жизнеспособность этих территорий на определён-

ном уровне. Ситуация начала меняться в худшую сторону после финансового кризиса 2008 г.

Тем не менее кулундинские респонденты подчеркивают, что высвободившиеся рабочие хотят оставаться в регионе и работать на местных предприятиях. По их мнению, такое поведение является социальным ресурсом, который может быть использован для диверсифицированного развития Кулунды.

Под диверсифицированным развитием обычно понимается расширение многообразных сфер социально-экономической деятельности, связанных со стремлением к более сбалансированному и разнообразному сосуществованию сельскохозяйственных отраслей, включающих в себя не только монокультуры последнего десятилетия (пшеница и подсолнечник), но также и кормовые культуры, способствующие развитию местного животноводства. Кроме того, перспективным видится развитие как современного молочного животноводства, так и птицеводства, и традиционного овцеводства. Наконец, большой потенциал заключается в ориентации современного сельского хозяйства на производство качественной, экологически чистой продукции.

Высвобождающиеся из сельскохозяйственного производства излишки рабочей силы могут быть переориентированы в такие традиционные местные промышленные отрасли, как лесоводство и лесопереработка, в сферу рекреационных услуг и туризма, а также в развитие местной социальной и транспортной инфраструктуры, способствующей большей интеграции территорий сельской Кулунды с другими регионами Российской Федерации и ближнего зарубежья, например Казахстана. Впрочем, реализация сценария устойчивого диверсифицированного развития территорий сельской Кулунды возможна прежде всего в условиях продуктивного диалога и взаимодействия основных факторов этого процесса: местной власти, бизнеса и широких слоёв населения.

Безусловно, Кулунда – ярко выраженный сельскохозяйственный регион, а его основная аграрная специализация предопределена на ближайшие десятилетия. Вместе с тем для этого региона все большее значение будет иметь перепрофилирование достаточно обширного аграрно-индустриального наследия советской эпохи. С другой стороны, новые возможности для развития природных ландшафтов Кулунды могут быть связаны с культурной экологизацией ленточных боров, соленых озер и фрагментов девственных степей. Первые шаги в этом направлении – это создание комфортных баз отдыха, все чаще сооружаемых в живописных местах Кулунды — на границах её лесов, степей и озер

Возможности экономической диверсификации: рекреация и туризм

Туризм и рекреация представляют собой одну возможность экономической диверсификации и повышения качества государственных социаль-

ных услуг. Для этих секторов характерны быстрая оборачиваемость капиталовложений и значительный мультипликативный эффект. Несмотря на то, что такие виды специализации, как туризм и рекреация, не являются традиционными для Кулундинской степи, эта зона обладает определенным потенциалом их развития.

Значительные и разнообразные туристские и рекреационные ресурсы. Прежде всего потенциал развития туристского и рекреационного сектора заключается в природных, культурных и исторических особенностях и условиях, которые делают эту местность привлекательной для путешествий и рекреации. Ресурсный потенциал для развития туризма и рекреации в зоне Кулундинской степи представляется в нескольких аспектах.

Местный климат отличается самым высоким в Сибири уровнем солнечной радиации и большим количеством солнечных дней в году. Такие условия создают благоприятные возможности для климатотерапии.

Здесь расположены несколько сотен крупных озер, которые идеально подходят для пляжно-купального отдыха и развития водных видов спорта. Имеются водоемы как с пресной, так и с соленой водой, многие из которых обладают запасами лечебных грязей. Соленая вода и соль также доказывают терапевтический эффект.

На некоторых ареалах сохранились уникальные природные ландшафты, на основе которых можно развивать эконаучный туризм. К ним относятся реликтовые сосновые боры и водно-болотные угодья, через которые проходят глобальные маршруты миграции перелетных птиц. Богатство биоресурсов этого ареала определяет его высокий потенциал для развития охотничьего и рыболовного туризма.

Этническое разнообразие и особенности культурных характеристик проживающих здесь представителей русской, немецкой, украинской и казахской национальностей позволяют развивать культурный, образовательный и этнографический туризм.

Выгодное экономическое и географическое положение и развитие инфраструктуры. Географическое положение и существующая инфраструктура Кулунды могут служить основой для развития туризма и рекреации. Здесь налажено железнодорожное и воздушное сообщение с густонаселенными районами Алтайского края, Новосибирской области и Восточного Казахстана. В радиусе 400 км от центра Кулундинской степи проживают около 4,5 миллионов жителей, расположены такие города, как Славгород, Яровое, Рубцовск, Камень-на-Оби, Барнаул, Новоалтайск, Новосибирск, Искитим, Бердск, Павлодар, Семей, Усть-Каменогорск.

Позитивная социальная среда. Развитию туризма способствует и социальная среда Кулунды с ее политической стабильностью, низким уровнем преступности и толерантностью к приезжим. Для жителей деревень Кулун-

динской степи характерно весьма положительное отношение к развитию туризма и готовность работать в этом бизнесе.

Рис. 32.1. Экологический каркас региональной туристско-рекреационной системы Кулундинской степи (Дирин и др., 2014).

Расширяются возможности для зачастую стихийной и неформальной профессиональной переориентации кулундинского населения. Те, кто не мигрируют в крупные города и богатые регионы, стараются осваивать новые, порой редкие для Кулундинской степи профессии. В качестве примера можно привести развитие профессиональных компетенций среди местных предпринимателей и наемных работников. Даже в ходе социологических исследований с применением методов включенного наблюдения не просто осмыслить то постоянство, с которым в Кулундинской степи в последнее время развивается сфера услуг в виде кафе и туристических мест отдыха, что свидетельствует о значении неформальной занятости и экономики,

Еще один пример – это фундамент диверсифицированного развития территорий зоны Кулундинской степи, который тесно связан, к примеру, с лесотехнической отраслью. Эта отрасль за последнее время стала своеобразным интегратором новых технологических изменений, повлиявших прежде всего на процессы, связанные с выращиванием хозяйственно ценных пород деревьев. Примером этому является запуск в эксплуатацию в 2012 г. уникального селекционно-семеноводческого центра в селе Бобровка Первомайского района по выращиванию посадочного материала с закрытой корневой системой. Эта технология позволяет сокращать сроки выращивания саженцев в два раза — с двух лет до года.

Заключение. Как показал междисциплинарный научно-исследовательский проект, зона Кулундинской степи Алтайского края является в настоящее время своеобразной лабораторией по поиску возможных путей устойчивого развития сельских социумов в зоне засушливого и рискованного земледелия. В области отмечается большое разнообразие способов существования в сельской местности – от упадка и стагнации до расширения социально-экономических и технических видов деятельности. Из нынешних тенденций можно вывести сценарии как позитивного, так и негативного регионального развития в будущем. По нашему мнению, главным препятствием на пути инновационного развития сельских регионов является разобщенность и непоследовательность основных институциональных факторов, которые влияют на социальную стабильность территорий того или иного региона. В результате локальные социумы, домохозяйства и фермерские предприятия зачастую отстранены от процессов принятия решений в социальной и экономической жизни городов и региона в целом или участвуют в них лишь формально. Мы считаем, что разработка мероприятий, которые поддерживают инициативы локальных групп и социумов и приобщают их к инновационными решениями и технологиями, имеют важное значение для содействия результативному развитию Кулундинской зоны Алтайского края.

Библиографический список

Дирин Д.А., Крупочкин Е.П., Голядкина Е.И. Методика комплексной оценки туристко-рекреационного потенциала региона // География и природопользование Сибири. 2014. Вып. 18. С. 64–78.

Foucault M. Security, territory, population: lectures at the College de France, 1977–78. New York, 2007. (Фуко М. Безопасность, территория, население: лекции в Коллеж де Франс, 1977–1978. Нью-Йорк, 2007.).

Глава 33. Практика и ограничения дальнейшего обучения фермеров Кулундинской степи

В.Н. Чижов, Н.А. Рыжкова, П. Либельт

Аннотация. Целью проекта «Кулунда» было получение инновационных результатов исследований для обеспечения устойчивого экономического, социального и экологического развития сельского хозяйства в российской части Кулундинской степи, а также в сопоставимых регионах. Анализ развития сельского хозяйства через интервью с экспертами и заинтересованными сторонами в Алтайском крае выявил циклическую тенденцию. Для того, чтобы повлиять на эту тенденцию, необходимо знать ее управляющие факторы. Среди них решающее значение имеют люди и их способности, особенно профессиональное образование рабочей силы. Эта глава в первую очередь посвящена возможностям повышения профессионального образования и проблемам повышения квалификации сельскохозяйственных рабочих в этом районе. Также в ней излагаются соответствующие выводы проекта «Кулунда» и их внедрение в региональную систему обучения кадров агропромышленного комплекса. Особый акцент делается на перспективе Алтайского института повышения квалификации руководителей и специалистов агропромышленного комплекса (АИПК).

Ключевые слова: наращивание потенциала, передача знаний, профессиональный рост, профессиональное обучение, профессиональное образование, сельскохозяйственные инновации, заинтересованные стороны, сеть заинтересованных сторон, День поля, развитие сельского хозяйства.

Профессиональный рост работников АПК напрямую связан с развитием науки и образования. Качественное профессиональное образование — это основа профессионального роста специалиста, но последующий рост профессионализма обеспечивают практическая деятельность и наука. Ведь по большому счету профессиональное образование – это не только получение знаний в той или иной области, но и развитие умения эти знания реа-

лизовать на практике. А самое главное – это способность специалиста непрерывно осваивать новые научно-прикладные разработки, создаваемые научным сообществом.

Следовательно, профессиональный рост специалиста зависит от объема научных разработок в области сельского хозяйства, созданных учеными-аграриями. Рассматривая с исторических позиций этот вопрос, замечаем, что за последнее столетие сельское хозяйство России развивалось циклично. Но сочетание ряда условий позволяло ему достигать в определенные годы значительных успехов.

Наличие благоприятных условий в стране: финансовое и политическое благополучие; экономические реформы, связанные с научными разработками учёных, обеспечивали совершенствование профессионального образования и инновационной деятельности сельскохозяйственного производства, что в итоге приводило к созданию условий для профессионального роста работников, занятых в аграрном секторе. И напротив – нестабильность, спад в экономике страны приводили к снижению потока новых научных разработок, к резкому снижению эффективности аграрного производства, снижению темпов профессионального роста кадров. (Кулик, 2016, с. 19).

Экономический рост сельского хозяйства неразрывно связан с инновационным ростом, а соответственно и с ростом профессионализма аграриев, хотя это не единственный фактор роста экономики сельского сектора. Следовательно, наиболее значимым фактором в обеспечении устойчивости профессионального роста работников сельского хозяйства являются инновации в аграрной сфере.

Инновационное развитие сельского хозяйства Российской Федерации – одно из важнейших направлений повышения благосостояния страны, укрепления ее экономики, источник финансовых поступлений в бюджет, а самое главное – продовольственная безопасность страны (Глобальные вызовы, 2016, с.14–15).

Основными составляющими инновационного развития сельхозпроизводства, по устоявшемуся мнению, являются слудующие причины:

- новые сорта растений и породы животных;
- новые эффективные технологии;
- высокопроизводительные и эргономичные машины и оборудование;
- своевременная и достаточная финансовая поддержка (инвестиции) (рис. 33.1).

Не отвлекаясь на эти составляющие, по которым правительством принят ряд программных решений, запущены проекты по их развитию, направлены значительные финансовые средства. Остановимся на составляющей «профессиональное развитие трудовых ресурсов», т.е. кадры агропромышленного комплекса, о которых часто забывают.

В кругах аграрников бытует мнение: «…половина успеха в сельском хозяйстве – селекция, семена, породы скота. Оставшиеся пятьдесят процентов – механизация…». И опять ни слова о кадрах (Вместо послесловия…, 2016, с. 49).

Сегодня в АПК России есть и семенной материал, и породы животных, и технологии, привезенные из стран с высокоразвитым сельским хозяйством, однако темпы инновационного развития АПК России пока оставляют желать лучшего. Как отмечает межрегиональный агроснабженческий журнал «Нивы России» (2016. №6, с. 49), «… к сожалению (по результатам 2015 г. – прим. авт.), мы пока не вышли на уровень 1990 г. по производству продуктов питания. Тогда в РСФСР получили 117 млн тонн зерна, в СССР – более 200 млн тонн. А сегодня РФ собирает чуть более 100 млн тонн. На душу населения приходилось в 1990 г. 389 кг молока и молочных продуктов, сейчас – 247 кг… Производительность труда в нашем АПК в 6–9 раз ниже нежели в западных странах, а энергозатраты – в 2–3 раза выше…».

Рис. 33.1. Условия инновационного развития сельского хозяйства

Рис. 33.2. Условия инновационного развития сельского хозяйства с учетом кадрового обеспечения

Рис. 33.3. Факторы и условия профессионального роста кадров сельского хозяйства

Приведенный материал заставляет задуматься и приступить к поиску причин. Материальная и технологическая база АПК России, если сравнивать эти периоды, стала намного лучше. Есть новые и более продуктивные сорта растений и породы животных. Далеко вперед ушли технологии, увеличилась финансовая поддержка АПК. Так почему же мы не добираем сельхозпродукцию в сравнении с 1990 г? Почему

остается низкой производительность труда в агропромышленном комплексе России?

Обращаясь к рисунку 33.2, мы теперь уже по-новому взглянем на ситуацию. Очевидно, что причиной здесь является недостаточное внимание к кадрам АПК и их профессиональному росту.

Именно ослабление работы с кадрами по повышению их профессионализма и стало, на наш взгляд, основной причиной замедления темпов инновационного роста АПК.

Начиная с 90-х гг. прошлого столетия, т.е. с периода распада СССР и перехода России к рыночной экономике, АПК РФ потерял 7,5 млн рабочих и специалистов. Ежегодный отток кадров из сельскохозяйственного производства составил 400–450 тыс. человек. Люди уходили в бизнес, в более доходные в части оплаты труда сферы. Причем уходили и уходят далеко не самые худшие, а наоборот (Чижов В.Н., Чижов Н.В., 2014, с. 53).

Следовательно, профессионализм кадров в АПК резко падает. Для исправления сложившейся ситуации и обеспечения устойчивого роста профессионализма кадров АПК необходимы кардинальные меры.

Из чего же складывается профессиональный рост работника сельского хозяйства? Представим наше видение по формированию профессионализма кадров в виде следующей схемы (рис. 33.3).

На входе в качестве основных факторов располагаются следующие:

- профессиональное образование (это основа для профессионального роста);
- инновации (научные разработки ученых-аграриев и собственные наработки фермера);
- практическая деятельность (почва для реализации полученных знаний и попытка применения их в работе);
- анализ опыта работы (это осмысление, постоянный анализ и обобщение фермером полученного на практике опыта);
- курсы повышения квалификации (целевая деятельность образовательных учреждений, направленная на прирост компетенций и профессиональный рост агрария);
- консультационное сопровождение фермера (разрешение сложных вопросов при внедрении новшеств).

Все вышеперечисленные факторы направлены на профессиональный рост специалиста, однако результативность их воздействия существенно зависит от ряда сопутствующих условий, зависящих, с одной стороны, от самого работника: а) мотивация (желание человека расти профессионально); б) возможность самореализации (бытовые, финансовые и другие социальные условия фермера).

С другой стороны, от органов власти и руководства сельхозпредприятий:

- государственная поддержка (целевые программы, политические решения и др.);
- профессиональная среда (условия, содействующие профессиональному росту фермера, состязательность, поддержка и помощь коллег).

Вполне возможно, что мы представили не полный перечень факторов и условий для профессионального роста фермера, но для понимания проблемы этим набором пока можно ограничиться.

Как и с помощью каких инструментов можно управлять этими факторами и сопутствующими условиями для обеспечения устойчивого профессионального роста фермера?

Мы уже неоднократно отмечали, что основными драйверами профессионального роста фермеров, в том числе в Кулундинской степи, являются научные разработки и образование. При надлежащем качестве образования и умелом использовании сельхозтоваропроизводителями новых научных разработок, а также остальных факторов и условий, на наш взгляд, можно добиться устойчивого профессионального роста работников сельского хозяйства.

Не претендуя на истину в последней инстанции, выскажем свое видение поставленных выше вопросов с точки зрения тех факторов и условий, которые мы обозначили выше для специалиста аграрной сферы производства (рис. 33.4).

Рис. 33.4. Схема формирования профессионального роста специалиста

Аграрное образование в России не в полной мере является основой для последующего профессионального роста выпускника. Об этом много говорят сегодня работодатели, и не согласиться с ними трудно. Необходима основательная модернизация этого образования, прежде всего через формирование мотивации у будущих аграриев.

Научные разработки в области сельского хозяйства используются явно недостаточно. Еще в советский период, да и в настоящее время российской аграрной наукой наработано множество новшеств, а если учитывать зарубежные научные разработки, то их арсенал и опыт их практического использования оказывается огромным!

Но почему они применяются лишь в единичных случаях и только тремя-четырьмя процентами сельхозтоваропроизводителей? Что мешает трансферу этих разработок в производство и в сферу аграрного образования?

На наш взгляд, причинами являются:

- отсутствие четкого подхода в передаче научных разработок потребителю;
- недостаточная информированность образовательных учреждений и сельхозтоваропроизводителей о созданных научных продуктах;
- недостаточная подготовка фермеров к внедрению научных разработок;
- неумение, а точнее, неопределенность в последовательности внедрения этих новинок (порой даже сам разработчик не знает, с чего начать и в какой последовательности потребителю научной продукции организовать ее применение);
- немотивированность большой части сельхозтоваропроизводителей к применению научного новшества (все ждут, когда кто-то это сделает, чтобы воспользоваться его опытом);
- не застрахованы риски фермера при внедрении новшеств;
- не на всех этапах проявляется политическая воля органов управления АПК и приемы поощрения тех, кто на свой страх и риск пытается использовать новые научные разработки и др.

Следовательно, отсутствует четкий алгоритм продвижения новых научных разработок в производство. Практическая деятельность специалиста и анализ (обобщение) опыта своей работы – это фактор, зависимый от двух предыдущих. Отсутствие хорошей образовательной основы, неумение разобраться в новой научной разработке являются непреодолимым барьером для специалиста в достижении результативной практической деятельности. Зачастую, фермеры боятся инноваций.

Курсы повышения квалификации и сельскохозяйственное консультирование являются, на первый взгляд, теми рычагами, которые могли бы помочь специалисту преодолеть указанные барьеры. Но для этого образовательные учреждения дополнительного профессионального образования (ДПО) и центры сельхозконсультирования должны иметь высококласс-

ных специалистов, своевременно и системно получать из рук разработчиков (ученых) эти новинки и знать, как их реализовывать на производстве. На практике это далеко не всегда так.

Не в полной мере срабатывают и условия, с помощью которых можно было бы управлять указанными выше факторами. Зачастую работодателем не создана профессиональная среда для творчества агрария, а мотивация его и возможность самореализации соответственно близки к минимуму. Не всегда своевременна и достаточна государственная поддержка фермеров.

Вот, пожалуй, основные причины, сдерживающие инновационное развитие АПК и соответственно устойчивый профессиональный рост работников сельскохозяйственного производства.

Видим причины – ищем пути их решения.

Таким образом, устойчивый профессиональный рост работников сельскохозяйственного производства будет достигнут только при решении комплекса организационных задач и создании четкого алгоритма по трансферу научных разработок в производство.

Над решением этих задач и работает институт в части содействия реализации научных результатов проекта «Как предотвратить глобальный синдром «Dust Bowe» – пыльных бурь?». Но часть поставленных проблем не может быть решена участниками проекта и коллективом Алтайского института повышения квалификации руководителей и специалистов АПК, а требует участия в их решении органов власти Алтайского края, работодателей, научного и образовательного сообщества Алтайского края.

Проект «Кулунда», преследуя цели разработки и реализации инновационных стратегий землепользования в степной части Алтайского края, является основой для формирования программ развития в области растениеводства для Кулундинской зоны. Согласно районированию территории Алтайского края в Кулундинскую зону входят 13 районов. На эти районы приходится около 2500 руководителей, специалистов и фермеров, занятых растениеводческой деятельностью. За годы реализации проекта из районов, входящих в зону Кулундинской степи, прошли обучение 1543 слушателя по программам повышения квалификации, в том числе затронувшим аспекты реализации проекта. Половозрастной состав потребителей программ повышения квалификации по направлению кафедры растениеводства, переработки и механизации в эти годы распределился следующим образом (слушатели, входящие в районы Кулундинской степи):

Из рисунка 33.5 следует, что наибольшие доли занимают слушатели в возрасте 30–39 лет (30%), 50–59 лет (26%), 40–49 лет (23%). Важно отметить, что доля молодых аграриев сравнительно невелика (3%).

Рис. 33.5. Возрастной состав слушателей программ повышения квалификации

Среди потребителей образовательных услуг ДПО преобладают мужчины (60 %). Это обусловлено пока еще тяжелыми условиями труда в сельском хозяйстве.

По уровню образования среди потребителей услуг преобладают специалисты со средним специальным образованием, что свидетельствует о большей мотивации к обучению этой группы аграриев. Очевидно, сказывается их стремление трудиться более результативно.

Анализируемый период (2012–2016 гг.) обучения фермеров Кулундинской степи совпадает с реализацией проекта «Кулунда». Так, совпадение благотворно повлияло на процесс повышения квалификации фермеров. Они были очевидцами, а иногда и участниками этого процесса и более охотно приходили на учебу.

В работе по повышению квалификации аграриев принимали участие ученые Алтайского края, института и ученые проекта «Кулунда». Так, в 2015 г. на базе Алтайского института повышения квалификации агропромышленного комплекса совместно с учеными из университета Мартина Галле – Виттенберга был проведен семинар по темам научных модулей проекта.

В настоящее время материалы исследований проекта активно используются консультационной службой института, наиболее актуальными являются вопросы новых адаптивных агротехнологий.

Актуальность и практическая направленность результатов проекта позволила институту использовать эти данные для организации и проведения выездных занятий в районы Кулундинской степи. Слушатели узнали много нового о сохранности почвенного плодородия, смогли повысить свою квалификацию и внедрить полученные знания в практику. Наибольший интерес вызвала тема хозяйственной деятельности сельскохозяйственных предприятий на основе ресурсосберегающих технологий.

Использование результатов проекта в системе повышения квалификации руководителей и специалистов агропромышленного комплекса позволяет развить знания и практические навыки, целенаправленно изменить свою деятельность и установки, что в свою очередь приводит к развитию трудовых ресурсов на данной территории.

Рис. 33.6. Разделение слушателей программ повышения квалификации по полу

Одним из основных результатов проекта Кулунда является решение проблем по обеспечению устойчивости профессионального роста специалистов сельхозпредприятий и фермеров Кулундинской зоны Алтайского края. Рост квалификации работников АПК и развитие их профессиональной мобильности, основанное на использовании результатов проекта «Кулунда», важны для реализации стратегии социально-экономического развития Алтайского края до 2025 г.

Рис. 33.7. Разделение слушателей программ повышения квалификации по уровню образования

Такие проекты, как проект «Кулунда», помогают формировать инновационную среду региона и развивать трудовые ресурсы агропромышленного комплекса. Создание в рамках проекта консультационной и управленческой платформы для реализации и внедрения в практику эколого-экономических стратегий устойчивого развития сельского хозяйства позволило переориентировать аграриев Кулундинской зоны на новое понимание экономической деятельности, на другое восприятие эколого-экономической стратегии региона.

Библиографический список

Вместо послесловия. Информация к размышлению и сравнению // Нивы России. 2016. №6 (139). С. 49.

Глобальные вызовы: прогноз научно-технологического развития агропромышленного комплекса России на период до 2030 г. // Информационный бюллетень Минсельхоза России. 2016. №4. С. 14–21.

Кулик Г.В. Предстоит сделать больше, чем уже сделали // Информационный бюллетень Минсельхоза России. 2016. №3. С. 17–23.

Чижов В.Н., Чижов Н.В. Профессиональное сопровождение руководителей сельхозпроизводства : монография. Барнаул: Изд-во Алт. ИПК АПК, 2014. 156 с.

Глава 34. Дни поля для трансфера технологий и обмена знаниями

В.И. Беляев, М. М. Силантьева, Т. Майнель, Л.-К. Грюнвальд, Д.В. Беляев, Н.А. Кожанов, Л.В. Соколова

Аннотация. Важной особенностью проекта «Кулунда» была работа по внедрению результатов его исследований, особенно с помощью практиков, включая фермеров и продавцов сельскохозяйственной техники. В Алтайском крае эту стратегию поддержали Министерство сельского хозяйства, Министерство экономического развития, Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды, Управление международных и межрегиональных связей, Комитет по аграрной политике и природопользованию Законодательного собрания Алтайского края. За 2011–2016 гг. российские ученые (Алтайский государственный университет, Алтайский государственный аграрный университет, Институт водных и экологических проблем СО РАН) и их немецкие коллеги создали уникальную мониторинговую сеть в Алтайском крае. Ее задачей было и остается наблюдение за основными климатическими и почвенными параметрами, которые оказывают существенное влияние на урожайность в сложных разнообразных условиях этого региона. Для внедрения новых технологий землепользования в регионах решающее значение имеет практическое сотрудничество науки, предприятий аграрного сектора, машиностроителей и дилеров. Обмен знаниями между этими участниками вносит большой вклад во внедрение новых технологий, их адаптацию к региональным требованиям и дальнейшее развитие инновационных практик. Дни поля оказались очень эффективной моделью для встреч инженеров, дилеров и фермеров для обсуждения использования и совершенствования новых сельскохозяйственных машин.

Ключевые слова: консервирующие технологии, полевые опыты, День поля, обмен знаниями.

34.1. Работа в команде

В октябре 2016 г. российские и немецкие партнеры подвели итоги пятилетней работы над международным исследовательским проектом «Кулунда» (2011–2016). Целью проекта была разработка и внедрение инновационных технологий степного землепользования, призванных предотвратить дальнейшее развитие эрозионных процессов, обеспечить плодородие почв и эффективное использование земельных ресурсов на засушливых территориях Алтайского края (Illiger P. et al., 2014, S. 300–319). За эти пять лет российские ученые (Алтайский государственный университет, Алтайский государственный аграрный университет, Институт водных и экологических проблем СО РАН) и их немецкие коллеги создали уникальную мониторинговую сеть в Алтайском крае. Ее задачей было и остается наблюдение за основными климатическими и почвенными параметрами, которые оказывают существенное влияние на урожайность в сложных разнообразных условиях этого региона (Беляев, 2013, с. 72-81; Понкина, Беляев, Боварова и др., 2014).

Важной особенностью проекта «Кулунда» была работа по внедрению результатов его исследований, особенно с помощью практиков, включая фермеров и продавцов сельскохозяйственной техники. В Алтайском крае эту стратегию поддержали Министерство сельского хозяйства, Министерство экономического развития, Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды, Управление международных и межрегиональных связей, Комитет по аграрной политике и природопользованию Законодательного собрания Алтайского края.

34.2. Материалы и методы

Для передачи знаний фермерам и их реализации ежегодно в начале августа в хозяйстве ООО «КХ Партнер» проводились Дни растениеводства (Дни поля). Количество участников составляло до 450–550 человек ежегодно, в том числе руководители Алтайского края, Законодательного Собрания Алтайского края, Министерства сельского хозяйства, руководители районов –участников проекта, руководители и главные специалисты других хозяйств, ученые, исследователи из проекта «Кулунда», дилеры производителей техники и др. (рис. 34.1, 34.2 и 34.3).

Рис. 34.1. Дискуссия во время Дня поля

Мероприятия включали пленарную часть, где участники проекта докладывали результаты исследований, и практическую часть с посещением базовых экспериментальных площадок и демонстрацией инновационной техники для перспективных сельскохозяйственных технологий. Эта форма передачи знаний вызывала большой интерес у фермеров и имеет высокую практическую ценность.

Рис. 34.2. Участники Дня поля

Промежуточные итоги и ход реализации проекта «Кулунда» освещались федеральными, региональными и районными СМИ: ВГТРК «Алтай», «Катунь-24», ТВ «Михайловское+», «Российская газета», «Алтайская правда» и «Серебряный дождь», были представлены на региональных агрономических конференциях по сельскому хозяйству в других районах Алтайского края, в Казахстане, в дни растениеводства компании «Amazon» в Германии.

Рис. 34.3. Ученый во время Дня поля объясняет условия проведения испытаний

Исследователи проекта «Кулунда» принимали участие в семинарах, организованных Институтом повышения квалификации работников АПК. В настоящее время в Алтайском государственном университете и Алтайском государственном аграрном университете разрабатываются и реализуются специальные образовательные программы с упором на ресурсосберегающие технологии в сельском хозяйстве.

Команда проекта совместно с практиками выпустила сборник статей «Экономические, экологические, технологические факторы и результаты деятельности сельскохозяйственных предприятий в условиях Кулундинской степи» (Понкина, Беляев, Боварова и др., 2014).

34.3. Стационарные базовые площадки и эксперименты

В трех хозяйствах края (ООО КХ «Партнер» Михайловского р-на, ЗАО ПЗ «Тимирязевский» Мамонтовского р-на и ФГУП ПЗ «Комсомольский» Павловского р-на) созданы стационарные базовые площадки, где велись ком-

Рис. 34.4. Выставка сельскохозяйственной техники во время Дня поля

Рис. 34.5. Студенты на контрольно-измерительной станции

плексные наблюдения и отработка инновационных технологий возделывания культур в севооборотах (всего 148 вариантов комбинаций технологических факторов на 356 делянках, включая «Strip-Till» и «No-Till») с использованием современного приборного оборудования мирового уровня (рис. 34.4 и 34.5).

Компания «Amazone» предоставила оборудование для новых технологий землепользования, а именно две опытные сеялки для технологии «no-till» (Беляев, 2015; Беляев, Майнел, Тиссен, 2013; Беляев, Майнель, 2013; Беляев, Майнель, Соколова, 2014), которые позволяют изменять характеристики посева (норму высева, дозу внесения удобрений, глубину заделки семян, ширину междурядий, тип рабочих органов), а также почвообрабатывающая машина для технологии «Strip-Till» с изменяемыми параметрами. Сеялку точного высева EDX приобрело фермерское хозяйство «Партнер».

В рамках проекта «Кулунда» была установлена первая лизиметрическая станция в экосистеме сухой степи в России. В режиме реального времени она измеряет поступление и испарение осадков в почвах сухостепной зоны, накопление и миграцию питательных элементов в почве, а также другие важнейшие почвенные параметры на различной глубине. Долгосрочный анализ этих данных позволит выявить зависимость урожайности культур от разнообразных климатических и почвенных параметров, в совокупности с опытными данными по технологиям обработки почвы на тестовых полях позволит разработать рекомендации для коллективных и фермерских хозяйств по освоению сберегающих технологий. Эти технологии включают техническое перевооружение, систему чередования культур и обработки почв, внесения удобрений, защиты растений и др. Уникальность лизиметрической станции заключается в возможности измерять эти параметры одновременно в почвах, используемых под пашню, и в почвах настоящей природ-

ной степи. Это создает предпосылки для исследования и принятия верных решений в выработке долгосрочных стратегий по освоению и более рациональному использованию ресурсов Кулундинской степи (Беляев, Майнель, Грюнвальд, 2016).

Для этих же целей установлены три автоматические метеостанции и четыре станции по измерению влажности почв в лесостепной и степной зонах Алтайского края, позволяющие получать более детальные данные. В совокупности с результатами космического зондирования эти данные дают возможность прогнозировать урожайность разнообразных сельскохозяйственных культур.

34.4. Основные научные результаты

Влияние климата на урожайность очень велико (Беляев, Соколова, 2015; 2016). Получены предварительные результаты по изменению климата в Алтайском крае. В распределении приземной температуры воздуха равнинной территории Алтайского края (Барнаул) выявлен статистически достоверный положительный тренд, более интенсивный, чем в среднем для России (0,9 °С за 1901–2000 гг.). В распределении осадков выделен вековой цикл (1862–1976 гг.) продолжительностью 115 лет. С 1977 г. началась восходящая ветвь нового векового цикла, максимум которого вероятен в 2038 г. при последующем сокращении осадков. В настоящее время после влажного периода 1986–2002 гг. развивается внутривековой цикл пониженного увлажнения, что может способствовать ускорению процессов опустынивания в регионе и изменению соотношения площадей, занятых тем или иным типом растительности, поскольку темпы роста температуры воздуха опережают темпы увеличения количества осадков (Харламова, 2012).

В рамках по исследованию деградации почв создан электронный банк данных, который уточняет и расширяет технические возможности почвенного мониторинга в Алтайском крае (Grunwald, Meinel, Frühauf, Belyaev, 2015).

На базе ООО КХ «Партнер» (Алтайский край, Михайловский район, с. Полуямки) проведены также уникальные опыты по оценке состояния деградированных пастбищ в сухостепной зоне Кулунды. Заложен экспериментальный участок по испытанию 28 сортов и видов растений, которые могут быть использованы для восстановления пастбищ. В результате наблюдений 2011–2016 гг. выделены четыре ключевых вида семейства бобовых, которые высевались на экспериментальных площадках для улучшения сенокосных угодий и деградированных пастбищ.

Восстановление настоящей степи имеет не только научное, но и огромное практическое значение. В социально-экономическом плане это будет оз-

начать постепенное превращение степи из зоны рискованного земледелия в зону гармоничного сочетания стабильного скотоводства и щадящего природную среду земледелия. Решение задачи экологической трансформации ландшафтно-земельного фонда благоприятно скажется и на водном режиме степи, будет способствовать сохранению биологического разнообразия, в значительной степени ослабит антропогенный фактор в опустынивании степной зоны Алтайского края.

Также были заложены опыты по восстановлению естественных сенокосов и пастбищ с применением комбинированного почвообрабатывающего агрегата Catros-6001-2 Green, оборудованного устройством для подсева семян трав. Семена были получены с коллекционного участка в местных условиях. Изготовлена комбинированная машина, позволяющая реализовать технологию внесения жидких удобрений, включая микроэлементы, на полях с посевами сельскохозяйственных культур (рис. 34.7). Заложены полевые опыты и получены значимые результаты по эффективности применения разработанной технологии (прибавка урожая на отдельных полях составляла от 0,2 до 0,9 т/га).

Успешно испытана и внедрена на паровых полях хозяйства «Партнер» технология борьбы с сорняками с применением на опрыскивателе системы «AmaSpot», позволяющая существенно снизить дозы применения средств защиты растений за счет избирательного воздействия на сорняки (до 70–80%) и уменьшить химическую нагрузку на почву (рис. 34.6).

Рис. 34.6. Опрыскиватель «AmaSpot» для борьбы с сорняками

На тестовых полях также проводились исследования по сравнению трех различных типов технологий земледелия и четырех уровней интенсивности осенней обработки почвы в севооборотах. В результате этих тестовых испытаний разработаны практические рекомендации по возделыванию культур с применением техники нового поколения, совершенных агроприемов обработки почвы, способов внесения удобрений и систем защиты растений в сухой и настоящей степи, а также лесостепи Алтайского края.

Заключение

Предварительный анализ опытов, а также ранее проводимых нами исследований, подтверждают целый ряд преимуществ консервирующих технологий с энергетической, агротехнической, экологической и экономической точек зрения.

Внедрение результатов исследований позволит существенно сократить эксплуатационные затраты на производство зерна и повысить продуктивность пашни:

- увеличить производительность и выработку агрегатов до 35–45%;
- достичь существенной экономии топлива (в 1,5–2,6 раза);
- снизить отрицательное воздействие техники на почву (сократить количество проходов в 3–5 раз);
- обеспечить экономию посевного материала на 15–20%;
- повысить среднюю урожайность зерновых культур до 2,0–2,5 т/га.

Таким образом, практическое сотрудничество науки, предприятий агропромышленного комплекса, машиностроителей и дилеров внесло большой вклад в развитие инновационной практики по совершенствованию и внедрению перспективных агротехнологий и машинных комплексов для выращивания сельскохозяйственных культур в условиях засушливого климата. Дни поля играют важную роль в этом процессе. Эта работа, проводимая на базовых площадках проекта «Кулунда», очень значима по объему и полученным результатам, однако она под силу только крупным научно-исследовательским институтам. Поэтому в перспективе, на основе уже заложенных тестовых полей и уникальной приборной базы, необходима организация исследовательского центра по изучению климата, деградации почв и апробации адаптивных технологий земледелия, что, безусловно, послужит основой для внедрения лучшего опыта землепользования и создания стабильной научно-практической консультативной платформы при осуществлении программы «Устойчивого развития сельских территорий Алтайского края» до 2025 г.

Библиографический список

Grunwald L.-C., Meinel T., Frühauf M., Belyaev V.I. Effekte der Schwarzbrache in verschiedenen Trockenfeldbauregionen der GUS (Effects of bare fallow in various dry-field regions of the CIS). Hallesches Jahrbuch für Geowissenschaften. 2015. 37. S.163–193.

Illiger P., Frühauf M., Schmidt G., Meinel T., Belyaev V., Silantieva M., Kazarian M. Ökosystemkonversion und ihre Folgen bezüglich der Kohlenstoffsenken-Funktion in der westsibirischen Kulundasteppe (Ecosystem conversion and its effects for carbon sink function in West-Siberian Kulunda Steppe) // Grunwald K, Bastian O, Drozdov A, Grabovsky V (eds) Erfassung und Bewertung von Ökosystemdienstleistungen (ÖSD) – Erfahrungen insbesondere aus Deutschland und Russland. BfN-Skripten 373. Bundesamt für Naturschutz, Bonn, 2014. P. 300–319.

Беляев В.И. Рациональные параметры технологии «No-Till» и прямого посева при возделывании сельскохозяйственных культур в Алтайском крае // Вестник Алтайской науки. 2015. №1(23). С. 7–12.

Беляев В.И. Техническое и технологическое обеспечение ресурсосберегающих технологий производства зерна в Алтайском крае // Актуальная статистика Сибири : информационно-статистический журнал. 2013. №1. С. 72–81.

Беляев В.И., Майнел Т., Тиссен Р. Технология Strip-till: особенности конструкции машин ведущих мировых производителей и их применения // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2013. №11(109). С. 86–91.

Беляев В.И., Майнель Т. Сравнительная оценка технологий воздействия яровой пшеницы в условиях Восточной зоны Алтайского края // Диверсификация сельскохозяйственных культур и нулевая технология в засушливых районах : сборник материалов Международной научно-практической конференции. Шортанды ; Астана, 2013. С. 22–27.

Беляев В.И., Майнель Т., Грюнвальд Л., Шмидт Г., Бондарович А.А., Щербинин В.В., Понькина Е.В., Мацура А.В., Стефан Э., Иллигер П., Кожанов Н.А., Рудев Н.В. Водный режим почвы и урожайность сельскохозяйственных культур при различных технологиях воздействия в Кулундинской степи Алтайского края // Вестник Днепропетровск университета. 2016. №24 (2). С. 531–539.

Беляев В.И., Майнель Т., Соколова Л.В. Формирование урожая яровой мягкой пшеницы по различным предшественникам при минимизации обработки почвы в умеренно-засушливой степи Алтайского края // Роль целины и перспективы развития земледелия и растениеводства Казахстана : сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 60-летию освоения целинных и залежных земель. Шортанды ; Астана, 2014. С. 158–163.

Беляев В.И., Соколова Л.В. Влияние экстремально засушливых условий на влажность почвы и урожайность яровой мягкой пшеницы в условиях уме-

ренно засушливой и колочной степи Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016. №4(138). С. 82–89.

Беляев В.И., Соколова Л.В. Изменение урожайности сортов яровой мягкой пшеницы различных групп спелостей в Восточно-Кулундинской зоне Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015. №4(126). С. 16–21.

Понкина Е., Беляев В.И., Боварова М., Прищепов А., Майнель Т., Бугай Ю., Ковалёва И., Кожанов Н., Казарян М., Фрюауф М. Экономические, экологические, технологические факторы и результаты деятельности предприятий в условиях Кулундинской степи : монография. Барнаул, 2014. 140 с.

Харламова Н.Ф. Влияние климатических изменений на хозяйственные процессы (на примере Алтайского края) // Вестник Алтайской науки. 2012. № 3/2.

Глава 35. Развитие образования в Алтайском крае и его сельской местности: сдвиги с начала 2000-х гг. и их эффекты[1]

А.М. Сергиенко, О.А. Снегирева

Аннотация. Представлены результаты анализа изменений в системе образования Алтайского края и прежде всего его сельской местности. Проанализированы сдвиги в структуре образования населения Алтайского края и его сельской части в сравнении с регионами Сибири и России в целом. Рассмотрены изменения в развитии сети образовательных учреждений, качества и доступности образования как социальной проблемы развития сельских территорий в восприятии сельским населением, а также так называемой социальной исключенности от образовательных услуг. Выявлены особенности влияния образования на занятость и миграцию сельской молодежи, а также условия их возвратной миграции после получения высшего образования в городах. Сделан вывод о возросшей актуальности образования для улучшения социального положения сельских жителей и обеспечения устойчивого социально-экономического развития сельских территорий и региона. Авторы определили пути совершенствования образовательной политики для сокращения миграции сельской молодежи. Выводы основаны на данных всероссийских опросов 2002 и 2010 гг. и других статистических данных Росстата, а также на данных социологических опросов сельского населения и средств массовой информации Алтайского края.

Ключевые слова: сельское население, уровень образования, система образования, сеть образовательных учреждений, занятость, миграция, сельские районы, Алтайский край.

---

[1] Данная глава монографии подготовлена по плану НИР ИЭОПП СО РАН, проект «Движущие силы и механизмы развития кооперационных и интеграционных процессов в экономике Сибири», № 121040100279-5.

О росте значимости образования в обществе, развитии тенденций формирования «общества знания» свидетельствуют изменения в его структуре в пользу более высоких уровней образования. В Алтайском крае, как и в России в целом, эти тенденции ярко проявились в новом тысячелетии, являясь наследием трендов, заложенных в предыдущие десятилетия.

35.1. Сдвиги в уровне образования населения региона и сельской местности

С начала 2000-х гг. уровень образования жителей края значительно вырос. По данным Всероссийских переписей 2002 и 2010 гг., охват профессиональным образованием населения в возрасте 15 лет и старше увеличился с 56,5 до 58,7%. Кардинальные позитивные сдвиги произошли в структуре профессионального образования (табл. 35.1). В то время как доля населения с начальным профессиональным образованием значительно сократилась (более чем двукратно), заметно выросли удельные веса жителей с неполным высшим и средним профессиональным образованием (на 19%), а также с высшим образованием (на 17%), соответственно значительно уменьшилась доля населения с основным общим и начальным образованием. При этом вдвое сократилась неграмотность – с 1 до 0,5%.

Таблица 35.1

Уровень профессионального образования населения Алтайского края и его сельской местности (по данным Всероссийских переписей 2002 и 2010 гг.), %

Образование	Перепись 2002 г.		Перепись 2010 г.	
	всё население	сельское население	всё население	сельское население
Высшее и послевузовское	12,3	7,4	10,5	11,4
Неполное высшее и среднее профессиональное	28,5	23,7	34,0	28,9
Начальное профессиональное	15,7	18,9	7,4	10,0

Заметные изменения произошли и в образовательной структуре сельского населения Алтайского края. За рассматриваемый межпереписной период более чем полуторакратно увеличилась доля сельчан с высшим образованием при почти двукратном сокращении среди них удельных весов с начальным профессиональным образованием (табл. 35.1). Неграмотность сельских жителей сократилась с 1,6 до 0,9%. Уровень образования (среднее число накопленных лет образования) сельского населения в 2010 г. составил 10,8 лет. По этому показателю Алтайский край несколько опережал Сибирский федеральный округ (10,6 лет), но немного уступал России в целом (11,0).

Более значительным было изменение уровня образования сельской молодежи региона (табл. 35.2). Удельный вес сельской молодежи, имеющей профессиональное образование, составил в 2010 г. 46,7%, и этот рост обеспечивался за счет высшего и среднего профессионального образования. Доля сельской молодежи с высшим образованием более чем удвоилась с 2002 до 2010 г., составив почти 10%. В 2010-х гг. позитивные тренды в образовательной структуре сельского населения усилились. И по итогам микропереписи 2015 г. в сравнении с 2002 г. доля сельской молодежи с высшим образованием выросла уже почти в три раза (до 12,6%), с профессиональным образованием – на 20% (52%).

Таблица 35.2

Характеристики уровня образования сельской молодежи Алтайского края, регионов Сибирского федерального округа и Российской Федерации (по данным Всероссийских переписей населения 2002 и 2010 гг. и микропереписи 2015 г.), %

Показатель	**АК**	**СФО**	**РФ**
Доля лиц с высшим профессиональным образованием			
2002	4,4	7,2	9,2
2010	9,4	13,6	17,5
2015	12,6	12,9	17,2
Охват профессиональным образованием:			
2002	43,3	38,1	42,2
2010	46,7	43,6	49,1
2015	52,0	48,1	55,4
Охват профессиональным образованием лиц, занятых в экономике			
2002	59,0	54,9	60,8
2010	61,0	58,0	64,5
2015	69,4	65,3	73,5
Доля лиц, не имеющих начального общего образования			
2002	1,0	1,1	0,8
2010	1,3	1,4	0,9
2015	0,6	0,9	0,7

По данным всех трех переписей охват профессиональным образованием был стабильно выше соответствующего показателя в среднем по регионам Сибирского федерального округа, но ниже среднего показателя по России в целом (табл. 35.2).

Таблица 35.3

Образовательная структура сельской и городской молодежи, сельского населения трудоспособного возраста от 30 лет и старше в Алтайском крае (по данным всероссийских переписей населения 2002 и 2010 гг. и микропереписи 2015 г.), %

Охват лиц образованием	**Население**		
	сельская молодежь	**городская молодежь**	**селяне трудоспос. возраста от 30 лет**
Высшим			
2002	4,4	11,7	10,4
2010	9,4	20,7	11,6
2015	12,6	28,8	14,8
Среднее профессиональным			
2002	18,1	22,5	31,8
2010	21,8	24,8	32,9
2015	35,7	30,8	50,3
Профессиональным			
2002	43,3	54,0	69,0
2010	46,7	64,5	58,6
2015	52,0	67,3	66,5
Средним общим образованием			
2002			
2010	22,3	29,6	18,7
2015	24,0	22,8	26,5
Доля лиц, не имеющих начального общего образования:			
2002	1,0	0,3	0,5
2010	1,3	0,3	0,7
2015	0,6	0,35	0,35

Вместе с тем сельская молодежь края заметно уступает остальным сельским жителям трудоспособного возраста и городской молодежи по уровню образования, особенно по охвату высшим (отставание более чем в два раза в сравнении с городской молодежью) и в целом профессиональным образованием (отставание почти в полтора раза) (табл. 35.3). За межпереписной период сократились различия по уровню образования сельской молодежи с более старшими селянами, но еще больше увеличилось отставание от городской молодежи (по профессиональному образо-

ванию – в полтора раза). В 2010-х гг. эти тренды сохранились, и по микропереписи 2015 г. профессиональным образованием было охвачено 52% сельской молодежи против 67,3% городской молодежи, 66,5% сельчан трудоспособного возраста от 30 лет и старше. Высшее образование уже имели 12,6% молодых сельчан, но в сравнении с городской молодежью разница выросла до 2,3 раза (28,8%). При этом сократились различия до 17,5% в сравнении с сельским населением трудоспособного возраста от 30 лет и старше (14,8%).

35.2. Изменения в развитии сети образовательных учреждений

С начала 2000-х гг. в Алтайском крае произошли значительные изменения в сети образовательных учреждений, прежде всего за счет реструктуризации общеобразовательных учреждений, организации филиальной сети в сельской местности. По данным Росстата с 2000/2001 по 2019/2020 учебный год (уч. г.) количество общеобразовательных учреждений сократилось с 1598 до 682 самостоятельных и 407 филиалов, т.е. почти в полтора раза даже с учетом филиалов. Основную часть общеобразовательных учреждений составляют учреждения в сельской местности (в 2019/2020 уч. г. 80,9% с учетом филиалов). Одним из главных факторов сокращения числа общеобразовательных учреждений является уменьшение численности жителей края, особенно сельского населения, а также сокращение числа сельских поселений. Как следствие, среднее количество учащихся в общеобразовательных учреждениях с учетом филиалов увеличилось не столь значительно (с 238 до 251 человека).

Наличие школы, стабильно функционирующей в сельском населенном пункте, является важнейшим показателем его устойчивого развития, а ее отсутствие свидетельствует о разрушительных социальных процессах, ведущих к ликвидации села. Неуклонное сокращение количества школ и других общеобразовательных учреждений, а также числа учащихся и студентов свидетельствует о демографическом кризисе современного села. Наиболее значительное сокращение приходилось на первую половину 2000-х гг., когда ежегодно сельские поселения «теряли» почти по 9 учащихся на каждые 10 тысяч жителей. Реализация мер государственной политики стимулирования рождаемости (среди них первостепенное значение имеет институт материнского капитала) и поддержка социально-экономического развития сельских поселений пока не изменили эту тенденцию. Так, с 2005 по 2019/2020 уч. г. включительно количество сельских общеобразовательных учреждений с филиальной сетью в Алтайском крае сократилось почти на 30%, тогда как количество учащихся – только на 14% (табл. 35.4).

Таблица 35.4

Количество образовательных учреждений и учащихся в них в сельской местности Алтайского края в 2005/2006 – 2019/2020 уч. гг., на начало учебного года

Показатель	2005/2006	2010/2011	2015/2016	2019/2020
Общеобразовательных учреждений – всего (включая филиалы), ед.	1255	1050	939	881
в том числе: самостоятельные организации	1255	992	105	474
Учащихся в общеобразовательных учреждениях, чел.	137913	116268	115069	118539

В отличие от непрерывного сокращения количества общеобразовательных учреждений динамика сети дошкольных учреждений в Алтайском крае в последнее десятилетие изменила свои тренды на противоположные. После сокращения в 2000-х гг. количество дошкольных учреждений в первой половине 2010-х гг. выросло до 1343 (включая 817 самостоятельных) в 2015 г., но за следующие четыре года сократилось в два раза, до 662 (352 самостоятельных) в 2019 г. (табл. 35.5). При этом численность воспитанников, посещающих данные учреждения, после устойчивого роста начала сокращаться только с 2018 г., и за последние пять лет сократилась лишь на один процент (108,7 тысяч). Валовый коэффициент охвата дошкольным образованием (в процентах к численности детей в возрасте 1–6 лет) вырос с 2015 г. на 4,1 п.п. и составил 64,6% в 2019 г.

Таблица 35.5

Количество учреждений дошкольного образования и численность посещающих их детей в сельской местности Алтайского края в 2005–2019 гг., на конец года

Показатель	2005	2010	2015	2019
Количество дошкольных образовательных организаций всего, ед.	560	554	964	385
Численность детей в дошкольных образовательных организациях, тыс. чел.	24,9	33,9	43,7	37,9

Аналогичные тренды развития сети дошкольных учреждений в еще более выраженной форме наблюдались и в сельской местности региона (табл. 35.5). После значительного роста числа детских садов в селах в первых

пять лет 2010-х гг. (в 1,7 раза, до 964) их количество сократилось в 2,5 раза к 2019 г., составив 385 таких учреждений. Причем количество самостоятельных организаций за этот период уменьшилось более чем пять раз (до 105). Численность же детей, посещающих дошкольные учреждения, сократилось с 2015 до 2019 гг. только на 8%.

Таким образом, выявленные изменения количества общеобразовательных и дошкольных учреждений региона и его сельской местности, по сути, свидетельствуют о продолжающихся второе десятилетие процессах государственной политики оптимизации сети образовательных учреждений и их деятельности, а также отражают объективные процессы сокращения в последние годы численности детей, обучающихся в таких организациях, как следствие общей динамики ее сокращения после десятилетнего роста. Результаты влияния оптимизационной политики в рассматриваемой сфере проявляются, с одной стороны, в улучшении качества их материальной базы, сокращении числа учреждений аварийных или требующих капитального ремонта и в целом увеличении учреждений, отвечающих современным требованиям. С другой стороны, очевидны и процессы сокращения территориальной доступности таких образовательных учреждений, что особенно наиболее наглядно проявляется в сельской местности.

35.3. Качество и доступность образования

В сфере дошкольного, общего и профессионального образования в сельской местности наблюдаются разнонаправленные процессы. С одной стороны, как уже отмечалось, закрываются малокомплектные, не соответствующие по своему техническому состоянию современным требованиям образовательные учреждения, что привело к снижению территориальной доступности образования для детей и молодежи, в первую очередь проживающих в малых поселениях, по-прежнему остро стоит проблема кадров. С другой же стороны, открываются новые дошкольные и общеобразовательные учреждения, повышается их техническая оснащенность, в том числе доступность интернета. Введение ЕГЭ, несмотря на обсуждаемые экспертным сообществом негативные последствия, увеличило возможность для выпускников сельских школ поступить в вузы, получить качественное профессиональное образование.

По результатам серии выборочных опросов сельских жителей Алтайского края в 2002–2017 гг. снижение качества и доступности образования стабильно входило в первую десятку социальных проблем села (см. рисунок в главе 22) (Бедность сельской России…, 2014; Миграция сельской молодежи…, 2019; Сергиенко, Родионова, 2020). В 2017 г. эту проблему отнесли к наиболее острым для села 19% сельских жителей, что выше на 6 п.п., чем в 2013 г.

В рейтинге представителей местной власти в 2017 г. снижение доступности и качества школьного образования получило 15-е место из 20-и выделенных наиболее острых и актуальных социально-экономических проблем села, каждый десятый относил эту проблему к наиболее острым. Снижение же доступности и качества профессионального образования заняло седьмое место, (каждый четвертый-пятый эксперт относил эту проблему к наиболее острым с негативными изменениями в последние годы).

Низкая территориальная и материальная (финансовая) доступность школьного образования является важнейшим показателем социальной исключенности сельских детей от возможности получить образование в границах допустимого расстояния от мест проживания до школ. Так, по данным опроса 2011 г. более 70% сельских жителей, имеющих детей-школьников, имели материальные проблемы доступности образования (Бедность сельской России…, 2014). Формами проявления низкой доступности школьного образования являлись невозможность из-за бедности обеспечить детей учебниками и школьными принадлежностями для чтения и письма (это затрагивало каждого четвертого сельского жителя, у кого были на тот момент дети школьного возраста, каждого третьего обездоленного), а также оплатить их питание в школе (17% обездоленных). Выделялись также проблемы плохих общих эксплуатационных и санитарных условий в школе (отопление, состояние здания, организация питания). Из-за отсутствия средств дети почти каждой пятой сельской семьи (и 29% обездоленных) не могли продолжать учебу в учреждениях профессионального образования после окончания средней школы. В каждом девятом-десятом случае препятствиями являлись недостаточное техническое оснащение школы (компьютеры, доступ в интернет, учебники и пр.), низкое качество преподавания, что лишало учащихся возможности успешно сдать ЕГЭ и тем самым участвовать в конкурсе на поступление в высшие учебные заведения. Только около 30% сельских жителей, имеющих детей-школьников, отмечали отсутствие проблем школьного образования. Хотя сокращение уровня бедности сельских жителей в последнее десятилетие (Миграция сельской молодежи…, 2019) и привело к уменьшению масштабов рассматриваемых явлений социальной исключенности, но заметно усилилась за этот период проблема территориальной доступности.

Несмотря на развитие дошкольного образования и увеличение количества дошкольных образовательных учреждений и мест в них (см. табл. 35.5), сохраняется недостаточная обеспеченность такими учреждениями детей дошкольного возраста и проблема финансовой доступности таких услуг. По опросу 2011 г. из-за отсутствия дошкольных учреждений на селе или мест в них, а также невозможности обеспечить детей необходимой одеждой и обувью и оплачивать их пребывание в детских садах дети 46% сельских жите-

лей (имеющих дошкольников) не посещали детские сады (Бедность сельской России…, 2014). Социальная исключенность дошкольного образования для детей из обездоленных семей достигала 77%, и ее основными причинами были отсутствие мест и финансовых средств для пребывания дошкольников в детских садах. В последнее десятилетие активное сокращение размеров такой исключенности происходило благодаря росту реальных доходов сельских жителей, реализации различных мер государственной поддержки семей с детьми, что особенно наглядно проявилось в коронакризисный 2020 г.

Одной из самых больших проблем социального развития села является снижение доступности и качества профессионального образования. В 2017 г. так считал каждый пятый представитель местной власти. Для повышения квалификационного уровня персонала представители агропромышленного бизнеса направляют своих работников на курсы повышения квалификации, вкладывают средства в развитие своего персонала. По данным опроса 2013 г. таковых было две трети, в 2008 г. менее трети. По опросу 2017 г. работодатели каждого четвертого агропредприятия участвовали в различных образовательных проектах и программах, каждое пятого-шестого – направляли молодых работников на курсы повышения квалификации, каждого восьмого – помогали работникам оплачивать расходы на обучение детей в вузах. Для решения проблем нехватки молодых квалифицированных работников руководители хозяйств все чаще сами участвуют в подготовке кадров в сельских колледжах, там отбирают молодежь в свои организации. Такая политика характерна в большей степени для относительно крупных сельхозпредприятий, хотя в последние годы широко использовалась и среди наиболее устойчивых в социально-экономическом отношении крестьянско-фермерских хозяйств. Из интервью с руководителем одного из сельскохозяйственных предприятий в Целинном районе (2015 г.): «У нас нет проблем с молодежью: своих из села посылаем учиться и лучших приглашаем из аграрного университета. Мы полностью омолодили весь менеджмент».

35.4. Влияние образования на занятость и миграцию

Достигнутый уровень образования, по утверждению С. Пэвиса, С. Плэтта и Дж. Хаббарда, является важным фактором выбора вида занятости сельской молодежи и формирования ее отношения к местному сообществу и в целом к сельской жизни (Pavis, Platt, Hubbard, 2000).

По данным переписей 2002 и 2010 гг. увеличилась доля занятой в экономике сельской молодежи с профессиональной подготовкой (до 60%), а также со средним и высшим профессиональным образованием (до 28 и 14% соответственно) (табл. 35.6). Анализ результатов опросов сельского населения Алтайского края в 2008–2017 гг. показал, что чем выше уровень

образования сельских жителей, тем выше уровень занятости и экономической активности. Среди сельских безработных в четыре раза выше доля лиц с образованием ниже среднего общего.

Таблица 35.6

Образовательная структура занятой в экономике сельской и городской молодежи, сельского населения трудоспособного возраста от 30 лет и старше в Алтайском крае (по данным всероссийских переписей населения 2002 и 2010 гг.), %

Уровень образования	**Перепись 2002 г.**			**Перепись 2010 г.**		
	сельская молодежь	**городская молодежь**	**селяне трудосп. возраста от 30 лет**	**сельская молодежь**	**городская молодежь**	**селяне трудоспособного возраста от 30 лет**
Высшее	7,6	20,2	12,9	14,0	31,4	14,4
Среднее профобразование	24,9	33,3	33,9	28,1	32,7	33,5
Начальное профобразование	24,3	16,4	25,3	12,9	6,0	12,8
Среднее общее	20,8	16,7	18,0	22,8	14,8	24,4
Основное общее	16,7	14,7	6,8	4,3	7,0	10,9

В 2010-х гг. образование все в большей мере становится социальным лифтом, обеспечивающим доступ к качественным рабочим местам. По итогам микропереписи 2015 г. доля занятой в экономике молодежи с профессиональным образованием увеличилась почти до 70% (на 9 п.п. в сравнении с 2010 г.) (табл. 35.6). Из интервью с молодым предпринимателем в 2015 г. (пос. Новые Зори Павловского района): «К моменту окончания вуза я уже решил, что останусь жить в своем селе, и стал продумывать различные варианты трудоустройства. Остановился на том, чтобы открыть свое дело. В центре занятости выделили небольшие деньги, открыл пекарню. Главное — не сидеть сложа руки».

С начала 2000-х гг. увеличилась дифференциация по статусу и сфере занятости среди сельской молодежи с разным уровнем образования. В отраслях социальной сферы наблюдалась концентрация молодых селян с более высоким уровнем образования, в то время как в сельском хозяйстве, напротив, – с более низким. Среди молодежи, не имеющей профессионального образования, было больше занятых в сельском хозяйстве, а также больше безработных, домохозяек.

Преобладание низкоквалифицированных и малооплачиваемых рабочих мест в сельском хозяйстве и отраслях сельхозпереработки, массовая миграция молодежи из села привели к значительному дефициту квалифицированных кадров. По результатам проведенных в 2008–2017 гг. опросов руководителей в большинстве сельскохозяйственных организаций наблюдалась нехватка кадров, в первую очередь квалицированных, и острота этой проблемы усилилась. Оценка обеспеченности агропредприятий кадрами показала, что в последние годы наблюдается устойчивый нарастающий дефицит квалифицированных кадров. Так, в 2013 г. только в 40% хозяйств численность и квалификация работников соответствовала потребностям производства, тогда как остальные 60% испытывали нехватку квалифицированных работников.

Из интервью с представителями сельского бизнеса (Павловский район, 2013 г.): «В сельском хозяйстве механизаторов не хватает, хотя у нас ПТУ есть, там готовят их. Вот, скорее всего в малых селах в основном доездят на тракторах, и всё, их там тоже не будет. Сейчас уйдет это поколение, которое на земле и с землей росло, как говорится... А уже приходит поколение, которое выросло с интернетом и компьютером. Поэтому селу очень трудно будет». Предшествующие пять лет назад масштабы дефицита кадров были несколько меньше (половина предприятий).

Стремление повысить уровень образования является одной из распространенных причин формирования миграционного настроения сельской молодежи. В 2017 г. получение профессионального образования, в первую очередь высшего, входило в пятерку наиболее значимых причин установки молодежи на отъезд из сельской местности (наряду с низкими перспективами для (будущих) детей, отсутствием рабочих мест, неразвитостью сферы культуры и досуга для молодежи, низкими доступностью и качеством медицинских услуг). По данным выборочных опросов значимость причины «получение профессионального образования» растет. В 2011 г. это было характерно почти для каждого десятого молодого человека, проживающего в сельской местности, в 2017 г. для каждого четвертого-пятого. Именно получение профессионального образования (среднего, высшего) является главной причиной миграции выпускников из села, по мнению 85% представителей местной власти.

Этому способствует и ухудшение ситуации с доступностью и качеством профессионального образования в сельской местности края, что приводит к усилению проблемы нехватки квалифицированных кадров. Весомой причиной оттока молодежи из сельских поселений становится закрытие учреждений профессионального образования.

Из материалов статьи «Счет — в пользу оптимистов» в газете «Алтайская нива» (№48 (459), 8–14 декабря 2011 г.): «В этом году — новая при-

чина оттока молодежи из района [Усть-Пристанского] — закрылось профессиональное училище… И последствия этого мы начнем ощущать через года три-четыре… Раньше со всех сел района молодежь стекалась в училище, женились и оседали в селах. Треть работающего населения района наверняка прошла этот путь».

Между тем подходящая занятость и адекватная оплата труда в сельской местности способствуют тому, что значимая часть сельской молодежи сознательно отказывается от повышения своего образования в городах. Из интервью с молодым работником Черемновского лесничества (пос. Комсомольский Павловского района) в 2015 г.: «После школы я никуда учиться не пошел, хотя мне и говорили, что профобразование нужно получать. Но мне все не до этого было, долго дома сидел, потом постоянно рабочим в разных местах подрабатывал… В итоге взяли лес сторожить, там не нужно специального образования». Из интервью с оператором машинного доения ЗАО «СХП «Урожайное» Советского района (газета «Алтайская нива», № 8 (572), 6–12 марта 2014 г.): «Я окончил 9 классов в школе и дальше не захотел учиться. Пошел дояром на ферму. Это все, что мне нужно, и иного я не желаю. У меня, например, зарплата выходит тысяч 30 в месяц».

Благоприятным фактором, сдерживающим миграционный отток сельской молодежи, является развитие дистанционного обучения в сельской местности. Из интервью с молодой сотрудницей сельской администрации в 2015 г. (с. Смоленское Смоленского района): «Я несколько лет работаю в комитете по финансам. Когда появилась перспектива повышения по службе, мне сказали, что я должна получить высшее образование. Хорошо, что его можно получить дистанционно, а то бы пришлось отказаться от этой идеи, потому что в город на сессии не наездишься».

Получение нужного профессионального образования в городе является самой популярной причиной возвращения в село. По этой причине вернулись в село 45% молодых респондентов после учебы или работы с постоянным пребыванием в городе. Поскольку именно получение нужного профессионального образования являлось причиной их отъезда в город, около 40% представителей местной власти считают, что это становится и причиной возвращения молодежи в село, наряду с лидирующей причиной – трудностями трудоустройства в городе. Из интервью с безработной в 2015 г. (пос. Комсомольский Павловского района): «После окончания педагогического вуза я вернулась в родное село. Но в местную школу мне устроиться не удалось, а идти работать на сельхозпредприятие «за копейки» я не хочу. Поэтому придется ехать в город и устраиваться по специальности. Родители обещали помочь с оплатой жилья».

Результаты фокус-групповых опросов сельской молодежи, обучающейся в вузах Барнаула (2016–2018 гг.), показали, что наиболее мощным

условием для их возвращения в сельскую местность после учебы является прежде всего возможность трудоустройства. Хотя необходимо учитывать весь комплекс условий жизнедеятельности сельской молодежи, включая характеристики наличия и качества жилья, развития сельской социальной инфраструктуры, регулярного транспортного сообщения и дорог хорошего качества, связывающих сельский населенный пункт с ближайшим крупным или средним по численности городом. За возвращение в свое село высказалась только молодежь, проживавшая в крупных газифицированных селах, райцентрах. По результатам фокус-групп общий потенциал возвратной миграции составляет менее 5–10%, но он повышается до 30–50% в случае выполнения перечисленных условий.

35.5. Эффекты воздействия государственной политики

Решение проблем повышения уровня и качества образования относится, по мнению 47% сельской молодежи, к наиболее важным направлениям улучшения ситуации на селе, позволяющим сократить отток молодежи (вслед за решением проблем занятости, улучшения качества и доступности медицинских услуг, культуры, физкультуры и спорта, благоустройства поселений). Около половины молодых селян высоко оценили действия государства по улучшению качества и доступности услуг школьного образования (на «хорошо» и «отлично»), более трети – на «удовлетворительно» и только 15% дали низкие оценки («очень плохо» и «плохо»). Гораздо ниже оценены молодежью действия государства в области профессионального образования: 8% хороших и отличных оценок против 45% – плохих.

Среди 12 выделенных направлений деятельности государства местная власть дала самые высокие оценки действиям по улучшению качества и доступности услуг школьного образования (48% хороших и отличных оценок при 2% плохих). Значительно ниже оценки действий государства по улучшению качества и доступности услуг профобразования, хотя в целом позитивные оценки перевешивают негативные (26% против 18%).

По мнению каждого третьего опрошенного нами в 2017 г. руководителя органов местного самоуправления, профессиональная ориентация, профессиональное обучение и переобучение относятся к наиболее эффективным мерам сокращения невозвратной миграции сельской молодежи (третье место в рейтинге мер, наряду с поддержкой личного подсобного хозяйства и содействием трудоустройству). Каждый пятый эксперт выделил позитивное влияние на закрепление молодежи программ и проектов поддержки школьного и дошкольного образования, ремонта и строительства школ и детских садов. Так, поддержка молодых учителей отнесена многими руководителями органов местного самоуправления к успешным примерам действий государ-

ства в области поддержки и закрепления молодежи на селе. Среди неэффективных действий отмечаются прежде всего объединения школ и установление сравнительно низких зарплат в сфере образования.

Оценки сельской молодежи согласуются с оценками экспертов, в частности в том, что поддержка образования и занятости являются важнейшими факторами решения миграционных проблем. Каждый третий опрошенный в 2017 г. молодой селянин подчеркнул необходимость поддержки талантливой молодежи в получении образования, каждый четвертый-пятый – повышения транспортной доступности и качества учреждений школьного и профессионального образования, каждый восьмой – развития в вузах дистанционных форм обучения.

По результатам исследования приоритетами государственной политики в сфере образования должны стать развитие профориентации, повышение доступности и стимулирование получения профессионального образования, целевое обучение и поддержка молодых специалистов, закрепление молодых специалистов в различных отраслях сельской экономики, содействие в трудоустройстве выпускников вузов по получаемым специальностям, поддержка развития сельских образовательных учреждений с учетом их территориальной доступности. В частности, для повышения возвратной миграции молодежи в села из городов после учебы особое значение приобретает координация профориентационной работы вузов и сельских школ, сельских центров занятости региона.

Среди мер по повышению уровня и качества образования, которые будут способствовать сокращению оттока сельской молодежи, представителями местной власти, особо выделяются грантовая и стипендиальная поддержка талантливой молодежи в получении образования, а также повышение транспортной доступности и качества учреждений школьного образования (так считает каждый третий эксперт). Кроме того, органами местного самоуправления подчеркивается необходимость повышения доступности и качества учреждений дошкольного образования и профобразования.

Заключение

Итак, анализ произошедших с начала 2000-х гг. изменений в развитии сети образовательных учреждений Алтайского края и его сельской местности, уровня образования, качества и доступности образовательных услуг, влияния образования на занятость и миграцию из села показал следующее.

1. С начала 2000-х гг. произошли значительные изменения в уровне образования сельской молодежи Алтайского края. Большинство сельской молодежи получило профессиональное образование, доля сельской молодежи с высшим образованием выросла почти в три раза. Вместе с тем сельская

молодежь заметно уступает по уровню образования городской молодежи, причем отставание не сокращается.

2. В сфере развития сети сельского общего и профессионального образования наблюдаются неоднозначные процессы. Обновление состава общеобразовательных организаций, их модернизация сочетается с активно происходящим со второй половины 2000-х гг. закрытием малокомплектных школ и учреждений профессионального образования. Это привело к снижению территориальной доступности школьного и профессионального образования, прежде всего для жителей малых поселений.

3. Уровень образования сельского населения влияет на занятость и миграционные установки. Образование все в большей мере становится социальным лифтом, обеспечивающим доступ к более качественным рабочим местам, с более высоким уровнем заработной платы. Стремление сельской молодежи повысить уровень образования и снижение доступности профессионального образования в сельской местности является одной из наиболее популярных причин формирования ее миграционных установок. К наиболее острым последствиям миграции молодежи относится усиление проблемы обеспечения сельской экономики квалифицированными кадрами.

4. Среди направлений совершенствования государственной политики в сфере образования особое значение имеют развитие профориентации и повышение доступности профессионального образования, дальнейшее развитие целевого обучения молодых специалистов и содействие их трудоустройству на селе по специальностям, востребованным сельским рынком труда, что будет способствовать в конечном счете сокращению миграции молодежи из села.

Библиографический список

Pavis S., Platt S., Hubbard G. Young people in rural Scotland. Pathways to social inclusion and exclusion. New-York, 2000.

Бедность сельской России в условиях модернизации экономики: процессы и механизмы формирования и преодоления : коллективная монография / под общ ред. А.М. Сергиенко. Барнаул, 2014. 330 с.

Миграция сельской молодежи: в фокусе – Алтайский край / под ред. А.М. Сергиенко. Барнаул, 2019. 319 с.

Сергиенко А.М., Родионова Л.В. Социальная триада: демография – занятость – доходы в алтайских селах // ЭКО. 2020. №1 (547). С. 138–165. DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2020-1-138-165.

Устойчивое развитие сельских территорий Алтайского края: социально-экономические и пространственные аспекты: кол. монография / науч. ред. А.Я. Троцковский. Барнаул, 2013. С. 152–191.

Глава 36. Образование и трансфер результатов научных исследований: практика и уроки немецкоязычной образовательной программы в Барнауле

М. Цирдт, Н. И. Быков, Д. Клей, А. А. Бондарович, Г. Шмидт

Аннотация. Очень важный элемент для внедрения результатов проекта «Кулунда» в региональной системе образования является магистерская программа по направлению 05.04.02 «География» в Алтайском государственном университете, в которую включены предметы на немецком языке. Программа предлагает углубленную подготовку по геоэкологии, что закладывает основу для получения образования в качестве специалиста в различных областях, связанных с сельским хозяйством и устойчивым региональным развитием. В этой главе описываются некоторые из ее основных элементов и достижений.

Ключевые слова: образование, геоэкология.

36.1. Цели программы

В 2007 г. географы Университета им. Мартина Лютера Галле-Виттенберг (Галле, ФРГ) и Алтайского государственного университета (Барнаул, РФ) открыли для российских студентов естественно-научных направлений программу дополнительного образования «Менеджмент и мониторинг окружающей среды». В 2018 г. программа из статуса «дополнительное образование» преобразована в магистерскую программу, сохранив прежнее название. Программа осуществляется при финансовой поддержке Германской службы академических обменов (DAAD) с целью сохранения немецкого языка как научного языка в странах Восточной Европы, России и Центральной Азии. В ходе углубленной подготовки по геоэкологии студенты знакомятся с германоязычной научной литературой, что позволяет им общаться

и обсуждать соответствующие темы как на немецком, так и на русском языках, используя международную терминологию. Все студенты посещают годичный курс немецкого языка. В программу входит двухмесячное обучение в Университете им. Мартина Лютера Галле-Виттенберг в Германии. Магистерская программа «Менеджмент и мониторинг окружающей среды» преследует следующие цели:

1. Получение компетенций для российских выпускников в области мониторинга окружающей среды на основе изучения ландшафтных индикаторов и методов сбора и обработки данных, полученных в полевых и лабораторных условиях, а также данных дистанционного зондирования. Приоритетным направлением является сбор количественных данных с помощью полевых автоматических станций – важного инструмента современных географических исследований, которые в настоящее время недостаточно представлены в российском экологическом мониторинге. Район исследования расположен в предгорной части Русского Алтая, которая является частью Евразийской степи, и представлен в основном луговыми, степными и лесостепными геосистемами, которые широко используются для растениеводства и пастбищного животноводства. Поэтому диагностика изменений, вызванных сельским хозяйством, такие как деградация и опустынивание, является одним из актуальных направлений регионального экологического мониторинга. Дальнейшими темами программы исследования являются определение и оценка водного баланса почв в зависимости от типов и интенсивности землепользования, климатических условий, эрозионных процессов, опустынивания, а также влияние этих факторов на урожайность сельскохозяйственных культур.

2. Для жителей Немецкого национального района, расположенного в западной части Кулундинской степи, Алтайский государственный университет в Барнауле служит наиболее важным учреждением для получения высшего образования. В этой связи один из приоритетов программы – поддержка молодых российских немцев посредством специальной подготовки, которая должна повысить их шансы на рынке труда. Методики и практические занятия помогают студентам приобретать компетенции по работе с инструментами от ведущих немецких производителей контрольно-измерительных приборов. Контакты выпускников с фирмами-производителями позволят им в дальнейшем использовать их в поиске работы и профессиональной деятельности.

3. Вовлечение лучших студентов в международные междисциплинарные научно-исследовательские проекты при участии Университета им. Мартина Лютера и немецких компаний-производителей измерительной и сельскохозяйственной техники обеспечивает возможность применить и расширить свои профессиональные и языковые навыки.

4. Побочным эффектом программы в контексте проекта «Кулунда» и других проектов является более широкая доступность немецкого языка как языка науки.

36.2. Структура и материальное обеспечение магистерской программы

Программа магистратуры по направлению 05.04.02 «География», профиль: «Менеджмент и мониторинг окружающей среды» сформирована на базе программы дополнительного образования: «Менеджмент и мониторинг окружающей среды» (период реализации 2007–2018 гг.). Особенностью магистерской программы является акцент на изучение изменений компонентов природной среды сельских территорий и поиск подходов адаптации к этим изменениям с применением междисциплинарных методов и инновационных инструментов наземного и дистанционного мониторинга, в том числе микро-летательных аппаратов и ГИС-технологий. Перечисленный набор инструментов используется в такой актуальной сфере, как «Умное сельское хозяйство» (англ. Smart Agriculture), а также применим в лесном хозяйстве. Магистерская программа развивает сотрудничество с коллегами из Университета им. Мартина Лютера Галле-Виттенберг. Отдельные предметы изучаются на немецком и русском языках, что создает дополнительную возможность студентам прохождения научно-исследовательской практики в Университете им. Мартина Лютера и, как итог, позволяет сформировать компетенции международного уровня по экологической индикации, организации инструментального мониторинга и территориальному планированию. Уникальность программы обусловлена и приборной базой для проведения инструментального мониторинга, расположенной на территории фермерских хозяйств Алтайского края, которой нет аналогов в России. Исследования в тесном сотрудничестве с фермерами создают прямую связь образования и производства, что является одним из важнейших принципов современного учебного процесса. Часть дисциплин подготовлена для работы в онлайн. В перспективе планируется перевод всех дисциплин программы на формат онлайн-курсов.

Для проведения занятий по дистанционному зондированию в Алтайском государственном университете существует специализированный НИИ экологического мониторинга, который имеет доступ к основным международным и российским спутниковым системам сбора данных. Этот блок подкреплен и кадровым потенциалом Университета им. Мартина Лютера, где работают ведущие ученые Германии в данной области.

Для дисциплин по теме инструментального мониторинга в зоне сухой степи Алтайского края на границе с Казахстаном на базе фермерского хозяй-

ства организован агрометеорологический стационар, оборудованный автоматическими метеорологической и почвенно-гидрологическими станциями, которые позволяют измерять полный набор метеопараметров, включая температуру и объемную влажность почв, а также доступность почвенной влаги растениями до глубины 120 см (фирма «Ecotech», ФРГ).

Единственная в России лизиметрическая станция позволяет рассчитывать актуальное испарение под различными ценозами сухой степи (фирма «Приборы для окружающей среды», нем. сокр. UGT, ФРГ). Для экспресс-анализа используются зонды для измерения влажности почв и прибор оценки качества воды (фирма «Научно-техническая мастерская», нем. сокр. WTW, ФРГ). Для формирования компетенций по использованию микро-летательных аппаратов в сельском и лесном хозяйстве закуплен дрон DJI Inspire-1, версия 2.0 (фирма DJI, КНР), а также мультиспектральная камера.

Блок профессиональных дисциплин, преподаваемых на немецком языке, осуществляется сотрудниками Алтайского государственного университета и Университета им. Мартина Лютера Галле-Виттенберг:

1. Автоматические инструменты измерений и методы анализа данных наземного агроэкологического мониторинга природной среды.

2. Экологический мониторинг и интерпретация данных.

3. Планирование окружающей среды.

После изучения теоретических основ и практического сбора эмпирических данных студентам предлагается двухмесячная стажировка в Университете им. Мартина Лютера Галле-Виттенберг с целью расширить свои практические навыки и углубить свои профессиональные и языковые навыки, особенно во время экскурсии и полевой практики. Программа стажировки выглядит следующим образом:

- посещение лекционных занятий (6 недель);
- комплексная полевая практика (геодезия, метеорология, гидрология, почвоведение) (1 неделя);
- комплексная физико- и социально-экономико-географическая научная экскурсия (1 неделя);
- итоговый отчет (на немецком языке).

Во время полевой практики и экскурсии студентов знакомят с системой мониторинговых наблюдения за окружающей средой и менеджмента природными ресурсами. Это происходит во время посещения экологических измерительных стационаров и природоохранных территории различного статуса.

36.3. Результаты и достижения программы

Важнейшим результатом программы в период с 2007 г. по настоящее время является вовлечение студентов в работу международных проектов

и на основе полученных данных написание и защита научных работ – магистерских и кандидатских диссертаций. Финансовая поддержка фонда DAAD дает возможность студентам работать над своими диссертациями в Германии, где созданы благоприятные условия для творчества молодых ученых: доступ к информационно-библиотечным ресурсам, лабораторная база, а также более широкий выбор программного лицензионного обеспечения. За время действия программы ее выпускниками были защищены кандидатские диссертации, многие из которых тематически тесно связаны с исследованиями проекта «Кулунда»:

- Шибанова А.А. Растительный покров поймы Верхней Оби: в пределах Алтайского края. Барнаул, 2009.
- Малышева Н.В. Дендроиндикационные исследования ленточных боров Алтайского края. Москва, 2010.
- Семикина С.С. Эколого-географическая оценка туристско-рекреационного потенциала озер боровых лощин Степного Алтая. Пермь, 2013.
- Ананин Д.П. Социально-педагогические условия профессиональной подготовки учителей в рамках Болонского процесса (на примере Федеративной Республики Германия). Барнаул, 2015.
- Хармс Е.О. Оптимизация рекреационного природопользования в Алтайском трансграничном горном регионе. Барнаул, 2016.
- Соломонова М.Ю. Фитолитные спектры фитоценозов Северной Кулунды и изменения растительности во второй половине голоцена. Томск, 2018.
- Трошкина В.И. «Род Geranium L. (Geraniaceae Juss.) во флоре Алтайской горной страны: систематика, палиноморфология, хорология. Новосибирск, 2018.
- Плуталова Т.Г. Геоэкологическая оценка состояния и развития системы землепользования в условиях трансграничности (на примере трансграничной территории «Кулунда»). Барнаул, 2019.

В период с 2018 по 2021 г. были защищены магистерские диссертации, которые посвящены актуальнейшим проблемам устойчивого развития сельского хозяйства на фоне глобальных изменений природной среды в Алтайском крае. Таким образом они продолжили научную тематику проекта «Кулунда»:

- Беннер К.С. Мониторинг актуальной эвапотранспирации Западно-Кулундинской агроклиматической зоны Алтайского края. Барнаул, 2020.
- Герпсумер К.Ю. Методы оценки потенциальной эвапотранспирации в степной и лесостепной зонах Алтайского края для задач агропромышленного комплекса. Барнаул, 2020.
- Кисанова М.Ж. Метеорологический мониторинг в степной и лесостепной зонах Алтайского края для адаптации сельского хозяйства к изменениям климата. Барнаул, 2020.

- Сидорова Н.В. Мониторинг водного режима почв при использовании различных технологий земледелия в сухой степи Алтайского края. Барнаул, 2020.
- Шигимага А.А. Дендроэкологический мониторинг полезащитных лесных полос сухостепной подзоны Алтайского края. Барнаул, 2020.

Важной составляющей является также и методическое обеспечение программы. Международный коллектив преподавателей разработал и внедрил уникальные методические материалы со ссылкой на фонд DAAD:

1. Электронный курс, разработанный на русском, немецком, английском языке: «Методы измерения и анализа данных инструментального мониторинга окружающей среды для устойчивого менеджмента в Агропромышленном комплексе». Размещены на Открытом образовательном портале АлтГУ. URL: https://public.edu.asu.ru/course/index.php?categoryid=52 (вход по паролю: monitoring).

2. Электронное учебно-методическое пособие: «Оценка потенциальной и актуальной эвапотранспирации на основе метеорологических и лизиметрических данных» / сост.: А. Бондарович, Е. Понькина, А. Россова, Г. Шмидт, П. Иллигер. Барнаул: АлтГУ, 2019. – 1 CD-R (3,5 Мб). – № гос. регистрации 0322000511. URL: http://elibrary.asu.ru/xmlui/handle/asu/8616.

3. Онлайн-курс «Автоматические инструменты измерений и методы анализа данных наземного агроэкологического мониторинга», который размещен на платформе «Stepik». URL: https://stepik.org/course/82882/syllabus, а также на платформе СЦОС online.edu.ru – https://online.edu.ru/public/course?faces-redirect=true&cid=11215770.

Данный курс проходит успешную апробацию в форме обмена с вузами из других регионов РФ в рамках выполнения гранта Министерства науки и высшего образования РФ: «К 2024 году не менее 20% обучающихся по образовательным программам высшего образования осваивают отдельные курсы, дисциплины (модули), в том числе в формате онлайн-курсов, с использованием ресурсов иных организаций, осуществляющих образовательную деятельность, в том числе университетов, обеспечивающих соответствие качества подготовки обучающихся мировому уровню». Онлайн-курс включен в программу магистратуры, что является шагом к формированию онлайн среды, доступности программы за переделами вуза и снижает риски невыполнения проекта на фоне пандемии covid-19.

4. Учебно-методическое пособие по немецкому языку для студентов естественно-научных факультетов: «Sprechen Sie Deutsch?» / сост.: И.П. Савицкий. Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 2015.

36.4. Перспективы развития магистерской программы

Географический и биологический институты Алтайского государственного университета (Барнаул, РФ) продолжают активно участвовать в развитии данной программы, а также в международных научных проектах, тесно связанных с тематикой проекта «Кулунда». Например, продолжается совместный германо-казахско-российский проект «Разработка инновационных адаптированных к климату приемов устойчивого использования сельскохозяйственных ресурсов в засушливых степях Казахстана и Юго-Западной Сибири» (сокр. ReKKS), который, как и проект «Кулунда», был поддержан Министерством науки и образования Германии.

В этой связи следует отметить мультиплицирующий эффект результатов и инициатив в рамках научных и образовательных проектов, которые способствуют дальнейшему развитию магистерской программы. Например, в 2019 г. группа немецких преподавателей выступила с инициативой, которая привела к открытию в Алматы официального Представительства Университета им. Мартина Лютера Галле-Виттенберг в Республике Казахстан, а также созданию «Проектного Бюро по устойчивому инновационному развитию в Центральной Азии» (сокр. CASIB, URL: https://casib.eu/ru). Одна из целей CASIB – координация комплексных сетевых и межотраслевых мероприятий в республиках Центральной Азии и юго-западной части Сибири (Россия). Именно страны Центральной Азии находятся в фокусе международного сотрудничества Алтайского государственного университета, который расположен в этой трансграничной области России, а тематика магистратуры отвечает потребностям сельских территорий перечисленных стран. CASIB постоянно организует мероприятия в различных форматах, которые связаны с устойчивым развитием сельских территорий на фоне глобальных изменений климата. Тесное сотрудничество с CASIB создает уникальные предпосылки для продвижения совместных образовательных продуктов в Центральной Азии (Казахстан, Монголия, Киргизия, Узбекистан, Таджикистан) и Сибири.

Глава 37. Проект «Кулунда» и его итоги

М. Фрюауф, С. Ленц, Т. Майнель, Г. Гуггенбергер, И. Теесфельд

Аннотация. Задачи, практические рекомендации и результаты проекта «Кулунда» в том виде, в котором они представлены в предыдущих главах, релевантны преимущественно для региона исследования – Алтайского края. Однако если взглянуть немного шире, становится очевидным, что применимость результатов исследования не ограничивается географическими границами региона, поскольку степные экосистемы – это житница планеты и один из крупнейших поглотителей углерода. Формальным подтверждением этому служит тот факт, что проект осуществлялся при финансовой поддержке Федерального министерства образования и научных исследований Германии и является частью рамочной программы «Научные исследования для устойчивого развития» FONA. Действительно, с одной стороны, проект посвящен непосредственно изучению устойчивого землепользования, и результаты исследования тесно связаны со стратегией развития Алтайского края. Тем не менее, учитывая глобальный характер инициативы FONA, предполагается, что результаты, полученные в ходе осуществления отдельных проектов, при определенных условиях могут быть применимы и к другим инициативам. Несмотря на то, что изначально эти исследования не носят сравнительно-сопоставительного характера, концепция программы FONA заключается в максимальном продвижении полученных результатов и осуществлении обмена опытом и информацией в исследуемых областях.

Помимо такого чисто формального критерия, концепция региональных исследований уже предполагает возможность сравнения различных объектов в целях проверки полученных результатов и их интерпретации. В этой главе осуществляется попытка выявления предпосылок создания и особенностей реализации проекта «Кулунда» в целях обоснования концептуальной возможности применения результатов исследования в других регионах.

Ключевые слова: степные регионы, Южная Сибирь, типы почв, климатические условия, история землепользования.

37.1. Географическая характеристика исследуемого региона

Кулунда является частью Евразийской степи, которая представляет собой одну из самых значимых экосистем планеты. Почвенный покров типичной степной зоны образован черноземами и каштановыми почвами. Подобные почвы не только обладают высоким содержанием органического углерода, что свидетельствует об их важной роли в его геохимическом цикле, но и относятся к самым плодородным на планете. Следовательно, они интенсивно используются для производства сельскохозяйственной продукции. Кулундинская степь при этом является одним из примеров таких территорий.

По градиенту регион на северо-востоке представлен лесостепями, в центральной части – типичными степями и на юго-западе – сухими степями. Для сельского хозяйства это означает использование разнообразных систем землепользования и земледелия. Менее 17% территории относится к травяным экосистемам в широком понимании, тогда как естественная степь представлена в виде небольших и обособленных территорий.

37.2. Изменение характера растительного покрова, землепользования и социально-политической структуры общества

Кулундинская степь, как и многие другие степи, в течение нескольких тысячелетий использовалась человеком в качестве пастбищной экосистемы. Подобное использование оказало лишь незначительное воздействие на флору и практически никак не повлияло на состояние почв. Однако в конце XVIII в. и начале XIX в. с приходом первых крестьян из европейской части России ситуация меняется, и уже к концу XIX в. Кулундинская степь становится одной из сельскохозяйственных территорий царской России. Именно эти события привели к изменению характера землепользования в регионе. Данный факт подтверждает то, что развитие сельского хозяйства здесь, несмотря на бытующее общее мнение, началось еще до освоения целины (1954–1963 гг.).

Кампанию по освоению целинных земель можно скорее связать с интенсификацией сельского хозяйства. Более того, превращение пастбищ в пахотные земли и увеличение объемов продукции с ранее возделываемых земель обеспечило высокие показатели лишь в течение первых нескольких лет. В дальнейшем сельскохозяйственное производство стало значительно зависеть от климатических и погодных условий. Необходимо также отметить, что используемые в те годы технологии обработки почв привели к деградации почвы (эрозии и дегумификации) и снижению урожайности. Аналогичное

развитие сельского хозяйства в экосистеме со схожими особенностями и последствиями активной механизации можно наблюдать в Северной Америке (США, Канада), других районах Сибири, Казахстана, Монголии и Западного Китая.

После распада СССР социально-политическая структура общества в регионе видоизменилась, что негативно сказалось на его экономике. В результате произошла региональная дезинтеграция, а сельскохозяйственные угодья были заброшены. За последние двадцать лет производственные процессы различных масштабов реструктурируют практически во всех секторах экономики, и сельское хозяйство не стало исключением. Так, например, в течение прошлого десятилетия наблюдается возврат к возделыванию заброшенных пахотных (залежных) земель. С 2014 г. эта положительная тенденция получила государственную поддержку. Одним из приоритетных направлений политики Российской Федерации стала поддержка сельского хозяйства в целом и фермеров в частности, что позволяет последним приобретать больше удобрений, модернизировать сельскохозяйственную технику и инвестировать в новые ресурсосберегающие технологии. Все эти меры позволили России стать крупнейшим в мире экспортером пшеницы, причем Кулундинская степь является ее крупным региональным производителем.

С точки зрения национальной экономики, реструктуризация региона исследования на первый взгляд выглядит успешной при сравнении его с другими регионами с переходной экономикой. Однако необходимо понимать, что рост экономики не решил структурных проблем, с которыми сталкивается регион: старение население, отток молодых высококвалифицированных кадров и неразвитость транспортной инфраструктуры. Более того, повышение производительности сельского хозяйства не обязательно автоматически предполагает устойчивое землепользование.

В части изменения климата можно отметить, что в Кулундинской степи наблюдается тенденция к уменьшению количества осадков, резким температурным колебаниям, повышению среднегодовой температуры в течение последних 50 лет на 0,4°C каждые 10 лет и увеличению эвапотранспирации. Таким образом, поиск новых технологий ведения сельского хозяйства становится крайне необходимым. При этом технологии должны не только стабилизировать урожайность в условиях засушливых территорий, но и улучшать состояние почв.

Учитывая сложную ситуацию в развитии региона, специфические эндогенные знания о технологиях и условиях ведения сельского хозяйства, а также экономический и социально-политический контекст, было очевидно с самого начала, что при проведении исследования необходимо использовать комплексный интегративный подход.

37.3. Ключевые факторы успеха проекта

Для запуска проекта «Кулунда» изначально складывалась благоприятные условия. Основной послужило плодотворное сотрудничество на протяжении 15 лет не только между географическими факультетами университетов и научно-исследовательскими институтами, но и между всеми остальными заинтересованными сторонами – представителями агропромышленного комплекса, органами местного самоуправления и федеральной власти. С начала 2000-х гг. кафедра геоэкологии Университета им. Мартина Лютера Галле-Виттенберг занималась изучением сельскохозяйственных земель в степной зоне, сотрудничая с исследователями и практиками Кулундинской степи (Алтайский край). Тем самым участники проекта изначально соответствовали требованиям программы FONA, особенно в части наличия прочных связей и форм сотрудничества в рамках осуществления исследовательского проекта в сфере устойчивого развития.

Данные связи послужили фундаментом для проведения целого ряда исследований и реализации образовательных проектов в области географии, в которых приняли участие университеты, другие учебные заведения, научно-исследовательские институты, заинтересованные стороны в лице практикующих специалистов из области сельского хозяйства, а также представители местной администрации и федеральной власти. В рамках проекта основной акцент делался на разработке и внедрении почвосберегающих технологий, поэтому участие в нем производителя сельскохозяйственной техники сыграло ключевую роль, позволив разрабатывать и собственно апробировать совместно с местными фермерами инновационные адаптивные приемы земледелия. Задействовав в проекте местные фермерские хозяйства, участники проекта выиграли вдвойне, поскольку это способствовало эффективному распространению и обсуждению достигнутых на опытных участках результатов исследований среди всего фермерского сообщества, проживающего в малонаселенном и экономически слаборазвитом регионе.

Успешность проекта также обусловлена участием в нем крупного производителя сельскохозяйственной техники из Германии «Амазоненверке ГмбХ» (Amazonen-Werke GmbH), который обладает значительным научно-техническим опытом разработки и апробации инновационных методов ведения сельского хозяйства, главным образом в евразийских степях, а также участием немецкого производителя оборудования для мониторинга окружающей среды «Умвельт-Герете-Техник Мюнхеберг» (UGT Müncheberg).

Более того, не менее ценной для реализации проекта оказалась активная поддержка со стороны канадских специалистов в области рационального экологического использования почв.

В заключение отдельного упоминания заслуживает работа экспертного совета, в состав которого вошли представители научного сообщества и власти, а также местные заинтересованные стороны в лице администрации, образовательных и научных организаций.

37.4. Комплексное исследование №1: природные ресурсы

Для оценки изменений использования земельных ресурсов в регионе после кампании по освоению целины исследователи в первую очередь провели анализ текущего состояния почв и ретроспективный анализ. Ученые детально проанализировали свойства почв и растительного покрова на участках с различными системами земледелия, а также, используя спутниковые данные, откалиброванные с помощью аэрофотоснимков, изучили изменение характера землепользования. Все это позволило впервые количественно измерить степень изменения почвенного покрова Кулундинской степи с 1960-х гг.

В составе флоры Кулундинской степи насчитывается 785 видов растений, при этом 69 их них находятся под угрозой исчезновения. Из-за агрегированного распределения участков естественной степи у растений отмечается низкое генетическое разнообразие (например, у ковыля перистого Stipa pennata). Проблема усугубляется тем, что в регионе представлены девять типов лесных экосистем и четыре типа травяных экосистем, которые отличаются видовым составом, климатическими условиями и эдафическими факторами.

Согласно результатам почвенного анализа, пахотные почвы подвержены эрозии и засолению, характеризуются ухудшением физических свойств и истощением запасов органического вещества. В свою очередь, на всей территории наблюдается четкая взаимосвязь между уровнем деградации почвы и растительного покрова, с одной стороны, и снижением урожайности, которая усугубляется климатическими условиями (разновидностью степи), – с другой. Несмотря на видимые проявления водной (русловой и овражной) эрозии, основной причиной деградации почв выступает ветровая эрозия. В этом отношении большую важность приобретает наличие ветрозащитных полос и расстояние между ними. Теоретически именно отсутствие должного ухода за ними в последние десятилетия привело к увеличению интенсивности развития ветровой эрозии. В этой связи рекомендуется увеличить число ветрозащитных лесополос и осуществлять за ними должный уход. В рамках исследования также было установлено, что засоление почв свойственно всему району исследования. Однако сильнее всего это проявляется на пастбищах и участках с довольно высоким уровнем грунтовых вод.

Главной проблемой исследуемой территории Кулундинской степи является деградация структурного состава черноземов по причине интенсивного земледелия и обработки почв. В этом ключе подверженные интенсивной обработке почвы демонстрируют меньшую устойчивость почвенных агрегатов, чем почвы с нулевой обработкой. Ввиду прямой взаимосвязи между процессами ветровой и водной эрозии и агрегацией почвы решением возникшей проблемы может стать внедрение технологий минимальной или нулевой обработки почвы. Устойчивость почвенных агрегатов, в свою очередь, связана с запасами органического углерода в почве. Согласно результатам исследований, суммарные потери органического углерода почвами Кулундинской степи составили 30%. Наибольшие потери приходятся на первые пять лет после изменения характера землепользования, а далее устанавливается равновесное (стационарное) состояние. Вопреки ожиданиям снизилась концентрация не только рассеянного, но и стабилизированного минеральными частицами органического вещества, что подчеркивает зависимость доли органического углерода, прочно связанного с минералами, от характера землепользования. С точки зрения устойчивости почвенных агрегатов наименьшие потери доли органического углерода отмечаются при использовании системы нулевой обработки почвы.

Динамика запасов почвенного углерода оценивалась с помощью модели динамики сельского хозяйства, растительного покрова и гидрологии LPJmL. Данная модель воспроизводит обусловленное изменением климата снижение концентрации органического углерода в почвах, что, в свою очередь, подтверждается результатами анализа почв вдоль климатического градиента. На основе метода пространственно-временного прогнозирования было предположено, что по мере того, как климат будет становиться суше, доля органического углерода сократится как на пастбищных, так и на пахотных землях.

Исследования также показали, что снижение интенсивности обработки почвы коррелирует с повышением уровня ее влажности. Объяснением этому может служить:

- повышение влагоемкости за счет более высокого содержания органического углерода и усиленной агрегации почвы;
- снижение испарения из-за пожнивных остатков на поверхности почвы;
- глубина проникновения корней и накопление воды.

Подведем некоторые итоги:

1. Относительно деградации растительного покрова отмечается то, что изменение характера землепользования привело к изменению видового состава растений, сокращению биоразнообразия и генетического разнообразия. Данные факторы необходимо учитывать при проведении дальнейших мероприятий по охране и восстановлению степей.

2. Существует тесная взаимосвязь между эрозией, агрегацией почв и накоплением органического углерода, причем определяющим параметром в данном случае является устойчивость почвенных агрегатов. При увеличении интенсивности обработки почвы их устойчивость ухудшается, в то время как технологии минимальной или нулевой обработки предполагают обратное, что указывает на их способность понизить эрозию почвы и возможность способствовать сохранению органического углерода.

3. Специфика растительного покрова и применяемая система земледелия оказывают значительное влияние на гидрологические свойства почвы. Показатели доступности почвенной влаги при использовании технологий нулевой или минимальной обработки почвы выше, чем при применении традиционной системы земледелия. Более того, с точки зрения рационального использования водных ресурсов применение чистого пара не является целесообразным.

4. Необходимо проводить мероприятия по защите и сохранению нетронутых травяных экосистем. К ним относятся восстановление почв деградированных пастбищ и создание экологических коридоров между удаленными участками естественных степей.

С точки зрения экологии почв использование технологии нулевой обработки позволит уменьшить эрозию почвы, увеличить накопление органического углерода и таким образом повысить стабильность сельского хозяйства на территории Кулундинской степи. Участники проекта убеждены, что технологии умного земледелия напрямую приведут к устойчивому развитию Кулундинской степи. Инвестиции в новые технологии нулевой обработки почвы и усовершенствованная стратегия внесения удобрений увеличат накопление биомассы, а вместе с этим и органического вещества в почве. Аналогичным образом из-за уменьшения интенсивности воздействия на почву повысится и устойчивость почвенных агрегатов. В результате произойдет снижение эрозии почвы, увеличится способность почвы к восстановлению, что в совокупности приведет к повышению гарантий получения урожая.

Перспективы дальнейшего исследования проблем в области землепользования и охраны почв в степных районах лежат в более детальном изучении физических и гидрологических характеристик почв в контексте борьбы с эрозией и управления водным режимом. Более того, перспективным также представляется проведение исследований в области использования макро- и микроэлементов.

37.5. Комплексное исследование №2: научно-техническое сотрудничество и совместное обучение

В рамках реализации проекта «Кулунда» на расположенных в разных степных зонах фермерских хозяйствах было разбито по три опытных участ-

ка, которые послужили эмпирической базой для изучения и оценки последствий использования традиционного земледелия и сравнения его с инновационными системами управления земельными ресурсами, в частности технологией нулевой обработки почвы. При оценивании экологической и экономической эффективности систем земледелия учитывались интенсивность обработки почвы, ее предрасположенность к эрозии, водный режим, плодородие, урожайность и стабильность урожайности. Исходя из этих параметров, рабочие группы подготовили несколько различных моделей земледелия, которые далее при содействии фермеров испытывали на опытных участках.

Внедрение технологий возделывания со щадящим воздействием на верхний слой почвы незамедлительно сказалось на улучшении физических свойств почвы, в частности повышении эффективности использования влаги. Это, в свою очередь, привело к более стабильным и высоким урожаям, чем на участках, на которых использовались технологии традиционного земледелия. Постоянный укрывающий слой органических остатков на поверхности почвы (мульчирующий покров), который образовался из-за сохранения на поле до 80% пожнивных остатков культуры прошлого года, не только увеличивал содержание влаги в почве, но и защищал ее от ветровой и водной эрозии. К тому же растительный покров способствует связыванию почвенного органического углерода. В результате исследователи пришли к выводу, что из-за своей способности щадящего воздействия на почвы и смягчения последствий изменения климата подобные системы земледелия повышают устойчивость сельского хозяйства в степных районах Северного полушария.

В процессе формирования устойчивого сельского хозяйства возникает ряд препятствий. На начальной стадии перехода на нулевую обработку почвы происходит увеличение роста сорной растительности, что создает необходимость использования большего количества гербицидов и способствует появлению у растений устойчивости к ним. Следовательно, следующим шагом предполагается оптимизация защиты сельскохозяйственных культур. Специально для этого было разработано сельскохозяйственное орудие, которое на рабочей скорости до 25 км/ч обнаруживает сорняки и обрабатывает их гербицидами. В результате плотность сорняков снижается на 80% по сравнению с полями, возделанными по традиционной технологии. Также в ходе полевых исследований был выявлен дефицит питательных веществ в почве. В других засушливых регионах (например, в канадских прериях) для решения этой проблемы применяют жидкие удобрения. Разработка подобной техники является результатом одного из совместных проектов в области сельскохозяйственного машиностроения, осуществляемого в рамках технологического сотрудничества между партнерами проекта.

Одним из основных выводов, полученных в результате исследований, является то, что экологическое и экономически эффективное сельское хозяйство, отвечающее всей серьезности будущих климатических вызовов, реально и достижимо. В этой связи нулевая обработка почвы является значимой технологией, однако и она не должна рассматриваться как универсальное средство, поскольку, в свою очередь, ее применение сопровождается определенными трудностями, связанными, например, с севооборотом и защитой растений. Внедрение подобной системы земледелия требует обученных специалистов, инвестиций в оборудование и времени на переход с предыдущей системы.

Тем не менее полевые исследования наглядно продемонстрировали экологические и экономические преимущества технологии всего через несколько лет после внедрения. Особенно важно то, что количество осадков в эти годы было ниже среднего, что соответствует некоторым климатическим прогнозам для этого региона на ближайшее будущее.

Также значимым для осуществления проекта «Кулунда» стало знание местных реалий, поскольку импорт внешних знаний в регион представлялся проблематичным. Научные сотрудники, участвующие в реализации проекта, таким образом, постарались максимально учитывать опыт, пожелания и мнения заинтересованных сторон в лице местного сообщества. В этой связи проведение полевых исследований и научно-техническое сотрудничество позволили не только образовать и систематизировать определенный корпус знаний, но и стали своего рода платформой для обмена опытом, укрепления доверия и совместного обучения. Более того, именно технологическая часть проекта стала связующим элементом между различными подпроектами, исследователями и практиками иногда из абсолютно разных областей знания.

37.6. Комплексное исследование №3: социально-экономические особенности и институциональный контекст

Устойчивое развитие включает в себя не только экологические факторы, но и социально-экономические и общественно-политические особенности региона. Если природные особенности региона еще можно сравнивать с другими, то общественно-политические институты и структуры слишком индивидуальны и трудно сопоставимы по своей сути. В связи с переходом предприятий, находящихся на территории Кулундинской степи как части Алтайского края, от плановой экономики к рыночной более логичным представляется их сравнение с Казахстаном, Монголией и Западным Китаем, тогда как проведение параллели с США или Канадой в данном случае из-за давних демократических традиций и давно сформировавшихся рыночных отношений в этих государствах видится не совсем уместным. Однако

на фоне того, что экологическая и техническая составляющие проекта основаны на исследованиях, осуществленных именно в этих регионах, игнорировать подобный потенциал для изучения и решения социально-экономических вопросов является нецелесообразным.

Исследуя социально-экономические особенности региона, ученые, участвующие в реализации проекта «Кулунда», стремились определить политику действий, приоритеты и стандартную логику поведения заинтересованных сторон. Эмпирическими методами исследования данных вопросов послужили количественный анализ (описание демографических процессов) и качественное интервью с представителями власти, местной и региональной администрации и сельскими жителями.

В целях интеграции результатов исследования в глобальное научное пространство и выведения проекта «Кулунда» за рамки территории исследования предлагается систематически сравнивать полученные в масштабе региона результаты с ситуацией в других регионах и только затем формулировать выводы и делать заявления как на национальном, так и на глобальном уровнях. Первым шагом на пути к достижению данной цели становится рассмотрение полученных результатов в контексте концепции развития региона, которая, в свою очередь, является составной частью национальной стратегии.

В Концепции социально-экономического развития Алтайского края серьезным вызовом для развития региона выступает демографическая ситуация, в частности отток населения. Опасения вызывает миграционная убыль населения преимущественно трудоспособного возраста. В основе этого процесса лежат структурные и географические особенности. Количество высококвалифицированных специалистов, покидающих регион, действительно велико, и наиболее сильно выраженный отрицательный миграционный баланс представлен в периферийных поселениях. В части последнего утверждения доказательная база на сегодняшний момент не представлена в полном объеме, что создает необходимость дальнейшего изучения данного вопроса. В любом случае наблюдаемые демографические процессы аналогичны происходящему в других слабоструктурированных аграрных регионах. Качественные интервью показали, что компетентные и квалифицированные выпускники после окончания вуза начинают искать работу в родном регионе. Однако часто после неудачных поисков они решают покинуть Кулундинской район и Алтайский край в целом. Тем не менее исследователи мобильности населения отмечают изменения в характере миграционных процессов, в частности, указывают на их цикличность и полагают, что у периферийных районов есть определенные преимущества, которые могут привести к возвратной миграции. В данной связи встает вопрос о том, готовы ли мигранты вернуться. В интервью респонденты подчеркивали, что стимулом для этого может по-

служить достойный уровень жизни, подразумевая при этом не столько высокий доход, сколько развитую инфраструктуру, социальные условия и карьерные возможности для обоих партнеров в браке. В свете нехватки в сельских поселениях квалифицированных специалистов в сфере местного самоуправления, здравоохранения и бизнес-услуг учет подобной позиции представляет особую ценность при разработке стратегий развития территорий, в особенности в области расширения социальной инфраструктуры.

В сельском хозяйстве также стоит проблема кадрового дефицита. Фермерам необходимо решать абсолютно новые для них операционные задачи: установка современного ИТ-оборудования, кредитование, получение финансовой поддержки от государства, прогнозирование динамики цен на сельхозпродукцию и многое другое. Более того, внедрение системы нулевой обработки почвы также требует наличия определенных знаний в области экологической и экономической эффективности этой технологии, специфики севооборотов и сокращения в долгосрочной перспективе использования гербицидов. Очевидно, что из-за высокой производительности используемого в этом случае оборудования такая инновация снижает спрос на низкоквалифицированную рабочую силу, в то же время ее внедрение предполагает рост спроса на компетентных специалистов, разбирающихся в особенностях технологии и обладающих необходимыми экономическими знаниями. Решение кадрового дефицита и создание условий для привлечения необходимых для экономики и политики региона специалистов (возвратных мигрантов или даже иммигрантов) в ближайшие годы продолжит оставаться серьезной проблемой для аграрного сектора. Интересно и то, что некоторые крупные сельскохозяйственные предприятия уже начали самостоятельно предпринимать усилия по улучшению социальных условий в сельской местности, однако их мотивация больше проистекает из чувства ответственности, чем из рациональных расчетов и необходимости в привлечении человеческих ресурсов.

Еще один вывод исследователей в части институционального аспекта развития региона состоит в том, что у экономических субъектов, администрации региона и федеральной власти различается видение сроков реализации той или иной задачи. Большинство заинтересованных сторон находятся под давлением, и от них требуют принятия мер, которые продемонстрируют положительный эффект за довольно короткий промежуток времени: например, повышение урожайности, рост объемов производства в регионе, снижение уровня безработицы и т.д. В подобных условиях механизмы государственной поддержки скорее направлены на крупные предприятия и поддерживают их же рост.

Участники проекта «Кулунда» полагают, что причиной тому служат многие факторы: политика кредитующих организаций, профессионализм

предпринимателей, способность к процессным инновациям, экономия на масштабе, а также традиции со времен СССР и плановая экономика того времени, которые ощущаются до сих пор.

Во многом результаты, необходимые федеральной и региональной власти, с большей долей вероятности при эффективном управлении продемонстрируют именно крупные фермерские хозяйства и предприятия. Они знают, как получить субсидии от государства, обладают достаточным для инвестирования в новое оборудование капиталом и знакомы с правилами регулирования рынка. Несмотря на все эти, казалось бы, положительные моменты, не стоит забывать об устойчивом развитии в его социально-экономическом смысле. Исследования в области географии инноваций ярко показывают, что крупные игроки на рынке – это не всегда хорошо, и в подобном климате теряется гибкость и инновационность бизнес-процессов. Для того, чтобы привлечь в регион высококвалифицированных специалистов, необходимо предложить им нечто большее, чем просто работу в качестве сотрудников администрации, государственных организаций или частных компаний. Для диверсификации и устойчивости экономики региона крайне важно создание благоприятной для начинающих компаний атмосферы, которая позволит им выжить среди крупных предприятий. Кроме того, дополнительным стимулом для переезда для молодых людей станет возможность реализации своих амбиций и достижения личных целей.

Как уже было отмечено, участники проекта «Кулунда» при проведении исследований учитывали местные реалии и систему ценностей. Интересен тот факт, что, с одной стороны, многие заинтересованные стороны были открыты к диалогу и готовы обсуждать возможность внедрения новой технологии земледелия и, следовательно, новых форм управления земельными ресурсами, и в то же время исследователи социально-экономических условий и институционального контекста осуществления проекта, наоборот, столкнулись со скептическим настроем и теми, кто не просто выступал против таких инноваций, но утверждал концептуальную предвзятость и ограниченность проекта, который по сути своей, наоборот, носил интегративный характер. В силу того, что отправной точкой проекта стал вопрос о почвах как уязвимом ресурсе для поколений аграриев и как основе экономики региона, основной фокус исследования, постановка проблемы и поиск решений были направлены на проблему сохранения почв, урожайность и улавливание углерода. Тем не менее в ходе проведения нарративных интервью с фермерами, в которых обсуждались экономические предпосылки и последствия внедрения новых технологий, было обнаружено, что для многих из них экологичность выходит далеко за пределы тем о почвах, рациональном использовании ресурсов и эффективности фермерских хозяйств. Подобная точка зрения представляет собой одновременно более скромную интерпретацию

результатов исследования и образец эффективного обучения ученых практиками и наоборот.

37.7. Связь проекта со Стратегией социально-экономического развития Алтайского края

В 2012 г. Администрация Алтайского края утвердила Стратегию социально-экономического развития Алтайского края до 2025 г., в которой рассматриваются его геостратегическое положение, а также сильные и слабые стороны. Результаты проекта «Кулунда» достаточно хорошо соотносятся с некоторыми стратегическими задачами, поставленными в рамках данной программы (далее – «Алтай 2025»), однако в силу того, что сам проект был разработан и реализован независимо от каких-либо политических программ, полностью его эпистемологические цели со стратегическими задачами концепции «Алтай 2025» совпадать не могут и пересекаются лишь в трех направлениях.

Наиболее очевидная связь у проекта со стратегической задачей №6, которую можно свести к «интенсификации сельскохозяйственного производства с внедрением ресурсосберегающих технологий», которая, в свою очередь, связана с задачей № 7, посвященной «рациональному использованию природных и земельных ресурсов». На момент начала проекта «Кулунда» для региона было характерно неустойчивое использование потенциально очень продуктивных почв, поэтому его цель заключается в создании новых знаний для разработки более устойчивой, т.е. почвосберегающей, системы земледелия. В основе такой системы лежит технология нулевой обработки почвы, которая обеспечивает лучшую по отношению к традиционной вспашке защиту почв и стабилизацию их структуры. Кроме того, она помогает удерживать влагу в почве, тем самым уравновешивая высокую вариабельность осадков в течение вегетационного периода в засушливые годы.

На фоне того, что внедрение такой технологии требует больших инвестиций, она доступна преимущественно высокоприбыльным и финансово устойчивым предприятиям и агрохолдингам. Другие же вынуждены полагаться на кредиты, что приводит нас к сформулированной в концепции «Алтай 2025» стратегической задаче №2, которая направлена на «обеспечение роста эффективности сельскохозяйственного производства». Результаты исследований в рамках проекта применимы к фермерским хозяйствам, производительность которых, несмотря на уже наметившийся рост, все еще можно повысить. Однако зачастую многие из них не могут себе позволить делать крупные инвестиции. Более того, ряд фермеров и малые предприятия скептически относятся к увеличению долговой нагрузки и получению новых кредитов. При условии того, что рост эффективности сельскохозяйственно-

го производства и вытекающий из него рост числа сельскохозяйственных предприятий является стратегической для региона задачей, необходимой для ее решения становится доступность инвестиционных кредитов. Между тем эмпирические данные показывают, что в сфере улучшения поддержки сельскохозяйственных предпринимателей региону предстоит проделать еще немалую работу в области аграрной и банковской политики.

Повышение качества жизни населения края также является приоритетным направлением стратегии «Алтай 2025». К нему относится повышение занятости населения и уровня жизни. В ходе реализации проекта «Кулунда» прогнозы по сокращению общей численности населения региона, сделанные в рамках стратегии развития, полностью подтвердились. Однако необходимо понимать, что проект в первую очередь не был направлен на точную оценку демографической ситуации в крае. Его целью было определение лежащей в ее основе динамики. В этом отношении результаты исследований показали, что отток трудовых ресурсов в большей степени представлен молодежью, что, несомненно, необходимо учитывать при разработке политики социально-экономического развития региона. Для получения образования молодые люди переезжают в более крупные населенные пункты, в частности в административный центр региона – город Барнаул. На этом этапе уровень привязанности к родному селу или небольшому городу все еще высок, что выражается в их желании работать в Алтайском крае после окончания учебы. Решение покинуть регион многие из них принимают только тогда, когда не могут найти приемлемую работу, соответствующую их квалификации. Если они и возвращаются в свой регион, то предпочитают переезжать не в деревни, в которых проживают их родители, а в более крупные поселения. Со временем это приведет к концентрации трудовых ресурсов на крупных территориях и повысит уровень централизации. В этой связи перспективным представляется углубленное изучение демографической структуры и мотивации трудовых ресурсов.

Следствием реализации проекта «Кулунда» может стать появление в регионе большего числа вакансий для молодых квалифицированных кадров. Результаты исследований показали, что в основе землепользования и управления сельским хозяйством лежат постоянно обновляемые технологические и систематические инновации, что предопределяет необходимость наличия у трудовых ресурсов определенных компетенций и высокой квалификации. Спрос на низкоквалифицированную рабочую силу, напротив, будет и далее понижаться. В этом контексте следует совместно с региональными партнерами из университетов и фермерских хозяйств продолжить начатые в рамках проекта исследования, поскольку они являются важным шагом на пути к устойчивому развитию, необходимому для повышения эффективности регионального агропромышленного комплекса. Повышение квалификации

трудовых ресурсов сельскохозяйственных организаций означает повышение уровня жизни молодежи, привыкшей к городской среде.

В этой связи обнаруживается еще одна связь проекта «Кулунда» со стратегией «Алтай 2025», подчеркивающей важность реализации значительного геоэкономического (геостратегического) потенциала региона. В качестве одного из вариантов можно рассмотреть создание ценности бренда региона за счет увеличения переработки сельскохозяйственной продукции. Алтайские сырьевые продукты отличаются высоким качеством, поэтому региональный брендинг в сочетании с механизмами маркетинга в этом ключе представляется довольно перспективным направлением. Поселения средней степени централизации должны быть поддержаны за счет размещения в них производственных предприятий, что позволит диверсифицировать экономику и увеличить занятость трудовых ресурсов средней и высокой квалификации. Более того, крайне важно, чтобы в регионе появились компании, занимающиеся инновациями и разработками, поэтому их создание должно также получить определенную поддержку от государства.

37.8. Результаты реализации проекта

Основная идея и цель проекта «Кулунда» заключалась в формировании дискуссии и создании импульса для устойчивого развития территорий Кулундинской степи. Несмотря на бурную промышленную и торговую активность в регионе сельское хозяйство остается играть значимую роль в его экономическом развитии. Однако на своем пути оно сталкивается со многими сложными и взаимосвязанными трудностями. Являясь частью немецкой инициативы «Научные исследования для устойчивого развития» FONA, проект «Кулунда» изначально ориентирован на исследования в области устойчивых систем управления земельными ресурсами. В основе подхода, который использовали ученые проекта, лежала проблема определения устойчивости как проблемы внутрирегиональной системы, которая, в свою очередь, встроена в более крупные системы: национальную и мировую экономику. В региональном масштабе эта система представлена более мелкими географическими единицами: сельскими поселениями и районами. Помимо этого, в нее входят региональные организации, планы в сфере административной политики, а также официальные стратегии развития. Ответственность администрации края и властей распространяется на обеспечение связи всех многочисленных элементов системы и определение их влияния на развитие региона. Ключевым для реализации проекта стало тесное сотрудничество с региональными партнерами и передача им значительной части функций и накопленных знаний. Подобный акторноориентированный подход оказался успешным для большинства направлений проекта, хотя и имел свои ограничения.

В силу того, что основной целью проекта является улучшение систем землепользования для сохранения природных ресурсов (почв, растительности), его результаты также направлены на защиту климата и устойчивое развитие региона.

Внедрение новых технологий земледелия необходимо осуществлять при должном учете социально-экономических факторов, институционального контекста и актуальных тенденций. Использование инновационной сельскохозяйственной техники позволит не только осуществлять почвозащитную обработку почв, но и повысить урожайность и эффективность. Такие, казалось бы, сугубо технологичные вопросы исследования порождают ряд других, из них вытекающих. На какие компромиссы готовы идти фермеры, делая инвестиции в сельхозтехнику? Каковы среднесрочные последствия у таких инвестиций? Какое образование и профессиональная подготовка необходимы для поддержания постоянного уровня инноваций в регионе? Как соотносятся между собой технологические инновации и наличие квалифицированных кадров в регионе, для которого характерен отток трудовых ресурсов (в первую очередь молодых кадров)? В какой степени власти региона уже поддерживают подобный инновационный путь развития?

Залогом успеха проекта «Кулунда» стали мероприятия по связям с общественностью и распространение информации о нем с самого начала его реализации. В то время как в СМИ периодически появлялись посвященные проекту публикации, особенно важно было то, что в нем приняли участие две группы партнеров. В первую группу вошли фермеры, которые предоставили опытные участки для апробации различных систем земледелия и адаптированной к местным условиям сельскохозяйственной техники, преимущества и недостатки которых во время проведения Дней поля получили возможность обсудить до 300 человек. Во вторую группу вошли региональные эксперты в области аграрного образования из организаций различного уровня: от специализированных колледжей до университетов. Осуществленный ими анализ образовательных программ и учебных курсов позволил получить ценную информацию о региональной системе образования и помог разработать стратегии донесения новой информации и знаний до обучающихся.

37.9. Дальнейшее сотрудничество и продолжение исследований

Накопленный опыт и установленные в рамках реализации проекта «Кулунда» связи между немецкими и российскими учеными, фермерами и представителями администрации создали твердую основу для продолжения и расширения сотрудничества даже после окончания финансирования проекта. Подтверждением этому служит продолжение полевых опытов (мониторинг) и запуск новых проектов при поддержке Немецкого научно-ис-

следовательского сообщества (DFG) с привлечением еще большего числа ученых. Кроме того, благодаря проекту «Кулунда» продолжилось сотрудничество в рамках образовательного проекта при поддержке Германской службы академических обменов (DAAD), что свидетельствует об укреплении академического сотрудничества и интернационализации науки и образования. Данный факт принесет пользу всем вовлеченным в проект образовательным организациям и исследовательским институтам Германии и России.

Результатом реализации проекта также стало укрепление экономических отношений между Германией и районами Кулундинской степи, а также обмен опытом между фермерами из Алтайского края и федеральной земли Саксония-Ангальт. Более того, взаимодействие российских и немецких фермеров продолжилось в совместной поездке в Северную Америку для обмена опытом с коллегами с другого континента.

Таким образом, устойчивое сотрудничество науки и экономики в конечном итоге привело к повышению узнаваемости и конкурентоспособности не только Алтайского края в целом, но и всех участников проекта в отдельности.

Благодаря накопленному в ходе осуществления проекта «Кулунда» опыту новая заявка руководителей проекта и представителей немецких малых и средних предприятий на продолжение исследований в рамках программы Федерального министерства образования и научных исследований Германии «CLIENT II – Международное партнерство в области устойчивых инноваций» и программы «Научные исследования для устойчивого развития» FONA была успешно одобрена. Основной целью инициативы CLIENT II является продвижение устойчивого международного партнерства в области изменения климата, защиты окружающей среды и энергетики. Программа представляет собой значительный вклад в реализацию целей в контексте инициативы FONA и направлена на укрепление экономического сотрудничества между Германией и различными целевыми регионами.

Следствием реализации проекта «Кулунда» стал запуск в 2017 г. принимавшими в нем участие заинтересованными сторонами проекта «ReKKS – Инновации для устойчивого землепользования в сухих степях Казахстана и Юго-Западной Сибири» (реализацию проекта ReKKS «Инновации по устойчивому использованию ресурсов для сельского хозяйства и адаптации к климатическим условиям в сухих степях Казахстана и юга Западной Сибири»). Этот шаг можно рассматривать как дополнительный вклад в реализацию рамочной программы FONA и Стратегии Европейского союза по Центральной Азии, только теперь уже на примере Казахстана. Проект ReKKS (www.rekks.eu) основан на результатах исследования евразийского степного пояса Юго-Западной Сибири, применимых для сельскохозяйственных земель Северного Казахстана. Для региона характерны сухие степи, еще меньшее

количество осадков и преимущественно каштановые почвы. Именно здесь с 1954 по 1963 г. в рамках советской кампании по освоению целинных земель в пахотные угодья было преобразовано в общей сложности 25 млн га степной территории, что привело к расширению поселений, развитию инфраструктуры и росту численности населения.

Отличие проекта ReKKS от проекта «Кулунда» состоит в том, что в Казахстане климат еще более сухой и континентальный, для этой страны характерны иные политические и экономические факторы, влияющие на сельскохозяйственное землепользование и, следовательно, на развитие экосистемы. Основываясь на результатах проекта «Кулунда» и продолжая полевые эксперименты на опытных участках в Северном Казахстане вдоль почвенно-климатического градиента, участники проекта ReKKS намерены разработать, испытать и внедрить инновационные технологии землепользования, направленные на охрану и рациональное использование природных ресурсов. Более того, такие технологии должны обеспечить устойчивость этих комплексных экосистем и учитывать климатические изменения. Основная направленность обоих проектов состоит в устойчивом использовании природных ресурсов в травяных биомах, следствием чего станет не только адаптация используемой системы земледелия к меняющимся природным и социально-экономическим условиям, но и глобальная защита климата. В то же время результаты, полученные в ходе исследований этого модельного региона, могут повысить значимость евразийских степей, которые являются житницей всей планеты и обладают необходимым потенциалом для обеспечения продовольственной безопасности. В рамках проектов «Кулунда» и ReKKS не только предлагаются испытанные на практике механизмы и методики, но и раскрываются исследовательский и земельный потенциал этих регионов (последнее применимо к заброшенным после распада СССР сельскохозяйственным землям). Со временем результаты исследований, демонстрирующие возможности и перспективы восстановления подобной экосистемы и оптимизации экосистемных услуг, выходящих за рамки функции поддержания глобального углеродного баланса, приобретут еще большую значимость.

Авторы

Ашкалов К., Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева (Акмола, Казахстан)

Баворова М., Факультет тропических сельскохозяйственных наук Чешского университета наук о жизни (Прага, Чехия)

Байсакова Н., Департамент сельскохозяйственной политики Института развития сельского хозяйства в странах с переходной экономикой им. Лейбница (IAMO) (Галле, Германия)

Балыкин Д., Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения РАН (Барнаул, Россия)

Беляев В., инженерный факультет Алтайского государственного аграрного университета (Барнаул, Россия)

Бишофф Н. Институт почвоведения Ганноверского университета им. В. Лейбница (Ганновер, Германия)

Бондарович А., Институт географии Алтайского государственного университета (Барнаул, Россия)

Борисенко М., Институт географии Алтайского государственного университета (Барнаул, Россия)

Быков Н., Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения РАН (Барнаул, Россия)

Веше К., Зенкенбергский музей естественной истории (Гёрлиц, Германия)

Виноградская О., Институт аграрных проблем РАН (Саратов, Россия); Отдел сельских исследований Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации (Москва, Россия)

Вольнов В., инженерный факультет Алтайского государственного аграрного университета (Барнаул, Россия)

Вюст А., Иститут региональной географии им. Лейбница (IfL) (Лейпциг, Германия)

Ганжа С., Алтайский государственный университет (Барнаул, Россия)

Гребенникова А., Институт биологии и биотехнологии Алтайского государственного университета (Барнаул, Россия)

Грюнвальд Л.-К., BBG Почвообрабатывающее оборудование (Лейпциг, Германия)

Гуггенбергер Г., Институт почвоведения Университета им. Лейбница (Ганновер, Германия)

Дирин Д., Институт географии Алтайского государственного университета (Барнаул, Россия)

Дронин Н., Географический факультет Московского государственного университета (Москва, Россия)

Елесова Н., Институт биологии и биотехнологии Алтайского государственного университета (Барнаул, Россия)

Елинек Л. Отдел агроэкологической политики Научно-исследовательского института сельскохозяйственной экономики и информации (IAEI) (Прага, Чехия)

Иллигер П., Институт наук о Земле и географии Университета им. Мартина Лютера Галле-Виттенберг (Галле, Германия)

Имамвердиев Н., кафедра управления агробизнесом Университета им. Мартина Лютера Галле-Виттенберг (Галле, Германия)

Кожанов Н., ООО «Партнер» (с. Полуямки, Алтайский край, Россия)

Корниевская Т., Институт биологии и биотехнологий Алтайского государственного университета (Барнаул, Россия)

Королюк А., Центральный сибирский ботанический сад УрО РАН, (Новосибирск, Россия)

Кудрявцев А., Агрономический факультет Алтайского государственного аграрного университета (Барнаул, Россия)

Куракин А., Национальный исследовательский университет Высшая школа экономики (Москва, Россия); Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации (РАНХиГС), Центр аграрных исследований (Москва, Россия)

Курепина Н., Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения РАН (Барнаул, Россия)

Лащинский Н., Центральный сибирский ботанический сад УрО РАН, (Новосибирск, Россия)

Ленц С., Иститут региональной географии им. Лейбница (IfL) (Лейпциг, Германия)

Лобова С., Международный институт экономики, менеджмента и информационных систем Алтайского государственного университета (Барнаул, Россия)

Майнель Т., Амазонен-Верке (Лейпциг, Германия)

Майсснер Р., отдел почвенных систем и лизиметрических измерений Гельмгольц-Центра экологических исследований (Фалькенберг, Германия)

Маничева А. Факультет математики и информационных технологий Алтайского государственного университета (Барнаул, Россия)

Мацюра А., Алтайский государственный университет (Барнаул, Россия)

Мизгирев А., Институт сельскохозяйственных наук и питания Университета им. Мартина Лютера Галле-Виттенберг (Галле, Германия)

Микутта Р., Университет им. Мартина Лютера Галле-Виттенберг (Галле, Германия)

Мюллер С., Институт климатических исследований, PIK (Потсдам, Германия)

Мюллер Д., Географический факультет Берлинского университета им. А. Гумбольдта (Берлин, Германия)

Никулин А., Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации (РАНХиГС), Центр аграрных исследований (Москва, Россия)

Овчарова Н., Институт биологии и биотехнологии Алтайского государственного университета (Барнаул, Россия)

Перекаренкова Ю. Институт экономики и промышленного производства Сибирского отделения РАН (Барнаул, Россия)

Плуталова Т., Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения РАН (Барнаул, Россия)

Понькина Е., Институт математики и информационных технологий Алтайского государственного университета (Барнаул, Россия)

Прищепов А., Факультет наук о Земле и управления природными ресурсами Университета Копенгагена (Копенгаген, Дания)

Пузанов А., Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения РАН (Барнаул, Россия)

Ролински С., Институт климатических исследований, PIK (Потсдам, Германия)

Роше С., Университет им. Мартина Лютера Галле-Виттенберг (Галле, Германия)

Рудев Н., ООО «Партнер» (с. Полуямки, Алтайский край, Россия)

Рупп Х., отдел почвенных систем и лизиметрических измерений Гельмгольц-Центра экологических исследований (Фалькенберг, Германия)

Сергиенко А. Институт экономики и промышленного производства Сибирского отделения РАН, Алтайский государственный университет (Барнаул, Россия)

Силантьева М., Институт биологии и биотехнологий Алтайского государственного университета (Барнаул, Россия)

Снегирева О. Центр управления регионом Алтайского края (Барнаул, Россия)

Соколова Л., Алтайский государственный аграрный университет (Барнаул, Россия)

Солиев И. Факультет сельскохозяйственной, экологической и продовольственной политики Университета им. Мартина Лютера Галле-Виттенберг (Галле, Германия)

Сундеева М. Институт экономики и промышленного производства Сибирского отделения РАН (Барнаул, Россия)

Терехина Т., Институт биологии и биотехнологии Алтайского государственного университета (Барнаул, Россия)

Тесфельд И., Институт сельскохозяйственных наук и питания Университета им. Мартина Лютера Галле-Виттенберг (Галле, Германия)

Троцковский А. Институт экономики и промышленного производства Сибирского отделения РАН, Алтайский государственный университет (Барнаул, Россия)

Фадеева О. Институт экономики и промышленного производства Сибирского отделения РАН (Новосибирск, Россия)

Фрюауф М., Институт наук о Земле и географии Университета им. Мартина Лютера Галле-Виттенберг (Галле, Германия)

Харламова Н., Институт географии Алтайского государственного университета (Барнаул, Россия)

Хезе С., Факультет географии Университета им. Фридриха Шиллера (Йена, Германия)

Хензен И., Институт биологии/геоботаники и ботанический сад Университета им. Мартина Лютера Галле-Виттенберг (Галле, Германия)

Херцфельд Т., Департамент сельскохозяйственной политики Института развития сельского хозяйства в странах с переходной экономикой им. Лейбница (IAMO) (Галле, Германия)

Хиллер К., Аграр-Геноссеншафт Альтмаркише (Альтмаркише Хойе, Германия)

Хиршауэр Н., кафедра управления агробизнесом Университета им. Мартина Лютера Галле-Виттенберг (Галле, Германия)

Цимбалей Ю., Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения РАН (Барнаул, Россия)

Цирдт М. Институт наук о Земле и географии Университета им. Мартина Лютера Галле-Виттенберг (Галле, Германия)

Шибистова О., Институт леса им. В.Н. Сукачева Сибирского отделения РАН (Красноярск, Россия)

Ширхорн Ф., Институт сельскохозяйственного развития в странах с переходной экономикой им. Лейбница (IAMO) (Галле, Германия)

Ширхорн Ф., Факультет наук о Земле и управления природными ресурсами Университета Копенгагена (Копенгаген Дания)

Шмидт Г., Институт наук о Земле и географии Университета им. Мартина Лютера Галле-Виттенберг (Галле, Германия)

Штефан Э., Институт наук о Земле и географии Университета им. Мартина Лютера Галле-Виттенберг (Галле, Германия)

Штефан Э., отдел почвенных систем и лизиметрических измерений Гельмгольц-Центра экологических исследований (Фалькенберг, Германия)

Щербинин В., Алтайский государственный университет (Барнаул, Россия)

Оглавление

Посвящение Ги Ляфонду 3

Посвящение Манфреду Фрюауфу 5

Глава 1. Кулунда: сельское хозяйство и низкоэмиссионные технологии устойчивого землепользования 7
Г. Гуггенбергер

Глава 2. Кулундинская степь как часть евразийской степной зоны 13
К. Веше, А. Королюк, Н. Лащинский, М. М. Силантьева, Х. Роше, И. Хенсен

Глава 3. Изменчивость климата Кулундинской степи 27
Н.Ф. Харламова, М. Фрюауф

Глава 4. Структура растительности и экологические градиенты: от леса к сухой степи 43
Н. Лащинский, А. Королюк, К. Веше

Глава 5. Почвы Центральной и Западной степи Алтайского края 59
А. Мизгирев, М. Цирдт, П. Иллигер, А. Е. Кудрявцев, А. А. Бондарович, Е. Штефан, Г. Шмидт

Глава 6. 800 лет изменения сельскохозяйственного землепользования в азиатской части России 77
А.В. Прищепов, Ф. Ширхорн, Н. Дронин, Е.В. Понькина, Д. Мюллер

Глава 7. Русские поселения и начало земледелия в Юго-Западной Сибири до окончания Второй мировой войны 105
М. Фрюауф, М.А. Борисенко

Глава 8. Кампания по освоению целинных земель (1954–1963 гг.) в Советском Союзе и ее последствия в позднесоветский период на примере территории Западной Сибири 119
М. Фрюауф, Т. Майнель, Г. Шмидт

Глава 9. Картографический анализ и космический мониторинг изменений в системе землепользования в Кулундинской степи 139

С. Хезе, Н.Ю. Курепина, И. Вальде, Т.Г. Плуталова

Глава 10. Влияние сельскохозяйственного освоения степной и лесостепной зоны Кулунды на распределение растительного покрова и биоразнообразия 177

М.М. Силантьева, Н.В. Елесова, Т.А. Терехина, А.Ю. Гребенникова, Н.В. Овчарова, Н.Ю. Сперанская, И. Хензен

Глава 11. Физические свойства почвы и эрозия 189

Г. Шмидт, П. Иллигер, А.Е. Кудрявцев, Н. Бишофф, А.А. Бондарович, Н.А. Кожанов, Н.В. Рудев

Глава 12. Почвенная влага и эвапотранспирация 201

А.А. Бондарович, В.В. Щербинин, Е.В. Понькина, А.В. Мацюра, А.В. Пузанов, Э. Штефан, Д. Балыкин, Х. Рупп, Р. Майсснер

Глава 13. Интерактивные эффекты землепользования и климата на накопление органического углерода в степных почвах Западной Сибири 217

Г. Гуггенбергер, Н. Бишофф, О. Шибистова, К. Мюллер, С. Ролинский, А. Пузанов, А.В. Прищепов, Ф. Шерхорн, Р. Микутта

Глава 14. Деградация почв Алтайского края в районе исследования проекта «Кулунда»: типы, масштабы распространения и развитие процессов 239

М. Фрюауф, Г. Шмидт, П. Иллигер, Т. Майнель

Глава 15. Трансформация аграрного сектора в Алтайском крае: роль структурных изменений, внедрение современных методов обработки почвы и аграрная политика 263

М. Баворова, Е. В. Понькина, Т. Херцфельд, Н. Имамвердиев, Н. Байсакова, С.В. Ганжа, Н. Хиршауэр

Глава 16. Роль организационно-правовой формы сельскохозяйственных предприятий в достижении экономической эффективности производства продукции растениеводства в Кулундинской степи Алтайского края 275

Е.В. Понькина, М. Баворова, С.В. Лобова

Глава 17. Земельные отношения: субъекты, правила игры, качество землепользования 299

О.П. Фадеева, И.С. Солиев

Глава 18. Роль согласованности институциональной политики для устойчивого землепользования в Кулундинской степи ..317
И. Тесфельд, Л. Елинек

Глава 19. Пространственная структура современных демографических и миграционных процессов в Кулунде.....333
Н.И. Быков, М.А. Борисенко, С. Ленц, А. Вуст

Глава 20. Социально-экономическая среда инновационного сельского хозяйства в Алтайском крае 343
А.М. Никулин, О.Я. Виноградская, А.А. Куракин, С. Ленц, А. Вуст, А. Троцковский, Ю. Перекаренкова, М. Сундеева

Глава 21. Роль социально-экономической среды сельских сообществ и передачи знаний для внедрения инноваций в сельском хозяйстве 363
А.М. Сергиенко

Глава 22. Возможности и стратегии адаптивного землепользования как основа устойчивого экологического и социально-экономического развития ландшафта сельской местности ..373
Т. Майнель

Глава 23. Требования к современным системам земледелия 377
Т. Майнель, В.И. Беляев, Л-К. Грунвальд, Л.В. Соколова

Глава 24. Модернизация современных агротехнологий производства зерна в условиях степной зоны Алтайского края 397
В.И. Беляев, Л.-К. Грюнвальд, А. Акшалов, Т. Майнель, Л.В. Соколова

Глава 25. Осенняя обработка почвы, влажность почвы и урожайность культур.....413
В.И. Беляев, Т. Майнель, Р. Мейснер, Л.-К. Грюнвальд, В.В. Вольнов, Э. Стефан, Л.В. Соколова

Глава 26. Перспективы устойчивого возделывания пропашных культур при использовании технологий минимальной обработки почвы: на примере выращивания подсолнечника в Западной Сибири.....427
Л.-К. Грунвальд, Т. Майнель, Н.А. Кожанов, Н.В. Рудев, В.И. Беляев

Глава 27. Повышение эффективности мер защиты растений: технические решения по совершенствованию контроля над сорняками, уменьшению объемов использования пестицидов и снижению интенсивности обработки почвы в засушливых сельскохозяйственных регионах, подверженных ветровой эрозии.....455
Л.-К. Грунвальд, В.И. Беляев, Т. Майнель

Глава 28. Влияние современных технологий на экономическую эффективность систем земледелия 473
К. Хиллер, М. Фрюауф, Т. Майнель, П. Тиллак

Глава 29. Возможность восстановления естественного покрова степей и увеличение их биоразнообразия 487
М.М. Силантьева, Т.В. Корниевская, Н.В. Елесова, Н.В. Овчарова, Т.А. Терехина

Глава 30. Структура устойчивого регионального развития в Алтайском крае 505
А.М. Никулин, С. Ленц, О.Я. Виноградская, А.А. Куракин, А. Вуст

Глава 31. Последствия для административных мер: экономические институты и политика 521
Е.В. Понькина, А.С. Маничева, М. Баворова

Глава 32. Сценарии регионального развития в Алтайском крае и долгосрочные тенденции 533
А.М. Никулин, О.Я. Виноградская, А.М. Сергиенко, А.А. Куракин, С. Ленц, А. Вуст, Д.А. Дирин, Е.П. Крупочкин, Е.В. Рыгалов

Глава 33. Практика и ограничения дальнейшего обучения фермеров Кулундинской степи 547
В.Н. Чижов, Н.А. Рыжкова, П. Либельт

Глава 34. Дни поля для трансфера технологий и обмена знаниями.... 557
В.И. Беляев, М. М. Силантьева, Т. Майнель, Л.-К. Грюнвальд, Д.В. Беляев, Н.А. Кожанов, Л.В. Соколова

Глава 35. Развитие образования в Алтайском крае и его сельской местности: сдвиги с начала 2000-х гг. и их эффекты 567
А.М. Сергиенко, О.А. Снегирева

Глава 36. Образование и трансфер результатов научных исследований: практика и уроки немецкоязычной образовательной программы в Барнауле.. 583
М. Цирдт, Н. И. Быков, Д. Клей, А. А. Бондарович, Г. Шмидт

Глава 37. Проект «Кулунда» и его итоги 591
М. Фрюауф, С. Ленц, Т. Майнель, Г. Гуггенбергер, И. Теесфельд

Авторы 609

Научное издание

Кулунда: сельское хозяйство и низкоэмиссионные технологии устойчивого землепользования

Монография

Редактор *Л.И. Базина*
Подготовка оригинал-макета и дизайн обложки *Ю.В. Луценко*

Издательство Алтайского государственного университета
Издательская лицензия ЛР 020261 от 14.01.1997.

Подписано в печать 10.12.2021.
Дата выхода издания в свет 30.12.2021.
Формат 70×100 $^{1}/_{16}$. Усл.-печ. л. 49,99.
Тираж 100.