

JEL: C11, Q12, Q15
УДК 519.1+631.1

<https://dx.doi.org/10.14530/se.2021.3.059-102>

Исследование поведенческих факторов сельхозпроизводителей по вовлечению в оборот заброшенных сельскохозяйственных земель: пример Республики Бурятия

**А.В. Прищепов, Е.В. Понькина,
Ж. Сун, М. Баворова, О.А. Екимовская**

Прищепов Александр Владимирович

PhD, ассоциированный профессор

¹ Университет Копенгагена, Департамент наук о Земле и рационального землепользования, Øster Voldgade 10, 1350 København K, Denmark

² Институт степи УрО РАН, ул. Пионерская, 11, Оренбург, 460000, Российская Федерация
E-mail: alpr@ign.ku.dk; prialign@gmail.com

ORCID: 0000-0003-2375-1651

Понькина Елена Владимировна

кандидат технических наук, доцент

Алтайский государственный университет, факультет математики и информационных технологий, кафедра теоретической кибернетики и прикладной математики, пр-т Ленина, 61, Барнаул, 656049, Российская Федерация

E-mail: ponkinaelena77@mail.ru

ORCID: 0000-0001-7604-6337

Сун Жанли

PhD

старший научный сотрудник

Институт аграрного развития в странах с переходной экономикой (IAMO), Theodor-Lieser Strasse 2, 06120 Halle (Saale), Germany

E-mail: sun@iamo.de

ORCID: 0000-0001-6204-4533

© Прищепов А.В., Понькина Е.В., Сун Ж., Баворова М., Екимовская О.А., 2021

© Прищепов А.В., Понькина Е.В., перевод с английского языка, 2021

Prishchepov A.V., Ponkina E.V., Sun Zh., Bavorova M., Yekimovskaja O.A. Revealing the intentions of farmers to recultivate abandoned farmland: A case study of the Buryat Republic in Russia // Land Use Policy. 2021. 107 105513 <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105513>

Перевод статьи на русский язык и размещение его в журнале «Пространственная экономика» осуществлены с согласия авторов и в соответствии с лицензией издательства ELSEVIR № 5086031206054 от 11 июня 2021 г.

Баворова Мирослава

PhD

Университет наук о жизни, Факультет агронаук в тропиках, Камуска 129, 16500 Praha-Suchdol, Czech Republic

E-mail: bavorova@ftz.czu.cz

ORCID: 0000-0001-8102-9304

Екимовская Ольга Афанасьевна

кандидат географических наук

Байкальский институт природопользования, ул. Сахьянова д. 6, Улан-Удэ, 670047, Российская Федерация

E-mail: oafe@mail.ru

Аннотация. Несмотря на ожидаемую нехватку пригодных для расширения сельскохозяйственного производства земель в мире, процессы забрасывания сельскохозяйственных земель широко распространены. Вовлечение в оборот некоторых неиспользуемых в настоящий момент сельскохозяйственных земель может способствовать раскрытию аграрного потенциала территорий. Однако в настоящее время детерминанты, влияющие на вовлечение в оборот заброшенных земель, изучены недостаточно. Для лучшего понимания поведенческих факторов среди сельхозпроизводителей, связанных с вовлечением в оборот заброшенных сельскохозяйственных земель, исследование было сфокусировано на одном из регионов России – Республике Бурятия, где процессы забрасывания сельскохозяйственных земель широко распространены, а практики сельскохозяйственного производства могут иметь региональную специфику. В рамках исследования в 2018 г. было проведено 149 очных интервью с сельскохозяйственными производителями в Республике Бурятия, по результатам которых заполнялись структурированные анкеты. Анкета включала сведения о социально-экономических характеристиках сельскохозяйственных производителей, вопросы о том, как опрашиваемые оценивали уровень коррупции как барьера, препятствующего вовлечению в оборот заброшенных земель, и каковы поведенческие намерения сельхозпроизводителей относительно сельскохозяйственного землепользования в ближайшие пять лет. Выраженное намерение сельхозпроизводителя использовать заброшенный земельный участок выступило в качестве целевой моделируемой переменной в байесовской сети, а климатические и социально-экономические переменные – в качестве факторов. Анализ показал, что одним из значимых барьеров, препятствующих вовлечению в оборот заброшенных земель, выступило субъективное восприятие коррупции, ассоциируемой с нечестным принципом распределения земель. Исследование также показало, что сельхозпроизводители, принадлежащие к группе коренного этнического населения, реже проявляли намерения по вовлечению в оборот заброшенных земель по сравнению с представителями некоренного этнического населения. Наиболее предпочтительными с точки зрения аграрного землепользования явились земельные участки, на которых уровень закустаренности и залесенности был выражен незначительно или закустаренность и залесенность отсутствовали. Полученные результаты создают основу для оценки региональной политики по регулированию сельскохозяйственного землепользования, которая должна быть направлена на повышение мотивации сельскохозяйственных производителей по вовлечению в оборот заброшенных сельскохозяйственных земель и сохранению при этом экосистемных услуг в регионах и странах, где проблема забрасывания земель стоит особенно остро, в частности в России.

Ключевые слова: заброшенные сельскохозяйственные земли; поведенческие факторы; байесовские сети доверия; изменение землепользования, моделирование землепользования, теория землепользования

Благодарности. Благодарим организаторов программы DFF-Danish ERC Support Program (грант № 116491, 9127-00001B) и Российский фонд фундаментальных исследований (РФФИ) (грант № 18-45-030039) за предоставление финансовых средств, которые пошли на сбор данных. Работа выполнена при финансовой поддержке Госзадания ФГБОУ ВО Алтайского государственного университета № 748715F.99.1.BB97AA00002 в рамках реализации проекта «Тюркский мир „Большого Алтая“: единство и многообразие в истории и современности»; Госзадания Института степи Уральского отделения Российской академии наук № АААА-А21-121011190016-1 по теме «Проблемы степного природопользования в условиях современных вызовов: оптимизация взаимодействия природных и социально-экономических систем»; Госзадания Байкальского института природопользования СО РАН, проект № АААА-А21-121011990023-1, и Российского научного фонда (РНФ), грант № 20-17-00207. Организации, указанные выше, получали финансирование в России.

Для цитирования: Прищепов А.В., Понкина Е.В., Сун Ж., Баворова М., Екимовская О.А. Исследование поведенческих факторов сельхозпроизводителей по вовлечению в оборот заброшенных сельскохозяйственных земель: пример Республики Бурятия // Пространственная экономика. 2021. Т. 17. № 3. С. 59–102. <https://dx.doi.org/10.14530/se.2021.3.059-102>

Study of Farmer's Behavior in Recultivation of Abandoned Farmland: Example of the Republic of Buryatia

**A.V. Prishchepov, E.V. Ponkina,
Z. Sun, M. Bavorova, O.A. Yekimovskaja**

Alexander Vladimirovich Prishchepov

PhD, Associate Professor

¹ University of Copenhagen, Department of Geosciences and Natural Resource Management (IGN), Øster Voldgade 10, 1350 København K, Denmark

² Institute of Steppe UB RAS, 11 Pionerskaya St., Orenburg, 460000, Russian Federation

E-mail: alpr@ign.ku.dk; prialign@gmail.com

ORCID: 0000-0003-2375-1651

Elena Vladimirovna Ponkina

Candidate of Sciences (Technical), Associate Professor

Altai State University, Department of Theoretical Cybernetics and Applied Mathematics, Institute of Mathematics and Information Technologies, 61 Lenin Avenue, Barnaul, 656049, Russian Federation

E-mail: ponkinaelena77@mail.ru

ORCID: 0000-0001-7604-6337

Zhanli Sun

PhD

Senior Research Fellow

Leibniz Institute of Agricultural Development in Transition Economies (IAMO), Theodor-Lieser-Strasse 2, 06120 Halle (Saale), Germany

E-mail: sun@iamo.de

ORCID: 0000-0001-6204-4533

Miroslava Bavorova

PhD

Czech University of Life Sciences Prague, Faculty of Tropical AgriSciences, 129 Kamycka, 16500 Praha-Suchdol, Czech Republic

E-mail: bavorova@ftz.czu.cz

ORCID: 0000-0001-8102-9304

Olga Afanasyevna Yekimovskaja

Candidate of Sciences (Geography)

Baikal Institute of Natural Management, 6 Sakhjanovoy St., Ulan-Ude, 670047, Russian Federation

E-mail: oaife@mail.ru

Abstract. Despite the looming land scarcity suited for agricultural expansion, farmland abandonment is widespread globally. The recultivation of some abandoned farmlands could unlock the untapped agricultural potential. Yet, little is known about the determinants of recultivation. To better understand the behavioral intentions of farmers regarding the recultivation of abandoned lands, we concentrated on the Buryat Republic in Russia, where agricultural land abandonment is widespread and farmers with different ethnicities carry out diverse agricultural practices. We conducted 149 face-to-face interviews with the farmers in the Buryat Republic in 2018 and filled a structured questionnaire on farm's and farmers' socioeconomic characteristics, perceived corruption, and farmers' behavioral intentions regarding expected land use. We modeled the intention of recultivation with the Bayesian networks. The Bayesian networks analysis showed that perceived corruption was considered to be a barrier to recultivation. Our study also showed that non-Buryat ethnic and young farmers are more likely to recultivate abandoned land. Abandoned farmlands without or with a low degree of afforestation were preferred for recultivation. In sum, our study showed how behavioral aspects of political trust, the farm's and farmer's characteristics, in combination with regional and locational characteristics, may shape farmers' decisions on land use. The results provide an important ground to assess regional land-use policies, which should foster the recultivation of abandoned lands while preserving ecosystem services in the global hotspots of farmland abandonment, such as Russia.

Keywords: Abandoned agricultural land, Behavioral drivers, Bayesian networks, Land-use change, Land-use modeling, Theory of land use

Acknowledgements. We acknowledge funding of DFF-Danish ERC Support Program (grant number: 116491, 9127-00001B) and the Russian Foundation for Basic Research (RFBR) (grant number: 18-45-030039), which was used for data collection. We also thank funding Goszadanie of Altai State 10551313 University 'Turk World of the Greater Altai: unity and diversity in the past and modern times' 748715F.99.1. BB97AA00002, Goszadanie of Institute of Steppe 'Problems of steppe management under the conditions of modern challenges: optimization of the interaction between environmental and socioeconomic systems' No. AAAA-A21-121011190016-1 We thank anonymous reviewers and the editor for constructive comments, which helped us to improve the manuscript. We thank Oyuna Balbarova for help with logistics and constructive feedback. We thank Goszadanie of Baikal institute of Natural Management No. AAAA-A21-121011990023-1 and Russian Science Foundation Grant No. 20-17-00207. The publication contributes to the activity of Global Land Programme's 'Agricultural Land Abandonment as a Global Land-Use Change Phenomenon' Working Group. The referenced funding institutions are based in Russia.

For citation: Prishchepov A.V., Ponkina E.V., Sun Z., Bavorova M., Yekimovskaja O.A. Study of Farmer's Behavior in Recultivation of Abandoned Farmland: Example of the Republic of Buryatia. *Prostranstvennaya Ekonomika = Spatial Economics*, 2021, vol. 17, no. 3, pp. 59–102. <https://dx.doi.org/10.14530/se.2021.3.059-102> (In Russian)

1. ВВЕДЕНИЕ

Рост спроса на сельскохозяйственную продукцию и продукты питания будут идти рука об руку с прогнозируемым ростом населения на планете, что, скорее всего, создаст потребность в повышении урожайности сельскохозяйственных культур. Однако такой растущий спрос может быть частично удовлетворен за счет вовлечения в оборот новых земель под сельскохозяйственное производство (Foley et al., 2011), которое может неблагоприятно отразиться на биоразнообразии, сократить экосистемные услуги, а также негативно повлиять на глобальные биогеохимические процессы (Tilman, 1999). На этом фоне вполне парадоксальным представляется забрасывание сельскохозяйственных земель – практика, распространенная во многих странах и по разным причинам (Alcantara et al., 2012; Venayas et al., 2007; Li, Li, 2017). Некоторые из таких заброшенных земельных участков имеют большой потенциал для использования в целях восстановления природы и обеспечения экосистемных услуг (Baumann et al., 2020; Kamp, 2014; Queiroz et al., 2014). В то же время некоторые заброшенные сельскохозяйственные участки возможно вернуть в сельскохозяйственный оборот (Meyfroidt et al., 2016; Swinnen et al., 2017).

Факторы, лежащие в основе решений, связанных с изменением землепользования (Celio et al., 2019; Geist, Lambin, 2002; Meyfroidt, 2015), в том числе с забрасыванием сельскохозяйственных земель (Chaudhary et al., 2020), а также возможного их возврата в оборот (Levers et al., 2018; Prishchepov et al., 2013; Smaliychuk et al., 2016), принято рассматривать в рамках концепции глубинных причин (первопричин) (*the concept of underlying causes*). В основе таких первопричин могут лежать политические, демографические, экономические, технологические и социокультурные факторы. При этом эндогенные факторы, такие как качество почв и доступность транспортных коммуникаций, могут выступать в качестве промежуточных звеньев в причинной цепи между глубинными (первопричинами) и непосредственными (прямыми) причинами, в потенциале формируя цепь причинно-следственных связей (Geist, Lambin, 2002; Hersperger et al., 2010). Исследования показывают, что теория земельной ренты Давида Рикадо достаточно хорошо объясняет особенности процессов вовлечения в оборот сельскохозяйственных земель в условиях, когда вовлекаемые участки расположены вблизи населенных пунктов (Smaliychuk et al., 2016), на более плодородных почвах (Крамер et al., 2015) и при наличии рабочей силы (Meyfroidt et al., 2016). Однако решение об использовании заброшенного участка не может основываться исключительно на экономической мотивации и целесообразности. Наряду с прочими факторами существенную роль играют индивидуальная

предрасположенность к сельскохозяйственной деятельности, этические и даже религиозные аспекты, а также социальные нормы (Feola et al., 2015; Grinfelde, Mathijs, 2004; He et al., 2020). Кроме того, наличие или отсутствие у сельхозпроизводителя желания вкладывать силы и средства в мероприятия по возврату в использование заброшенных земель может зависеть от того, на каком этапе жизни сельхозпроизводитель находится (Elder et al., 2003). В частности, с приближением пенсионного возраста глава хозяйства может утратить интерес к дальнейшему расширению производственной деятельности (Grinfelde, Mathijs, 2004; Kristensen et al., 2004). С другой стороны, в преддверии выхода на пенсию некоторые ищут возможности для переезда в сельскую местность, будучи готовы часть своего времени, сил и средств уделять сельскохозяйственному производству, и, соответственно, могут иметь намерения по вовлечению в сельскохозяйственный оборот заброшенных участков пашни, сенокосов или пастбищ. Отметим, однако, что конкретные факторы, определяющие перспективы возврата тех или иных участков, в современной литературе освещены мало, что говорит о недостаточной изученности мотивов, движущих поведением лиц, принимающих решения о вовлечении в оборот заброшенных земель. В связи с этим лучшее понимание причин, лежащих в основе подобных решений, позволило бы совершенствовать политику землепользования в отношении вовлечения в оборот пригодных для сельскохозяйственной деятельности заброшенных земель или переводу не востребуемых земель в другие формы использования как альтернативы сельскохозяйственному землепользованию.

Один из поведенческих факторов, которому можно приписать значимую роль в смещении установок человеческой деятельности в плане землепользования, – это нехватка или отсутствие политического доверия (Rothstein, Uslaner, 2005). Исследования показывают, что низкий уровень политического и социального доверия характерен для сообществ с высоким уровнем социального и экономического неравенства (для измерения неравенства часто используется коэффициент Джини), а также с высоким уровнем коррупции (которая часто оценивается с помощью так называемого индекса коррупции) (Marien, Hooghe, 2011; Rothstein, Uslaner, 2005). Яркими примерами стран, где уровень политического и социального доверия среди населения заметно снизился на фоне быстрого роста социального и экономического неравенства, является ряд бывших коммунистических и социалистических стран, в том числе Россия. Во время перехода от плановой к рыночной экономике на территории постсоветских стран механизмы обеспечения верховенства права начали слабеть, что привело к нарушению единства правоприменительных практик, появлению множества стимулов к обману, превышению полномочий, «своячничеству» на различных уровнях, расшатыванию норм

и понятий о справедливости и, в конечном итоге, утрате политического и социального доверия (March, Olsen, 1989; Rothstein, Uslander, 2005; You, 2012). После распада Советского Союза в 1991 г. увеличение коррупции в ряде постсоветских стран оказало значительное влияние на политическое доверие (Fedorov, 2002; Rosstat, 2019; Varese, 1997). Следует отметить, коррупция тесно связана с частным, а не обобщенным социальным доверием, включая несправедливость и нарушение формального правосудия (Rothstein, Uslander, 2005; You, 2012). Хотя со временем социальное неравенство в постсоветских странах уменьшилось, при этом неравные условия, например, в отношении перераспределения земель бывших коллективных (колхозов) и государственных предприятий (совхозов), оказывают влияние в долгосрочной перспективе на решения в области землепользования (Ceddia, 2019).

В контексте анализа потенциала вовлечения в оборот заброшенных сельскохозяйственных земель видно, что даже если государственные меры по стимулированию этих процессов будут иметь место, общее социальное и политическое недоверие, выраженное в оценках субъективного восприятия коррупции со стороны сельхозпроизводителей, может способствовать снижению потенциальных намерений по привлечению в производство заброшенных земельных участков. Поэтому важно понять, могут ли социально-психологические факторы, такие как субъективное восприятие коррупции, потенциально быть связанными с намерениями сельхозпроизводителей по вовлечению в оборот заброшенных сельхозугодий.

Эконометрические методы, такие как логистическая регрессия, широко используются для выявления детерминант изменений земельного покрова и землепользования, в частности детерминант забрасывания или возврата в оборот заброшенных сельскохозяйственных земель (Calvo-Iglesias et al., 2006; García-Martínez et al., 2009; Prishchepov et al., 2013; Tasser et al., 2007). Регрессионные методы, однако, трудно применять для учета взаимодействия множества взаимосвязанных факторов, образующих систему причинно-следственных связей. Кроме того, в основе многих эконометрических моделей используются исключительно статистические принципы обоснования корреляционных связей. В последние годы байесовские сети доверия (БС), которые представляют собой вероятностные графические модели, основанные на теореме Байеса и теории вероятностей, привлекают все большее внимание – главным образом потому, что они позволяют делать выводы о причинно-следственных связях (Aalders, 2008; Pearl, 2009). БС имеют графическую составляющую, которая представляется в виде ориентированного графа, описывающего взаимосвязи между переменными, и учитывает направление причинно-следственной связи (Frayer et al., 2014; Prishchepov et al., 2019). БС также позволяют оценить силу взаимосвязей между зависи-

мыми переменными, которая количественно выражается с помощью таблиц условной вероятности. Переменные оцениваются с помощью методов машинного обучения на основе табличных данных, сформированных по результатам опроса сельскохозяйственных производителей, дополнительных статистических и пространственно-выраженных данных (Jensen, Nielsen, 2007). Кроме того, для обучения БС возможно использовать неполные данные. БС позволяют делать причинный вывод на основе имеющихся фактов, принимая в расчет качественные и априорные знания. БС позволяют вовлечь заинтересованных лиц в процесс разработки правдоподобных схем отношений (Aguilera и др., 2011). Таким образом, можно утверждать, что БС являются удобным средством моделирования процессов принятия решений в сложных ситуациях, например, для выявления намерений сельхозпроизводителей по вовлечению в оборот заброшенных сельскохозяйственных земель, связанных с влиянием множества факторов, включая такой институциональный барьер, как субъективное восприятие коррупции.

Россия является страной, где процессы забрасывания сельскохозяйственных земель широко распространены (Estel et al., 2015; Levers, 2016; Prishchepov et al., 2013). Распад Советского Союза и дальнейший переход от административно-командной экономики к рыночной привели к реструктуризации сельскохозяйственного производства (Rozelle, Swinnen, 2004), на фоне которой происходило изменение спроса на продукцию животноводства. Покупательная способность населения снизилась, как следствие, объем потребления продуктов животноводства снизился (Schierhorn et al., 2016; Schiermeier, 2019). Резкое сокращение поголовья скота стало одним из ключевых факторов, непосредственно спровоцировавших процесс забрасывания сельскохозяйственных земель – особенно пахотных земель, использовавшихся для возделывания кормовых культур, а также сенокосных и пастбищных угодий (Schierhorn et al., 2019). Быстро развившийся разрыв уровня жизни населения между городом и селом повлек за собой массовый отток населения из сельской местности с сопутствующим выводом земель из сельскохозяйственного оборота (Meufroidt et al., 2016). Кроме того, руководители бывших колхозов и совхозов, а также представители лоббистских групп (Spoor, Visser, 2004; Visser et al., 2012) оказались в более выгодном положении, чем простые сельские жители, в плане сосредоточения в руках отчуждаемого колхозного и совхозного имущества, в частности привлечения и распределения наиболее плодородных участков земли, что привело к возрастанию недоверия сельского населения. Невостребованные и непривлекательные для аграрного производства земельные участки, в социально-экономическом и агроэкологическом отношении, быстро забрасывались. По результатам ряда исследований, общая площадь пахотных земель, забро-

шенных российскими сельхозпроизводителями в период с 1990 по 2010 гг., оценивалась на уровне 50 млн га (Lesiv et al., 2018; Swinnen et al., 2017). Согласно последним оценкам, полученным в результате Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 г., общая площадь ранее входивших в оборот пахотных и сенокосно-пастбищных земель, которые к 2016 г. оказались в заброшенном состоянии, составляет 90 млн га (Uzun, 2017). Несмотря на недавние меры, принятые Правительством России в целях стимулирования вовлечения в оборот части заброшенных сельхозугодий, большая их часть – по всей территории страны – так и осталась неиспользуемой по состоянию на 2019 г.

Дальний Восток является территорией широкого распространения процессов забрасывания сельскохозяйственных земель: в период с 1990 по 2018 гг. 53% пашни было заброшено, при этом поголовье скота сократилось на 68% (Rosstat, 2019). Одним из регионов Дальневосточного федерального округа является Республика Бурятия, где доля заброшенных пахотных земель за тот же период (1990–2018 гг.) составила 83%, при этом поголовье скота сократилось на 41% (Rosstat, 2019). Республика Бурятия представляет собой многонациональную территорию, где сложилась тенденция роста численности населения, но при этом в постсоветский период произошло усиление социального неравенства и коррупции. Различия в возможностях для местного населения и усиление социального неравенства увеличило разрыв между уровнем жизни в Республике Бурятия и другими регионами России (Fedorov, 2002). Также Бурятия представляет собой пример региона, где исторически сложились традиционные формы сельскохозяйственного землепользования. Согласно неофициальным данным и различным литературным источникам можно предположить, что традиционно буряты и малочисленные народы Севера более склонны к ведению скотоводства (Bogdanov, 2014; Boldanov et al., 2018), тогда как представители других этнических групп более склонны к возделыванию сельскохозяйственных культур, но при этом занимаются также и животноводством (Zandarev, 2014).

Несмотря на широкое распространение процессов забрасывания сельскохозяйственных земель в Республике Бурятия после 1990 г., остается неясным, как институциональные условия и уровень политического и социального доверия в регионе способствуют или препятствуют вовлечению в оборот заброшенных земель. Также неясно, существует ли вообще спрос со стороны сельхозпроизводителей на расширение площадей используемых земель, в том числе за счет вовлечения в оборот заброшенных сельскохозяйственных земель. Более того, также неясно какое влияние оказывают экзогенные, контекстуальные факторы, а также персональный опыт, культура и нормы социума, включая этнические особенности и субъективные ожи-

дания, на намерения сельхозпроизводителей относительно потенциального расширения площадей используемых земель (Feola, Binder, 2010).

В настоящем исследовании приводится пример Республики Бурятия, на территории которой были собраны количественные данные и проведены структурированные интервью, выстроенные вокруг нескольких теорий. В частности, было протестировано на основе моделей БС доверия, как экономическая теория, а именно стратегия максимизации прибыли, элементы поведенческой экономики и теории жизненного пути (life course theory) могут помочь в понимании намерений сельхозпроизводителей, связанных с возвратом в оборот заброшенных земель. Особый фокус исследования направлен на оценку влияния субъективного восприятия коррупции на намерения о расширении площадей используемых земель или вовлечения в оборот заброшенных земель.

Основные цели исследования заключались в следующем:

- 1) оценить детерминанты процессов вовлечения в оборот заброшенных сельскохозяйственных земель с помощью байесовских сетей доверия;
- 2) оценить предпочтения сельскохозяйственных производителей по использованию заброшенных сельскохозяйственных земель в форме пашни, сенокоса или пастбищ.

Статья структурирована следующим образом. В разделе «Материалы и методы» дается описание территории исследования, затем представлен теоретический базис исследования, позволяющий углубить понимание факторов, влияющих на процесс возврата в оборот заброшенных земель. Далее описывается процесс разработки анкеты и подход к сбору данных, реализованный в Республике Бурятия. Затем представлены принципы параметризации модели БС и дается оценка предпочтений сельскохозяйственных производителей в выборе режимов землепользования в случае рекультивации заброшенных земель. В разделе «Результаты» приводятся основные результаты исследования и, наконец, в разделе «Дискуссия» сформированы основные выводы исследования и проанализированы результаты, контрастирующие с существующими в научной литературе, также представлен анализ проблем и ограничений исследования и пути развития данного направления в будущем.

2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

2.1. Территория исследования

В качестве территории исследования выступила Республика Бурятия, расположенная в Дальневосточном федеральном округе Российской Федерации и граничащая с Монголией (рис. 1). Для указанной территории ха-

рактрно разнообразие физико-географических, климатических условий и ландшафтов: на юге преобладают засушливые степи, а на побережье озера Байкал и в горах Байкальского хребта – северотаежные леса (Tulokhonov, 2011). Особенности сельскохозяйственного землепользования в этом регионе исторически сильно зависят от климатических условий. Среднее количество дней в году с температурой воздуха выше $+10^{\circ}\text{C}$ варьируется от 0 в горных районах на северо-западе и юго-западе и до 123 в юго-восточной части Бурятии (Afonin, 2008; Boldanov, Mukhin, 2019). Среднегодовое количество осадков достигает наименьших значений на северо-западе и юго-западе (138 мм), а также на юге (250 мм) и может достигать 1110 мм в северо-западной и юго-западной частях региона (Afonin, 2008; Boldanov, Mukhin, 2019). Засушливость климата, оцениваемая на основе гидротермического коэффициента Селянинова, в целом отражает распределение осадков в условиях засухи для аграрных территорий в южной, юго-восточной и северо-западной частях региона (Баргузинская долина) (Afonin, 2008). Зимой снежный покров составляет всего 10–20 см, что вызывает глубокое промерзание почвы – до 182 см (Agro-Climatic..., 2019; Tulokhonov, 2011). Изменение климата в регионе проявляется среднегодовым ростом температуры на $+3^{\circ}\text{C}/100$ лет (Boldanov, Mukhin, 2019); таким образом, климат становится суше и теплее. В 2017 г. лесные угодья занимали 76,6% общей территории (26,9 млн га), и только 7,9% земель (2,76 млн га) было отведено под сельскохозяйственное производство; из них пахотные угодья составляли 0,7 млн га, а кормовые (главным образом сенокосные и пастбищные) – 1,4 млн га (State Report..., 2018; State (National)..., 2018). Почвы с содержанием гумуса менее 7,9% представляют 82,5% пахотных земель, что создает ограничивающие условия для земледелия (Analysis..., 2018; Tulokhonov, 2011).

В 2018 г. население Бурятии составляло 982,9 тыс. чел., из которых 41% проживали в сельской местности. В 2010 г., по результатам Всероссийской переписи населения, примерно 66% населения составляли русские, а 34% – представители коренных этнических групп (буряты, эвенки, сойоты и татары и др.) (All-Russian..., 2010). Традиционно буряты, как и коренные малочисленные народы Севера, более вовлечены в скотоводство, тогда как этнически некоренное население (например русские) предпочитают сочетать растениеводство и животноводство (Boldanov et al., 2018; Tulokhonov, 2011). Помимо аграрной деятельности, в которую было вовлечено коренное население, оленеводство, рыболовство и охота были широко распространены (Tulokhonov, 2011). Произошедшая коллективизация, создание совхозов и колхозов, а также подавление религиозных практик в советский период способствовали изменению социальных норм и повлияли на предпочтения населения относительно определенных методов ведения сельского хозяйства.

Всего в 2018 г. на территории республики насчитывалось 20 городских и 613 сельских населенных пунктов, распределенных среди 21 муниципального района (эквивалентно EU NUTS-3 и US «county»-графства), имеющих различную долю коренного населения (Agro-Climatic..., 2019). Таким образом, этнический состав, связанные с ним традиции, а также религиозные верования, отдающие предпочтение тем или иным формам хозяйствования на земле (например, у бурят, исповедующих шаманизм и буддизм, земля считается священной, и культивация почвы не приветствуется), теоретически могут оказывать влияние на намерения людей относительно ведения сельского хозяйства в рамках конкретных форм землепользования и, в частности, вовлечения в оборот заброшенных земель.

По данным официальной статистики, площадь пашни в постсоветский период, с 1990 по 2018 гг., уменьшилась всего на 15% – с 0,82 до 0,69 млн га (Raldin et al., 2003). Однако статистические данные за тот же период показывают, что площадь посевных территорий сократилась значительно – с 0,76 до 0,13 млн га (на 82%) (The main..., 2019) (рис. 2). Следует отметить, что именно изменение посевных площадей часто рассматривается как индикатор забрасывания сельскохозяйственных земель (Ioffe et al., 2004; Schierhorn et al., 2013). С 1990 по 2018 г. поголовье скота также существенно сократилось в республике. В частности, поголовье крупного рогатого скота (далее КРС) сократилось на 34%, овец и коз – на 80%, свиней – на 54%, что снизило нагрузку не только на пастбища и сенокосы, но и на пашню (The main..., 2019). К 2018 г. примерно 53,6% (1,48 млн га) сельскохозяйственных земель, в том числе заброшенных, официально находились в государственной собственности, а еще 46,4% (1,2 млн га) находились в частной собственности. Согласно Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 г., основную долю сельхозтоваропроизводителей в регионе представляли сельскохозяйственные производственные кооперативы (СПК), государственные предприятия и общества с ограниченной ответственностью (ООО) – сельскохозяйственные организации (СО), в основном «наследники» бывших колхозов и совхозов советского периода (табл. 1). Вторую группу агентов сельскохозяйственного землепользования составляют малые фермерские хозяйства. Официальная статистика не отличает личные подсобные хозяйства граждан, располагающих небольшими земельными участками, используемые в основном для производства сельскохозяйственной продукции для личного потребления, от прочих малых фермерских хозяйств, которые реализуют излишки продукции на аграрных рынках. Данная группа хозяйств относится к личным подсобным хозяйствам (далее – ЛПХ). ЛПХ играют важную роль в аграрном секторе региона. Так, используя около 1/3 площади сельскохозяйственных земель, эта группа хозяйств производит около 73% от объема



Fig. 1. Study area

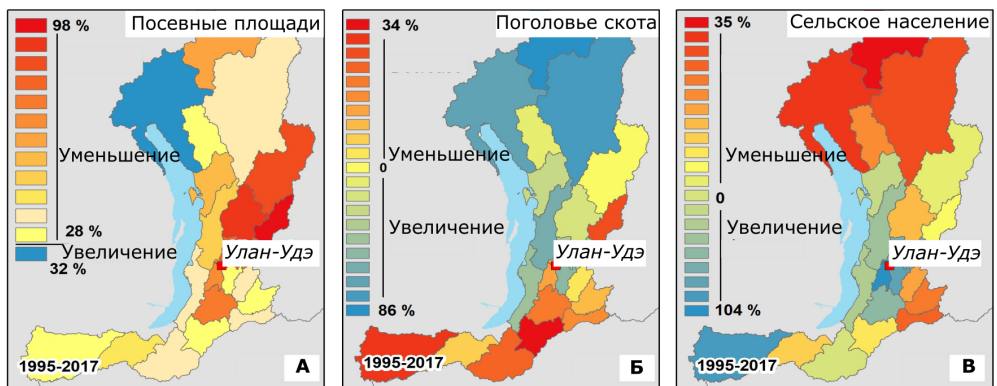


Fig. 2. Dynamic of sown area (A), livestock (Б), rural population (B) in the Buryat Republic from 1995 to 2017.

Примечание. По статистическим данным на уровне муниципальных районов, 1995–2017 гг.
 Источник: Statistical..., 2019.

продукции растениеводства и 60% продукции животноводства в регионе (Central..., 2018). Третья группа агентов – крестьянские (фермерские) хозяйства, а также индивидуальные предприниматели, имеющие официальную регистрацию (далее – КФХ и ИП) (табл. 1).

Таблица 1

**Распределение земель сельскохозяйственного назначения
среди основных субъектов хозяйствования, Республика Бурятия, 2016 г.**

Table 1

**The distribution of farmland among the main land users
in the Buryat Republic in 2016**

Субъект хозяйствования	Количество	Площадь используемых земель, га	Средняя площадь на одно предприятие, га	Доля от общей площади земель, %
СО	170	276 302	1 625	53
КФХ и ИП	1 095	82 059	745	16
ЛПХ	146 413	159 373	1,1	31

Источник: Statistical..., 2019.

2.2. Теоретический базис

Исследования факторов (детерминант), определяющих процессы изменения землепользования, в том числе забрасывания сельскохозяйственных земель, часто основываются на теории максимизации прибыли и концепции причинности, разделяющей факторы непосредственного (proximate) влияния (т. е. непосредственно связанных с событиями, происходящими на данном объекте землепользования) и факторы глубинного влияния (первопричины – underlying) (институты, экономика, технологии, демография, культура, конкретные обстоятельства, побуждающие к действию, условия окружающей среды), задающие вектор развития процессов (Chaudhary et al., 2020; Geist, Lambin, 2002; van Vliet et al., 2015). Концепция факторов непосредственного и глубинного влияния на изменение землепользования теоретически может быть применена для изучения намерений относительно вовлечения в оборот заброшенных земель. Исследование базируется на предположении о том, что планируемые будущие решения об использовании заброшенных земель могут определяться общими институциональными и экономическими условиями, технологическим развитием, а также контекстуальными факторами, такими как природные, биофизические и общие социально-экономические условия, сложившиеся на локальном уровне (Kraemer et al., 2015; Smaliychuk et al., 2016). Однако поведенческие установки в отношении планов по вовлечению в оборот заброшенных земель могут быть детерминированы социальными нормами, а также особенностями личности самого сельхозпроизводителя, включая его предрасположенность к таким

видам деятельности, его поведение или решения, принимаемые в прошлом (Grinfelde, Mathijs, 2004; Kristensen et al., 2004). Так, сельхозпроизводители могут рассматривать вопрос о перспективах использования заброшенных участков исходя не только из своих ожиданий в плане дохода и их расположения, но также и из собственного опыта использования таких земель, а также из личных предпочтений в организации производства, сформировавшихся в определенной этнической среде и системе социально-культурных норм. В качестве исходной гипотезы также рассматривается предположение о том, что к числу факторов, ослабляющих мотивацию агента к возврату в оборот заброшенных земель, можно отнести низкий уровень политического доверия, который косвенно оценивается уровнем субъективного восприятия коррупции. В качестве величин, определяющих коррупционный фон принятия решений о землепользовании, рассматриваются понятия справедливости в распределении земельных ресурсов, а также беспристрастность судопроизводства (принятия решений) в его процессуальной и формальной составляющих (Rawls, 1999; You, 2012). Так, субъективные оценки степени коррумпированности системы повышаются в сообществах, где получение неиспользуемого земельного участка для ведения сельскохозяйственного производства невозможно в принципе, даже при наличии свободной земли, или невозможно без лишних, побочных затрат на оформление и регистрацию участка, в частности на уплату взяток (так называемых побочных платежей, представляющих не что иное, как институциональную ренту), или же в случае, когда не действуют стандарты беспристрастного правоприменения или отсутствуют соответствующие институты (Rawls, 1999). Кроме того, целью исследования являлось выяснение того, насколько обоснованно предположение о том, что представители различных этнических групп (например этнические буряты и прочие этнические группы) по-разному воспринимают и оценивают проблему коррумпированности или «нечестного» принципа распределения земли как фактора, влияющего на принятие решений о вовлечении в оборот заброшенного земельного участка.

Если смотреть на проблему в этом ключе, то для объяснения движущих сил, стоящих за процессами возврата в оборот заброшенных земель, за основу можно взять агенто-ориентированный интегративный теоретический базис (the Agent-Centered Integrated Theoretical Framework) (Feola, Binder, 2010), где в качестве субъекта – агента – выступает лицо, принимающее решение – фермер или сельхозпроизводитель. Такой базис сочетает в себе элементы чисто экономического поведения *homo economicus* с поведением, основанным на социальных нормах, по которым живут рассматриваемый агент и местное сообщество, а также на личных ценностях сельхозпроизводителя и его роли, которую он играет в жизни своей семьи и местного

сообщества. Для отбора межличностных факторов, значимо определяющих процессы вовлечения в оборот заброшенных земель, можно опираться на поведенческую теорию осмысленного действия Айзена (Theory of Reasoning Action – TRA) (Sheppard et al., 1988), включая развитую на ее основе агенто-ориентированную теорию межличностного поведения Триандиса (Triandis' Theory of Interpersonal Behavior – TIB) (Triandis, 1979; Wang et al., 2016). Эти теории могут оказаться полезными для понимания особенностей поведения сельхозпроизводителей в определенных социальных и природных условиях, а также для оценки их намерений по вовлечению в оборот заброшенных земель. Отметим, что исследование базируется также на предположении о том, что личные решения сельхозпроизводителей по использованию заброшенных сельскохозяйственных земель можно интерпретировать как рациональные, но при этом эти решения формируются в определенных институциональных и исторически сложившихся условиях, имеющегося опыта, уровня и специализации образования сельхозпроизводителя и могут не совпадать с решениями, которые при прочих равных условиях приняло бы лицо, движимое чисто экономическими стимулами. Кроме того, факторы, влияющие на решения о вовлечении в оборот заброшенных земель, действуют на разных организационных уровнях. Так, настоящие и будущие формы землепользования в конкретных условиях могут зависеть от эндогенных условий, в частности природных, биофизических характеристик и параметров пространственного расположения конкретного земельного участка. Решения сельхозпроизводителя об использовании заброшенных сельхозугодий могут зависеть от особенностей личности, жизненного пути, демографической ситуации и этнического состава населения (с учетом соответствующих этнокультурных норм) в поселении, а также того, имеются ли в данном районе свободные участки и соответствующие институциональные условия для их вовлечения в оборот. Таким образом, включение факторов, представляющих различные организационные уровни в системе аграрного землепользования, позволит улучшить понимание решений относительно землепользования и вовлечения в оборот заброшенных земель.

2.3. Анкета, сбор данных и дискретизация переменных

В целях понимания намерений сельхозпроизводителей относительно вовлечения в оборот заброшенных сельхозугодий в рамках исследования было проведено анкетирование сельскохозяйственных производителей, глав КФХ и ИП, а также глав ЛПХ. Разработка анкеты включала ее предварительное тестирование, и сбор данных проводился в несколько этапов. На первом этапе был проведен обзор литературы, позволяющий систематизировать основные детерминанты забрасывания и вовлечения в оборот сельскохо-

зяйственных земель. На втором этапе, в июне 2018 г., был проведен ряд обсуждений в формате фокус-групп с участием глав КФХ и ЛПХ. Также были проведены структурированные интервью с региональными экспертами, включая руководителей районных администраций и министра имущественных и земельных отношений Республики Бурятия. Полученная информация использовалась для разработки структурированной анкеты для опроса руководителей и глав хозяйств. Анкета содержала блоки вопросов, определяющих общие характеристики хозяйства, социально-экономические и поведенческие факторы, которые могли бы повлиять на принятие решений в отношении землепользования и перспектив вовлечения в оборот заброшенных земель. Также в анкету были включены вопросы, отражающие текущие намерения сельхозпроизводителей, связанных с сельскохозяйственным землепользованием в ближайшие годы. Для оценки степени предрасположенности респондентов к вовлечению в оборот заброшенных земель задавался два ключевых вопроса. Во-первых, спрашивалось, желает ли сельскохозяйственный производитель взять (в аренду или собственность) заброшенный земельный участок для расширения производства (хозяйства), с вариантами ответа «Да» и «Нет» (табл. 2). Далее, полагая, что сельскохозяйственный производитель может стремиться к расширению масштабов деятельности, не имея конкретного намерения использовать заброшенные земли, задавался вопрос: намеревается ли он / она увеличить площадь используемых сельскохозяйственных земель в течение ближайших пяти лет. Здесь также использовались два варианта ответа: «Да» и «Нет». В дальнейшем с помощью разработанной модели была дана оценка взаимосвязи между указанными двумя намерениями: к использованию заброшенного земельного участка и к увеличению площади используемой земли.

Разработанная анкета состояла из шести разделов. В качестве отдельного блока был включен раздел, содержащий вопросы о сдерживающих факторах, ограничивающих возможности по вовлечению в оборот заброшенных сельхозугодий. В данном блоке использовался вопрос, позволяющий измерить уровень субъективного восприятия коррупции как институционального барьера, препятствующего вовлечению в оборот заброшенных земель. Данный вопрос сформулирован следующим образом: «Пожалуйста, оцените, насколько вам лично препятствует коррупция или принцип распределения земли «среди своих» в вашем решении о вовлечении заброшенных земель в сельскохозяйственное производство (включая кормовые угодья и пашню)». Респондентам предлагалось оценить значимость данного фактора по четырехбалльной шкале Лайкерта («не важно», «маловажно», «важно», «очень важно») (раздел 1).

Таблица 2

Описание переменных

Table 2

Description of variables

Переменная (вершина / узел)	Описание	Позиции измерительной шкалы	Метод дискретиза- ции	Источник
1	2	3	4	5
Целевая переменная				
Намерение вовлечь в оборот	Наличие у сельхозпроизводителя намерения вовлечь в оборот заброшенный земельный участок в качестве пашни, сенокоса или пастбища	Да; нет	Логическая	Анкета
Намерение расширить площади сельхозугодий	Наличие у сельхозпроизводителя намерения увеличить площадь используемых сельскохозяйственных угодий	Да; нет	Логическая	Анкета
1. Институциональный барьер				
Коррупция	Субъективное восприятие коррупции как фактора, препятствующего на персональном уровне решению по вовлечению в оборот заброшенных земель	1 – не важно 2 – маловажно 3 – важно 4 – очень важно	Логическая	Анкета
2. Характеристика агента землепользования (сельхозпроизводитель)				
Возраст	Возраст респондента	<40 (молодой); 40–50 лет (средний возраст); >50 лет (пожилой)	Анализ статистики, экспертная оценка	Анкета
Аграрное образование	Наличие у сельхозпроизводителя аграрного образования	Да; нет	Логическая	Анкета
Этническая коренное население	Является ли сельхозпроизводитель представителем этнического коренного населения	Да; нет	Логическая	Анкета
3. Характеристика хозяйства				
Площадь земель	Используемая площадь сельхозугодий в хозяйстве	<10; 10–40; 40–4000 га	Метод квантилей	Анкета
Поголовье скота	Поголовье скота в хозяйстве	<10; 10–50; >50 усл. голов	Метод квантилей	Анкета
Плотность поголовья скота	Количество голов скота в условных единицах, приходящихся на 1 га сельхозугодий	<0,5; 0,5–1,2; >1,2 усл. ед./га	Метод квантилей	
Производство зерновых	Возделывание зерновых культур	Да; нет	Логическая	Анкета
Расширение сельхозугодий в прошлом	Наличие опыта у землепользователя по расширению площадей используемых сельхозугодий за последние пять лет	Да; нет	Логическая	Анкета

1	2	3	4	5
4. Характеристика населенного пункта				
Расстояние до города	Расстояние до ближайшего города	<60; 60–100; >100 км	Метод квантилей	Open StreetMap
Доля этнического коренного населения	Доля этнического коренного населения в структуре населения	0–0,06; 0,06–0,55; 0,55–1	Метод квантилей	(Buryatstat, 2018)
5. Характеристика района				
Плотность населения	Плотность населения в районе	<2,3; 2,3–4,3; >4,3 чел./км ²	Метод квантилей	(Buryatstat, 2018)
Доля посевных площадей	Доля посевных площадей в районе от общей площади посева в Республике Бурятия	<1; 1–3; 3–6%	Метод квантилей	(Buryatstat, 2018)
6. Природно-климатические условия				
Среднегодовая сумма осадков	Среднегодовая сумма осадков за 2009–2018 гг.	100–200; 200–350; 350–550 мм	Метод квантилей	Метеорологические данные
Среднегодовая температура воздуха	Среднегодовая температура воздуха за 2009–2018 гг.	–4–0; 0–0,7; 0,7–2 °С	Метод квантилей	Метеорологические данные

Источник: расчеты авторов.

Анкета также содержала вопросы, позволяющие оценить общие характеристики субъектов хозяйствования (руководителей, глав КФХ, ИП и ЛПХ), в частности возраст респондента, его этническую принадлежность и наличие аграрного образования (раздел 2). С учетом того, что в постсоветский период в аграрный бизнес пришло множество новых предпринимателей (Prishchepov et al., 2019), можно предположить, что многие из них не имели опыта работы в сельском хозяйстве и специального аграрного образования. Соответственно, одной из гипотез исследования являлось, что отсутствие аграрного образования для главы хозяйства или руководителя предприятия могло ослабить их намерение как в расширении площадей используемых земель, так и вовлечении в оборот заброшенных земель. Также в рамках исследования проверялось предположение о том, что влияние на решения об использовании заброшенных сельхозугодий может оказывать возраст человека. Так, согласно теории жизненного пути (Elder et al., 2003), у пожилых сельхозпроизводителей уровень мотивации на расширение хозяйства и использование заброшенных земель ожидаемо ниже, чем у сельхозпроизводителей молодых и среднего возраста. Более того, зачастую, подходя к рубежу преклонного возраста, фермер стремится сократить занятость на производ-

стве (Gellrich et al., 2007; Kristensen et al., 2004). Раздел 3 анкеты позволил оценить основные характеристики хозяйства. Согласно ожиданиям, основанным на результатах предыдущих исследований, руководители крупных предприятий, имеющие большее поголовье скота на единицу площади, а также хозяйств, практикующих возделывание зерновых культур, должны показать большую мотивацию и иметь большие финансовые возможности для расширения площадей используемых сельскохозяйственных угодий и в том числе вовлечения в оборот заброшенных земель, чем сельскохозяйственные производители, ведущие производство в малых масштабах (малые хозяйства), преимущественно натуральное хозяйство, и не имеющие большого поголовья скота.

Поскольку персональные решения относительно вовлечения в оборот заброшенных земель могут зависеть от факторов, действующих на разных организационных уровнях системы землепользования, набор исходных данных включал статистические данные на уровне населенных пунктов, соответствующих месту ведения хозяйственной деятельности респондента (раздел 4) и соответствующих муниципальных районов (раздел 5). Исходные данные были также дополнены климатическими характеристиками территории (раздел 6). Эти факторы можно рассматривать в качестве эндогенных на локальном уровне. Также предполагается, что доля этнического коренного населения (например бурят) в общей численности населения соответствующего сельского населенного пункта является косвенным индикатором, отражающим культурные и социальные особенности на локальном уровне, и, в системе, влияет на аграрное землепользование, характерное для подобных поселений. Следовательно, этот фактор можно рассматривать в качестве значимого, оказывающего влияние в целом на намерение сельхозпроизводителей расширять площади используемых земель и / или использовать заброшенные земли, как и выбирать режим их использования. Было сформировано предположение о том, что стремление увеличить площади пахотных земель более характерно для сообществ с преобладанием этнически некоренного населения, а расширение кормовых угодий, наращивание поголовья скота более свойственно для коренного населения – в частности этнических бурят, которые исторически ранее вели кочевой образ жизни и занимались кочевым скотоводством. Таким образом, одно из предположений исследования, подвергающееся проверке, заключалось в том, что доминирующие этнокультурные нормы влияют на личные нормы и практикуемые приемы землепользования. Кроме того, основываясь на теории земельной ренты Д. Рикардо (Barlowe, 1986; Lambin, 2012), предполагалось, что уровень мотивации по вовлечению в оборот заброшенных земель будет выше на территориях, расположенных вблизи крупных населенных пунктов

(как рынков сбыта), а также на территориях со сравнительно благоприятными агроклиматическими условиями, например, с умеренными показателями среднегодовых осадков и высокой среднегодовой температурой (центральная часть Бурятии) (см. *табл. 2*).

Предварительное тестирование анкеты было выполнено в Кабанском районе Бурятии. По результатам предварительного тестирования анкета была скорректирована и доработана. В окончательный вариант анкеты вошло более 100 вопросов, позволяющих измерить переменные, которые могли бы не только помочь понять, какие факторы влияют на решения субъектов хозяйствования касательно использования заброшенных земель, но и получить общий «портрет» агента землепользования. Для разработки модели было отобрано 17 наиболее важных, с точки зрения используемых теорий, переменных.

Опрос сельхозпроизводителей проводился опытным специалистом в период с августа по декабрь 2018 г. в отобранных методом стратифицированной случайной выборки населенных пунктах. Решение о применении метода стратифицированного случайного отбора было обусловлено необходимостью оптимально отразить в выборке неравномерный характер распределения сельскохозяйственных земель на территории Бурятии. Населенные пункты и районы, в которых жители практически не занимались сельским хозяйством, были исключены из рассмотрения. Также были исключены районы отгонного оленеводства (север Бурятии), промышленные и рекреационные зоны, а также охраняемые территории и рыбацкие поселения. В выбранных населенных пунктах методами случайной выборки и «снежного кома» были отобраны респонденты, представляющие целевую аудиторию исследования – руководители и сотрудники сельскохозяйственных организаций, главы КФХ, ИП и ЛПХ. Представители ЛПХ, не ведущие сельскохозяйственное производство, были исключены из рассмотрения. В случае отсутствия или отказа выбранного потенциального респондента опрос проводился с ближайшим соседом по улице, место жительства которого являло признаки сельскохозяйственной деятельности (например, наличие сельскохозяйственной техники). При этом главным являлось соблюдение принципа случайного отбора. Однако для обеспечения репрезентативности выборки необходимо было, чтобы опрос охватывал хозяйства различных организационных форм (СО, КФХ, ИП и ЛПХ), поэтому при отборе респондентов также следовали рекомендациям опрошенных сельхозпроизводителей. Представители сельскохозяйственных организаций в некоторых районах встречались редко.

После заполнения анкеты данные были закодированы и занесены в базу данных. Далее была проведена их дальнейшая очистка и предварительная

обработка в обезличенной форме. Учитывая то, что использование непрерывных переменных в структуре БС сталкивается с некоторыми сложностями, в работе используется дискретизация непрерывных переменных. Для дискретизации непрерывных переменных, например «Среднегодовая сумма осадков», использовались статистические методы и экспертные оценки, выделение границ категорий было выполнено на основе метода классификации квантилей. Часть переменных, например «Намерение вовлечения в оборот» (см. табл. 2), представляло собой категориальные переменные бинарного типа с двумя исходами – «Да» и «Нет».

2.4. Моделирование с помощью байесовских сетей

Для оценки факторов, влияющих на намерения агентов в отношении вовлечения в оборот заброшенных земель (цель № 1) на основе БС использовался программный пакет Hugin^{TM1} (Frayer et al., 2014; Madsen et al., 2005), с помощью которого был спроектирован направленный ациклический граф (Directed Acyclic Graph, DAG), представляющий графическую структуру модели. Функциональным преимуществом пакета HuginTM является наличие встроенных функций, используемых для обучения структуры сети на основе набора разнородных данных. Следует отметить, что подобные возможности во многих других программных пакетах моделирования БС отсутствуют. Процесс обучения структуры сети в HuginTM позволяет интегрировать подходы статистического и интеллектуального анализа данных, учитывающих статистически значимые корреляционные связи и экспертные знания (в частности, отбор переменных, ранжирование или дискретизация непрерывных переменных, экспертиза обнаруженных связей между переменными).

На первом этапе построение БС было выполнено автоматически – посредством включения в модель всех статистически значимых связей, обнаруженных между парами переменных. При этом учитывались связи, имеющие как сильную, так и слабую взаимозависимости. Затем в модуле Feature Selection Analyzer² (анализатор отбора признаков) пакета HuginTM были протестированы гипотезы о статистической значимости связей между парами отобранных переменных в каждом узле сети. В целях уменьшения коли-

¹ HuginTM – это пакет программ, широко используемый для работы с байесовскими сетями. Помимо гибкого и удобного графического интерфейса пользователя, его выгодно отличает от других инструментов для работы с байесовскими сетями наличие мощной функции структурного обучения. Дополнительную информацию можно получить на сайте www.hugin.com.

² Feature Selection Analyzer – это модуль, встроенный в пакет программ HuginTM и обеспечивающий отбор переменных – кандидатов на входение в состав БС – путем анализа маргинальной независимости между переменными-кандидатами и целевыми переменными. Поскольку переменные в БС категориальны, соответствующая проверка проводится по критерию независимости χ^2 .

чества связей и улучшения интерпретируемости модели предварительная структура модели была проанализирована на основе эмпирических оценок и мнений привлеченных региональных экспертов. БС оценивалась на предмет логичности связей между переменными, при этом в случае выявления новых связей они добавлялись в модель, даже если статистическая связь между переменными являлась слабой. После добавления новых связей процедура обучения структуры модели повторялась. Нелогичные связи были исключены из модели. Полученную модель представили экспертам для оценки правдоподобия сделанных гипотез о наличии отношений между выбранными переменными. После внесения соответствующих поправок был подготовлен итоговый вариант модели. Таким образом, структура полученной БС была разработана с использованием методов статистического машинного обучения и с учетом знаний экспертов.

В целях обучения таблиц условной вероятности (Conditional Probability Tables, CPTs), количественно отражающих отношения между переменными, для каждого узла сети использовался EM-алгоритм («expectation-maximization» algorithm), реализованный в программном пакете Netica^{TM1}. Обучение выполнено на основе массива предварительно обработанных данных, полученных по результатам анкетирования. Следует отметить, что совместное применение пакетов HuginTM и NeticaTM обеспечивает более гибкую работу по разработке модели. Так, по функциональным возможностям обучения структуры сети HuginTM обладает определенным превосходством, но в пакете NeticaTM лучше реализованы средства визуализации моделей БС и их анализа. В целом в ходе разработки модели целью являлось получение разносторонней, не слишком сложной модели, которую можно использовать для обсуждения с заинтересованными сторонами, включая сельхозпроизводителей и лиц, принимающих решения. В связи с этим важным являлось соблюдение баланса между сложностью модели и ее ограниченностью при сохранении наиболее значимых переменных и обеспечении состоятельности модели и робастности.

2.5. Валидация модели и анализ чувствительности

Качественная модель должна обеспечить приемлемую точность прогнозирования исходов. Для оценки качества и точности разработанной модели БС использовалось несколько подходов. Во-первых, совместно с эксперта-

¹ NeticaTM – еще один популярный среди исследователей программный продукт для работы с байесовскими сетями. Разработан компанией Norsys Software Corp в 2015 г. Исследователи весьма ценят его за чрезвычайно удобный интерфейс и мощные средства визуализации. Однако по сравнению с другими программами для работы с БС (например, HuginTM) возможности структурного обучения у NeticaTM весьма ограничены. Дополнительную информацию можно получить на сайте <https://www.norsys.com/>.

ми была верифицирована и доработана структура сети (DAG) посредством качественного визуального анализа, проведена дискретизация отобранных непрерывных переменных и выполнена оценка правдоподобия гипотез о наличии связей между узлами / переменными в сети. По итогам обучения БС, по данным полной выборки (149 наблюдений), частота (и, соответственно, вероятность) появления ошибок классификации составила 7,4 и 6,0%, а количество случаев неверного предсказания исходов – 11 и 9 для намерений сельхозпроизводителей расширить сельхозугодья и использовать заброшенный участок соответственно. Предсказательная сила модели по итогам ее работы оказалась высокой: показатель AUC (Area Under Receiver Operating Characteristic) составил 0,98 для обоих целевых узлов («Намерение расширить площади сельхозугодий» и «Намерение вовлечь в оборот»). Для количественной оценки прогнозной силы модели использовался метод перекрестной проверки (кросс-валидация). По результатам кросс-валидации получены матрицы ошибок классификации (Confusion Matrix) и рассчитаны средние ошибки классификации (Error Rate). Десятикратная перекрестная проверка модели методом Монте-Карло и полученные в результате матрицы ошибок классификации показали среднюю величину ошибок классификации 13,4 и 14,4%, соответствующих доле неверно предсказанного с помощью модели намерения использовать заброшенный земельный участок и намерения расширить площади сельхозугодий соответственно. Учитывая сложность человеческих решений, логично утверждать, что на намерения сельхозпроизводителя расширить сельхозугодья и вовлечь в оборот заброшенный участок может повлиять множество факторов. Такая относительно низкая величина ошибок классификации, по нашему мнению, отражает приемлемое качество модели.

Тестирование качества модели включало также оценку чувствительности распределения переменной в каждом целевом узле. Для этого использовалась функция «Sensitivity to findings» (Pearl, 1988) в программном пакете Netica™. Посредством этой функции выполняется оценка эффекта (в частности, вероятностей) изменений исходов в родительских узлах на апостериорное распределение вероятностей в целевом узле. Это дает важную информацию о том, как отдельные факторы влияют на суммарную вариацию распределения вероятностей в целевом узле и, следовательно, как можно объяснить то или иное значение вероятности появления у сельхозпроизводителей конкретного намерения относительно использования заброшенных земель. Уровень чувствительности распределения вероятностей в целевом узле менее 0,5% характеризует низкую значимость фактора (Fruyer et al., 2014), поэтому в качестве критического значения чувствительности целевого узла принята величина 1%.

2.6. Вероятность вовлечения в оборот заброшенных земель и предпочитаемый режим их использования

Для достижения цели 2, т. е. определения вероятности вовлечения в оборот заброшенных участков с разной степенью закустаривания и залесения (которую можно рассматривать как косвенную оценку затрат на мероприятия по возврату земель в производство) и предпочитаемого режима использования вновь вовлеченных земель, респондентам предлагалось указать, заброшенный участок какой площади они предпочли бы использовать, с учетом различной степени закустаривания и залесения. Для этого использовалась следующая система градации заброшенных участков бывшей пашни по степени закустаривания и залесения: отсутствие закустаривания и залесения – без кустарников и деревьев; низкая степень закустаривания и залесения – проявляющаяся на участках, заброшенных менее 5 лет, средняя – период забрасывания участка составляет 5–10 лет; высокая – характерна для участков, неиспользуемых более 10 лет. Также сельхозпроизводители отвечали на вопрос о том, какой режим землепользования они предпочли бы в случае вовлечения в оборот заброшенного земельного участка – пашня, сенокос или пастбище.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ

3.1. Описательная статистика

В результате исследования было проведено 149 интервью с сельхозпроизводителями в 48 сельских населенных пунктах (8% от общего количества населенных пунктов в регионе) в 17 из 21 муниципальных районов Бурятии (см. *рис. 1*). Средний размер фермерских хозяйств, участвовавших в исследовании, составил 39,9 га, при этом, по официальным данным, тот же показатель в среднем по республике составляет 26,1 га (Statistical..., 2019). Средний размер сельскохозяйственных организаций, включенных в опрос, составил 632,7 га, при этом средний размер сельскохозяйственных организаций республики, по данным статистики, составил 543,3 га (Statistical..., 2019). Длительность интервью и анкетирование в среднем занимало примерно полтора часа. Количество отказавшихся от участия в анкетировании составило примерно 5%.

Описательная статистика для набора полученных данных (149 анкет) показала, что только 40% опрошенных выразили намерение использовать заброшенные сельскохозяйственные земли (*табл. 3*). Среди респондентов, выразивших намерение использовать заброшенные земли, 88% проявили заинтересованность в привлечении неиспользуемого и не находящегося в их распоряжении (нового) земельного участка, а 12% выразили намерение

использовать заброшенные участки. В рамках предварительного статистического анализа было выполнено сравнение с помощью t-теста средних в двух выборках для непрерывных переменных и χ^2 -тест для проверки независимости пар категориальных переменных. Анализ оценок субъективного восприятия коррупции как фактора, сдерживающего процессы вовлечения в оборот заброшенных земель (*табл. 3*, разд. 1), показал, что среди респондентов, отметивших значимость коррупции как высокую или очень высокую, 56% выразили желание использовать заброшенные участки сельхозугодий. Статистический анализ не выявил никакого статистически значимого различия между результатами опроса сельскохозяйственных производителей, имеющих аграрное образование, и сельскохозяйственных производителей, не имеющих такового, в отношении их намерений использовать заброшенный участок ($\alpha = 0,05$). Описательная статистика и t-тест показали, что среди респондентов, выразивших желание использовать заброшенный участок, представителей коренного этнического населения было значительно меньше. Сравнительный анализ характеристик хозяйств (*табл. 3*, разд. 3) показал, что представители хозяйств сравнительно малых размеров, а также тех, в которых активно осуществлялось производство зерновых культур, более предрасположены к принятию решений в пользу использования заброшенных участков, чем остальные респонденты. Описательная статистика также выявила, что представители тех весьма немногочисленных хозяйств, в которых в период с 2013 по 2018 г. (последние пять лет) проводились мероприятия по расширению используемых сельскохозяйственных угодий, чаще остальных проявляют желание расширять хозяйственную деятельность в будущем, в том числе за счет вовлечения в оборот заброшенных сельскохозяйственных земель. Результаты измерения переменных, представленные в разделах 4 и 5, подтвердили, что готовность сельскохозяйственных производителей к использованию заброшенных земель в населенных пунктах с преобладанием населения, не принадлежащего к этническим коренным группам, была выше, чем в селах с преобладанием этнических коренных групп. Кроме того, повышение интереса к использованию заброшенных земель наблюдалось у сельхозпроизводителей, проживающих в районах со сравнительно высокой плотностью населения. Также отмечено, что в районах со сравнительно низкой среднегодовой величиной осадков и сравнительно высокими среднегодовыми температурами воздуха (*табл. 3*, разд. 6) сельскохозяйственные производители, как правило, чаще выражают намерение вовлекать в оборот заброшенные земли.

Таблица 3

Описательная статистика

Table 3

Descriptive statistics for the selected variables

Переменная (вершина / узел)	Величина	Ед. изм.	Значение по выборке в целом	Ответ I	Ответ II
				Я бы хотел(а) использовать заброшенный участок	Я бы не хотел(а) использовать заброшенный участок
1	2	3	4	5	6
Всего по выборке (N = 149)	доля	%	100	39,4	60,6
Целевая переменная					
Намерение расширить площади сельхозугодий***					
Ответ: да	доля	%	39,3	88,1	7,7
Ответ: нет	доля	%	60,7	11,9	92,3
1. Институциональный барьер					
Коррупция***					
1 – не важно	доля	%	24,0	10,0	33,0
2 – маловажно	доля	%	28,7	23,3	33,0
3 – важно	доля	%	24,7	35,0	17,6
4 – очень важно	доля	%	22,7	31,7	16,5
2. Характеристика агента землепользования (фермер)					
Возраст*	среднее	лет	43,0	41,3	44,0
Аграрное образование					
Ответ: да	доля	%	17,3	22,0	14,3
Ответ: нет	доля	%	82,7	78,0	85,7
Этническое коренное население***					
Ответ: да	доля	%	40,0	27,1	48,4
Ответ: нет	доля	%	60,0	72,9	51,6
3. Характеристика хозяйства					
Площадь земель*	среднее	га	99,2	46,0	133,7
Поголовье скота	среднее	усл. гол.	32,1	28,4	34,5
Плотность поголовья скота	среднее	гол./га	1,1	1,3	0,9
Производство зерновых**					
Ответ: да	доля	%	32,7	44,1	25,3
Ответ: нет	доля	%	67,3	55,9	74,7
Расширение сельхозугодий в прошлом					
Ответ: да	доля	%	19,3	27,1	14,3
Ответ: нет	доля	%	80,7	72,9	85,7
4. Характеристика населенного пункта					
Расстояние до города	среднее	км	86,9	80,6	90,9
Доля этнического коренного населения**	среднее	%	39,6	30,7	45,3

1	2	3	4	5	6
5. Характеристика района					
Плотность населения***	среднее	чел./км ²	4,3	5,7	3,4
Доля посевных площадей***	среднее	%	1,8	2,5	1,4
6. Природно-климатические условия					
Среднегодовая сумма осадков**	среднее	мм	324	301	339
Среднегодовая температура воздуха***	среднее	°С	-0,26	0,22	-0,57

Примечание: *, **, *** соответствуют уровню статистической значимости p-value для переменных < 0, 1, 0,05, 0,005 при сравнении средних по двум выборкам согласно t-тесту для непрерывных переменных и согласно χ^2 -тесту независимости для категориальных наблюдений.

3.2. Байесовская сеть

Итоговый вариант сети включил 17 переменных, две из которых – целевые: «Намерение вовлечь в оборот» и «Намерение расширить площади сельхозугодий». Переменная «Намерение вовлечь в оборот» напрямую связана с переменной «Намерение расширить площади сельхозугодий». Среди прочих переменных, имеющих прямые связи с целевой переменной «Намерение вовлечь в оборот», можно отметить следующие: «Коррупция», «Доля этнического коренного населения», а также «Расширение сельхозугодий в прошлом». Переменная «Намерение расширить площади сельхозугодий» также напрямую связана с переменными «Производство зерновых», «Плотность поголовья скота» и «Возраст». При этом переменная «Доля этнического коренного населения» связана как с переменной «Плотность населения», так и с переменной «Этническое коренное население» (принадлежность сельхозпроизводителя). Переменная «Плотность поголовья скота» связана с переменными «Поголовье скота» и «Площадь земель». Переменная «Производство зерновых», которая влияет на переменную «Намерение расширить площади сельхозугодий» и, следовательно, на переменную «Намерение вовлечь в оборот», связана с переменными «Среднегодовая температура воздуха» и «Среднегодовая сумма осадков» через переменную «Доля посевных площадей».

Анализ априорных вероятностей показал, что примерно 40% респондентов принадлежали к группе этнического коренного населения, 42% имели возраст моложе 40 лет и 82% не имели аграрного образования. Исходное распределение вероятностей также выявило, что 41% хозяйств содержали от 10 до 50 условных голов скота, располагаемая площадь сельхозугодий от 10 до 40 га зафиксирована в 35% хозяйств, а от 40 до 4000 га в 30% хозяйств. Примерно 80% сельхозпроизводителей не имели опыта расширения площадей используемых сельхозугодий в период 2013–2018 гг. Только 33% сельхозпроизводи-

телей занимались производством зерновых культур. Анализ модели байесовской сети (БС) показал, что 64% сельхозпроизводителей осуществляли свою деятельность в районах, подверженных сильным засухам, где среднегодовая сумма осадков менее 350 мм, а 43% – на территориях, где среднегодовая температура воздуха составляет ниже 0°C (рис. 3).

3.3. Анализ чувствительности

В результате анализа чувствительности (рис. 4, А и Б) было выявлено, что характеристики хозяйств (в частности, возделывание зерновых культур и площадь используемых земель) и характеристики сельхозпроизводителей (этническая принадлежность и возраст) являются важными факторами, объясняющими намерения в отношении увеличения площадей сельскохозяйственных угодий и вовлечения в оборот заброшенных земель. Важным фактором, действием которого можно объяснить намерения сельхозпроизводителей по использованию заброшенного участка сельхозугодий, является субъективное восприятие коррупции как институционального барьера (оценка чувствительности распределения в целевом узле составила 4,6%) (рис. 4, Б).

А) Намерение расширить площади сельхозугодий



Б) Намерение вовлечь в оборот заброшенный участок



Рис. 4. Анализ чувствительности

Fig. 4. Sensitivity analysis

Источник: расчеты авторов.

Отметим, что в качестве значимых в модели приняты переменные, оценка чувствительности распределения (variance reduction) в целевых узлах для которых составляет более 1%. Предсказуемым результатом также явилось и то, что целевые переменные – намерение увеличить площади используемых сельхозугодий и намерение вовлечь в оборот заброшенный участок – показали наибольшее влияние друг на друга, поскольку по сути решения являются взаимообусловленными.

БС поддерживают как прямой, так и обратный причинный вывод. Модель позволяет не только прогнозировать исход в целевом узле посредством ввода определенных значений входных переменных, но и диагностировать возможные причины получения заданного исхода в целевом узле. Посредством наблюдения эффектов взаимодействия факторов на основе диагностического анализа выполняется оценка силы взаимосвязей между переменными. Так, зная, что сельхозпроизводитель имеет намерение расширить площади используемых сельхозугодий (вариант ответа – «да»), можно вывести по данным условных вероятностей, что в силу данного обстоятельства вероятность того, что рассматриваемое хозяйство возделывает зерновые культуры, возрастает на 15% относительно исходного априорного уровня (табл. 4). Аналогично, в случае, если известно, что сельхозпроизводитель имеет положительное намерение расширить площади сельхозугодий, на основе пересчета значений условных вероятностей в связанных узлах можно оценить, что вероятность того, что фермер моложе 40 лет, возрастает на 12%; вероятность того, что плотность поголовья скота в хозяйстве низкая (<0,5 голов на 1 га), снижается на 8,8%, а вероятность того, что менеджер или глава хозяйства не принадлежит к этнической коренной группе, повышается на 10,4%.

Подобный причинный вывод позволил оценить изменения априорных вероятностей в получении определенных характеристик хозяйств и менеджеров или глав хозяйств при различных намерениях использовать заброшенный земельный участок. Среди лиц, оценивающих фактор коррупции как важный, вероятность принятия положительного решения о вовлечении в оборот заброшенного участка снижалась на 4,2% по сравнению с априорной вероятностью 25,9% (при этом относительное снижение составило 16%) (табл. 5).

В случае, когда сельхозпроизводитель имеет позитивные намерения относительно вовлечения в оборот заброшенных земель, можно сделать вывод о том, что в силу данного обстоятельства вероятность наличия производства зерновых культур в хозяйстве возрастает на 11,8% по сравнению с априорной величиной 33,3%. Аналогичным образом можно вывести, что вероятность того, что сельхозпроизводитель, имеющий намерения вовлечь в обо-

рот заброшенное поле, имеет возраст моложе 40 лет, возрастает на 8,8% по сравнению с априорной вероятностью – 42,3%, вероятность того, что плотность поголовья скота в данном хозяйстве низкая (<0,5 усл. гол./га), ниже на 6,6%, а вероятность того, что лицо, принимающее решение, не принадлежит к этническому коренному населению, повышается на 11,7%.

Таблица 4

Изменение априорной вероятности для различных групп сельхозпроизводителей в зависимости от намерения относительно расширения площадей используемых сельхозугодий

Table 4

Probability change for different groups of farmers that aim to increase farmland

Переменная (узел)	Априорная вероятность, %	Изменение %, если в узле «Намерение расширить площади сельхозугодий» =	
		да	нет
Намерение вовлечь в оборот			
да	38,8	47,4	29,7
нет	61,2	-47,4	29,7
Производство зерновых			
да	33,3	15,1	-9,4
нет	66,7	-15,1	9,4
Доля этнического коренного населения			
<0,06	36,8	5,8	-3,7
0,06–0,55	30,4	7,1	-4,5
0,55–1	32,9	-13,1	8,1
Возраст			
20–40	42,3	12,4	-7,8
40–50	28,2	-5,3	3,3
50–70	29,5	-7,0	4,5
Плотность поголовья скота			
<0,5	39,8	-8,8	5,6
0,5–1,2	28,3	10,7	-6,7
>1,2	31,9	-1,8	1,1
Этническое коренное население			
да	39,6	-10,4	6,5
нет	60,4	10,4	-6,5
Площадь земель			
<10	34,5	-5,0	3,1
10–40	35,2	5,0	-3,2
40–4000	30,3	0,0	0,1

Источник: расчеты авторов.

Таблица 5

**Изменение априорной вероятности для различных групп
сельхозпроизводителей в зависимости от намерения вовлечения
в оборот заброшенных сельскохозяйственных земель**

Table 5

**Probability change for different groups of farmers that aim
to recultivate abandoned farmland**

Переменная (узел)	Априорная вероятность, %	Изменение %, если в узле «Намерение вовлечь в оборот» =	
		да	нет
Намерение расширить площадь сельхозугодий			
да	38,5	47,0	29,8
нет	61,5	-47,0	29,8
Доля этнического коренного населения			
<0,06	36,8	5,0	-3,2
0,06–0,55	30,4	11,2	-7,1
0,55–1	32,9	-16,3	10,2
Коррупция			
1 – не важно	23,6	-10,8	6,8
2 – маловажно	28,4	0,2	-0,1
3 – важно	25,9	6,5	-4,2
4 – очень важно	22,2	4,0	-2,6
Производство зерновых			
да			
нет			
Этническое коренное население			
да	39,6	-10,4	6,5
нет	60,4	10,4	-6,5
Плотность поголовья скота			
<0,5	39,8	-8,8	5,6
0,5–1,2	28,3	10,7	-6,7
>1,2	31,9	-1,8	1,1
Возраст			
20–40	42,3	12,4	-7,8
40–50	28,2	-5,3	3,3
50–70	29,5	-7,0	4,5
Расширение сельхозугодий в прошлом			
да			
нет			
Площадь земель			
<10	34,5	-5,0	3,1
10–40	35,2	5,0	-3,2
40–4000	30,3	0,0	0,1

Источник: расчеты авторов.

3.4. Вероятность вовлечения в оборот заброшенных земель и предпочитаемый режим их использования

По результатам исследования получены оценки предпочтения сельхозпроизводителей относительно режимов землепользования в случае реализации их намерений по вовлечению в оборот заброшенного участка с учетом степени его закустаривания и залесения, выступающей косвенной оценкой затрат на данные мероприятия (рис. 5, А). Также выполнена оценка средней величины желаемой площади земельного участка, вовлекаемого в оборот (рис. 5, Б). Анализ показал, что наиболее часто сельскохозяйственные производители отдают предпочтение заброшенным участкам с отсутствием или малой степенью закустаривания и залесения. Такие участки наиболее вероятно, согласно предпочтениям респондентов, использовались бы для производства продукции растениеводства. Степень готовности сельхозпроизводителя привлечь заброшенные сельхозугодья для производства растениеводческой продукции снижается при увеличении степени закустаривания и залесения, наиболее предпочитаемая форма использования на участках средней и высокой степени закустаривания и залесения – пастбище и сенокос. Также выявлено, что желаемая площадь земельного участка, возвращаемого в оборот, уменьшается при возрастании степени его закустаривания и залесения.

4. ДИСКУССИЯ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование показало, что в Республике Бурятия проблема забрасывания сельскохозяйственных земель стоит остро, при этом существует определенный спрос на использование или возвращение в оборот заброшенных земель. Следует отметить, что количественная оценка намерений сельхозпроизводителей по вовлечению в оборот заброшенных сельхозугодий в подобном контексте выполнена впервые. До недавнего времени исследования в основном фокусировались на анализе детерминант или факторов, обуславливающих процессы забрасывания сельскохозяйственных земель (Li, Li, 2017; van Vliet et al., 2015). В настоящем исследовании выявлена сильная взаимосвязь между намерением использовать заброшенный земельный участок и намерением сельхозпроизводителя увеличить площади используемых сельхозугодий. Сельхозпроизводители, даже при наличии свободных площадей, склонны использовать уже обрабатываемые участки. Однако для тех агентов, которые желают расширить масштабы хозяйственной деятельности посредством приобретения дополнительных земель, наличие значительных площадей заброшенных полей в регионе представляет дополнительную возможность. Заброшенные участки могут быть доступны по го-

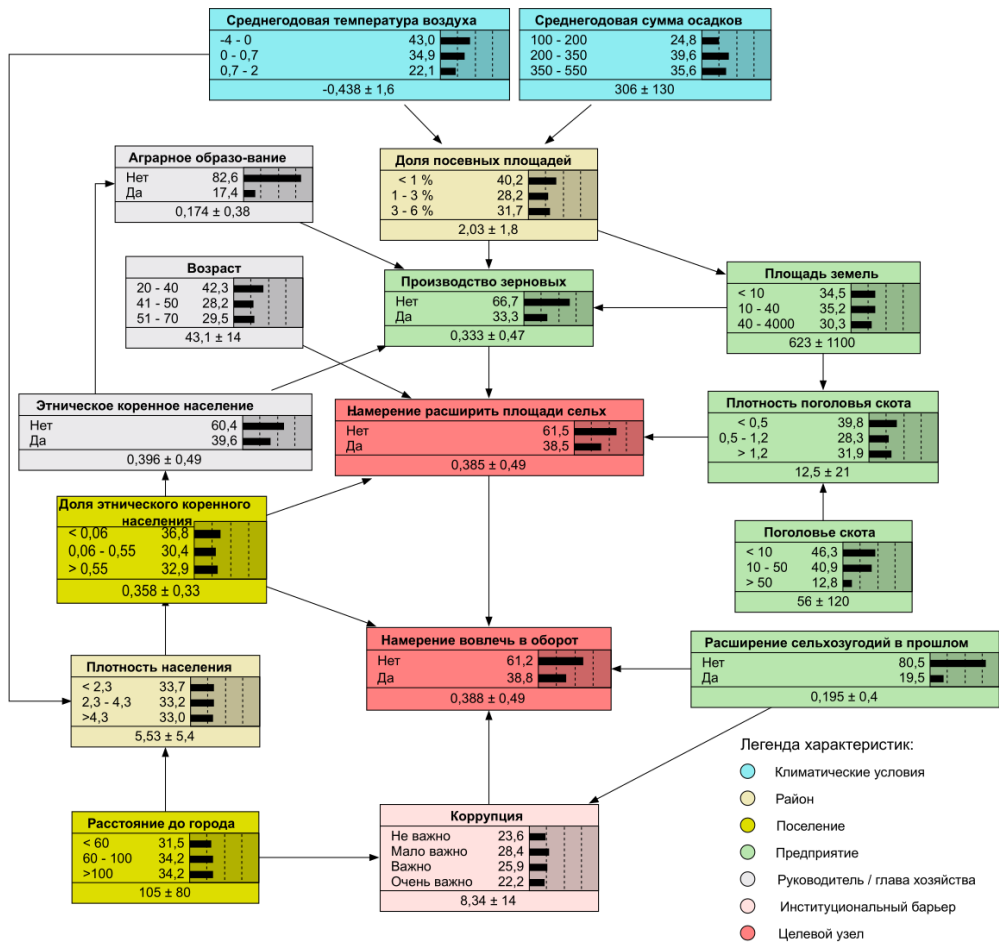


Рис. 3. Байесовская сеть

Fig. 3. Bayesian network

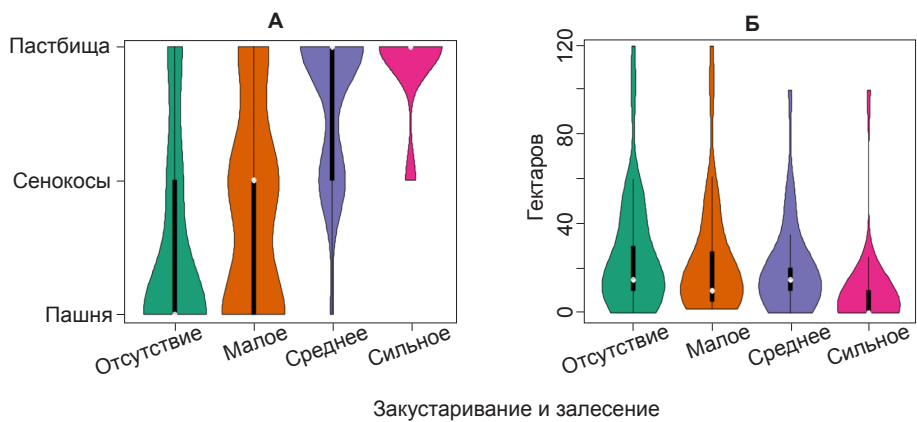


Рис. 5. Предпочитаемый режим использования заброшенных участков сельхозугодий (А) и желаемая средняя площадь земельного участка (Б)

Fig. 5. Desired land use on recultivated lands (A) and the desired average area (B)

раздо более низким ценам по сравнению с уже используемыми, поскольку требуют проведения дополнительных мероприятий по их очистке от кустарников и деревьев (Larsson, Nilsson, 2005) и, как правило, характеризуются низким плодородием (Meufroidt et al., 2016; Prishchepov et al., 2013).

Исследование, проведенное в рамках агента-ориентированного интегративного теоретического подхода, выявило значимость фактора субъективного восприятия коррупции как институционального барьера, сдерживающего процессы вовлечения в оборот заброшенных земель. В исследовании коррупция рассматривалась, среди прочих факторов, в контексте оценки несправедливости в распределении земельных ресурсов. Коррупция в административных органах зачастую становится причиной значительного ослабления механизмов управления земельными ресурсами и землепользованием. Так, в рейтинге самых коррумпированных госслужб Мексики именно органы, отвечающие за земельные вопросы, занимают одну из самых верхних позиций (Transparency..., 2011). Одним из решений этой проблемы является создание эффективной государственной программы внедрения онлайн-кадастра. Полезным нововведением также могло бы стать внедрение технологий, таких как блокчейн, способных расширить возможности отслеживания и повысить прозрачность сделок с земельными участками (Ameuaw, de Vries, 2020). При этом не следует забывать, что социально-психологические установки, связанные с восприятием коррупции в обществе, могут укорениться и долго сохранять особенности системы управления земельными ресурсами (Becker et al., 2016). Следовательно, даже с появлением новых эффективных институтов их работа еще многие годы может осложняться отсутствием адекватного восприятия со стороны населения.

Исследование также выявило, что намерения по вовлечению в оборот заброшенных земель можно связать с индивидуальными характеристиками сельхозпроизводителя, такими как наличие подобного опыта в прошлом, возраст и принадлежность к этнической группе. Так, намерение использовать заброшенный участок встречается реже среди респондентов старшего возраста. Этот вывод согласуется с теорией жизненного пути, согласно которой по мере прохождения разных этапов жизни человек пересматривает свои приоритеты, учитывая вероятность возникновения более высоких альтернативных издержек от ведения сельскохозяйственной деятельности (Elder et al., 2003). Вывод о том, что возраст агента является фактором, влияющим на желание вовлекать в оборот заброшенные земли, согласуется и с известными результатами, которые подтвердили наличие связи между частичной занятостью в сельском хозяйстве и решениями о забрасывании земель, например, в Дании (Kristensen et al., 2004), Швейцарии (Gellrich et al., 2007) и Латвии (Grinfelde, Mathijs, 2004). Следует отметить, что связь между намерением ис-

пользовать заброшенный участок и возрастом сельхозпроизводителя может быть определена опосредованно через институт наследования (Cavicchioli et al., 2018), в частности, наличие или отсутствие наследников аграрного бизнеса; этот фактор представляет интерес для дальнейшего исследования.

Исследование также выявило, что этническая принадлежность сельхозпроизводителя, а также этнический состав в сельском поселении, где проживает лицо, принимающее решение относительно ведения сельского хозяйства, влияют на намерение вовлекать в оборот заброшенные земли. Так, сельхозпроизводители, принадлежащие к этническому коренному населению, не проявляли интереса к использованию заброшенных земель, в частности для производства зерновых культур. Возможно, объяснять этот факт следует тем, что этническое коренное население, например буряты, традиционно занимаются животноводством, включая номадное скотоводство (Tulokhonov, 2011); их религиозные и культурные установки не способствуют стремлению к растениеводству. При советской власти процессы коллективизации и создания колхозов и совхозов проводились под управлением государства, пусть и с учетом природных условий. В последующий период после развала Советского Союза в 1991 г., приведшего к расформированию колхозов и совхозов, наблюдалось возрождение национального самосознания и религиозных практик, включая буддизм и шаманизм. Например, этнические буряты причисляют себя к потомкам кочевников. Поэтому экстенсивное животноводство и номадное скотоводство для них более привлекательно, чем растениеводство. Напротив, русские, переселившиеся в Сибирь (и в том числе Бурятию) в ходе нескольких иммиграционных волн, в течение последних 400 лет преимущественно занимались растениеводством, например выращиванием зерна, и такая практика ведения сельского хозяйства не противоречит их религиозным убеждениям (например, православных христиан) (Okladnikov, 1968; Prishchepov et al., 2020). Исследование подтвердило, что население, не принадлежащее к этнической коренной группе, часто сочетает в хозяйственной деятельности животноводство и растениеводство. В то же время, настаивая на том, что это абсолютная истина, можно предположить, что вовлечение в оборот заброшенных участков, сопровождаемое вырубкой кустарников и деревьев, представляет собой вмешательство в гармонию природы и противоречит верованиям и исторически сложившимся традициям коренного этнического населения. Следует отметить, что современная практика расширения пахотных земель посредством очистки полей от кустарников и молодого древостоя близка по своей сути к подсеčno-огневному земледелию, которое было широко распространено среди русских поселенцев в Сибири еще в начале XX в. Подобная гипотеза может быть изучена, проверена или отвергнута в рамках будущих исследований.

Анализ вероятности вовлечения в оборот заброшенных земель и предпочтений относительно режима их использования (цель № 2) показал, что намерения сельхозпроизводителей относительно использования заброшенных участков в основном ориентированы на участки, на которых закустаривание и залесение отсутствуют либо выражены незначительно. На текущий момент, спустя 30 лет после начала массового забрасывания земель в России вследствие распада Советского Союза и перехода от административно-командной к рыночной экономике, многие заброшенные поля естественным образом заросли кустарниками и древесной растительностью (Potarov et al., 2014; Schierhorn et al., 2013). Поэтому затраты на вовлечение в оборот заброшенного участка являются высокими и сопоставимы со стоимостью приобретения самого участка (Larsson, Nilsson, 2005) и с затратами на оформление соответствующих документов (Meshkov, 2014). Затраты на возврат в оборот участков сельхозугодий могут значительно возрастать также по мере восстановления естественной растительности на заброшенных полях. Поэтому заброшенные поля для сельхозпроизводителей не имеют большого приоритета. Исследование также показало, что для возделывания зерновых культур сельхозпроизводители в первую очередь предполагали использовать заброшенные поля с неизменным или незначительно измененным растительным покровом. Этот вывод согласуется с тем, что ожидаемый доход от растениеводства превосходит таковой от животноводства. Поля со средней и высокой степенью закустаренности и облесения в первую очередь рассматривались как земли, рассчитанные под сенокосы и пастбища, причем нередко заброшенные сельхозугодья со средней или высокой степенью закустаривания и залесения располагаются в отдаленных районах вблизи опушки леса (Potarov et al., 2014; Sieber et al., 2013). Также степень пригодности заброшенных участков для сельскохозяйственного производства является низкой в связи со значительной удаленностью от населенных пунктов (Sieber et al., 2013) и близостью лесных угодий (рассеивание семян). Заброшенные поля со средней или высокой степенью закустаривания и залесения при их использовании в земледелии зачастую отличаются низким плодородием / урожайностью, и, вероятно, именно поэтому сельхозпроизводители предпочитают использовать такие участки под сенокосы, представляющие «ценную товарную культуру» на селе – сено, и под пастбища. Таким образом, распределение заброшенных земель с разной степенью залесения и разными предпочитаемыми режимами использования хорошо отражает теорию земельной ренты Д. Рикардо (Barlowe, 1986; Prishchepov et al., 2013).

Желание (намерения) сельхозпроизводителей вовлечь в оборот заброшенные земли не обязательно означает, что такие заброшенные участки будут использованы (действия). Готовность использовать заброшенный участок

показали менее половины участников опроса. Как показало исследование, решение об использовании заброшенных земель может быть определено множеством факторов, включая личные потребности, стимулы к ведению сельского хозяйства, жизненный путь, а также сдерживающие факторы экономического и институционального характера, такие как коррупция. Чтобы мягко направлять поведенческие устремления субъекта в сторону вовлечения в оборот заброшенных земель, необходимо лучше понимать концепцию подталкивания (nudges) (Kuhfuss et al., 2016; Nagatsu, 2015; Valatin et al., 2016). На основе принципов поведения можно выделить различные стратегии подталкивания, такие как стимулирование (incentives), выбор «по умолчанию» (defaults), заметность или салиентность (salience) и влияние (affect), нормы (norms) и информирование (messenger), праймеринг (priming), обязательство – «чувство долга» (commitments) и эго (ego) (Blumenthal-Barby, Burroughs, 2012). Из указанных выше методов подталкивания в качестве актуальных с точки зрения возврата в оборот заброшенных земель можно выделить стратегию стимулирования или стратегию обязательства и эго. Стимулирование может влиять, например, следующим образом: собственники, готовые вернуть в производство заброшенные участки, получают субсидии, компенсирующие часть затрат, связанных с вовлечением в оборот. Обязательство и эго, как поведенческий принцип, могут быть использованы для подталкивания собственников земли к возврату в оборот заброшенных земель посредством проведения с ними информационно-разъяснительной работы, посвященной проблемам, которые возникают в связи с забрасыванием сельхозугодий, в частности – распространение сорной растительности на соседние участки или повышение пожароопасности (Dubinin et al., 2011). Вовлечение в оборот заброшенных земель важно для общества, а для землепользователя, осознавшего, что он занимается полезным делом и тем самым вносит свой вклад в общее благо, сама эта работа может стать источником удовлетворения и хорошего настроения. Также чувство удовлетворения может быть вызвано социальными и этнокультурными причинами, например, работа по уходу за ландшафтом может восприниматься как возделывание собственного «эдемского сада», а создание новых рабочих мест в сельском хозяйстве – как мера борьбы с выездной миграцией из сельских территорий (Bednaříková et al., 2016).

Рассматривая ограничения исследования, можно также отметить направления развития данной темы в перспективе. В ходе работы было проведено 149 очных опросов и заполнены анкеты, по данным которых была разработана БС. Такого количества наблюдений было достаточно для разработки простой, но учитывающей разнородные факторы БС (Frayner et al., 2014; Prishchepov et al., 2019), а также для обсуждения соответствующих вопросов с сельхозпроизводителями и прочими заинтересованными сторонами.

Однако такой объем данных привел к ограниченности модели по количеству вершин (переменных). В ходе сбора данных необходимо было соблюдать баланс между затратами финансов и времени (территория от юго-западной до северной части Бурятии, с неравномерно разбросанными по ней населенными пунктами и участками пахотных земель, имеет протяженность порядка 1300 км). Несмотря на относительно небольшую выборку данных, модель БС при ограниченном наборе переменных позволила обеспечить приемлемую точность классификации благодаря возможности использовать в ходе работы известные результаты и знания экспертов при разработке структуры модели, а также применению эффективных алгоритмов параметризации. Несмотря на то, что методология БС изначально разработана как мощное средство интеллектуального анализа и обнаружения знаний в массивах больших данных, сеть способна показывать высокие результаты и при работе с небольшими наборами данных по сравнению с другими моделями, такими как логит-регрессия и нейронные сети (Doron, Gaudreau, 2014; Eisenstein, Alemi, 1996; McNeish, 2016). Опрос был сфокусирован на сельхозпроизводителях, активно занимающихся сельским хозяйством. В связи с этим исследование можно расширить для понимания стратегий подталкивания, которые бы способствовали формированию намерений представителей домохозяйств к работе в сельском хозяйстве.

В модель были включены переменные, отражающие концепцию ряда теорий, потенциально определяющих особенности аграрного землепользования, а именно теория земельной ренты Д. Рикардо (Lambin, 2012), элементы поведенческой экономики (Feola, Binder, 2010), а также теория жизненного пути личности (Elder et al., 2003). В этом аспекте исследование не представляет собой полноценное исследование в рамках поведенческой экономики. Однако, как показало исследование, учет поведенческих элементов следует рассматривать как одно из приоритетных направлений разработки структурированных анкет, если цель состоит в том, чтобы лучше понять мотивацию и решения сельхозпроизводителя относительно вовлечения в оборот заброшенных сельхозугодий. В силу особенностей метода кросс-валидации, используемого при разработке БС, результат не претендует на абсолютную состоятельность выводов о причинно-следственных связях, скорее было проверено правдоподобие гипотез о связях между выбранными факторами и результатами деятельности в сельском хозяйстве. Авторы надеются, что исследование послужит стимулом для развития данной тематики, в частности изучению методов подталкивания, которые могут повлиять на намерение вовлечь в оборот заброшенные сельхозугодья. Знания, полученные в результате таких исследований, могут оказаться полезными для стимулирования участия в аграрной деятельности ранее неактивных до-

мохозайств. В исследовании рассмотрены стандартные режимы использования заброшенных участков (пашня, сенокос и пастбище). Действующее российское законодательство пока не поддерживает ведение коммерческого лесного хозяйства на заброшенных сельскохозяйственных угодьях. Однако данный режим землепользования, распространенный в странах Европейского союза, в будущем может быть разрешен к введению на бывших сельскохозяйственных землях в России и других странах.

В заключение отметим, что исследование позволило выявить факторы, обуславливающие намерения сельхозпроизводителей вовлечь в оборот заброшенные сельхозугодья, и проведено на примере Республики Бурятия в Российской Федерации, где практика забрасывания сельхозугодий была широко распространена в 2018 г. Результаты исследования выявили высокую значимость субъективного восприятия коррупции как фактора, сдерживающего процессы вовлечения в оборот заброшенных земель. Исследование также показало, что решения о перспективах рекультивации тех или иных заброшенных участков формируются под влиянием системы факторов, в которую входят характеристики сельхозпроизводителя и результативность работы хозяйства, биофизические и природные условия, сложившиеся на данном объекте землепользования, а также оценка перспективности того или иного режима использования участка. Также выявлено, что решения субъекта о предстоящих изменениях в землепользовании зависят от нормативных и культурных установок. Оценка намерений в отношении вовлечения в оборот заброшенных сельхозугодий в данном аспекте проведена впервые, поэтому полученные результаты актуальны не только для условий России, где проблема забрасывания сельскохозяйственных земель широко распространена, но также и для других регионов мира, имевших аналогичный опыт.

Благодарность. Авторы признательны анонимным рецензентам и редактору за конструктивные комментарии, которые помогли нам повысить качество рукописи. Благодарим Оюну Балбарову за помощь в вопросах организации логистики и конструктивные замечания. Публикация вносит вклад в деятельность научно-исследовательской группы «Забрасывание земель сельскохозяйственного назначения как феномен глобального изменения сельскохозяйственного землепользования», действующей в рамках Глобальной земельной программы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Aalders I. Modeling Land-Use Decision Behavior with Bayesian Belief Networks. *Ecology and Society*, 2008, vol. 13, no. 1. <https://doi.org/10.5751/ES-02362-130116>
- Afonin A.N., Greene A.N., Dzyubenko S.L., Frolov N.I. Interactive Agricultural Ecological

- Atlas of Russia and Neighboring Countries. *Economic Plants and Their Diseases*, Pests and Weeds, 2009. Available at: http://www.agroatlas.ru/en/content/related/Lonicera_edulis/ (accessed March 2021).
- Agro-Climatic Characteristics of the Republic of Buryatia. Brief Soil and Climatic Characteristics of Agricultural Lands of the Republic of Buryatia*. State Station of the Agrochemical Service 'Buryatskaya', 2019. Available at: http://buragrohim.ru/index/agroklimaticheskoe_opisanie_rb/0-5 (accessed July 2020). (In Russian).
- Aguilera P.A., Fernandez A., Fernandez R., Rumi R., Salmeron A. Bayesian Networks in Environmental Modeling. *Environmental Modelling & Software*, 2011, vol. 26, issue 12, pp. 1376–1388. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2011.06.004>
- Alcantara C., Kuemmerle T., Prishchepov A.V., Radeloff V.C. Mapping Abandoned Agriculture with Multi-Temporal MODIS Satellite Data. *Remote Sensing of Environment*, 2012, vol. 124, pp. 334–347. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2012.05.019>
- All-Russian Population Census of 2010*. Rosstat, 2010. (In Russian).
- Ameyaw P.D., de Vries W.T. Transparency of Land Administration and the Role of Blockchain Technology, a Four-Dimensional Framework Analysis from the Ghanaian Land Perspective. *Land*, 2020, vol. 9, issue 12, 491. <https://doi.org/10.3390/land9120491>
- Analysis of Soil Fertility Indicators of the Republic*. State Station of the Agrochemical Service 'Buryatskaya', 2018. Available at: http://buragrohim.ru/sostojanie_pochvennogo_plodorodija.pdf (accessed July 2020). (In Russian).
- Barlowe R. *Land Resource Economics: The Economics of Real Estate*. Englewood Cliffs NJ: Prentice-Hall, 1986, 559 p.
- Baumann M., Kamp J., Potzschner F., Bleyhl B., Dara A., Hankerson B., Prishchepov A.V., Schierhorn F., Müller D., Holzel N., Kramer R., Urazaliyev R., Kuemmerle T. Declining Human Pressure and Opportunities for Rewilding in the Steppes of Eurasia. *Diversity and Distributions*, 2020, vol. 26, issue 9, pp. 1058–1070. <https://doi.org/10.1111/Ddi.13110>
- Becker S.O., Boeckh K., Hainz C., Woessmann L. The Empire is Dead, Long Live the Empire! Long-Run Persistence of Trust and Corruption in the Bureaucracy. *The Economic Journal*, 2016, vol. 126, issue 590, pp. 40–74. <https://doi.org/10.1111/Ecoj.12220>
- Bednarikova Z., Bavorova M., Ponkina E.V. Migration Motivation of Agriculturally Educated Rural Youth: The Case of Russian Siberia. *Journal of Rural Studies*, 2016, vol. 45, pp. 99–111. <https://doi.org/10.1016/J.Jrurstud.2016.03.006>
- Benayas J.M.R., Martins A., Nicolau J.M., Schulz J.J. Abandonment of Agricultural Land: An Overview of Drivers and Consequences. *CAB Reviews*, 2007. <https://doi.org/10.1079/PAVSNNR20072057>
- Blumenthal-Barby J.S., Burroughs H., Seeking Better Health Care Outcomes: The Ethics of Using the Nudge. *The American Journal of Bioethics*, 2012, vol. 12, pp. 1–10. <https://doi.org/10.1080/15265161.2011.634481>
- Bogdanov M.N. *Essays on History of the Buryat-Mongolian People*. Ulan-Ude, 2014, 304 p. (In Russian).
- Boldanov T.A., Mukhin G.D. Ecological Adaptation of Agricultural Land Use Under Climate Change in the Republic of Buryatia. *Arid Ecosystems*, 2019, vol. 9, pp. 7–14. <https://doi.org/10.1134/S2079096119010049>
- Boldanov T.A., Namzhilova L.G., Tulokhonov A.K. Historical Experience of Organic Agriculture Management in Transbaikalia. *Geography and Natural Resources*, 2018, vol. 39, pp. 248–253. <https://doi.org/10.1134/s1875372818030083>
- Calvo-Iglesias M.S., Fra-Paleo U., Crecente-Maseda R., Díaz-Varela R.A. Directions of Change in Land Cover and Landscape Patterns from 1957 to 2000 in Agricultural Landscapes in NW Spain. *Environmental Management*, 2006, vol. 38, pp. 921–933. <https://doi.org/10.1007/s00267-005-0276-1>

- Cavicchioli D., Bertoni D., Pretolani R. Farm Succession at a Crossroads: The Interaction Among farm Characteristics, Labour Market Conditions, and Gender and Birth Order Effects. *Journal of Rural Studies*, 2018, vol. 61, pp. 73–83. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2018.06.002>
- Ceddia M.G. The Impact of Income, Land, and Wealth Inequality on Agricultural Expansion in Latin America. *PNAS U.S.A.*, 2019, vol. 116, pp. 2527–2532. <https://doi.org/10.1073/pnas.1814894116>
- Celio E., Andriatsitohaina R.N.N., Zaehring J.G. A Serious Game to Parameterize Bayesian Networks: Validation in a Case Study in Northeastern Madagascar. *Environmental Modelling & Software*, 2019, vol. 122, 104525. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2019.104525>
- Central Statistical Database. Rosstat, 2018. Available at: <http://www.gks.ru/dbscripts/Cbsd/DBInet.cg> (accessed March 2020). (In Russian).
- Chaudhary S., Wang Y., Dixit A.M., Khanal N.R., Xu P., Fu B., Yan K., Liu Q., Lu Y., Li M. A Synopsis of Farmland Abandonment and Its Driving factors in Nepal. *Land*, 2020, vol. 9, issue 3, 84. <https://doi.org/10.3390/land9030084>
- Corruption in the Land Sector. *Transparency International. Working Paper No. 4*, 2011, 5 p. Available at: <http://www.fao.org/3/am943e/am943e00.pdf> (accessed June 2021).
- Doron J., Gaudreau P. A Point-by-Point Analysis of Performance in a Fencing Match: Psychological Processes Associated with Winning and Losing Streaks. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 2014, vol. 36, issue 1, pp. 3–13. <https://doi.org/10.1123/jsep.2013-0043>
- Dubinin M., Lushekina A., Radeloff V.C. Climate, Livestock, and Vegetation: What Drives Fire Increase in the Arid Ecosystems of Southern Russia? *Ecosystems*, 2011, vol. 14, pp. 547–562. <https://doi.org/10.1007/s10021-011-9427-9>
- Eisenstein E.L., Alemi F. A Comparison of Three Techniques for Rapid Model Development: An Application in Patient Risk-Stratification. *Proceedings of the AMIA Annual Fall Symposium*, 1996, pp. 443–447.
- Elder G.H., Johnson M.K., Crosnoe R. The Emergence and Development of Life Course Theory. *Handbook of the Life Course*. Springer, 2003, pp. 3–19.
- Estel S., Kuemmerle T., Alcantara C., Levers C., Prishchepov A., Hostert P. Mapping Farmland Abandonment and Recultivation Across Europe Using MODIS NDVI Time Series. *Remote Sensing of Environment*, 2015, vol. 163, pp. 312–325. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2015.03.028>
- Fedorov L. Regional Inequality and Regional Polarization in Russia, 1990–99. *World Development*, 2002, vol. 30, issue 3, pp. 443–456. [https://doi.org/10.1016/S0305-750X\(01\)00124-3](https://doi.org/10.1016/S0305-750X(01)00124-3)
- Feola G., Binder C.R. Towards an Improved Understanding of Farmers' Behaviour: The Integrative Agent-Centred (IAC) Framework. *Ecological Economics*, 2010, vol. 69, issue 12, pp. 2323–2333. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.07.023>
- Feola G., Lerner A.M., Jain M., Montefrio M.J.F., Nicholas K.A. Researching Farmer Behaviour in Climate Change Adaptation and Sustainable Agriculture: Lessons Learned From Five Case Studies. *Journal of Rural Studies*, 2015, vol. 39, pp. 74–84. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2015.03.009>
- 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., Rockstrom J., Sheehan J., Siebert S., Tilman D., Zaks D.P.M. Solutions for a Cultivated Planet. *Nature*, 2011, vol. 478, pp. 337–342. <https://doi.org/10.1038/nature10452>
- Frayser J., Sun Z., Müller D., Munroe D.K., Xu J. Analyzing the Drivers of Tree Planting in

- Yunnan, China, with Bayesian Networks. *Land Use Policy*, 2014, vol. 36, pp. 248–258. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2013.08.005>
- Garcia-Martinez A., Olaizola A., Bernues A. Trajectories of Evolution and Drivers of Change in European Mountain Cattle Farming Systems. *Animal*, 2009, vol. 3, issue 1, pp. 152–165. <https://doi.org/10.1017/S1751731108003297>.
- Geist H.J., Lambin E.F. Proximate Causes and Underlying Driving Forces of Tropical Deforestation. *BioScience*, 2002, vol. 52, no. 2, pp. 143–150. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2002\)052\[0143:PCAUDF\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2002)052[0143:PCAUDF]2.0.CO;2)
- Gellrich M., Baur P., Koch B., Zimmermann N.E. Agricultural Land Abandonment and Natural Forest Re-Growth in the Swiss Mountains: A Spatially Explicit Economic Analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 2007, vol. 118, issue 1–4, pp. 93–108. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.05.001>
- Grinfelde I., Mathijs E. Agricultural Land Abandonment in Latvia: An Econometric Analysis of Farmers' Choice. *Agricultural Economics Society Annual Conference*, Imperial College, South Kensington. London, 2004, pp. 1–24.
- He Y., Xie H., Peng C. Analyzing the Behavioural Mechanism of Farmland Abandonment in the Hilly Mountainous Areas in China From the Perspective of Farming Household Diversity. *Land Use Policy*, 2020, vol. 99, 104826. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104826>
- Hersperger A., Gennaio M., Verburg P., Bürgi M. Linking Land Change with Driving Forces and Actors: Four Conceptual Models. *Ecology and Society*, 2010, vol. 15, pp. 1–17.
- Ioffe G., Nefedova T., Zaslavsky I. From Spatial Continuity to Fragmentation: The Case of Russian Farming. *Annals of the Association of American Geographers*, 2004, vol. 94, pp. 913–943. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8306.2004.00441.x>
- Jensen F.V., Nielsen T.D. *Bayesian Networks and Decision Graphs*. New York: Springer-Verlag, 2007, 448 p. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-68282-2>
- Kamp J. Weighing up Reuse of Soviet Croplands. *Nature*, 2014, vol. 505, 483. <https://doi.org/10.1038/505483d>
- Kraemer R., Prishchepov A.V., Müller D., Kuemmerle T., Radeloff V.C., Dara A., Terekhov A., Frühauf M. Century-Long Warming Trends in the Upper Water Column of Lake Tanganyika. *PLoS One*, 2015, vol. 10, pp. 1–17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0132490>
- Kristensen L.S., Thenail C., Kristensen S.P. Landscape Changes in Agrarian Landscapes in the 1990s: The Interaction between Farmers and the Farmed Landscape. A Case Study from Jutland, Denmark. *Journal of Environmental Management*, 2004, vol. 71, issue 3, pp. 231–244.
- Kuhfuss L., Preget R., Thoyer S., Hanley N. Nudging Farmers to Enrol Land Into Agri-Environmental Schemes: The Role of a Collective Bonus. *European Review of Agricultural Economics*, 2016, vol. 43, issue 4, pp. 609–636. <https://doi.org/10.1093/erae/jbv031>
- Lambin E.F. Global Land Availability: Malthus Versus Ricardo. *Global Food Security*, 2012, vol. 1, issue 1, pp. 83–87. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2012.11.002>
- Larsson S., Nilsson C. A Remote Sensing Methodology to Assess the Costs of Preparing Abandoned Farmland for Energy Crop Cultivation in Northern Sweden. *Biomass and Bioenergy*, 2005, vol. 28, issue 1, pp. 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2004.05.003>
- Lesiv M., See L., Laso Bayas J.C., Sturn T., Schepaschenko D., Karner M., Moorthy I., McCallum I., Fritz S. Characterizing the Spatial and Temporal Availability of Very High Resolution Satellite Imagery for Monitoring Applications. *Earth System Science Data Discuss*, 2018, pp. 1–24. <https://doi.org/10.5194/essd-2018-13>
- Levers C. *Understanding Spatial Patterns of Land-System Change in Europe*. Mathematisch-

- Naturwissenschaftliche Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin, Dissertation, 2016, 273 p.
- Levers C., Schneider M., Prishchepov A.V., Estel S., Kuemmerle T. Spatial Variation in Determinants of Agricultural Land Abandonment in Europe. *Science of the Total Environment*, 2018, vol. 644, pp. 95–111. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.326>
- Li S., Li X. Global Understanding of Farmland Abandonment: A Review and Prospects. *Journal of Geographical Sciences*, 2017, vol. 27, pp. 1123–1150. <https://doi.org/10.1007/s11442-017-1426-0>
- Madsen A.L., Jensen F., Kjærulff U.B., Lang M. The HUGIN Tool for Probabilistic Graphical Models. *International Journal on Artificial Intelligence Tools*, 2005, vol. 14, no. 3, pp. 507–543. <https://doi.org/10.1142/S0218213005002235>
- March J.G., Olsen J.P. *Rediscovering Institutions: The Organizational Basis of Politics*. New York: The Free Press, 1989, 227 p.
- Marien S., Hooghe M. Does Political Trust Matter? An Empirical Investigation Into the Relation Between Political Trust and Support for Law Compliance: Does Political Trust Matter? *European Journal of Political Research*, 2011, vol. 50, issue 2, pp. 267–291. <https://doi.org/10.1111/j.1475-6765.2010.01930.x>
- McNeish D. On Using Bayesian Methods to Address Small Sample Problems. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 2016, vol. 23, issue 5, pp. 750–773. <https://doi.org/10.1080/1070511.2016.1186549>
- Meshkov S.A. Modern Problems of Economic Security of the Land Market and Ways to Solve Them. *Aktualnye Voprosy Ekonomicheskikh Nauk* [Current Issues of Economic Sciences], 2014, no. 37, pp. 152–155. (In Russian).
- Meyfroidt P. Approaches and Terminology for Causal Analysis in Land Systems Science. *Journal of Land Use Science*, 2016, vol. 11, issue 5, pp. 501–522. <https://doi.org/10.1080/1747423X.2015.1117530>
- Meyfroidt P., Schierhorn F., Prishchepov A.V., Müller D., Kuemmerle T. Drivers, Constraints and Trade-Offs Associated with Recultivating Abandoned Cropland in Russia, Ukraine and Kazakhstan. *Global Environmental Change*, 2016, vol. 37, pp. 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.01.003>
- Nagatsu M. Social Nudges: Their Mechanisms and Justification. *Review of Philosophy and Psychology*, 2015, vol. 6, pp. 481–494. <https://doi.org/10.1007/s13164-015-0245-4>
- Norsys Software Corporation, 2015. Available at: <https://www.norsys.com/> (accessed June 2021).
- Okladnikov A.P. *The History of Siberia from Ancient Times to the Present Day. Vol. 2. Siberia as Part of Feudal Russia*. Leningrad, 1968, 540 p. (In Russian).
- Pearl J. *Causality: Models, Reasoning, and Inference*. Cambridge University Press, 2009, 478 p.
- Pearl J. *Probabilistic Reasoning in Intelligent Systems*. Elsevier, 1988, 552 p. <https://doi.org/10.1016/C2009-0-27609-4>
- Potapov P.V., Turubanova S.A., Tyukavina A., Krylov A.M., McCarty J.L., Radeloff V.C., Hansen M.C. Eastern Europe's Forest Cover Dynamics from 1985 to 2012 Quantified from the Full Landsat Archive. *Remote Sensing of Environment*, 2015, vol. 159, pp. 28–43. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2014.11.027>
- Prishchepov A.V., Müller D., Dubinin M., Baumann M., Radeloff V.C. Determinants of Agricultural Land Abandonment in Post-Soviet European Russia. *Land Use Policy*, 2013, vol. 30, issue 1, pp. 873–884. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2012.06.011>
- Prishchepov A.V., Ponkina E., Sun Z., Müller D. Revealing the Determinants of Wheat Yields in the Siberian Breadbasket of Russia with Bayesian Networks. *Land Use Policy*, 2019, vol. 80, pp. 21–31. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.09.038>

- Prishchepov A.V., Schierhorn F., Dronin N., Ponkina E.V., Müller D. 800 Years of Agricultural Land-Use Change in Asian (Eastern) Russia. *KULUNDA: Climate Smart Agriculture*. Edited by M. Frühauf, G. Guggenberger, T. Meinel, I. Theesfeld, S. Lentz. Springer International Publishing, 2020, pp. 67–87. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15927-6_6
- Queiroz C., Beilin R., Folke C., Lindborg R. Farmland Abandonment: Threat or Opportunity for Biodiversity Conservation? A Global Review. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2014, vol. 12, issue 5, pp. 288–296. <https://doi.org/10.1890/120348>
- Raldin B.B., Ubugunov L.L., Khertuev V.N., Shagzhiev K.Sh. *Geoecological Aspects of Land Use in the Republic of Buryatia*. Ulan-Ude, 2003. (In Russian).
- Rawls J. *A Theory of Justice*. Harvard University Press, 1999, 560 p.
- Rothstein B., Uslaner E.M. All for All: Equality, Corruption, and Social Trust. *World Politics*, 2005, vol. 58, issue 1, pp. 41–72. <https://doi.org/10.1353/wp.2006.0022>
- Rozelle S., Swinnen J.F.M. Success and Failure of Reform: Insights from the Transition of Agriculture. *Journal of Economic Literature*, 2004, vol. 42, no. 2, pp. 404–456. <https://doi.org/10.1257/0022051041409048>
- Schierhorn F., Kastner T., Kuemmerle T., Meyfroidt P., Kurganova I., Prishchepov A.V., Erb K.-H., Houghton R.A., Müller D. Large Greenhouse Gas Savings Due to Changes in the Post-Soviet Food Systems. *Environmental Research Letters*, 2019, vol. 14, no. 6, 065009. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab1cfl>
- Schierhorn F., Meyfroidt P., Kastner T., Kuemmerle T., Prishchepov A.V., Müller D. The Dynamics of beef Trade between Brazil and Russia and Their Environmental Implications. *Global Food Security*, 2016, vol. 11, pp. 84–92. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2016.08.001>
- Schierhorn F., Müller D., Beringer T., Prishchepov A.V., Kuemmerle T., Balmann A. Post-Soviet Cropland Abandonment and Carbon Sequestration in European Russia, Ukraine, and Belarus. *Global Biogeochemical Cycles*, 2013, vol. 27, issue 4, pp. 1175–1185. <https://doi.org/10.1002/2013GB004654>
- Schiermeier Q. Soviet Union's Collapse Led to Massive Drop in Carbon Emissions. *Nature*, 2019, 1 July. Available at: <https://www.nature.com/articles/d41586-019-02024-6> (accessed July 2021).
- Sheppard B.H., Hartwick J., Warshaw P.R. The Theory of Reasoned Action: A Meta-Analysis of Past Research With Recommendations for Modifications and Future Research. *Journal of Consumer Research*, 1988, vol. 15, issue 3, pp. 325–343.
- Sieber A., Kuemmerle T., Prishchepov A.V., Wendland K.J., Baumann M., Radeloff V.C., Baskin L.M., Hostert P. Landsat-Based Mapping of Post-Soviet Land-Use Change to Assess the Effectiveness of the Oksky and Mordovsky Protected Areas in European Russia. *Remote Sensing of Environment*, 2013, vol. 133, pp. 38–51. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2013.01.021>
- Smaliychuk A., Müller D., Prishchepov A.V., Levers C., Kruhlov I., Kuemmerle T. Recultivation of Abandoned Agricultural Lands in Ukraine: Patterns and Drivers. *Global Environmental Change*, 2016, vol. 38, pp. 70–81. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.02.009>
- Spoor M., Visser O. Restructuring Postponed? Large Russian Farm Enterprises 'Coping With the Market'. *The Journal of Peasant Studies*, 2004, vol. 31, issue 3–4, pp. 515–551. <https://doi.org/10.1080/0306615042000262670>
- State (National) Report on the State and Use of Land in the Russian Federation in 2017. Rosreestr, 2018. Available at: <https://rosreestr.gov.ru/site/activity/gosudarstvennyy-nationalnyy-doklad-o-sostoyanii-i-ispolzovanii-zemel-rossiyskoy-federatsii/> (accessed July 2020). (In Russian).
- State Report 'On the State and Environmental Protection of the Republic of Buryatia'.

- Ministry of Natural Resources and Ecology of the Republic of Buryatia, 2018. Available at: http://egov-buryatia.ru/mpr/activities/reports_and_reports/gosudarstvennyy-doklad.php (accessed June 2021). (In Russian).
- Statistical Yearbook*. Buryatstat. 2019. Ulan-Ude, 2019. Available at: <http://burstat.old.gks.ru/> (accessed December 2020). (In Russian).
- Swinnen J., Burkitbayeva S., Schierhorn F., Prishchepov A.V., Müller D. Production Potential in the ‘Bread Baskets’ of Eastern Europe and Central Asia. *Global Food Security*, 2017, vol. 14, pp. 38–53. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2017.03.005>
- Tasser E., Walde J., Tappeiner U., Teutsch A., Noggler W. Land-Use Changes and Natural Reforestation in the Eastern Central Alps. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 1999, vol. 118, issue 1–4, pp. 115–129. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.05.004>
- The main Results of the All-Russian Agricultural Census of 2016 in the Republic of Buryatia. Volume 1*. Territorial Department of State Statistics for the Republic of Buryatia, Rosstat, 2019. (In Russian).
- Tilman D. Global Environmental Impacts of Agricultural Expansion: The Need for Sustainable and Efficient Practices. *PNAS*, 1999, vol. 96, pp. 5995–6000. <https://doi.org/10.1073/pnas.96.11.5995>
- Triandis H.C. Values, Attitudes, and Interpersonal Behavior. Nebraska Symposium on Motivation. University of Nebraska Press, 1980. Pp. 195–259.
- Tulokhonov A.K. *Buryatia. Encyclopedic Reference Book*. Ulan-Ude, 2011, 646 p. (In Russian).
- Uzun V.Ya. ‘Blind Spots’ and Unused Agricultural Land: Results of the 2016 All-Russia Census of Agriculture. *Ekonomicheskoe Razvitie Rossii = Russian Economic Developments*, 2017, no. 12, pp. 36–43. (In Russian).
- Valatin G., Moseley D., Dandy N. Insights from Behavioural Economics for Forest Economics and Environmental Policy: Potential Nudges to Encourage Woodland Creation for Climate Change Mitigation and Adaptation? *Forest Policy and Economics*, 2016, vol. 72, pp. 27–36. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2016.06.012>
- Van Vliet J., de Groot H.L.F., Rietveld P., Verburg P.H. Manifestations and Underlying Drivers of Agricultural Land Use Change in Europe. *Landscape and Urban Planning*, 2015, vol. 133, pp. 24–36. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.09.001>
- Varese F. The Transition to the Market and Corruption in Post-Socialist Russia. *Political Studies*, 1997, vol. 45, issue 3, pp. 579–596. <https://doi.org/10.1111/1467-9248.00097>
- Visser O., Mamonova N., Spoor M. Oligarchs, Megafarms and Land Reserves: Understanding Land Grabbing in Russia. *The Journal of Peasant Studies*, 2012, vol. 39, issue 3–4, pp. 899–931. <https://doi.org/10.1080/03066150.2012.675574>
- Wang Z., Guo D., Wang X. Determinants of Residents’ E-waste Recycling Behaviour Intentions: Evidence from China. *Journal of Cleaner Production*, 2016, vol. 137, pp. 850–860. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.155>
- You J. Social Trust: Fairness Matters More Than Homogeneity: Social Trust: Fairness Matters. *Political Psychology*, 2012, vol. 33, issue 5, pp. 701–721. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9221.2012.00893.x>
- Zandaraev B.B. Development of Agriculture at the Buryats in the 18th Century. *Vestnik Buryatskogo Gosudarstvennogo Universiteta = The Buryat State University Bulletin*, 2014, pp. 3–7. (In Russian).

Поступила в редакцию / Submitted: 01.09.2021

Одобрена после рецензирования / Approved after reviewing: 10.09.2021

Принята к публикации / Accepted for publication: 13.09.2021

Доступно онлайн / Available online: 30.09.2021