

DOI 10.31509/2658-607x-202363-131
УДК 630*233:630*5

ЗАРАСТАНИЕ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ ДРЕВЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТЬЮ: МАСШТАБЫ, ПРИЧИНЫ, ПУТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ. ОБЗОР

© 2023 г.

Д. В. Гичан *, Д. Н. Тебенькова

*Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН
Россия, 117997, Москва, ул. Профсоюзная, 84/32, стр. 14*

* E-mail: DmitriiGichan@yandex.ru

Поступила в редакцию 11.08.2023
После рецензирования: 15.09.2023
Принята к печати: 18.09.2023

В статье представлен обзор российских и зарубежных работ, посвященных количественным оценкам зарастания древесно-кустарниковой растительностью сельскохозяйственных земель и возможным путям их использования. Особое внимание уделяется анализу причин выбытия земель из пользования и проблемам законодательства, ограничивающим предоставление таких участков для лесовыращивания на территории России. По разным оценкам площадь заброшенных сельскохозяйственных угодий в мире варьирует от 150 до 472 млн га, в России — от 33 до 100 млн га. При этом отмечается тренд к увеличению площади таких земель. Скорость, с которой увеличиваются площади заброшенных сельскохозяйственных земель, в среднем составляет около 1% в год. Она может различаться во времени, а также зависеть от региона. Основные группы факторов, способствующие образованию таких территорий: социальные, экономические, экологические, ландшафтные и исторические. Наиболее перспективно вовлечение таких земель в лесоклиматическую деятельность, особенно для агролесоводства. Это связано с мультипликативным эффектом, с одной стороны, от получения лесных товаров, в т. ч. биоэнергетических, и, с другой стороны, услуг от использования в растениеводческой или скотоводческой деятельности. В настоящее время в России нет законодательной основы, разрешающей лесоразведение на землях сельскохозяйственного назначения, за исключением полезационных насаждений, несмотря на активную позицию заинтересованных организаций и структур власти, поэтому необходима ее разработка.

Ключевые слова: *земли сельскохозяйственного назначения, зарастание, факторы зарастания, лесоклиматический проект*

Общепризнанная проблема изменения климата стимулирует интерес к изучению потенциала лесных экосистем к поглощению и хранению парниковых газов, включая поиск направлений компенсации

выбросов с использованием древесных растений. Так, новая лесная стратегия Европейского союза до 2030 г. направлена на посадку дополнительных трех миллиардов деревьев на нелесных землях для

достижения целей Европейского союза в области биоразнообразия, а также сокращения выбросов парниковых газов минимум на 55% к 2030 году (Новая лесная стратегия ..., 2021). Россия также взяла обязательства по 70%-ому снижению от уровня 1990 г. выбросов парниковых газов (Парижское соглашение, 2015). В соответствии со Стратегией низкоуглеродного развития РФ (Новая лесная стратегия ..., 2021), чтобы стать углеродно-нейтральной к 2060 г., Россия должна компенсировать 1.1 млрд т выбросов CO₂.

В качестве одного из важнейших путей для достижения целей адаптации к изменению климата признаются лесоклиматические проекты. Рациональная организация таких проектов помимо климатических выгод может способствовать поддержанию биоразнообразия, улучшению защитных функций лесов, повышению экономической эффективности лесного сектора, развитию местной экономики (Лесоклиматические проекты ..., 2021). Научное сообщество признает использование заброшенных земель сельскохозяйственного (далее — с.-х.) назначения для лесоразведения одним из перспективных видов лесоклиматических проектов. Обоснованием для использования таких территорий являются: низкая базовая линия, значительные площади этих территорий, а также их мультипликативный эффект, способный приносить выгоды для экономики и сохранения окружающей среды (Резолюция ..., 2021). Актуальность вовле-

чения заброшенных с.-х. земель в лесоклиматическую деятельность обусловлена также подписанием «Декларации Глазго о лесах и землепользовании» (Юргенс, Турбина, 2022). Присоединившиеся к Декларации страны, в том числе Россия, в качестве ключевого направления по сохранению и восстановлению лесов обозначили переход к устойчивому землепользованию, для которого при необходимости должны быть скорректированы национальные с.-х. стратегии и программы. Тем не менее важной проблемой остается отсутствие учета вклада древесной растительности таких лесов в национальные и глобальный бюджет углерода (Zomer et al., 2016). Поэтому оценки площадей заброшенных и зарастающих древесно-кустарниковой растительностью с.-х. земель и анализ факторов их формирования приобретают особую значимость для понимания углерододепонирующего потенциала таких территорий и возможных путей их вовлечения в лесоклиматическую деятельность.

В настоящее время оценки площадей заброшенных с.-х. земель, состава и структуры формирующейся на них растительности в глобальном масштабе затруднены различиями в методах измерения (Subedi et al., 2021), факторы их формирования могут значительно отличаться, поэтому должны рассматриваться индивидуально. Оценки также затруднены в связи разным толкованием термина заброшенных с.-х. земель у различных групп исследователей (Haddaway et al., 2013). Классическим опре-

делением заброшенности является прекращение сельскохозяйственной деятельности на данной территории (Pointereau et al., 2008). Заброшенность с.-х. земель может быть окончательной, неполной, скрытой или повторяющейся, и она представляет собой снижение интенсивности с.-х. деятельности с течением времени (Prishchepov et al., 2021). Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций (ФАО) под забрасыванием с.-х. земель подразумевает прекращение ведения с.-х. деятельности на земельном участке с.-х. назначения в течение короткого или продолжительного периода времени, а также пассивное использование такого участка, начало процессов сукцессии (Land Abandonment ..., 2011; Terres et al., 2013; Analysis of land ..., 2023). Постановление Правительства РФ от 18.09.2020 № 1482 «О признаках неиспользования земельных участков из земель сельскохозяйственного назначения» определяет заброшенные с.-х. земли как территорию, на которой не меньше 50% площади заросло сорняками, а на оставшейся части деятельность не ведется, или территория используется не более чем на 25%. В соответствии с ФЗ от 24.07.2002 № 101-ФЗ «Об обороте земель сельскохозяйственного назначения» земли с.-х. назначения признаются неиспользуемыми и изымаются, если данный участок не используется в течение трех и более лет подряд.

При анализе потенциального использования таких территорий в лесоклиматических

проектах необходим комплексный подход, учитывающий альтернативные виды использования заброшенных с.-х. земель, и подбор наиболее рациональных из них. Такой подход является основой организации оптимизированного лесного хозяйства как для бережного отношения к природным ресурсам, так и для создания синергии с другими областями экономики, связанными с лесами (Kauppi et al., 2018).

Цель настоящей статьи — обсудить оценки зарастания с.-х. земель, причины прекращения ведения с.-х. деятельности, существующие направления вовлечения таких земель в лесоклиматическую деятельность.

МИРОВЫЕ ОЦЕНКИ ЗАРАСТАНИЯ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Тренд сокращения площадей с.-х. угодий с их последующим зарастанием носит глобальный характер. Количество заброшенных с.-х. земель во всем мире в период с 1700 по 1992 гг. оценивается в 150 млн га (Ramankutty, Foley, 1999). В работе Дж. Кэмпбелла с соавторами площадь заброшенных с.-х. угодий оценивается в 385–472 млн га (Campbell et al., 2008). В течение XX в. наибольшее количество с.-х. земель было заброшено в Северной Америке, бывшем Советском Союзе и Южной Азии, за которыми следуют Европа, Южная Америка и Китай (Cramer et al., 2007).

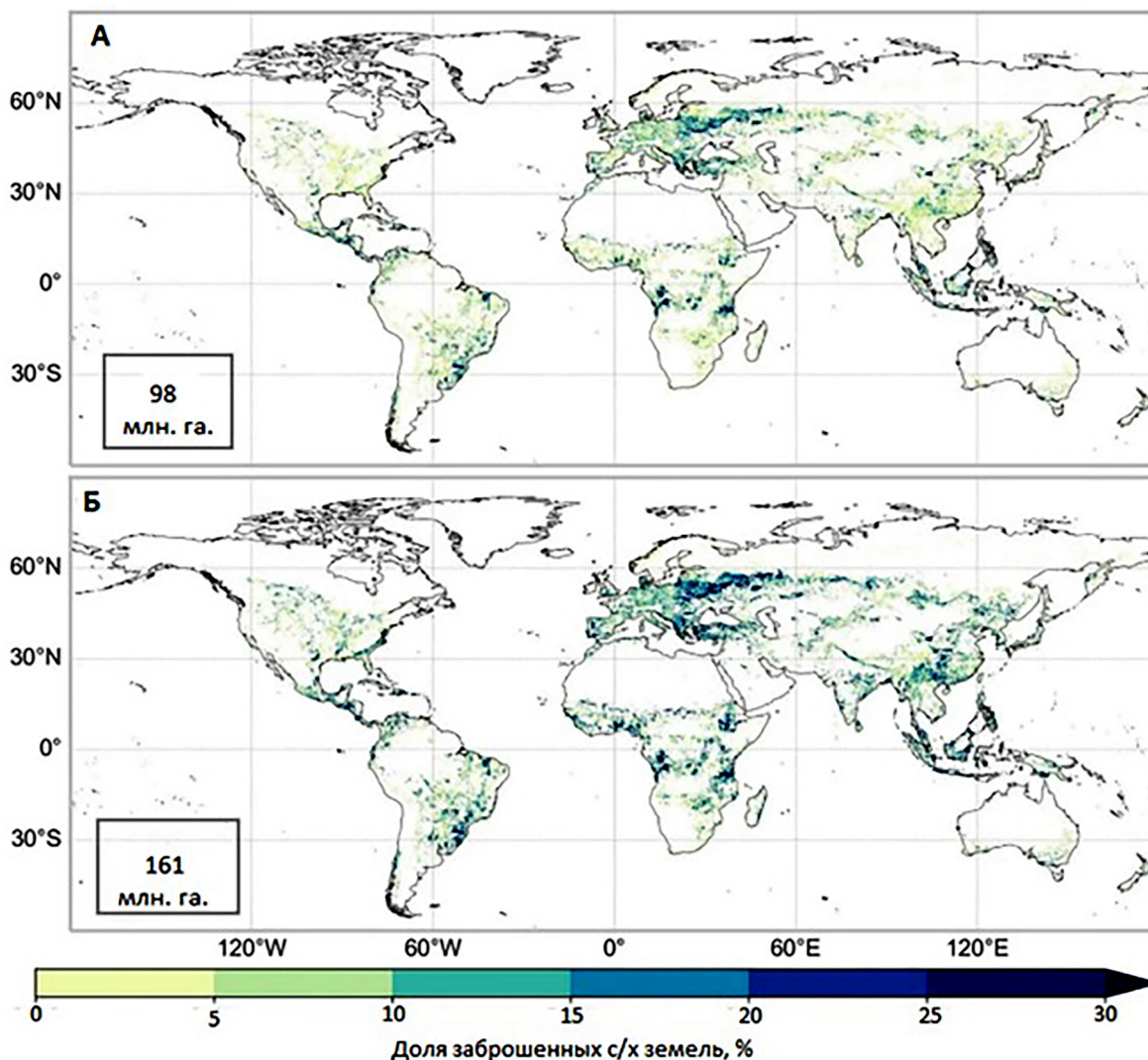


Рисунок 1. Динамика площади лесов на заброшенных с.-х. землях (Gvein et al., 2023)

В работе М. Гвейна с соавторами (Gvein et al., 2023) проведена глобальная оценка площади заброшенных с.-х. земель с 1992 по 2018 гг. на основании материалов дистанционного зондирования земли (ДЗЗ). Общая площадь заброшенных с.-х. земель оценивается в 98 млн га (рис. 1, а). Отмечается рост темпов оставления пахотных земель с 3.6 млн га год⁻¹ в период с 1992 по 2015 гг. до 4.8 млн га год⁻¹ в период с 2015 по 2018 гг. По прогнозу авторов, к 2050 г.

площадь таких земель может увеличиться до 168 млн га (рис. 1, б).

Сокращение площади с.-х. земель не всегда сопровождается оставлением участков. Бывают ситуации, когда изъятие с.-х. земель производится для нужд индустрии, и впоследствии на данных территориях возникают объекты инфраструктуры. Однако в своей работе Д. И. Люри и др. (2010) подчеркивают, что влияние изъятия с.-х. земель для строительства за период с 1961

по 2000 гг. значимо для малого количество стран, например таких, как Япония, Индия, Нидерланды, Бельгия, Германия.

В горных районах Китая в течение первого десятилетия XXI в. выбыло из с.-х. пользования около 28% пахотных земель (Subedi et al., 2021). В частности, с 2000 по 2003 гг. площадь заброшенных с.-х. земель, заросших лесной растительностью, по всему Китаю увеличилась на 1.41 млн га. (Liu et al., 2010). На заброшенных с.-х. землях северного Китая общей площадью 72.48 тыс. га в период с 2003 по 2013 гг. на 20% территории наблюдались процессы формирования лесов на разных сукцессионных стадиях. За этот же период сомкнутые леса сформировались на площади 7.92 тыс. га (Wang et al., 2015).

По оценкам, сделанным на основе данных ДЗЗ, в период с 2002 по 2017 гг. доля заброшенных с.-х. земель от площади возделываемых в 2000 г. по всей территории Китая в среднем составляла 5% (8.47 млн. га). При этом наименьшая доля приходилась на 2002 г. — 3.7%, наибольшая на 2015 г. — 6.8% (Zhu et al., 2021). Примерно для двадцати из тридцати четырех основных с.-х. районов Китая наблюдается тенденция к сокращению использования территории, включая некоторые из основных районов производства зерна, такие как Северо-Китайская равнина, среднее и нижнее течение реки Янцзы (Zhu et al., 2021).

Следует отметить, что в Китае процесс формирования леса на заброшенных с.-х. землях зачастую не носит стихийный ха-

рактер, а является агролесоводственным мероприятием. Этому способствует ряд государственных программ. Например, в период с 2000 по 2020 гг. во Внутренней Монголии, одном из регионов с наиболее сильным опустыниванием и деградацией земель в Китае, реализованы такие проекты по восстановлению земель, как Пекинско-Тяньцзиньская программа контроля источников песка, Программа развития трех северных защитных полос, Программа сохранения почвы и воды, Программа природных заповедников и Программа «Зерно для зеленых», которая на сегодняшний день является крупнейшей схемой восстановления окружающей среды и программой развития сельских районов в мире (Wuyn et al., 2022). Программа «Зерно для зеленых» нацелена на преобразование низкоурожайных пахотных земель на склонах, земель с сильным опустыниванием, эродированием или с засолением почвы в лесные путем посадки деревьев. В результате такого изменения с 2000 по 2018 гг. в агро-пастбищном экотоне северного Китая было восстановлено около 700 тыс. га лесных угодий, а провинция Шэньси показала лучшие результаты в восстановлении растительности. Здесь растительный покров на территориях, охваченных этим проектом, увеличился с 29.7% в 1998 г. до 42.2% в 2005 г. (Cao et al., 2009) и до 45% в 2018 г. (почти 660 тыс. га) (Pei et al., 2021). Значительно увеличилась площадь покрытия растительностью Лёссового плато — с 31.6% до 59.6% в период

с 1999 по 2013 гг. (Zhao et al., 2023). Подсчитано, что вовлечение в эту программу 1% территории, где планируется увеличение площади лесов и сокращение доли маргинальных с.-х. земель, приведет к увеличению валовой первичной продукции на 0.26% (Qiu, Peng, 2022).

В тропических странах, таких как Бразилия, Перу, Пуэрто-Рико, были сведены значительные площади малонарушенных лесов при использовании системы подсечно-огневого земледелия. Рубка леса в совокупности с различной историей землепользования участками, разными методами управления земельными ресурсами и с различными биофизическими характеристиками экосистем (например, плодородие почвы) создает динамичную ландшафтную мозаику, состоящую из остатков зрелых и вторичных лесных участков разного возраста и истории нарушений (Kammesheidt, 2002; Rozendaal et al., 2019). Доля вторичных лесов в тропических странах достигает 40% от общей площади лесов, а темпы их формирования составляют около 9 млн га год⁻¹ (Brown, Lugo, 1990). В горных районах юга Коста-Рики доля лесов различных сукцессионных стадий на заброшенных с.-х. землях составляет 32%, или 13.44 тыс. га (Helmer et al., 2000). В Пуэрто-Рико в течение десятилетия начиная с 1980 г. площадь заброшенных с.-х. земель, покрытых лесной растительностью, увеличилась на 25 тыс. га и достигла в общей сложности 143 тыс. га. Большая часть этих территорий — заброшенные

кофейные плантации (Lugo, Helmer, 2004). В Колумбии на шести ландшафтах, включающих центральный (Магдалена) и восточный (Ориноко, Амазонка и Кататумбо) регионы Колумбии, за последние 30-60 лет было вырублено 71.8% площади первичных зрелых лесов (Etter et al., 2005). Проведение рубок обусловлено потребностью в новых с.-х. землях, т.к. состояние имеющегося земельного фонда со временем ухудшается из-за чрезмерного выпаса скота и уплотнения почвы, что впоследствии приводит к оставлению участков и восстановлению на них леса. На этой территории сформировалась мозаика леса на различных стадиях восстановления.

Данные ДЗЗ показали, что общая площадь заброшенных с.-х. земель на территории Европы составляет 128.7 млн га, формирование большей части которых связано с распадом СССР (Estel et al., 2015). В период с 2001 по 2012 гг. заброшено около 7.6 млн га главным образом в Восточной Европе, Южной Скандинавии и горных регионах Европы (Estel et al., 2015). Среди стран Европейского союза в период с 1962 по 2019 гг. наибольшие площади заброшенных с.-х. угодий были отмечены для Италии (7.53 млн га), Испании (7.03 млн га), Франции (5.78 млн га) (Барсукова и др., 2021). На территории Франции и Испании за последние 100 лет ежегодные потери используемых с.-х. земель составляют 0.17% и 0.8% соответственно (Keenleyside et al., 2010). В странах Северной Европы: Дания, Эстония, Финляндия,

Латвия, Литва, Швеция, покрыто лесом до 1.8–2.6 млн га с.-х. земель (Rytter et al., 2016). Максимальное увеличение площади заброшенных с.-х. земель в Европе приходится на 1990–2000 гг., что опять же связано с распадом СССР. Так, за период 1990–2000 гг. площадь заброшенных с.-х. земель увеличилась в Латвии на 42%, в России — на 31.1%, в Литве — на 28.4%, в Польше — на 14.0%, в Белоруссии — на 13.5% (Перепечина и др., 2016). В Латвии площади с.-х. земель со сформированными лесами могут превышать 300 тыс. га. Запасы древесины на этих территориях оцениваются в 4.82 млн м³ (Lierpins et al., 2008). На территории польских Карпат площадь заброшенных с.-х. земель, заросших лесом, составляет 13.9% (107 тыс. га), в зависимости от района площади варьируют от 1.7% до 38.4% от площади района (Koleska et al., 2017). На территории пограничного треугольника в Карпатах, включающего в себя территорию Польши, Словакии и Украины, с 1998 по 2000 гг. площадь вторичных лесов на заброшенных с.-х. землях увеличилась на 161 тыс. га (12.5%) (Kuemmerle et al., 2008).

Наибольшее увеличение таких площадей характерно для Словакии — 119 тыс. га (20.2%) (Kuemmerle et al., 2008; Prishchepov et al., 2012). На территории западной Украины площадь заброшенных с.-х. земель на 2008 г. достигла 660 тыс. га (Baumann et al., 2011). В своей работе Д. И. Люри и др. (2010) отмечают, что на территории бывшего СССР сокраще-

ние с.-х. угодий происходило еще с 1970 г. главным образом в Нечерноземной зоне Европейской части России, Западной Сибири и на Урале. Сокращение с.-х. земель в этих регионах с 1970 по 1990 гг. составило 8.6 млн га, что связано в первую очередь с сокращением сельского населения в послевоенные годы и неблагоприятными почвенно-климатическими условиями.

Наиболее подвержены риску стать заброшенными являются горные районы Финляндии, Швеции, Пиренеев, северо-запад Испании, Португалии, центральный массив Франции, Апеннины в Италии, Альпы, нагорные районы Германии и пограничная область Чешской Республики (Keenleyside et al., 2010). По одним прогнозам к 2030 г. количество заброшенных с.-х. земель на территории Европейских стран составит 4.8–5.6 млн га (рис. 2) (Castillo et al., 2018, European Commission ..., 2021), по другим — к 2040 г. площадь заброшенных с.-х. угодий в Европе составит 7.1–21.2 млн га (Janus, Vozek, 2019).

С середины XIX в. перестали использоваться с.-х. земли в северо-восточных районах США из-за конкуренции со стороны сельского хозяйства Среднего Запада и Великих равнин. Около 75% с.-х. угодий были заброшены в период с 1880 по 1997 гг. (Lana-Renault et al., 2020;). Так, для округа Томпкинс площадью 125 тыс. га активное сведение лесов велось на протяжении XVIII–XIX вв. и достигло своего пика к 1900 г. К началу XX в. многие фермеры начали покидать поля в поисках луч-

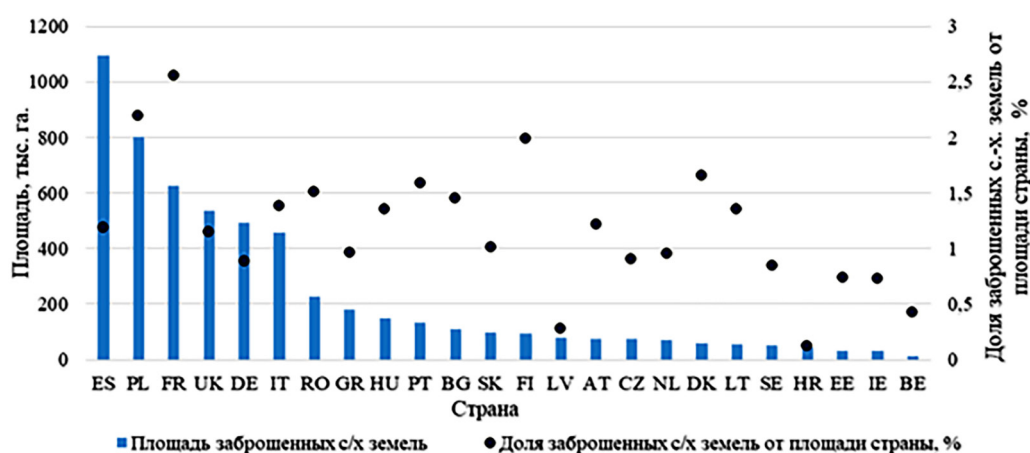


Рисунок 2. Прогноз площади заброшенных с.-х. земель к 2030 г. по странам Европы (по Castillo et al., 2018)

ших ферм или более прибыльных занятий в других местах. С тех пор леса продолжали восстанавливаться, заняв к 1995 г. 54% площади земель округа. К 2005 г. данный ландшафт представлял собой взрослые вторичные леса, в которых коренные буковые леса сменились сосной, кленом и ясенем (Flinn et al., 2005). По некоторым оценкам (Zumkehr, Campbell, 2013) площадь заброшенных с.-х. угодий на территории США к 2000 г. составляла 68 млн га, что согласуется с другим исследованием (Yu et al., 2019), в котором площади заброшенных пахотных земель в период с 1980 по 2016 гг. составляют 38.1–48.1 млн га.

ПЛОЩАДЬ ЗАРАСТАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ В РОССИИ

Социально-экономический кризис, поразивший отечественное сельское хозяйство в начале 1990-х гг., привел к тому, что многие пашни, сенокосы и пастбища пере-

стали использоваться (Маслов и др., 2016). Так, площадь с.-х. земель Российской Федерации в 1990 г. оценивалась в 639.1 млн га (Барсукова и др., 2021). По официальным данным в 2010 г. она составила 400 млн га, в 2020 г. — 381,7 млн га (Доклад о состоянии и использовании земель ..., 2021).

За 25-30 лет на многих заброшенных участках сформировались лесные сообщества. Однако сегодня не существует единой системы учета зарастания с.-х. земель древесной растительностью, поэтому оценки объемов зарастания разных авторов имеют неоднозначный характер. По разным оценкам в России площадь заброшенных земель с.-х. назначения, на которых сформировалась лесная растительность, составляет от 33 млн га (Барталев, 2023) до 100 млн га (Гринпис¹ ..., 2018). Оценки

¹ С 19 мая 2023 года Генпрокуратурой РФ деятельность организации признана нежелательной на территории РФ.

по моделям Гринпис¹ построены без учета территорий Сибири и Дальнего Востока, следовательно, площади зарастающих с.-х. земель могут быть значительно выше (Карта неиспользуемых сельхозземель ..., 2018). Также неоднозначны региональные оценки зарастания. Например, по данным Гринпис¹, на территории Алтайского края площадь заросших лесом с.-х. угодий составляет 2.65 млн га (Карта неиспользуемых сельхозземель..., 2018), по оценкам Рослесинфорга — 1.1 млн га (Рослесинфорг: площадь заросших..., 2022). По данным Гринпис¹, в Пермском крае площадь заросших лесом с.-х. угодий составляет 2.04 млн га (Карта неиспользуемых сельхозземель ..., 2018), по оценкам А. П. Белоусова и И. В. Брыжко (2021) — 1.38 млн га. Тем не менее, исследователи сходятся во мнении, что наиболее интенсивно процессы зарастания с.-х. участков протекают в Нечерноземной зоне Европейской части России (Люри и др., 2010; Медведев и др., 2019).

Одной из наиболее насыщенных баз данных по площадям заросших с.-х. земель является карта Гринпис¹, изданная в 2018 г. (Карта неиспользуемых сельхозземель..., 2018). Наибольшая площадь зарастания с.-х. земель с 2015 г. характерна для Новосибирской области (4.04 млн га), Республики Башкортостан (3.24 млн га), Кировской

(1.45 млн га), Тверской (0.81 млн га) и Смоленской (0.79 млн га) областей (рис. 3). В большинстве случаев прекращение с.-х. деятельности объясняется удаленностью данных территорий от центральных регионов, низкой транспортной освоенностью, оттоком населения из сельской местности. При этом наибольшая доля зарастающих с.-х. земель от площади региона характерна для Смоленской области — 35% (0.7 млн га). Суммарные запасы древесины на заброшенных с.-х. землях России оцениваются в 300 млн м³. Ее использование может значительно снизить антропогенную нагрузку на новоосваиваемые бореальные леса (Карта неиспользуемых сельхозземель ..., 2018).

По оценкам Института космических исследований РАН (Барталев, 2023), площадь лесов на заброшенных с.-х. землях в период с 2001 по 2021 гг. увеличивалась на 5.8 млн га и составляет 32.9 млн га. Средние темпы увеличения площади лесов на заброшенных с.-х. землях равны около 125 тыс. га год⁻¹ (рис. 4). Соответственно, запас углерода на таких землях с 2001 г. увеличился на 0.3 млрд т и составляет на 2020 г. 1.9 млрд т. Преобладающей породой на заброшенных с.-х. землях является береза, произрастающая на площади 14.97 млн га. Сосна и лиственница растут на площади 5.35 и 4.69 млн га заброшенных с.-х. земель соответственно (Барталев, 2023). Примечательно, что такие леса более продуктивны, чем леса, произрастающие на землях лесного фонда.

¹ С 19 мая 2023 года Генпрокуратурой РФ деятельность организации признана нежелательной на территории РФ.

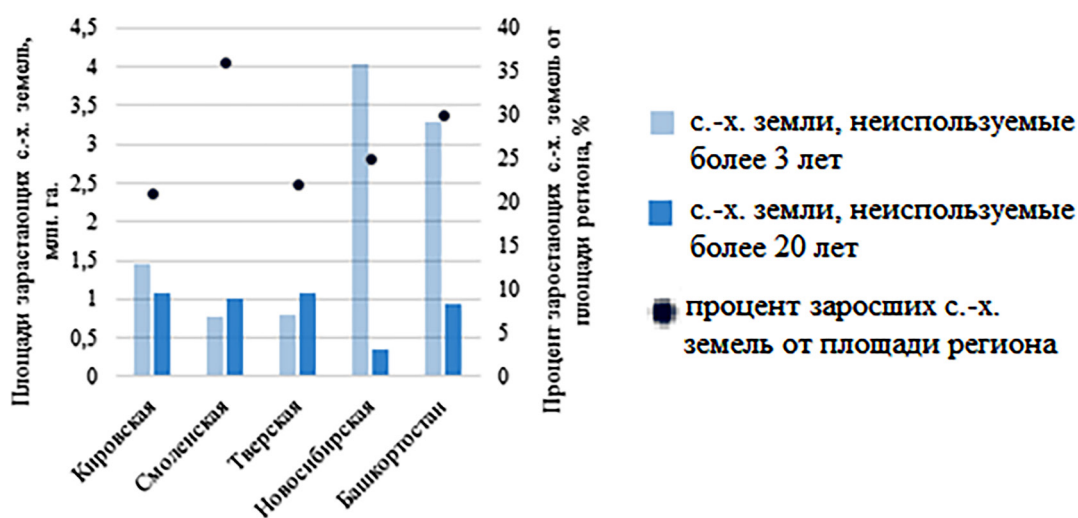


Рисунок 3. Площади зарастания с.-х. земель на территории Республики Башкортостан, Новосибирской, Тверской, Смоленской и Кировской областей (Карта неиспользуемых сельхозземель ..., 2018)

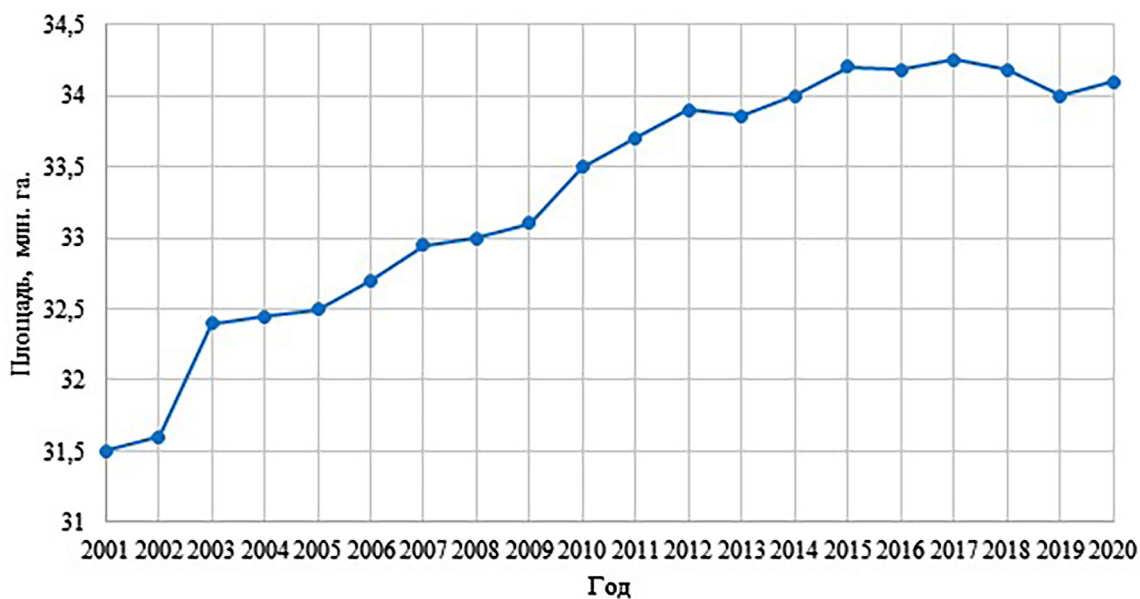


Рисунок 4. Динамика площади лесов на заброшенных с.-х. землях (по: Барталев, 2023)

Так, распределение лесов лесного фонда по классам бонитета, начиная с первого и заканчивая пятым, составляет 5.4%, 6.2%, 11.4%, 16.6% и 60.3%, в то время как распределение по классам бонитета для лесов, произрастающих на заброшенных с.-х. землях, составляет 17.5%, 15.0%, 20.6, 20.3, и 26.7% соответственно (Барталев, 2023). Среднегодовое темпы увеличения запасов углерода на заброшенных сельскохозяйственных землях составляют 26×10^6 Мт С год⁻¹ (рис. 5) (Барталев и др., 2021; Барталев, 2023).

По некоторым оценкам (Kurganova et al., 2014), площади заброшенных с.-х.

земель на территории России оцениваются в 45.5 млн га, средняя скорость накопления углерода в верхнем 20-сантиметровом слое почвы составляет 0.96 ± 0.08 мг CO₂ га⁻¹ год⁻¹ в течение первых 20 лет после прекращения с.-х. деятельности и 0.19 ± 0.10 мг CO₂ га⁻¹ год⁻¹ в течение следующих 30 лет. Следовательно, количество углерода, накопленного с 1990 по 2009 гг., составляет 811.4 млн т. Из них в Северо-европейской, Южно-европейской и Азиатской частях страны — 267.9 млн т С, 294.5 млн т С и 249 млн т С соответственно. Больше всего углерода накоплено в Поволжье (191.9 млн т С), Западной (108.3 млн т С)

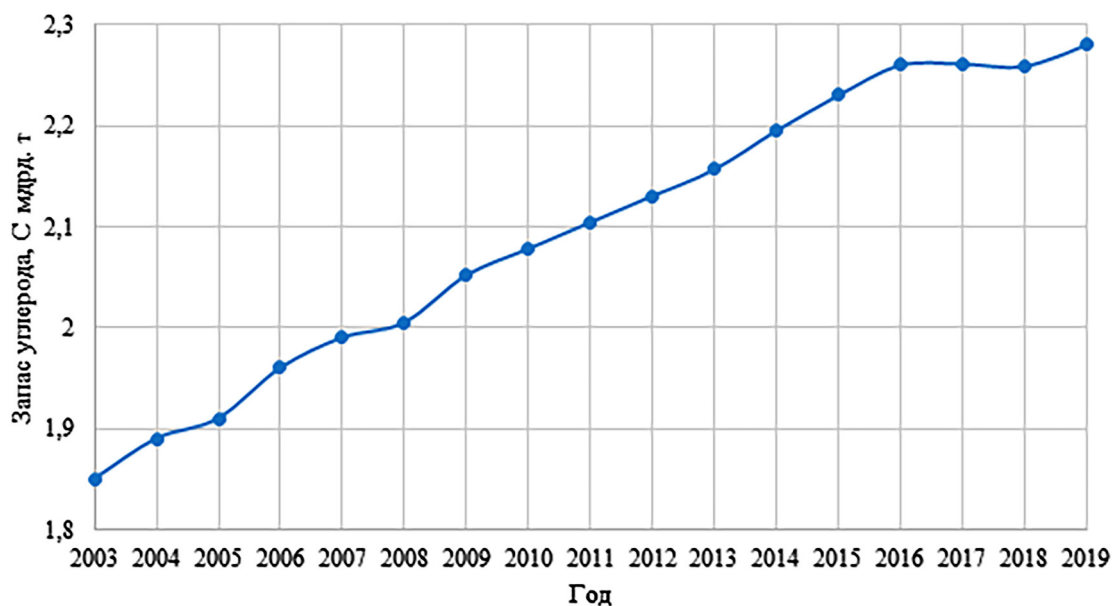


Рисунок 5. Запас углерода в фитомассе лесов на землях за границами ЛФ (по: Барталев, 2023)

и Восточной Сибири (106.4 млн т С), а также на Урале (106.4 млн т С) (рис. 6). В своих работах (Kurganova et al., 2014, 2015) авторы подчеркивают, что значимое влияние на депонирование углерода оказывают такие факторы, как тип почвы, лесообразующая порода и давность оставления участка.

В своей последующей работе (Kurganova et al., 2015) авторы отмечают, что количество заброшенных пахотных земель после 2005 г. остается постоян-

ным и составляет 45.5 млн га для России и 12.9 млн га для Казахстана. Для этих территорий чистая экосистемная продукция (NEP) равна $106 \text{ Мт С год}^{-1}$ и $125 \text{ Мт С год}^{-1}$ соответственно. Авторы подчеркивают, что на Европейскую часть России (зоны тайги, хвойно-широколиственных лесов и лесостепи) приходится 44% общего стока углерода, обеспеченного прекращением с.-х. деятельности на пахотных землях.

Обобщенные данные о площадях заброшенных с.-х. земель приведены в таблице 1.

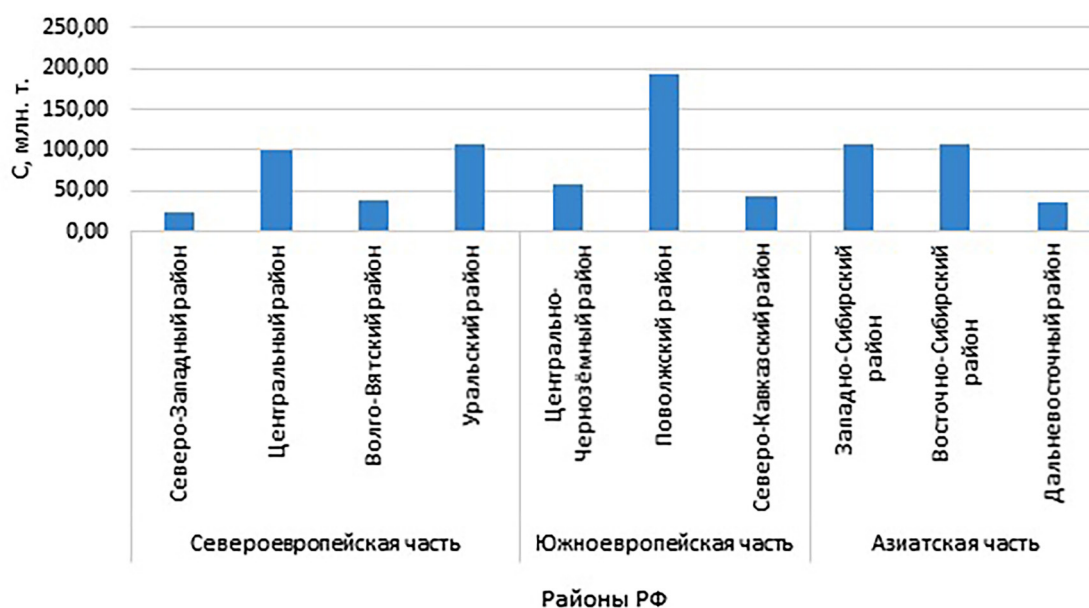


Рисунок 6. Депонирование углерода в двадцатисантиметровом слое почвы заброшенных с.-х. земель в период с 1990 по 2009 гг. (по: Kurganova et al., 2014)

Таблица 1. Оценки площадей заброшенных с.-х. земель в разных странах

Макрорегион	Страна/Регион	Период, гг.	Площадь, млн га	Автор
	Во всем мире	на 2008	385-472	Campbell et al., 2008
	Во всем мире	1700-1992	150	Ramankutty, Foley, 1999
	Во всем мире	1992-2018	98	Gvein et al., 2023
	Южная, Северная, Восточная и Западная Европа	2001-2012	128.7 заросшие лесом	Estel et al., 2015
Южная Европа	Горные районы Пиреней	1900-2002	0.0054 заросшие лесом	Pueyo, Beguería, 2007
	Италия	1962-2019	0.00753	Барсукова и др., 2021
	Испания	1962-2019	0.00703	Барсукова и др., 2021
Северная Европа	Дания, Эстония, Финляндия, Латвия, Литва, Швеция	на 2016	1.8-2.6	Rytter et al., 2016
	Латвия	1990-1999	0.3-1.05 заросшие лесом	Liepins et al., 2008; Prishchepov et al., 2021
Западная Европа	Франция	1962-2019	5.78	Барсукова и др., 2023
Карпаты	Польша, Словакия, Венгрия, Украина и Румыния	на 2017	0.107 заросшие лесом	Kolecka et al., 2017
Восточная Европа	Россия	на 2022	33-100 заросшие лесом	Kurganova et al., 2014; Узун, 2016; Гринпис ¹ ..., 2018, Барталев, 2023
	Украина	на 2008	0.66	Baumann et. al., 2011
	Беларусь	1990-1999	0.3375 заросшие лесом	Prishchepov et al., 2021
	Словакия	1990-1999	0.119 заросшие лесом	Kuemmerle et. al., 2008
	Польша	1990-1999	0.35	Prishchepov et al., 2021
Центральная Азия	Казахстан	на 2022	12.9 заросшие лесом	Kurganova et al., 2014
	Горный регион Непала	на 2021	0.0103, из них 0.0028 заросшие лесом	Subedi et al., 2021
Восточная Азия	Китай	2000-2005	143 заросшие лесом	Liu et al., 2010
	Китай	2000-2017	8.47	Zhu et al., 2021
	Япония	2005-2015	3.6-4.6	Su et al., 2018
Северная Америка	США	1850-2016	65	Yu et al., 2018
	Пуэрто-Рико	на 2004	0.143	Lugo, Helmer, 2004
Центральная Америка	Горные районы юга Коста-Рики	на 2000	0.01344 заросшие лесом	Helmer et al., 2000

¹ С 19 мая 2023 года Генпрокуратурой РФ деятельность организации признана нежелательной на территории РФ.

ПРИЧИНЫ ВЫБЫТИЯ ИЗ ПОЛЬЗОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Существует значительное количество публикаций, анализирующих причины забрасывания с.-х. земель и формирования на них лесных формаций для стран Европы, где данное явление распространено с середины XX в. (Cramer et al., 2007; Прищепов и др., 2013; Goga et al., 2019; Heider et al., 2021). Основная причина оставления участков — нерентабельность ведения на них с.-х. деятельности, лимитирующие факторы для которой и их значимость могут значительно варьировать и должны рассматриваться индивидуально для каждого объекта. Основные группы факторов, определяющих выбытие с.-х. земель из пользования: социальные, экономические, экологические, ландшафтные и исторические или их сочетания (Estel et al., 2015; Lasanta et al., 2017).

Экологические и ландшафтные факторы тесно связаны между собой. К ним относятся неблагоприятные климатические условия, отрицательные формы рельефа, низкое плодородие почв, большое количество территорий подверженных эрозии (склоны, возвышенности). Причиной ухудшения состояния экосистемы могут быть нерациональные системы управления и обработки почв, которые приводят к ее деградации. Экологические и ландшафтные факторы чаще других являются основополагающими при забрасывании с.-х. земель. Так, на территориях, имеющих

неблагоприятный климат и бедные почвы, реже располагаются урбанизированные территории и ниже транспортная освоенность. В связи с отсутствием инфраструктуры на таких территориях наблюдается отток населения, поэтому ведение сельского хозяйства становится практически невозможным, фермеры не возделывают такие участки, и как следствие они зарастают лесами (Keenleyside et al., 2010; Peña-Angulo et al., 2019).

Также тесно связаны социальные и экономические факторы. К социально-экономическим факторам можно отнести низкую транспортную доступность территорий, удаленность от крупных рыночных центров, отток сельского населения в города, средний размер возделываемых участков, низкая экономическая значимость агробизнеса, а также отсутствие молодого поколения, способного поддерживать данную отрасль, сокращение численности населения, низкую продолжительность жизни и др. (Mottet, 2005). В социально маргинальных районах со слабо развитой экономической составляющей и менее активным в демографическом плане населением вероятность забрасывания с.-х. территорий выше, чем в районах с благоприятными социально экономическими условиям. Так в исследовании А. В. Прищепова и др. (2021) при анкетировании с.-х. производителей из Республики Бурятия было выявлено повышение интереса к использованию заброшенных земель у сельхозпроизводителей, прожива-

ющих в районах со сравнительно высокой плотностью населения.

К экономическим факторам относится ценовая политика правительства, которая может привести к изменению стоимости сырья, оборудования, закупочных цен на с.-х. продукцию и др. Так, на примере Пермского края (Желязков и др., 2017) показано, что высокая кадастровая и рыночная стоимость участков, заброшенных с.-х. земель в совокупности с отсутствием средств у населения могут выступать важными причинами для отказа от их использования. Авторы предлагают ввести системы расчета экономической эффективности и целесообразности вовлечения в оборот неиспользуемых с.-х. земель. В случае нецелесообразности использования данных территорий в сельском хозяйстве — проводить рациональное межотраслевое перераспределение этих земель, а также поддерживать использование данных земель с помощью государственных программ, например программы Правительства Российской Федерации «Цифровая экономика» (Желязков и др., 2017).

Примеры влияния исторических факторов — распад СССР и Вторая мировая война. Данные события оказали значительное влияние на экономическую и социальную стабильность государств Восточной Европы и России, тем самым выступая детерминантами увеличения площадей заброшенных с.-х. земель (Прищепов и др., 2013). В первом разделе настоящей статьи

описано влияние распада СССР на увеличение площади заброшенных с.-х. земель.

Также способствует прекращению с.-х. деятельности научно-технический прогресс (интенсивная модель ведения сельского хозяйства). Из-за повышения производительности труда, урожайности культур фермеры используют меньше площади для выращивания с.-х. продукции. Оставшиеся неиспользуемые участки забрасываются и зарастают древесно-кустарниковой растительностью (Heider et al., 2021). Д. И. Люри с соавт. (2010) на примере 190 стран с 1961 по 2003 гг. показали, что интенсификация может стать одним из основополагающих факторов сокращения площади с.-х. земель. После достижения определенного критического уровня урожайности происходит сокращение с.-х. земель. По мнению автора, такое явление связано с тем, что одновременное расширение с.-х. площадей и увеличение их продуктивности является дорогостоящим мероприятием. При интенсификации фермеры стремятся использовать наиболее продуктивные земли для получения большей эффективности от затрат на интенсификацию и, как следствие, забрасывают менее рентабельные земли. Также интенсификация обычно связана с деградацией земель и их последующим оставлением в виду экологической непригодности для ведения сельского хозяйства (Люри и др., 2010). Кроме того, в работе отмечается, что следует обратить внимание не на за-

брасывание территории, а на сокращение темпов увеличения посевных площадей, т. к. оставление участков в одном регионе может нивелироваться увеличением с.-х. площадей в другом. Так, в период с 1961 по 1965 гг. темпы увеличения посевных площадей были в 10 раз выше, чем за период с 1995 по 2003 гг. Примером тому может служить анализ данных ФАО с 1970 по 2005 гг., где было показано, что наиболее распространенная модель интенсификации сельского хозяйства заключалась в одновременном увеличении урожайности с.-х. культур и посевных площадей (Rudel et al., 2009).

Очевидно, что государственная политика страны непосредственно влияет на землепользование. Кроме вышеупомянутых программ по борьбе с опустыниванием и деградацией земель в Китае, существуют программы поддержки лесоразведения на маргинальных почвах в странах Африки, например «Великая зеленая стена» (Good news for Africa's ..., 2021), в странах Европейского союза, например программа RURIS-AAL в Португалии (Tomaz et al., 2013) и в других странах Европы, программа общей сельскохозяйственной политики в Италии (A greener and fairer cap, 2022), в центральной Америке и других странах, например программа платежей за экологические услуги на территории Коста-Рики (Pagiola, 2008). Пример крупного международного проекта по использованию маргинальных с.-х. территорий — программа BonnChallenge (About The Challenge,

2017). BonnChallenge — это глобальные усилия по восстановлению 350 млн га обезлесенных и деградированных земель к 2030 г. На территории Средиземноморья также действуют программы платежей за экосистемные услуги. На острове Сицилия при отказе от ведения сельского хозяйства в пользу лесоразведения в маргинальных районах и ведения агролесомелиорации содержание органического углерода в 30-сантиметровом слое почв увеличилось в среднем на 9.03 мг С га⁻¹. Учитывая, что площадь заброшенных земель равна 14.3 тыс. га, выбросы CO₂ в целом сократились на 15.3 мг CO₂ га⁻¹ год⁻¹. Фермеры, участвующие в этих программах, за 20 лет получили компенсационные выплаты от 9.1 тыс. евро при уровне поглощения 5.2 мг С га⁻¹ до 46.6 тыс. евро при уровне поглощения 26.7 мг С га⁻¹ (Novara et al., 2017).

Процессы реституции, изменения в аграрной политике и отсутствие рыночных стимулов также способствуют увеличению количества заброшенных с.-х. земель. Наглядным примером являются территории Восточной Европы, на которых после распада СССР и перехода к рыночной экономике произошли значительные изменения в политической, социально-экономической и демографической сфере, исчезли государственная поддержка и рынки для ведения сельского хозяйства, что привело к массовой передаче прав собственности. Фактически многие землевладельцы получили свою собственность

путем возвращения прав собственности бывшим владельцам или их преемникам в ходе земельной реформы 1990-х гг. Они не живут на своей собственности, работают в других секторах народного хозяйства и не имеют ни навыков, ни знаний, ни желания работать в с.-х. секторе. Это вызвало формирование большого количества заброшенных с.-х. земель. Наибольшая часть таких территорий в настоящее время покрылась древесно-кустарниковой растительностью (Baumann et al., 2011; Прищепов и др., 2013). В одном из исследований (Tomaz et al., 2013) подчеркивается ведущая роль политических взаимоотношений и наличия рынков сбыта в качестве основных факторов сокращения с.-х. земель. В качестве примера авторы приводят Кубу, где на 23% сократилась посевная площадь сахарного тростника из-за потери рынка сбыта в результате распада Советского Союза. В работах А. П. Прищепова и др. (Prishchepov et al., 2012) показана тесная связь между объемами заброшенных с.-х. угодий и способностью государств адаптироваться к институциональным изменениям. Наибольшие площади характерны для стран, где адаптационный механизм по работе с заброшенными с.-х. землями был отложен в долгий ящик (страны Балтии и Россия) (Prishchepov et al., 2012).

Очевидно, что все причины взаимосвязаны и должны анализироваться в совокупности. В таком случае для комплексного анализа причин и последствий оставления с.-х. участков можно использо-

вать «синдромный подход», разработанный Потсдамским институтом исследований воздействия климата (Downing et al., 2002). В нем зарастание определяется как синдром или признак каких-либо социальных, экономических, политических и других воздействий на окружающую среду. При этом биофизические характеристики окружающей среды являются матрицей, которая определяет степень проявления синдрома. Площадь забрасывания земель в таком случае является мерой проявления синдрома. Используя такой подход, К. Вайсштайнер с соавторами (Weissteiner et al., 2011) на основе мета-анализа создали карту, показывающую эффект социально-политических процессов на изменение в землепользовании в период с 1990 по 2005 гг. в странах средиземноморского бассейна с учетом природных особенностей каждой местности. В своей работе они использовали интегральный показатель RLA (англ. — rural land abandonment), который изменяется в диапазоне от 0 до 1, где 0 — минимальное выбытие с.-х. из пользования, 1 — максимальное (рис. 7). Авторы приходят к выводу, что выбытие из пользования с.-х. земель является преимущественно проблемой европейских стран, включая Турцию. В странах Северной Африки и Ближнего Востока забрасывание не наблюдается. Страны Южного и Восточного Средиземноморья демонстрируют тренд к оставлению земель, но на момент исследования на данных территориях преобладает с.-х. пользование.

В странах Северного Средиземноморья и некоторых странах Ближнего Востока изменения в землепользовании в основном определяются физико-экологическими условиями, в то время как для остальных стран играют роль как физико-экологические, так и отдельные социально-экономические условия.

ВОЗМОЖНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАБРОШЕННЫХ С.-Х. ЗЕМЕЛЬ

Зачастую заросшие с.-х. земли по сравнению с возделываемыми имеют низкий уровень плодородия и требуют огромных вложений для их расчистки, особенно в Нечерноземной зоне России, поэтому возврат таких земель в с.-х. оборот нецелесообразен (Правительство запретило ..., 2022). Использование лесов на заброшенных с.-х. землях может стать значительной

и малозатратной стратегией для поглощения углерода и смягчения антропогенных выбросов CO_2 (Post, Kwon, 2000; Novara et al. 2017; Резолюция ..., 2021). Научным сообществом признается значимая роль разработки лесоклиматических проектов на заброшенных с.-х. землях (Резолюция ..., 2021). Данное направление также согласуется с целями лесной стратегии Европейского союза до 2030 г. (European Commission ..., 2021) и обязательствами России по снижению выбросов парниковых газов до уровня 70% по сравнению с 1990 г. (Парижское соглашение, 2015).

Леса, сформированные на заброшенных с.-х. землях, поглощают CO_2 из атмосферы, аккумулируя углерод в растительной биомассе и почве. На 2010 г. 43% всех с.-х. угодий в мире имели не менее 10% древесного покрова, содержание углерода в наземной фитомассе древесного покрова на с.-х. землях составляет 47 млрд т С,

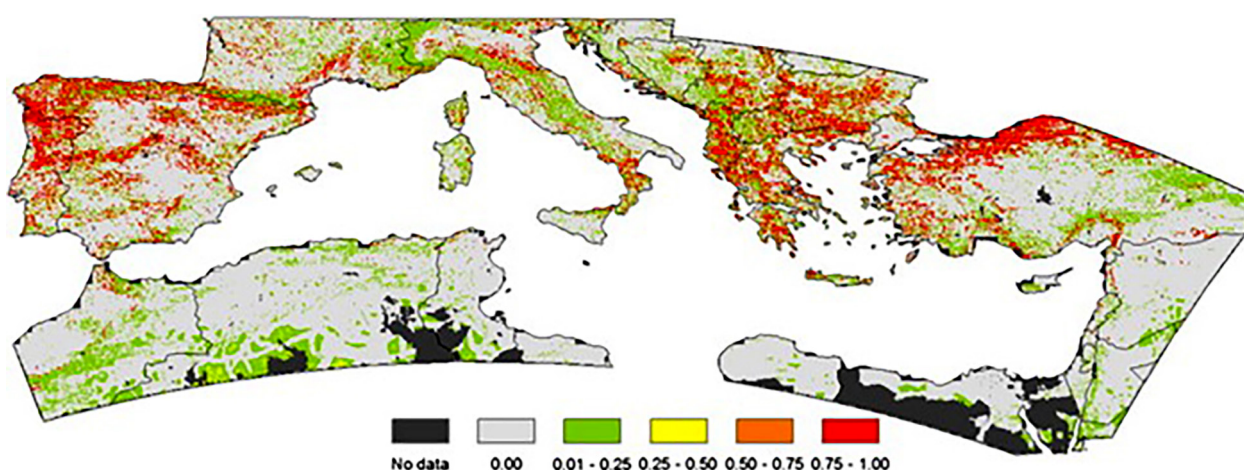


Рисунок 7. Оценка RLA для стран средиземноморского бассейна (Weissteiner et al., 2011)

и это без учета содержания углерода почв (Zomer et al., 2016), в России — 1.9 млрд т С (Барталев, 2023). Вовлечение заброшенных с.-х. земель в лесоклиматическую деятельность в России позволит получать дополнительный объем поглощения парниковых газов — около 400 млн т CO_2 год⁻¹ (Резолюция ..., 2021). Оценка эффективности использования разных видов древесных пород на заброшенных с.-х. землях Швеции для реализации климатических сценариев показала, что лиственница обладает наибольшей климатической выгодой (1.63 г CO_2 экв. га⁻¹). После лиственницы по эффективности поглощения углекислого газа следуют норвежская ель, тополь, гибридная осина и береза, демонстрирующие климатические преимущества примерно на 40-50% ниже, чем у лиственницы. Климатические преимущества оценивались на основании среднего годового прироста с использованием поправочных коэффициентов депонирования углерода в биомассе, последующего использования древесных продуктов и скорости оборота выращивания насаждений (Lutter et al., 2021). В ряде исследований для юго-восточного района Онтарио, Аби-тиби и восточного Квебека сравнивается потенциал использования заброшенных с.-х. земель для адаптации к изменениям климата путем оценки запасов углерода в пулах почвы и растительности при естественной сукцессии и создании лесных культур (Foote, Grogan, 2010; Tremblay, Ouimet, 2013; Thibault et al., 2022). Так, на

заросших с.-х. землях Квебека были заложены хроноряды: 54 участка плантаций (возрастом от 0 до 55 лет) и 27 участков естественной сукцессии (возрастом от 0 до 45 лет). В среднем за 50 лет участки плантаций депонировали на 31% больше углерода, чем участки с естественной сукцессией. Расчетная скорость аккумуляции углерода плантациями на 1.7 ± 0.7 мг С га⁻¹ год⁻¹ выше, чем на участках под естественной сукцессией (Tremblay, Ouimet, 2013).

Лесные сообщества, сформированные на заброшенных с.-х. землях, имеют высокий уровень продуктивности вне зависимости от естественного или искусственного происхождения (Мелехов и др., 2011). По оценкам экспертов, ежегодный прирост на таких территориях в России составляет около 50 млн м³ год⁻¹ (Резолюция ..., 2021). С точки зрения достижения климатических целей полученную древесную биомассу возможно использовать для производства долгоживущих материалов и изделий из древесины или в целях биоэнергетики.

Длительность сохранения углерода в лесоматериалах определяется периодом полуразложения, т. е. отрезком времени, в течение которого половина углерода, заключенного в лесоматериалах возвращается в атмосферу. Период полуразложения целлюлозно-бумажной продукции составляет 1-2 года, строительной древесины — от десятилетий до нескольких сотен лет (Zeng, Hausmann, 2022). Таким образом, использование древесины может представ-

лять собой нейтральный перенос углерода в пул продуктов и способствовать снижению выбросов углерода, обеспечивая существенную задержку выбросов (Härtl et al., 2017). В исследовании по лесному сектору Тюрингии (восточная часть Германии) было показано, что к долгоживущим продуктам из лиственных пород относятся мебель, паркетная доска, панели на древесной основе, например древесноволокнистые и древесностружечные плиты, и строительная древесина из хвойных пород. При этом около 53% от общего объема древесины, заготовленной в государственных лесах Тюрингии, перерабатывается в древесные изделия со средним сроком службы более 25 лет (Profft et al., 2009).

Выращенную на заброшенных с.-х. землях древесину можно использовать для замещения материалов, при производстве которых используется ископаемое топливо, таких как пластмасса, сталь и бетон (Kauppi et al., 2018). Исследования в Швеции показали, что замещение бетонного каркаса при строительстве домов на строительные долгоживущие материалы из древесины дает больший климатический эффект, чем при замещении ископаемого топлива биотопливом из древесной щепы. Таким образом, использование 1 т древесины при замкнутом цикле использования лесоматериалов с восстановлением лесных ресурсов предотвращает эмиссию 1.04 т С, что является эффективной мерой для консервации углерода и адаптации к изменению (Олссон, 2013).

Российская Федерация может задействовать огромный ресурсный потенциал для развития собственной лесной биоэкономики замкнутого цикла и каскадного использования биомассы, включая помимо биоэнергетики деревянное домостроение, производство текстиля на основе древесины, биопластики, лигнина (Леса России ..., 2020).

Использование лесов на заброшенных с.-х. землях в целях биоэнергетики может внести значительный вклад в смягчение последствий изменения климата. Одним из основных путей получения биотоплива может стать создание плантаций короткого цикла (англ. — short rotation coppice) (Aylott et al., 2008). Во всем мире находится до 470 млн га заброшенных или деградированных с.-х. земель, которые могут быть доступны для выращивания энергетических культур, при пересчете на сухую биомассу от 1.6 до 2.1 млрд т год⁻¹, что равноценно от 32 до 41 ЭДж энергии. Такой потенциал способен обеспечивать до 8% мирового спроса на первичную энергию (Campbell et al., 2008).

Во многих странах мира уже используются заброшенные с.-х. земли для создания энергетических плантаций. Например, в Эстонии на заброшенных с.-х. землях энергетическая продуктивность 8-летних плантаций березы составляет от 70 до 80 ГДж га⁻¹ год⁻¹, энергетический потенциал аналогичных плантаций из ольхи — в среднем 145 ГДж га⁻¹ год⁻¹ (Uri et al., 2007). В Бельгии плантации короткого цикла

из березы, клена, тополя и ивы имели на четвертый год выращивания прирост биомассы 2.6; 1.2; 3.5 и 3.4 т св. га⁻¹ год⁻¹ (св. — сухого вещества) соответственно (Walle et al., 2007). В условиях Италии и Албании средний выход сухой биомассы с плантаций робинии псевдоакалии короткого цикла на заброшенных с.-х. землях составил 1.96 т га⁻¹ год⁻¹ (Kellezi et al., 2012). На территории Республики Беларусь в южной, центральной и северной агроклиматических зонах страны средняя урожайность плантаций ивы составляет 9.2 т св. га⁻¹ год⁻¹, при получении биотоплива на третий-четвертый год после посадки плантаций (Родькин и др., 2016; Родькин, Тимооти, 2017). Для плантаций ивы в условиях Ирландии урожайность варьирует от 10 до 14.5 т св. га⁻¹ год⁻¹ в зависимости от климата, типа почвы, клона, условий выращивания и т. д. (Styles, 2007, 2008).

В исследовании А. Р. и С. А. Родиных (2008) приведены рекомендации по подбору пород по лесорастительным зонам России для создания энергетических плантаций. Авторы рекомендуют тридцатилетний оборот рубки для мягколиственных пород, так как, например, культуры березы на территории Воронежской области имеют наибольшую продуктивность в первые два-три десятилетия, после чего рост резко снижается. Также авторы показывают, что создание энергетических плантаций из мягколиственных пород позволяет консервировать около 2 т С га⁻¹ год⁻¹. Такие данные могут эффективно использовать-

ся для оценки биоэнергетического потенциала заброшенных с.-х. земель (Родин, Родин, 2008).

Большое значение имеет организация энергетических плантаций. При неправильном управлении выращивание энергетических культур может увеличить выбросы парниковых газов, ухудшить состояние окружающей среды и угрожать биоразнообразию (Beringer et al., 2011; Langeveld et al., 2012; Pedrolì et al., 2013). Такие мероприятия, как сплошные рубки, уборка порубочных остатков, низкое видовое разнообразие и повреждение почвенного покрова, оказывают отрицательное воздействие на аккумуляцию почвенного углерода. Напротив, выборочные рубки и рубки ухода слабой интенсивности, оставление порубочных остатков, создание смешанных лесных плантаций являются перспективными лесохозяйственными мероприятиями для сохранения углерода почв (Тебенюкова и др., 2022).

Значительная часть поглощенного растениями CO₂ в конечном итоге аккумулируется в почве, где может храниться длительное время (Кузнецова, 2021). В пуле почв в среднем содержится от 30% до 60% запасов углерода лесных сообществ (Nair et al., 2009; Framstad et al., 2013), общее содержание углерода в метровом слое почв в мире оценивается в 1500 Гт (Nair et al., 2009). Поэтому при разработке лесоклиматических проектов на заброшенных с.-х. землях накопление углерода почвами может играть одну из важней-

ших ролей. Существуют большие различия в темпах поступления и аккумуляции углерода в почвах, которые связаны с продуктивностью восстанавливающейся растительности, физическими и биологическими условиями почвы, а также прошлой историей использования территорий (Post, Kwon, 2000; Телеснина и др., 2017; Кузнецова, 2021). По данным метаанализа (Post, Kwon, 2000), темпы изменения органического углерода почв при формировании древесной растительности на заброшенных с.-х. землях варьируют от небольших потерь при ранних стадиях сукцессии с преобладанием сосны в прохладной умеренной зоне до увеличения на $300 \text{ г С м}^{-2} \text{ год}^{-1}$ в субтропических странах. Средние темпы поступления органического углерода в почву для лесных сообществ, формирующихся на заброшенных с.-х. землях, составляют $33.8 \text{ г С м}^{-2} \text{ год}^{-1}$ (Post, Kwon, 2000). В настоящее время вопросы трансформации и сохранения углерода в почвах на заброшенных с.-х. землях России изучены слабо. Имеющиеся исследования учитывают в основном только пахотный горизонт почв (Владыченский и др., 2013; Телеснина и др., 2017; Курганова и др., 2018).

Существуют разные мнения о получении наибольшего климатического эффекта от лесных сообществ на заброшенных землях для смягчения последствий изменения климата. Некоторые считают, что накопление углерода в лесной биомассе и почвах наиболее эффективно при

естественном постагрогенном развитии экосистемы (Holtmark, 2012). Так, в исследовании С. Льюис с соавторами (Lewis et al., 2019) сравниваются формирование естественных лесов, создание лесных плантаций и агролесомелиорация для оценки климатических выгод от государственной программы BonnChallenge. Если леса будут формироваться естественным путем (естественное лесовосстановление), к 2100 г. в них будет храниться дополнительно 42 млрд т С; если будут созданы энергетические плантации — 1 млрд т С; если будет проведена агролесомелиорация — 7 млрд т С. Таким образом показано, что естественные леса в 6 раз эффективнее накапливают углерод, чем агролесомелиоративная система, и в 42 раза лучше, чем плантации. Авторы согласны с тем, что плантации играют значительную роль в биоэкономике, а запасы углерода на территории плантаций можно увеличить за счет более частой уборки биомассы, использования различных пород или переработки древесины в продукты с более длительным сроком службы (Lewis et al., 2019). С другой стороны, исключение лесопользования и отсутствие управления в лесах может способствовать увеличению пожаров, возникновению очагов насекомых и грибных болезней. Кроме того, в условиях повышенного спроса на древесину снижение ее производства климатически рациональными методами будет способствовать увеличению импорта из других регионов, где заготовка производится

незаконно или с небрежным отношением к окружающей среде. Поэтому исключение лесохозяйственных мероприятий может снизить запасы углерода в древесине и почвах (Kauppi et al., 2018; Seidl et al., 2017) или не отвечать принципу отсутствия утечки (The Greenhouse Gas Protocol ..., 2006).

Реализация лесоклиматических проектов на заброшенных с.-х. землях помимо климатических выгод может способствовать предоставлению других экосистемных услуг, например регулирования гидрологического режима, экологических функций почвы, сохранению биоразнообразия. Мультипликативный эффект таких территорий может быть связан и с экономическими выгодами за счет обеспечения дополнительных рабочих мест в сельской местности, обеспечения продовольственной безопасности за счет получения дополнительных лесных ресурсов, таких как древесина и недревесная продукция лесов, без ущерба для окружающей среды (Резолюция ..., 2021). В своей работе А. Н. Кривошеин (2016) при организации энергетических плантаций призывает проводить оценку экологического воздействия на лесные системы с учетом многочисленных экосистемных услуг, которые могут оказаться под угрозой. Автор предлагает оценивать участки с точки зрения обеспечивающих (обеспечение деловой древесиной, древесной биомассой, недревесными и пищевыми ресурсами, кислородом), регулирующих (регулирование циклов эле-

ментов питания, климата, водного режима), поддерживающих (почвообразование, поддержание биоразнообразия) и рекреационных экосистемных услуг (Кривошеин, 2016).

Внедрение устойчивых и ресурсосберегающих методов обработки и потребления древесины при одновременном содействии поглощению углерода лесами и улучшению роста лесов — основа концепции климатически оптимизированного ведения лесного хозяйства (англ. climate smart forestry — CSF) (Kauppi et al., 2018; Nabuurs et al., 2018). Однако при реализации концепции CSF конкретные меры и методы могут значительно отличаться в зависимости от национальных особенностей ведения лесного хозяйства и ландшафтно-климатических факторов. Так, в исследовании лесов Чехии показано, что оптимальной мерой при долгосрочном планировании является замена нестабильных, подверженных выпадению под воздействием насекомых древостоев ели на древостои из широколиственных видов (Nabuurs et al., 2018). В Испании ключевым моментом для увеличения поглощения CO₂ лесами является ведение выборочных рубок, направленных на ускорение роста насаждений и повышение их устойчивости к пожарам (Nabuurs et al., 2018). Авторы подчеркивают необходимость бережных режимов выборочных рубок с сохранением значительных площадей семенных насаждений в целях поддержания биоразнообразия. Для лесов Ирлан-

дии предлагается ввести дополнительные усилия, приводящие к инвестициям в лесное хозяйство как способу смягчения выбросов CO₂ (Nabuurs et al., 2018). В качестве конкретных мероприятий авторы предлагают формирование лесных насаждений, состоящих на 70% из хвойных и на 30% из широколиственных видов, проведение посадки леса на почвах со слабо развитым органическим горизонтом, а также увеличение производства круглых лесоматериалов как способа долгосрочной консервации углерода. При таких сценариях поглощение CO₂ увеличится в Испании на 0.6 млн т CO₂ год⁻¹, в Ирландии — на 1.4 млн т CO₂ год⁻¹ в течение 50 лет моделирования, в Чехии количество выбросов CO₂ увеличится на 1.3 млн т CO₂ год⁻¹, но в долгосрочной перспективе насаждения будут поглощать больше по сравнению с базовым сценарием.

Одним из вариантов CSF, наиболее перспективным при вовлечении в лесоклиматические проекты заброшенных с.-х. территорий, является агролесоводство (Резолюция ..., 2021). Агролесоводство (англ. — agroforestry) — это системы и методы землепользования, в которых специально культивируемые древесные насаждения преднамеренно объединены с с.-х. культурами и/или животными в пределах одного агроландшафта (Sanchez, 1995). С другой точки зрения, агролесоводство можно рассматривать как этапы развития агроэкосистемы, сходной с нормальной динамикой природных экосистем, т. е. эко-

логически обоснованной системой управления природными ресурсами, которая диверсифицирует и поддерживает мелкое фермерское производство для увеличения социальных, экономических и экологических выгод (Leakey, 1996). В мире уже существуют практики организации агролесоводственных систем в маргинальных районах и на заброшенных с.-х. землях. Примеры таких систем: организация социально-экологических производственных ландшафтов и морских пейзажей, например, ландшафты Мануэля в Корее, ландшафты Дееса в Испании, терруары во Франции, Сатояма в Японии, приусадебные ландшафты в скандинавских странах (Berghlund et al., 2014).

ПРАВОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАРОСШИХ ЛЕСОМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

Актуальной проблемой заросших с.-х. территорий в России являются законодательные ограничения, которые практически полностью исключают использование таких земель в целях лесовыращивания, при том, что риск крупных штрафов или отъема земель за наличие на ней древесно-кустарниковой растительности делает вовлечение таких территорий в лесохозяйственный оборот нерентабельным (Лес на сельхозземлях ..., 2022).

Сложившуюся политическую ситуацию вокруг вопроса заросших участков с.-х. назначения можно охарактеризовать как

«перетягивание каната». С одной стороны, существуют законодательные предпосылки, разрешающие сохранение и выращивание лесов на с.-х. землях, о чем свидетельствует ФЗ № 538 от 27 декабря 2018 г. «О внесении изменений в Лесной кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации в части совершенствования правового регулирования отношений, связанных с обеспечением сохранения лесов на землях лесного фонда и землях иных категорий», который с точки зрения Лесного кодекса РФ предусматривает наличие лесов на землях с.-х. назначения. Также 10 декабря 2019 г. Президент Российской Федерации поручил Правительству принять меры, направленные на установление особенностей использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов, расположенных на землях с.-х. назначения, которые должны предусматривать возможность осуществления на землях такой категории всех видов использования лесов без необходимости изменения формы собственности на земельные участки и изменения категории земель (Владимир Путин поручил Правительству ..., 2022).

С другой стороны, 21 сентября 2020 г. вышло Постановление Правительства Российской Федерации № 1509 «Об особенностях использования, охраны, защиты, воспроизводства лесов, расположенных на землях сельскохозяйственного назначения», регулирующее особенности использования, охраны, защиты, воспроиз-

водства лесов, которое, несмотря на то, что подразумевает существование лесов на заброшенных с.-х. землях, не согласуется со статьями 77 и 78 Земельного кодекса РФ. Постановление предусматривает существование исключительно защитных и мелиоративных лесных насаждений на землях с.-х. назначения, тем самым ограничивая развитие агролесоводства. Для разрешения сложившейся ситуации Научным советом Российской академии наук по лесу было направлено письмо (Леса, расположенные ..., 2022) в Правительство РФ с предложениями об изменении Постановления № 1509 в части согласования законодательных актов для выращивания лесов на заброшенных с.-х. землях. Министерство сельского хозяйства России не согласно с предложениями Научного совета Российской академии наук по лесу в связи с тем, что использование данных земель должно вестись в соответствии с их целевым назначением (Леса, расположенные ..., 2022).

Также от 8 июня 2022 г. было сформировано Постановление Правительства РФ № 1043 «О внесении изменений в Положение об особенностях использования, охраны, защиты, воспроизводства лесов, расположенных на землях сельскохозяйственного назначения», которое делает лесоразведение на заброшенных с.-х. землях практически невозможным. В частности, данное положение вводит ограничения по пригодности заброшенных с.-х. земель для лесоразведения, ставит очень

жесткие рамки того, что является лесом на заброшенных с.-х. землях, не допускает использование таких земель в целях создания и эксплуатации лесных плантаций.

Существуют предпосылки перехода таких земель в земли лесного фонда, на что указывают оценка Рослесинфорга площадей заброшенных с.-х. земель и проведение на них таксационных работ (Рослесинфорг: площадь заросших..., 2022). К тому же вступившие в силу 05 декабря 2022 г. поправки к Федеральному закону от 24 июля 2002 г. № 101-ФЗ «Об обороте земель сельскохозяйственного назначения» значительно упрощают процессы изъятия с.-х. земель и перевод их в государственную собственность. Теперь с.-х. земли можно изымать через год после выявления признаков забрасывания (Лес на сельхозземлях ..., 2022).

Для преодоления поставленных бюрократических барьеров Гринпис¹ и Научный совет РАН по лесу предлагают внести соответствующие изменения в статьи 77 и 78 Земельного кодекса РФ (Резолюция ..., 2021; Леса, расположенные ..., 2022), также предлагается включить в классификатор видов разрешенного использования земельных участков подраздел «Лесоводство» и исключить из признаков заброшенных с.-х. земель наличие типичных видов лесных растений в лесах и на землях, используемых для лесоводства

¹ С 19 мая 2023 года Генпрокуратурой РФ деятельность организации признана нежелательной на территории РФ.

(Владимир Путин поручил Правительству..., 2022). М. Е. Родина (2020) в своей работе поднимает ряд важных институциональных и нормативно-правовых вопросов для формирования модели частного лесопользования на заросших с.-х. землях. В частности, она предлагает при введении частной собственности на лесные участки на заброшенных с.-х. землях обеспечить сохранность лесов, граничащих с сельскими поселениями, садовыми товариществами, небольшими городами, которые имеют наибольшее значение для сохранения благоприятной окружающей среды, сохранить для населения свободный и бесплатный доступ к сбору, заготовке и использованию недревесной продукции (грибов, ягод и т. п.), а также их рекреационного использования, введение субсидий и дотаций за использование лесов на заброшенных с.-х. землях. Автор также подчеркивает необходимость формирования нормативно-правовых актов, четко определяющих, кто является собственником древесины, выращенной в коммерческих целях на землях сельскохозяйственного назначения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сокращение площадей возделываемых с.-х. угодий — это глобальное явление, которое проявляется на территории не только развивающихся стран, но и стран с передовой экономикой. За последнее десятилетие опубликован обширный ма-

териал научных исследований масштабов забрасывания с.-х. земель на разных пространственных уровнях. Причины прекращения с.-х. деятельности могут быть разные: социальные, экономические, экологические, ландшафтные, исторические, но наиболее распространенным является сочетание эколого-ландшафтных и социально-экономических факторов. Чаще всего оставленные участки низкорентабельны из-за истощения плодородного слоя почв, которое зачастую переходит в полную деградацию ландшафта, удаленности территории крупных населенных пунктов, где локализованы трудовые, производственные ресурсы или точки сбыта с.-х. продукции.

Оставленные территории зарастают древесно-кустарниковой растительностью. Частично этот процесс стимулируется государственными программами и не носит стихийный характер. Основная мотивация при этом — борьба с опустыниванием и деградацией земель с помощью лесоразведения. Однако чаще всего молодой лес появляется на заброшенной территории в ходе естественной сукцессии биогеоценозов. Возврат территорий, где уже практически восстановились леса, в с.-х. оборот будет весьма ощутим как для окружающей среды, так и для бюджета землевладельца. Поэтому необходимо сконцентрироваться на рациональном использовании таких участков в хозяйственной деятельности.

Наше исследование показало, что вовлечение в лесоклиматическую деятельность заросших с.-х. земель весьма перспективно. На таких территориях можно выращивать высокопродуктивные лесные насаждения, древесную биомассу которых можно использовать в углеродоемких производствах, таких как пластики, бетон, текстиль, и для целей биоэнергетики. Рациональная организация лесных плантаций на заброшенных с.-х. землях при условии внедрения устойчивых и ресурсосберегающих методов обработки и потребления древесины отвечает принципам климатически оптимизированного ведения лесного хозяйства. Одним из вариантов такого направления деятельности, признанного потенциально эффективным для территории России, является агролесоводство, при котором специально культивируемые древесные насаждения преднамеренно объединены с сельскохозяйственными культурами и/или животными в пределах одного агроландшафта.

Первым шагом для возврата заброшенных с.-х. земель, на которых сформировались лесные экосистемы, в пользование является формирование нормативно-правовой базы и преодоление существующих законодательных ограничений. В настоящее время нет законодательной основы, разрешающей лесоразведение на землях с.-х. назначения, за исключением полезащитных насаждений, несмотря на активную позицию заинтересованных организаций и структур власти.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена в рамках молодежной лаборатории ЦЭПЛ РАН «Климаторегулирующие функции и биоразнообразие лесов» (регистрационный номер 122111500023-6).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Барсукова Г. Н., Шеуджен З. Р., Деревенец Д. К.

Сокращение площади сельскохозяйственных угодий и пашни как общемировая тенденция уменьшения части ресурсного потенциала аграрного производства // *International agricultural journal*. 2021. Т. 64. № 6. С. 524–544.

Барталев С. А., Ворущилов И. И., Егоров В. А., Жарко В. О., Лупян Е. А., Сайгин И. А., Стыценко Е. А., Стыценко Ф. В., Хвостиков С. А. Оценка вклада древесно-кустарниковой растительности заброшенных с.-х. земель в бюджет углерода лесов России // Научные дебаты «Лесные климатические проекты в России». Научный совет РАН по лесу, 19 октября 2021 г. URL: https://rbf-gas.ru/wp-content/uploads/2021/12/AD_20211019_Bartalev.pdf (дата обращения 01.09.2022).

Барталев С. А. Применение методов дистанционного зондирования из космоса для мониторинга бюджета углерода в наземных экосистемах России // Всероссийский фестиваль Наука 0+.

г. Москва, 7 октября 2023 г. (устное сообщение).

Белюсова А. П., Брыжко И. В. Анализ за-растания сельскохозяйственных угодий на территории Пермского края по спутниковым снимкам Landsat // *ИнтерКарто. ИнтерГИС. Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий: Мат. межд. конф.* 2021. Т. 27. № 4. С. 150.

Владимир Путин поручил правительству использовать заброшенные сельхозземли для лесоклиматических проектов. 2022. URL: <https://kurl.ru/kkyzV> (дата обращения 01.02.2023).

Владыченский А. С., Телеснина В. М., Румянцева К. А., Чалая Т. А. Органическое вещество и биологическая активность постагрогенных почв южной тайги (на примере Костромской области) // *Почвоведение*. 2013. № 5. С. 570–570.

Гринпис¹ и WWF² призывают придать лесам на заброшенных сельхозземлях ясный правовой статус. 2018. URL: clck.ru/37GJAb (дата обращения 07.02.2022).

Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации в 2019

¹ С 19 мая 2023 года Генпрокуратурой РФ деятельность организации признана нежелательной на территории РФ.

² С 10 марта 2023 года Минюстом РФ организация объявлена иностранным агентом.

- году. 2021. URL: <https://kurl.ru/sRcfs> (дата обращения 01.04.2023).
- Желязков А. Л., Латышева А. И., Сетуридзе Д. Э.* Влияние стоимости сельскохозяйственных угодий на эффективное вовлечение в оборот не востребуемых земель // Аграрный вестник Урала. 2017. № 10 (164). С. 69–76.
- Земельный кодекс Российской Федерации от 25.10.2001 № 136-ФЗ (ред. от 06.02.2023) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2023). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_33773/ (дата обращения 01.05.2023).
- Карта неиспользуемых сельхоз земель. 2018. URL: <https://kurl.ru/bwzKW> (дата обращения 01.09.2023).
- Кривошеин А. Н.* Производство биотоплива в Европейском Союзе: политика, сертификация, критерии устойчивости / Под общ. ред. Н. М. Шматкова, WWF¹ России, и А. И. Воропаева, Ассоциация экологически ответственных лесопромышленников России. 2016. С. 39. URL: https://www.enpi-fleg.org/site/assets/files/2093/bio_site.pdf. (дата обращения 01.09.2022).
- Кузнецова А. И.* Влияние растительности на запасы почвенного углерода в лесах (обзор) // Вопросы лесной науки. 2021. Т. 4. №. 4. С. 41–95.
- Курганова И. Н., Лопес де Гереню В. О., Мостовая А. С., Овсепян Л. А., Телеснина В. М., Личко В. И., Баева Ю. И.* Влияние процессов естественного лесовосстановления на микробиологическую активность постагрогенных почв Европейской части России // Лесоведение. 2018. № 1. С. 3–23.
- Лес на сельхозземлях: запреты и итоги года. 20.12.2022. URL: clck.ru/37GHMW (дата обращения 01.09.2023).
- Леса России и изменение климата. Что нам может сказать наука 11 / Leskinen P., Lindner M., Verkerk P. J., Naburs G. J., Van Brusselen J., Kulikova E., Hassegawa M. Lerink B. (Eds.). Европейский институт леса, 2020. URL: <https://doi.org/10.36333/wsctu11> (дата обращения 01.09.2023).
- Леса, расположенные на землях сельскохозяйственного назначения: позиция Научного совета РАН по лесу. 12.09.2022. URL: <http://rbf-ras.ru/news-2022-09-12/> (дата обращения 01.09.2023).
- Лесоклиматические проекты. 2021. URL: clck.ru/37GHJ9 (дата обращения 01.09.2022).
- Люри Д. И., Горячкин С. В., Караваева Н. А., Денисенко Е. А., Нефедова Т. Г.* Динамика сельскохозяйственных земель России в XX веке и постагрогенное восстановление растительности и почв. М.: ГЕОС, 2010. 416 с.
- Маслов А., Гульбе А., Гульбе Я., Медведева М., Сирин А.* Оценка ситуации с зарастанием сельскохозяйственных земель

¹ С 19 мая 2023 года Генпрокуратурой РФ деятельность организации признана нежелательной на территории РФ.

- лесной растительностью на примере Угличского района Ярославской области // Устойчивое лесопользование. 2016. № 4. С. 6–14.
- Медведев А. А., Тельнова Н. О., Кудиков А. В.* Дистанционный высокодетальный мониторинг динамики зарастания заброшенных сельскохозяйственных земель лесной растительностью // Вопросы лесной науки. 2019. Т. 2. № 3. С. 1–12.
- Мелехов В. И., Антонов А. М., Лохов Д. В.* Лесоводственный потенциал неиспользуемых сельскохозяйственных угодий // Arctic Environmental Research. 2011. № 3. С. 62–66.
- Новая лесная стратегия ЕС на 2030 год. 16.07.2021. URL: <https://kurl.ru/UJTOm> (дата обращения 01.09.2023).
- Олссон Р.* Использовать или охранять? Бо-реальные леса и изменение климата // Устойчивое лесопользование. 2013. № 2. С. 36–45.
- Парижское соглашение. 2015. URL: clck.ru/Tvr74 (дата обращения 01.09.2022).
- Перепечина Ю. И., Глушенков О. И., Корсиков Р. С.* Учет и оценка лесов, возникших на сельскохозяйственных землях, с использованием данных дистанционного зондирования земли // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2016. № 4. С. 71–80.
- Постановление Правительства РФ от 08.06.2022 № 1043 «О внесении изменений в Положение об особенностях использования, охраны, защиты, вос-производства лесов, расположенных на землях сельскохозяйственного назначения». URL: clck.ru/37GHYF (дата обращения 01.09.2023).
- Постановление Правительства РФ от 18.09.2020 N 1482 «О признаках неиспользования земельных участков из земель сельскохозяйственного назначения по целевому назначению или использования с нарушением законодательства Российской Федерации». URL: <http://government.ru/docs/all/129924/> (дата обращения 01.09.2023).
- Постановление Правительства РФ от 21.09.2020 N 1509 (ред. от 08.06.2022) «Об особенностях использования, охраны, защиты, воспроизводства лесов, расположенных на землях сельскохозяйственного назначения». URL: clck.ru/37GHVa (дата обращения 01.07.2023).
- Правительство запретило россиянам выращивать леса на сельхозземлях. 2022. URL: clck.ru/37GHn3 (дата обращения 01.09.2023).
- Прищепов А. В., Мюллер Д., Дубинин М. Ю., Бауманн М., Раделофф В. К.* Детерминанты пространственного распределения заброшенных сельскохозяйственных земель в европейской части России // Пространственная экономика. 2013. № 3. С. 30–62.
- Прищепов А. В., Понькина Е. В., Сун Ж., Баворова М., Екимовская О. А.* Исследование поведенческих факторов сельхозпро-

- изводителей по вовлечению в оборот заброшенных сельскохозяйственных земель: Пример Республики Бурятия // *Пространственная экономика*. 2021. Т. 17. № 3. С. 59–102.
- Резолюция по итогам научных дебатов «Лесные климатические проекты в России». г. Москва, 19 октября 2021 г. URL: <http://rbf-ras.ru/academic-dispute/2021-10-19/> (дата обращения 01.09.2023).
- Родин А. Р., Родин С. А. Создание лесных энергетических плантаций // *Вестник Московского государственного университета леса — Лесной вестник*. 2008. № 1. С. 178–182.
- Родина М. Е. Частная собственность на лес на землях сельскохозяйственного назначения в Российской Федерации — тенденции развития гражданского, земельного и лесного законодательства // *Северо-Кавказский юридический вестник*. 2020. № 3. С. 90–102.
- Родькин О. И., Шабанов А. А., Родькин А. О. Оценка эффективности возделывания энергетических культур как источников биотоплива // *Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент»*. 2016. № 4. С. 102–110.
- Родькин О., Тимоти В. Биоэнергетические плантации ивы: опыт США для Беларуси // *Наука и инновации*. 2017. Т. 11. № 177. С. 64–68.
- Рослесинфорг: площадь заросших лесом сельхозугодий может в пять раз превышать статистику. 2022. URL: <https://roslesinfor.ru/news/in-the-media/6770/> (дата обращения 01.09.2023).
- Тебенькова Д. Н., Гичан Д. В., Гагарин Ю. Н. Влияние лесоводственных мероприятий на почвенный углерод: обзор // *Вопросы лесной науки*. 2022. Т. 5. № 4. С. 21–58.
- Телеснина В. М., Курганова И. Н., Лопес де Гереню В. О., Овсянян Л. А., Личко В. И., Ермолаев А. М., Мирин Д. М. Динамика свойств почв и состава растительности в ходе постагрогенного развития в разных биоклиматических зонах // *Почвоведение*. 2017. № 12. С. 1514–1534.
- Узун В. «Белые пятна» и неиспользуемые сельхозугодья: что показала сельскохозяйственная перепись 2016 г. // *Экономическое развитие России*. 2017. Т. 24. № 12. С. 36–43.
- Федеральный закон «О внесении изменений в Лесной кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации в части совершенствования правового регулирования отношений, связанных с обеспечением сохранения лесов на землях лесного фонда и землях иных категорий» от 27.12.2018 № 538-ФЗ. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_314666/ (дата обращения 01.09.2023).
- Федеральный закон «Об обороте земель сельскохозяйственного назначения»

- от 24.07.2002 № 101-ФЗ URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_37816/ (дата обращения 01.09.2023).
- Юргенс И. Ю., Турбина К. Е. Климатический саммит в Глазго: обновление мироустройства и задачи России // Власть. 2022. Т. 30. № 2. С. 9–30.
- A greener and fairer cap. 2022. URL: <https://kurl.ru/kxXbn> (дата обращения December 01, 2022).
- About The Challenge. 2017. URL: <https://www.bonnchallenge.org/about> (дата обращения 07.02.2022).
- Analysis of land abandonment and development of agricultural land markets in the Republic of North Macedonia — Conclusions and policy recommendations. FAO. 2023. URL: clck.ru/37GHd2 (дата обращения 01.12.2022).
- Aylott M. J., Casella E., Tubby I., Street N. R., Smith P., Taylor G. Yield and spatial supply of bioenergy poplar and willow short rotation coppice in the UK // *New Phytologist*. 2008. Vol. 178. No. 2. P. 358–370.
- Baumann M., Kuemmerle T., Elbakidze M., Ozdogan M., Radeloff V. C., Keuler N. S., Hostert P. Patterns and drivers of post-socialist farmland abandonment in Western Ukraine // *Land Use Policy*. 2011. Vol. 28. No. 3. P. 552–562.
- Berglund B. E., Kitagawa J., Lagerås P., Nakamura K., Sasaki N., Yasuda Y. Traditional farming landscapes for sustainable living in Scandinavia and Japan: Global revival through the Satoyama Initiative // *Ambio*. 2014. Vol. 43. P. 559–578.
- Beringer T. I. M., Lucht W., Schaphoff S. Bioenergy production potential of global biomass plantations under environmental and agricultural constraints // *GCB Bioenergy*. 2011. Vol. 3. No. 4. P. 299–312.
- Brown S., Lugo A. E. Tropical secondary forests // *Journal of Tropical Ecology*. 1990. Vol. 6. No. 1. P. 1–32.
- Campbell J. E., Lobell D. B., Genova R. C., Field C. B. The global potential of bioenergy on abandoned agriculture lands // *Environmental Science & Technology*. 2008. Vol. 42. No. 15. P. 5791–5794.
- Cao S., Chen L., Yu X. Impact of China's grain for Green Project on the landscape of vulnerable arid and semi-arid agricultural regions: A case study in northern Shaanxi province // *Journal of Applied Ecology*. 2009. Vol. 46. No. 3. P. 536–543.
- Castillo C. P., Kavalov B., Diogo V., Jacobs-Crisioni C., e Silva F. B., Lavalle C. Agricultural Land Abandonment in the EU within 2015–2030. Research Reports: JRC113718. Joint Research Centre, 2018. 7 p.
- Cramer V. A., Hobbs R. J. *Old Fields: Dynamics and Restoration of Abandoned Farmland*. Washington, DC: Island Press, 2007. Vol. 101. 334 p.
- Downing T. E., Lüdeke M. Social geographies of vulnerability and adaptation // *Global Desertification: Do Humans cause Deserts?* / J. F. Reynolds, D. M. Stafford Smith

- (Eds.). Berlin: Dahlem University Press, 2002. P. 232–252.
- Estel S., Kuemmerle T., Alcántara 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. P. 312–325.
- Etter A., McAlpine C., Pullar D., Possingham H.* Modeling the age of tropical moist forest fragments in heavily-cleared lowland landscapes of Colombia // *Forest Ecology and Management*. 2005. Vol. 208. No. 1–3. P. 249–260.
- European Commission. The 3 Billion Tree Planting Pledge for 2030. 2021. URL: <https://kurl.ru/ofRGn> (дата обращения 01.09.2023).
- Flinn K. M., Vellend M., Marks P. L.* Environmental causes and consequences of forest clearance and agricultural abandonment in central New York, USA // *Journal of Biogeography*. 2005. Vol. 32. No. 3. P. 439–452.
- Foote R. L., Grogan P.* Soil carbon accumulation during temperate forest succession on abandoned low productivity agricultural lands // *Ecosystems*. 2010. Vol. 13. P. 795–812.
- Framstad E., de Wit H., Mäkipää R., Larjavaara M., Vesterdal L., Karlton E.* Biodiversity, Carbon Storage and Dynamics of Old Northern Forest. Copenhagen: Nordic Council of Ministers, 2013. 130 p.
- Goga T., Feranec J., Bucha T., Rusnák M., Sačkov I., Barka I., Vladovič J.* A review of the application of remote sensing data for abandoned agricultural land identification with focus on Central and Eastern Europe // *Remote Sensing*. 2019. Vol. 11. No. 23. P. 2759.
- Good news for Africa's Great Green Wall. 2021. URL: <https://www.unep.org/news-and-stories/story/good-news-africas-great-green-wall> (дата обращения 01.09.2023).
- Gvein M. H., Hu X., Næss J. S., Watanabe M. D., Cavalett O., Malbranque M., Cherubini F.* Potential of land-based climate change mitigation strategies on abandoned cropland // *Communications Earth & Environment*. 2023. Vol. 4. No. 1. Article: 39.
- Haddaway N. R., Styles D., Pullin A. S.* Environmental impacts of farm land abandonment in high altitude/mountain regions: a systematic map of the evidence // *Environmental Evidence*. 2013. Vol. 2. P. 1–7.
- Härtl F. H., Höllerl S., Knoke T.* A new way of carbon accounting emphasises the crucial role of sustainable timber use for successful carbon mitigation strategies // *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*. 2017. Vol. 22. P. 1163–1192.
- Heider K., Rodriguez Lopez J. M., Balbo A. L., Scheffran J.* The state of agricultural landscapes in the Mediterranean: Smallholder agriculture and land abandonment in

- terraced landscapes of the Ricote Valley, southeast Spain // *Regional Environmental Change*. 2021. Vol. 21. P. 1–12.
- Helmer E. H., Brown S., Cohen W. B.* Mapping montane tropical forest successional stage and land use with multi-date Landsat imagery // *International Journal of Remote Sensing*. 2000. Vol. 21. No. 11. P. 2163–2183.
- Holtmark B.* Harvesting in boreal forests and the biofuel carbon debt // *Climatic Change*. 2012. Vol. 112. P. 415–428.
- Janus J., Bozek P.* Land abandonment in Poland after the collapse of socialism: Over a quarter of a century of increasing tree cover on agricultural land // *Ecological Engineering*. 2019. Vol. 138. P. 106–117.
- Kammesheidt L.* Perspectives on secondary forest management in tropical humid lowland America // *AMBIO: A Journal of the Human Environment*. 2002. Vol. 31. No. 3. P. 243–250.
- Kauppi P., Hanewinkel M., Lundmark T., Nabuurs G. J., Peltola H., Trasobares A., Hetemäki L.* Climate Smart Forestry in Europe. European Forest Institute, 2018. 20 p.
- Keenleyside C., Tucker G., McConville A.* Farmland Abandonment in the EU: an Assessment of Trends and Prospects. London: Institute for European Environmental Policy, 2010. 98 p.
- Kellezi M., Stafasani M., Kortoci Y.* Evaluation of biomass supply chain from *Robinia pseudoacacia* L. SRF plantations on abandoned lands // *Journal of Life Sciences*. 2012. Vol. 6. No. 2. P. 243–250.
- Kolecka N., Kozak J., Kaim D., Dobosz M., Ostafin K., Ostapowicz K., Price B.* Understanding farmland abandonment in the Polish Carpathians // *Applied Geography*. 2017. Vol. 88. P. 62–72.
- Kuemmerle T., Hostert P., Radeloff V. C., Van der Linden S., Perzanowski K., Kruhlov I.* Cross-border comparison of post-socialist farmland abandonment in the Carpathians // *Ecosystems*. 2008. Vol. 11. No. 2. P. 614–628.
- Kurganova I., De Gerenyu V. L., Kuzyakov Y.* Large-scale carbon sequestration in post-agrogenic ecosystems in Russia and Kazakhstan // *Catena*. 2015. Vol. 133. P. 461–466.
- Kurganova I., Lopes de Gerenyu V., Six J., Kuzyakov Y.* Carbon cost of collective farming collapse in Russia // *Global Change Biology*. 2014. Vol. 20. No. 3. P. 938–947.
- Lana-Renault N., Nadal-Romero E., Cammeraat E., Llorente J. Á.* Critical environmental issues confirm the relevance of abandoned agricultural land // *Water*. 2020. Vol. 12. No. 4. Article: 1119.
- Land Abandonment in Lithuania / Giedre Leimontaite. National Land Service under the Ministry of Agriculture Grain. Budapest. 2011. URL: <https://kurl.ru/PqEYN> (дата обращения 01.09.2023).
- Langeveld H., Quist-Wessel F., Dimitriou I., Aronsson P., Baum C., Schulz U., Berndes G.* Assessing environmental impacts of short rotation coppice (SRC) expansion: model definition and preliminary results // *Bioenergy Research*. 2012. Vol. 5. P. 621–635.

- Lasanta T., Arnáez J., Pascual N., Ruiz-Flaño P., Errea M. P., Lana-Renault N.* Space–time process and drivers of land abandonment in Europe // *Catena*. 2017. Vol. 149. P. 810–823.
- Leakey R.* Definition of agroforestry revisited // *Agroforestry Today*. 1996. Vol. 8. P. 5–7.
- Lewis S. L., Wheeler C. E., Mitchard E. T., Koch A.* Restoring natural forests is the best way to remove atmospheric carbon // *Nature*. 2019. Vol. 568. No. 7750. P. 25–28.
- Liepins K., Lazdins A., Lazdina D., Daugaviete M., Miežite O.* Naturally afforested agricultural lands in Latvia—assessment of available timber resources and potential productivity // *Environmental Engineering. Proceedings of the 7th International Conference*. 2008. P. 194–199.
- Liu J., Zhang Z., Xu X., Kuang W., Zhou W., Zhang S., Jiang N.* Spatial patterns and driving forces of land use change in China during the early 21st century // *Journal of Geographical Sciences*. 2010. Vol. 20. P. 483–494.
- Lugo A. E., Helmer E.* Emerging forests on abandoned land: Puerto Rico’s new forests // *Forest Ecology and Management*. 2004. Vol. 190. No. 2. P. 145–161.
- Lutter R., Stål G., Arnesson Ceder L., Lim H., Padari A., Tullus H., Lundmark T.* Climate benefit of different tree species on former agricultural land in northern Europe // *Forests*. 2021. Vol. 12. No. 12. Article: 1810.
- Mottet A.* Transformations des systèmes d'élevage depuis 1950 et conséquences pour la dynamique des paysages dans les Pyrénées. Contribution à l'étude du phénomène d'abandon de terres agricoles en montagne à partir de l'exemple de quatre communes des Hautes-Pyrénées Diss. 2005. URL: <https://www.researchgate.net/publication/342009670> (дата обращения 01.09.2023).
- Nabuurs G. J., Verkerk P. J., Schelhaas M., González-Olabarria J. R., Trasobares A., Cienciala E.* Climate-Smart Forestry: Mitigation Impacts in Three European Regions. European Forest Institute, 2018. Vol. 6. 32 p.
- Nair P. R., Nair V. D., Kumar B. M., Haile S. G.* Soil carbon sequestration in tropical agroforestry systems: a feasibility appraisal // *Environmental Science & Policy*. 2009. Vol. 12. No. 8. P. 1099–1111.
- Novara A., Gristina L., Sala G., Galati A., Crescimanno M., Cerdà A., La Mantia T.* Agricultural land abandonment in Mediterranean environment provides ecosystem services via soil carbon sequestration // *Science of the Total Environment*. 2017. Vol. 576. P. 420–429.
- Pagiola S.* Payments for environmental services in Costa Rica // *Ecological Economics*. 2008. Vol. 65. No. 4. P. 712–724.
- Pedroli B., Elbersen B., Frederiksen P., Grandin U., Heikkilä R., Krogh P. H., Spijker J.* Is energy cropping in Europe compatible with biodiversity? — Opportunities and threats to biodiversity from land-based production of biomass for bioenergy purposes // *Biomass and Bioenergy*. 2013. Vol. 55. P. 73–86.
- Pei H., Liu M., Jia Y., Zhang H., Li Y., Xiao Y.* The trend of vegetation greening and its drivers in the Agro-pastoral ecotone of north-

- ern China, 2000–2020 // Ecological Indicators. 2021. Vol. 129. Article: 108004.
- Peña-Angulo D., Khorchani M., Errea P., Lasanta T., Martínez-Arnáiz M., Nadal-Romero E.* Factors explaining the diversity of land cover in abandoned fields in a Mediterranean mountain area // *Catena*. 2019. Vol. 181. P. 104064.
- Plieninger T., Gaertner M., Hui C., Huntsinger L.* Does land abandonment decrease species richness and abundance of plants and animals in Mediterranean pastures, arable lands and permanent croplands? // *Environmental Evidence*. 2013. Vol. 2. P. 1–7.
- Pointereau P., Coulon F., Girard P., Lambotte M., Stuczynski T., Sanchez O. V., Del Rio A., Anguiano E., Bamps C., Terres J.* Analysis of Farmland Abandonment and the Extent and Location of Agricultural Areas that are Actually Abandoned or Are in Risk to Be Abandoned. European Commission Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, 2008. 204 p.
- Post W. M., Kwon K. C.* Soil carbon sequestration and land use change: processes and potential // *Global Change Biology*. 2000. Vol. 6. No. 3. P. 317–327.
- Prishchepov A. V., Radeloff V. C., Baumann M., Kuemmerle T., Müller D.* Effects of institutional changes on land use: agricultural land abandonment during the transition from state-command to market-driven economies in post-Soviet Eastern Europe // *Environmental Research Letters*. 2012. Vol. 7. No. 2. P. 024021.
- Prishchepov A. V., Schierhorn F., Löw F.* Unraveling the diversity of trajectories and drivers of global agricultural land abandonment // *Land*. 2021. Vol. 10. No. 2. P. 97.
- Profft I., Mund M., Weber G. E., Weller E., Schulze E. D.* Forest management and carbon sequestration in wood products // *European Journal of Forest Research*. 2009. Vol. 128. P. 399–413.
- Pueyo Y., Beguería S.* Modelling the rate of secondary succession after farmland abandonment in a Mediterranean mountain area // *Landscape and Urban Planning*. 2007. Vol. 83. No. 4. P. 245–254.
- Qiu S., Peng J.* Distinguishing ecological outcomes of pathways in the Grain for Green Program in the subtropical areas of China // *Environmental Research Letters*. 2022. Vol. 17. No. 2. Article: 024021.
- Ramankutty N., Foley J. A.* Estimating historical changes in global land cover: Croplands from 1700 to 1992 // *Global Biogeochemical Cycles*. 1999. Vol. 13. No. 4. P. 997–1027.
- Rozendaal D. M., Bongers F., Aide T. M., Alvarez-Dávila E., Ascarrunz N., Balvanera P., Poorter L.* Biodiversity recovery of Neotropical secondary forests // *Science Advances*. 2019. Vol. 5. No. 3. Article: eaau3114.
- Rudel T. K., Schneider L., Uriarte M., Turner B. L., DeFries R., Lawrence D., Grau R.* Agricultural intensification and changes in cultivated areas, 1970–2005 // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2009. Vol. 106. No. 49. P. 20675–20680.

- Rytter L., Ingerslev M., Kilpeläinen A., Tors-sonen P., Lazdina D., Löf M., Madsen P., Muiste P., Stener L.-G.* Increased forest biomass production in the Nordic and Baltic countries — a review on current and future opportunities // *Silva Fennica*. 2009. Vol. 50. No. 5. Article: 1660.
- Sanchez P. A.* Science in agroforestry // *Agroforestry Systems*. 1995. Vol. 30. P. 5–55.
- Seidl R., Thom D., Kautz M., Martin-Benito D., Peltoniemi M., Vacchiano G., Reyer C. P.* Forest disturbances under climate change // *Nature Climate Change*. 2017. Vol. 7. No. 6. P. 395–402.
- Styles D., Jones M. B.* Current and future financial competitiveness of electricity and heat from energy crops: A case study from Ireland // *Energy Policy*. 2007. Vol. 35. No. 8. P. 4355–4367.
- Styles D., Thorne F., Jones M. B.* Energy crops in Ireland: an economic comparison of willow and *Miscanthus* production with conventional farming systems // *Biomass and Bioenergy*. 2008. Vol. 32. No. 5. P. 407–421.
- Su G., Okahashi H., Chen L.* Spatial pattern of farmland abandonment in Japan: Identification and determinants // *Sustainability*. 2018. Vol. 10. No. 10. Article: 3676.
- Subedi Y. R., Kristiansen P., Cacho O., Ojha R. B.* Agricultural land abandonment in the hill agro-ecological region of Nepal: Analysis of extent, drivers and impact of change // *Environmental Management*. 2021. Vol. 67. P. 1100–1118.
- Terres J. M., Nisini L., Anguiano E.* Assessing the Risk of Farmland Abandonment in the EU. Final Report. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2013. 134 p.
- The Greenhouse Gas Protocol. The Land Use, Land-Use Change, and Forestry Guidance for GHG Project Accounting. World Resource Institute. Washington. 2006. P. 97. URL: <https://ghgprotocol.org/standards/project-protocol> (дата обращения 01.09.2023).
- Thibault M., Thiffault E., Bergeron Y., Ouimet R., Tremblay S.* Afforestation of abandoned agricultural lands for carbon sequestration: how does it compare with natural succession? // *Plant and Soil*. 2022. Vol. 475. No. 1–2. P. 605–621.
- Tomaz C., Alegria C., Monteiro J. M., Teixeira M. C.* Land cover change and afforestation of marginal and abandoned agricultural land: A 10 year analysis in a Mediterranean region // *Forest Ecology and Management*. 2013. Vol. 308. P. 40–49.
- Tremblay S., Ouimet R.* White spruce plantations on abandoned agricultural land: are they more effective as C sinks than natural succession? // *Forests*. 2013. Vol. 4. No. 4. P. 1141–1157.
- Uri V., Vares A., Tullus H., Kanal A.* Above-ground biomass production and nutrient accumulation in young stands of silver birch on abandoned agricultural land // *Biomass and Bioenergy*. 2007. Vol. 31. No. 4. P. 195–204.
- Waisanen P. J., Bliss N. B.* Changes in population and agricultural land in conterminous United States counties, 1790 to 1997 // *Global Biogeochemical Cycles*. 2002. Vol. 16. No. 4. P. 1–19.

- Walle I. V., Van Camp N., Van de Castele L., Verheyen K., Lemeur R. Short-rotation forestry of birch, maple, poplar and willow in Flanders (Belgium) I–Biomass production after 4 years of tree growth // *Biomass and Bioenergy*. 2007. Vol. 31. No. 5. P. 267–275.
- Wang C., Gao Q., Wang X., Yu M. Decadal trend in agricultural abandonment and woodland expansion in an agro-pastoral transition band in Northern China // *Plos One*. 2015. Vol. 10. No. 11. P. e0142113.
- Weissteiner C. J., Boschetti M., Böttcher K., Carrara P., Bordogna G., Brivio P. A. Spatial explicit assessment of rural land abandonment in the Mediterranean area // *Global and Planetary Change*. 2011. Vol. 79. No. 1–2. P. 20–36.
- Wuyun D., Sun L., Chen Z., Hou A., Crusiol L. G. T., Yu L., Sun Z. The spatiotemporal change of cropland and its impact on vegetation dynamics in the farming-pastoral ecotone of northern China // *Science of the Total Environment*. 2022. Vol. 805. Article: 150286.
- Yu Z., Lu C., Tian H., Canadell J. G. Largely underestimated carbon emission from land use and land cover change in the conterminous United States // *Global Change Biology*. 2019. Vol. 25. No. 11. P. 3741–3752.
- Zeng N., Hausmann H. Wood Vault: remove atmospheric CO₂ with trees, store wood for carbon sequestration for now and as biomass, bioenergy and carbon reserve for the future // *Carbon Balance and Management*. 2011. Vol. 17. No. 1. P. 2.
- Zhao L., Jia K., Liu X., Li J., Xia M. Assessment of land degradation in Inner Mongolia between 2000 and 2020 based on remote sensing data // *Geography and Sustainability*. 2023. Vol. 4. No. 2. P. 100–111.
- Zhu X., Xiao G., Zhang D., Guo L. Mapping abandoned farmland in China using time series MODIS NDVI // *Science of the Total Environment*. 2021. Vol. 755. No. 1. Article: 142651.
- Zomer R. J., Neufeldt H., Xu J., Ahrends A., Bossio D., Trabucco A., Wang M. Global tree cover and biomass carbon on agricultural land: The contribution of agroforestry to global and national carbon budgets // *Scientific Reports*. 2016. Vol. 6. No. 1. Article ID: 29987.
- Zumkehr A., Campbell J. E. Historical US cropland areas and the potential for bioenergy production on abandoned croplands // *Environmental Science & Technology*. 2013. Vol. 47. No. 8. P. 3840–3847.

REFERENCES

- A greener and fairer cap, 2022, available at: <https://kurl.ru/kxXbn> (December 01, 2022).
- About The Challenge, 2017, available at: <https://www.bonnchallenge.org/about> (February 07, 2023).
- Analysis of land abandonment and development of agricultural land markets in the

- Republic of North Macedonia — Conclusions and policy recommendations, FAO, 2023, available at: clck.ru/37GHd2 (December 01, 2022).
- Aylott M. J., Casella E., Tubby I., Street N. R., Smith P., Taylor G., Yield and spatial supply of bioenergy poplar and willow short-rotation coppice in the UK, *New Phytologist*, 2008, Vol. 178, No 2, pp. 358–370.
- Barsukova G. N., Sheudzhen Z. R., Der-evenec D. K., Sokrashhenie ploshhadi sel'skokhozhajjstvennykh ugodij i pashni kak obshhemirovaja tendencija umen'shenija chasti resursnogo potenciala agrarnogo proizvodstva (Reduction of the area of agricultural land and arable land as a global trend of reducing part of the resource potential of agricultural production), *International agricultural journal*, 2021, Vol. 64, No 6, pp. 524–544.
- Bartalev S. A., *Primenenie metodov distancionnogo zondirovanija iz kosmosa dlja monitoringa bjudzhet ugleroda v nazemnykh ehkosistemakh Rossii* (Application of remote sensing methods from space for monitoring the carbon budget in terrestrial ecosystems of Russia), Vserossijskij festival' Nauka 0+, Moscow, 7 oktjabrja 2023.
- Bartalev S. A., Vorushilov I. I., Egorov V. A., Zharko V. O., Lupjan E. A., Sajjgin I. A., Stycenko E. A., Stycenko F. V., Khvostikov S. A., Ocenka vkladu drevesnokustarnikovojj rastitel'nosti zabrosennykh s.-kh. zemel' v bjudzhet ugleroda lesov Rossii (Assessment of the contribution of woody and shrubby vegetation of abandoned agricultural lands to the carbon budget of Russian forests), *Nauchnye debaty "Lesnye klimaticheskie proekty v Rossii"*, Nauchnyj sovet RAN po lesu, 19 oktjabrja 2021, available at: https://rbf-ras.ru/wp-content/uploads/2021/12/AD_20211019_Bartalev.pdf (September 01, 2022).
- Baumann M., Kuemmerle T., Elbakidze M., Ozdogan M., Radeloff V. C., Keuler N. S., Hostert P., Patterns and drivers of post-socialist farmland abandonment in Western Ukraine, *Land use policy*, 2011, Vol. 28, No 3, pp. 552–562.
- Belousova A. P., Bryzhko I. V., Analiz zarastanija sel'skokhozhajjstvennykh ugodij na territorii Permskogo kraja po sputnikovyim snimkam Landsat (Analysis of overgrowth of agricultural lands in the Perm Territory using Landsat satellite images), *InterKarto. InterGIS. Geoinformacionnoe obespechenie ustojchivogo razvitija territorij: Mat. mezhd. Konf*, 2021, Vol. 27, No 4, p. 150.
- Berglund B. E., Kitagawa J., Lagerås P., Nakamura K., Sasaki N., Yasuda Y., Traditional farming landscapes for sustainable living in Scandinavia and Japan: Global revival through the Satoyama Initiative, *Ambio*, 2014, Vol. 43, pp. 559–578.
- Beringer T. I. M., Lucht W., Schaphoff S., Bioenergy production potential of global biomass plantations under environmental and agricultural constraints, *GCB Bioenergy*, 2011, Vol. 3, No 4, pp. 299–312.

- Brown S., Lugo A. E., Tropical secondary forests, *Journal of tropical ecology*, 1990, Vol. 6, No 1, pp. 1–32.
- Campbell J. E., Lobell D. B., Genova R. C., Field C. B., The global potential of bioenergy on abandoned agriculture lands, *Environmental science & technology*, 2008, Vol. 42, No 15, pp. 5791–5794.
- Cao S., Chen L., Yu X., Impact of China's Grain for Green Project on the landscape of vulnerable arid and semi-arid agricultural regions: A case study in northern Shaanxi Province, *Journal of Applied Ecology*, 2009, Vol. 46, No 3, pp. 536–543.
- Castillo C. P., Kavalov B., Diogo V., Jacobs-Crisioni C., e Silva F. B., Lavalle C., Agricultural land abandonment in the EU within 2015–2030. *Research Reports: JRC113718*, Joint Research Centre, 2018, pp. 1–7.
- Cramer V. A., Hobbs R. J., *Old fields: dynamics and restoration of abandoned farmland*. Washington, DC: Island Press, 2007, Vol. 101, p. 334
- Doklad o sostojanii i ispol'zovanii zemel sel'skokhozjajstvennogo naznachenija Rossijskoj Federacii v 2019 godu (Report on the state and use of agricultural lands of the Russian Federation in 2019), 2021, available at: <https://kurl.ru/sRcfs> (April 01, 2023).
- Downing T. E., Lüdeke M., Social geographies of vulnerability and adaptation [in:] *Global Desertification: Do Humans Cause Deserts?* J. F. Reynolds, D. M. Stafford Smith (Eds.), Berlin: Dahlem University Press, 2002, pp. 232–252.
- Estel S., Kuemmerle T., Alcántara 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.
- Etter A., McAlpine C., Pullar D., Possingham H., Modeling the age of tropical moist forest fragments in heavily-cleared lowland landscapes of Colombia, *Forest Ecology and Management*, 2005, Vol. 208, No 1–3, pp. 249–260.
- European Commission, The 3 Billion Tree Planting Pledge for 2030, 2021, available at: <https://kurl.ru/ofRGn> (September 01, 2023).
- Federalnyi zakon “O vnesenii izmenenii v Lesnoi kodeks Rossiiskoi Federatsii i otдельnye zakonodatelnye akty Rossiiskoi Federatsii v chasti sovershenstvovaniia pravovogo regulirovaniia otnoshenii, svyazannykh s obespecheniem sokhraneniia lesov na zemliakh lesnogo fonda i zemliakh inykh kategorii” (On amendments to the Forest Code of the Russian Federation and certain legislative acts of the Russian Federation in terms of improving the legal regulation of relations related to ensuring the conservation of forests on forest fund lands and lands of other categories), 27.12.2018 N 538-FZ, available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_314666 (September 01, 2023).
- Federalnyi zakon “Ob oborote zemel selskokhozyaystvennogo naznacheniya” (On

- the turnover of agricultural land) 24.07.2002 N 101-FZ, available at: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_37816/ (September 01, 2023).
- Flinn K. M., Vellend M., Marks P. L., Environmental causes and consequences of forest clearance and agricultural abandonment in central New York, USA, *Journal of Biogeography*, 2005, Vol. 32, No 3, pp. 439–452.
- Footo R. L., Grogan P., Soil carbon accumulation during temperate forest succession on abandoned low productivity agricultural lands, *Ecosystems*, 2010, Vol. 13, pp. 795–812.
- Framstad E., de Wit H., Mäkipää R., Larjavaara M., Vesterdal L., Karlton E., *Biodiversity, carbon storage and dynamics of old northern forest*, Copenhagen: Nordic Council of Ministers, 2013, p. 130.
- Goga T., Feranec J., Bucha T., Rusnák M., Sačkov I., Barka I., Vladovič J., A review of the application of remote sensing data for abandoned agricultural land identification with focus on Central and Eastern Europe, *Remote sensing*, 2019, Vol. 11, No 23, pp. 2759.
- Good news for Africa's Great Green Wall, 2021, available at: <https://www.unep.org/news-and-stories/story/good-news-africas-great-green-wall> (September 01, 2023).
- Greenpeace¹ i WWF² prizyvayut pridat' lesam na zabroshennyh sel'hozzemlyah yasnyj pravovoj status (Greenpeace¹ and WWF² call for clear legal status for forests on abandoned farmland), 2018, available at: clck.ru/37GJAb (February 07, 2022).
- Gvein M. H., Hu X., Næss J. S., Watanabe M. D., Cavalett O., Malbranche M., Cherubini F., Potential of land-based climate change mitigation strategies on abandoned cropland, *Communications Earth & Environment*, 2023, Vol. 4, No 1, Article 39.
- Haddaway N. R., Styles D., Pullin A. S., Environmental impacts of farm land abandonment in high altitude/mountain regions: a systematic map of the evidence, *Environmental Evidence*, 2013, Vol. 2, pp. 1–7.
- Härtl F. H., Höllerl S., Knoke T., A new way of carbon accounting emphasises the crucial role of sustainable timber use for successful carbon mitigation strategies, *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 2017, Vol. 22, pp. 1163–1192.
- Heider K., Rodriguez Lopez J. M., Balbo A. L., Scheffran J., The state of agricultural landscapes in the Mediterranean: Smallholder agriculture and land abandonment in terraced landscapes of the Ricote Valley, southeast Spain, *Regional Environmental Change*, 2021, Vol. 21, pp. 1–12.
- Helmer E. H., Brown S., Cohen W. B., Mapping montane tropical forest successional stage and land use with multi-date Landsat imagery, *International journal of remote sensing*, 2000, Vol. 21, No 11, pp. 2163–2183.
- Holtsmark B., Harvesting in boreal forests and the biofuel carbon debt, *Climatic change*, 2012, Vol. 112, pp. 415–428.

- Iurgens I. Iu., Turbina K. E. Klimaticheskii sammit v Glazgo: obnovlenie miroustroistva i zadachi Rossii (The Climate Summit in Glasgow: updating the world order and Russia's tasks), *Vlast*, 2022, Vol. 30, No 2, pp. 9–30.
- Janus J., Bozek P., Land abandonment in Poland after the collapse of socialism: Over a quarter of a century of increasing tree cover on agricultural land, *Ecological Engineering*, 2019, Vol. 138, pp. 106–117.
- Kammesheidt L., Perspectives on secondary forest management in tropical humid lowland America, *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 2002, Vol. 31, No 3, pp. 243–250.
- Karta neispol'zuemykh sel'khoz zemel' (Map of unused agricultural lands), 2018, available at: <https://kurl.ru/bwzKW> (September 01, 2023).
- Kauppi P., Hanewinkel M., Lundmark T., Nabuurs G. J., Peltola H., Trasobares A., Hetemäki L., Climate smart forestry in Europe. *European Forest Institute*, 2018, p. 20.
- Keenleyside C., Tucker G., McConville A., *Farm-land Abandonment in the EU: an Assessment of Trends and Prospects*, London: Institute for European Environmental Policy, 2010, p. 98.
- Kellezi M., Stafasani M., Kortoci Y., Evaluation of biomass supply chain from *Robinia pseudoacacia* L. SRF plantations on abandoned lands, *Journal of Life Sciences*, 2012, Vol. 6, No 2, pp. 243–250.
- Kolecka N., Kozak J., Kaim D., Dobosz M., Ostafin K., Ostapowicz K., Price B., Under- standing farmland abandonment in the Polish Carpathians, *Applied Geography*, 2017, Vol. 88, pp. 62–72.
- Krivoshein A. N., *Proizvodstvo biotopliva v Evropejskom Sojuze: politika, sertifikacija, kriterii ustojchivosti* (Biofuel production in the European Union: policy, certification, sustainability criteria), pod red. N. M. Shmatkova, WWF² Rossii i A. I. Voropaeva, Associacija ehkologicheskii otvetstvennykh lesopromyshlennikov Rossii, 2016, p. 39.
- Kuemmerle T., Hostert P., Radeloff V. C., Van der Linden S., Perzanowski K., Kruhlov I., Cross-border comparison of post-socialist farmland abandonment in the Carpathians, *Ecosystems*, 2008, Vol. 11, No 2, pp. 614–628.
- Kurganova I. N., Lopes de Gerenju V. O., Mostovaja A. S., Ovsepjan L. A., Telesnina V. M., Lichko V. I., Baeva Ju. I., Vlijanie processov estestvennogo lesovosstanovlenija na mikrobiologicheskuju aktivnost' postagrogennykh pochv Evropejskoj chasti Rossii (The influence of natural reforestation processes on the microbiological activity of postagrogenic soils of the European part of Russia), *Lesovedenie*, 2018, No 1, pp. 3–23.
- Kurganova I., De Gerenyu V. L., Kuzyakov Y., Large-scale carbon sequestration in post-agrogenic ecosystems in Russia and Kazakhstan, *Catena*, 2015, Vol. 133, pp. 461–466.
- Kurganova I., Lopes de Gerenyu V., Six J., Kuzyakov Y., Carbon cost of collective

- farming collapse in Russia, *Global Change Biology*, 2014, Vol. 20, No 3, pp. 938–947.
- Kuznecova A. I., Vlijanie rastitel'nosti na zapasy pochvennogo ugleroda v lesakh (obzor) (The effect of vegetation on soil carbon stocks in forests (review)), *Voprosy lesnoj nauki*, 2021, Vol. 4, No 4, pp. 41–95.
- Lana-Renault N., Nadal-Romero E., Cammeraat E., Llorente J. Á., Critical environmental issues confirm the relevance of abandoned agricultural land, *Water*, 2020, Vol. 12, No 4, Article: 1119.
- Land Abandonment in Lithuania*, Giedre Leimontaite, National Land Service under the Ministry of Agriculture Grain, Budapest, 2011, available at: <https://kurl.ru/PqEYN> (September 01, 2023).
- Langeveld H., Quist-Wessel F., Dimitriou I., Aronsson P., Baum C., Schulz U., Berndes G., Assessing environmental impacts of short rotation coppice (SRC) expansion: model definition and preliminary results, *Bioenergy Research*, 2012, Vol. 5, pp. 621–635.
- Lasanta T., Arnáez J., Pascual N., Ruiz-Flaño P., Errea M. P., Lana-Renault N. Space–time process and drivers of land abandonment in Europe, *Catena*, 2017, Vol. 149, pp. 810–823.
- Leakey R., Definition of agroforestry revisited, *Agroforestry today*, 1996, Vol. 8, pp. 5–7.
- Les na sel'khozzemljakh: zaprety i itogi goda (Forest on agricultural lands: prohibitions and results of the year), 20.12.2022, available at: clck.ru/37GHMW (September 01, 2023).
- Lesna, raspolozhennyye na zemljakh sel'skokhozjajstvennogo naznachenija: pozicija Nauchnogo soveta RAN po lesu (Forests located on agricultural lands: the position of the Scientific Council of the Russian Academy of Sciences on forests), 12.09.2022, available at: <http://rbf-ras.ru/news-2022-09-12/> (September 01, 2023).
- Leskinen P., Lindner M., Verkerk P. J., Naburs G. J., Van Brusselen J., Kulikova E., Hassegawa M., Lerink B., *Lesna Rossii i izmenenie klimata. Chto nam mozhet skazat' nauka 11* (Forests of Russia and climate change. What can science tell us 11), Evropejskij institut lesa, 2020, available at: <https://doi.org/10.36333/wsctu11> (September 01, 2023).
- Lesoklimaticheskie proekty (Forest-climatic projects), 2021, available at: clck.ru/37GHJ9 (September 01, 2023).
- Lewis S. L., Wheeler C. E., Mitchard E. T., Koch A. Restoring natural forests is the best way to remove atmospheric carbon, *Nature*, 2019, Vol. 568, No 7750, pp. 25–28.
- Liepins K., Lazdins A., Lazdina D., Daugaviete M., Miezite O., Naturally afforested agricultural lands in Latvia—assessment of available timber resources and potential productivity, *Environmental engineering. Proceedings of the 7th international conference*, 2008, pp. 194–199.
- Liu J., Zhang Z., Xu X., Kuang W., Zhou W., Zhang S., Jiang N., Spatial patterns and driving forces of land use change in Chi-

- na during the early 21st century, *Journal of Geographical Sciences*, 2010, Vol. 20, pp. 483–494.
- Ljuri D. I., Gorjachkin S. V., Karavaeva N. A., Denisenko E. A., Nefedova T. G., *Dinamika sel'skokhozjajstvennykh zemel' Rossii v XX veke i postagrogennoe vosstanovlenie rastitel'nosti i pochv* (Dynamics of agricultural lands in Russia in the XX century and post-agrogenic restoration of vegetation and soils), Moscow: GEOS, 2010, 416 p.
- Lugo A. E., Helmer E., Emerging forests on abandoned land: Puerto Rico's new forests, *Forest Ecology and Management*, 2004, Vol. 190, No 2, pp. 145–161.
- Lutter R., Stal G., Arnesson Ceder L., Lim H., Padari A., Tullus H., Lundmark T., Climate benefit of different tree species on former agricultural land in northern Europe, *Forests*, 2021, Vol. 12, No 12, Article: 1810.
- Maslov A., Gul'be A., Gul'be Ja., Medvedeva M., Sirin A., Ocenka situacii s zarastaniem sel'skokhozjajstvennykh zemel' lesnoj rastitel'nost'ju na primere Uglichskogo rajjona Jaroslavskoj oblasti (Assessment of the situation with overgrowth of agricultural lands by forest vegetation on the example of the Uglich district of the Yaroslavl region), *Ustojchivoe lesopol'zovanie*, 2016, No 4, pp. 6–14.
- Medvedev A. A., Tel'nova N. O., Kudikov A. V., Distancionnyĭ vysokodetal'nyĭ monitoring dinamiki zarastanija zabroshennykh sel'skokhozjaĭstvennykh zemel' lesnoj rastitel'nost'ju (Remote high-detail monitoring of the dynamics of overgrowth of abandoned agricultural lands with forest vegetation), *Voprosy lesnoj nauki*, 2019, Vol. 2, No 3, pp. 1–12.
- Melekhov V. I., Antonov A. M., Lokhov D. V., Lesovodstvennyĭ potencial neispol'zuemykh sel'khozjajstvennykh ugodij (Forestry potential of unused agricultural land), *Arctic Environmental Research*, 2011, No 3, pp. 62–66.
- Mottet A., *Transformations des systèmes d'élevage depuis 1950 et conséquences pour la dynamique des paysages dans les Pyrénées. Contribution à l'étude du phénomène d'abandon de terres agricoles en montagne à partir de l'exemple de quatre communes des Hautes-Pyrénées*, Diss, 2005, available at: <https://www.researchgate.net/publication/342009670> (September 01, 2023).
- Nabuurs G. J., Verkerk P. J., Schelhaas M., González-Olabarria J. R., Trasobares A., Cienciala E., Climate-Smart Forestry: mitigation impact in three European regions, *European Forest Institute*, 2018, Vol. 6, p. 32.
- Nair P. R., Nair V. D., Kumar B. M., Haile S. G., Soil carbon sequestration in tropical agroforestry systems: a feasibility appraisal, *Environmental Science & Policy*, 2009, Vol. 12, No 8, pp. 1099–1111.
- Novaja lesnaja strategija ES na 2030 god (The new EU Forest Strategy for 2030), 16.07.2021, available at: <https://kurl.ru/UJTOm> (September 01, 2023).
- Novara A., Gristina L., Sala G., Galati A., Crescimanno M., Cerdà A., La Mantia T., Agricultural land abandonment in Mediter-

- ranean environment provides ecosystem services via soil carbon sequestration, *Science of the Total Environment*, 2017, Vol. 576, pp. 420–429.
- Olsson R., Ispol'zovat' ili okhranjat'? Boreal'nye lesa i izmenenie klimata (To use or to protect? Boreal forests and climate change.), *Ustojchivoe lesopol'zovanie*, 2013, No 2, pp. 36–45.
- Pagiola S., Payments for environmental services in Costa Rica, *Ecological economics*, 2008, Vol. 65, No 4, pp. 712–724.
- Parizhskoe soglasenie (The Paris Agreement), 2015, available at: clck.ru/Tvr74 (September 01, 2023).
- Pedroli B., Elbersen B., Frederiksen P., Grandin U., Heikkilä R., Krogh P. H., Spijker J., Is energy cropping in Europe compatible with biodiversity? — Opportunities and threats to biodiversity from land-based production of biomass for bioenergy purposes, *Biomass and Bioenergy*, 2013, Vol. 55, pp. 73–86.
- Pei H., Liu M., Jia Y., Zhang H., Li Y., Xiao Y., The trend of vegetation greening and its drivers in the Agro-pastoral ecotone of northern China, 2000–2020, *Ecological Indicators*, 2021, Vol. 129, Article: 108004.
- Peña-Angulo D., Khorchani M., Errea P., Lasanta T., Martínez-Arnáiz M., Nadal-Romero E., Factors explaining the diversity of land cover in abandoned fields in a Mediterranean mountain area, *Catena*, 2019, Vol. 181, p. 104064.
- Perepechina Ju. I., Glushenkov O. I., Korsikov R. S., Uchet i ocenka lesov, vznikshikh na sel'skokhozhajstvennykh zemljakh, s ispol'zovaniem dannykh distantsionnogo zondirovaniya zemli (Accounting and assessment of forests that have arisen on agricultural lands using remote sensing data), *Lesnoj zhurnal*, 2016, No 4, pp. 71–80.
- Plieninger T., Gaertner M., Hui C., Huntsinger L., Does land abandonment decrease species richness and abundance of plants and animals in Mediterranean pastures, arable lands and permanent croplands? *Environmental Evidence*, 2013, Vol. 2, P. 1–7.
- Pointereau P., Coulon F., Girard P., Lambotte M., Stuczynski T., Sanchez O. V., Del Rio A., Anguiano E., Bamps C., Terres J., Analysis of farmland abandonment and the extent and location of agricultural areas that are actually abandoned or are in risk to be abandoned. European Commission Joint Research Centre, *Institute for Environment and Sustainability*, 2008, p. 204.
- Post W. M., Kwon K. C., Soil carbon sequestration and land-use change: processes and potential, *Global change biology*, 2000, Vol. 6, No 3, pp. 317–327.
- Postanovlenie Pravitel'stva RF 08.06.2022 N 1043 “O vnesenii izmenenij v Polozhenie ob osobennostjakh ispol'zovanija, okhrany, zashhity, vosproizvodstva lesov, raspolozhennykh na zemljakh sel'skokhozhajstvennogo naznachenija” (On amendments to the Regulation on the specifics of the Use, Protection, Defence, Reproduction of forests located

- on agricultural Lands), available at: clck.ru/37GHYF (September 01, 2023).
- Postanovlenie Pravitel'stva RF 18.09.2020 N 1482 "O priznakakh neispol'zovaniya zemel'nykh uchastkov iz zemel' sel'skokhozhajjstvennogo naznachenija po celovomu naznacheniju ili ispol'zovaniya s narusheniem zakonodatel'stva Rossijskoj Federacii" (About signs of non-use of land plots from agricultural lands for their intended purpose or use in violation of the legislation of the Russian Federation), available at: <http://government.ru/docs/all/129924/> (September 01, 2023).
- Postanovlenie Pravitel'stva RF 21.09.2020 N 1509 (red. 08.06.2022) "Ob osobennostjakh ispol'zovaniya, okhrany, zashhity, vosproizvodstva lesov, raspolozhennykh na zemljakh sel'skokhozhajjstvennogo naznachenija" (About the peculiarities of the use, protection, defence, reproduction of forests located on agricultural lands), available at: clck.ru/37GHVa (01.07.2023).
- Pravitel'stvo zapretilo rossijanam vyrashhivat' lesa na sel'khozzemljakh (The government has banned Russians from growing forests on agricultural land), 2022, available at: clck.ru/37GHa3 (September 01, 2023).
- Prishchepov A. V., Ponkina E. V., Sun Zh., Bavrova M., Ekimovskaia O. A., Issledovanie povedencheskikh faktorov selkhozprodukovitelei po vovlecheniiu v oborot zabroshennykh selskokhoziaistvennykh zemel' Primer Respubliki Buriatiia (The study of behavioral factors of agricultural producers on the involvement of abandoned agricultural lands in the turnover: The example of the Republic of Buryatia), *Prostranstvennaia ekonomika*, 2021, Vol. 17, No 3, pp. 59–102.
- Prishchepov A. V., Radeloff V. C., Baumann M., Kuemmerle T., Müller D., Effects of institutional changes on land use: agricultural land abandonment during the transition from state-command to market-driven economies in post-Soviet Eastern Europe, *Environmental Research Letters*, 2012, Vol. 7, No 2, p. 024021.
- Prishchepov A. V., Schierhorn F., Löw F., Unraveling the diversity of trajectories and drivers of global agricultural land abandonment, *Land*, 2021, Vol. 10, No 2, pp. 97.
- Prishchepov A. V., Mjuller D., Dubinin M. Ju., Baumann. M., Radeloff V. K., Determinanty prostranstvennogo raspredelenija zabroshennykh sel'skokhozhajjstvennykh zemel' v evropejskoj chasti Rossii (Determinants of spatial distribution of abandoned agricultural lands in the European part of Russia), *Prostranstvennaja ekonomika*, 2013, No 3, pp. 30–62.
- Profft I., Mund M., Weber G. E., Weller E., Schulze E. D., Forest management and carbon sequestration in wood products, *European journal of forest research*, 2009, Vol. 128, pp. 399–413.
- Pueyo Y., Beguería S., Modelling the rate of secondary succession after farmland

- abandonment in a Mediterranean mountain area, *Landscape and Urban Planning*, 2007, Vol. 83, No. 4, pp. 245–254.
- Qiu S., Peng J., Distinguishing ecological outcomes of pathways in the Grain for Green Program in the subtropical areas of China, *Environmental Research Letters*, 2022, Vol. 17, No 2, Article: 024021.
- Ramankutty N., Foley J. A., Estimating historical changes in global land cover: Croplands from 1700 to 1992, *Global biogeochemical cycles*, 1999, Vol. 13, No 4, pp. 997–1027.
- Rezoliutsiia po itogam nauchnykh debatov “Lesnye klimaticheskie proekty v Rossii” (Forest climate projects in Russia), Moscow, 2021, available at: <http://rbf-ras.ru/academic-dispute/2021-10-19>, (September 01, 2023).
- Rodin A. R., Rodin S. A., Sozdanie lesnykh energeticheskikh plantatsii (Creation of forest energy plantations), *Lesnoi vestnik*, 2008, No 1, pp. 178–182.
- Rodina M. E., Chastnaia sobstvennost na les na zemliakh selskokhoziaistvennogo naznacheniiia v rossiiskoi federatsii-tendentsii razvitiia grazhdanskogo, zemelnogo i lesnogo zakonodatelstva (Private ownership of forests on agricultural lands in the Russian Federation — trends in the development of civil, land and forest legislation), *Severo-Kavkazskii iuridicheskii vestnik*, 2020, No 3, pp. 90–102.
- Rodkin O. I., Shabanov A. A., Rodkin A. O., Otsenka effektivnosti vozdeystviia energeticheskikh kultur kak istochnikov biotopliva (Assessment of the efficiency of cultivation of energy crops as sources of biofuels), *Nauchnyi zhurnal NIU ITMO. Seriya “Ekonomika i ekologicheskii menedzhment”*, 2016, No 4, pp. 102–110.
- Rodkin O., Timoti V., Bioenergeticheskie plantatsii ivy: opyt SShA dlia Belarusi (Bioenergy willow plantations: the US experience for Belarus), *Nauka i innovatsii*, 2017, Vol. 11, No 177, pp. 64–68.
- Roslesinforg: ploshchad zarosshikh lesom selkhozugodii mozhet v piat raz prevyshat statistiku (Roslesinforg: the area of forested farmland can be five times higher than the statistics), 2022, available at: <https://roslesinforg.ru/news/in-the-media/6770>, (September 01, 2023).
- Rozendaal D. M., Bongers F., Aide T. M., Alvarez-Dávila E., Ascarrunz N., Balvanera P., Poorter L., Biodiversity recovery of Neotropical secondary forests, *Science advances*, 2019, Vol. 5, No 3, Article: eaau3114.
- Rudel T. K., Schneider L., Uriarte M., Turner B. L., DeFries R., Lawrence D., Grau R., Agricultural intensification and changes in cultivated areas, 1970–2005, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2009, Vol. 106, No 49, pp. 20675–20680.
- Rytter L., Ingerslev M., Kilpeläinen A., Torsonen P., Lazdina D., Löf M., Madsen P., Muiste P., Stener L.-G., Increased forest biomass production in the Nordic and Baltic countries, A review on current and future opportunities, *Silva Fennica*, 2009, Vol. 50, No 5, Article: 1660.

- Sanchez P. A., Science in agroforestry, *Agroforestry systems*, 1995, Vol. 30, pp. 5–55.
- Seidl R., Thom D., Kautz M., Martin-Benito D., Peltoniemi M., Vacchiano G., Reyer C. P., Forest disturbances under climate change, *Nature climate change*, 2017, Vol. 7, No 6, pp. 395–402.
- Styles D., Jones M. B., Current and future financial competitiveness of electricity and heat from energy crops: A case study from Ireland, *Energy Policy*, 2007, Vol. 35, No 8, pp. 4355–4367.
- Styles D., Thorne F., Jones M. B., Energy crops in Ireland: an economic comparison of willow and Miscanthus production with conventional farming systems, *Biomass and bioenergy*, 2008, Vol. 32, No 5, pp. 407–421.
- Su G., Okahashi H., Chen L., Spatial pattern of farmland abandonment in Japan: Identification and determinants, *Sustainability*, 2018, Vol. 10, No 10, Article: 3676.
- Subedi Y. R., Kristiansen P., Cacho O., Ojha R. B., Agricultural land abandonment in the hill agro-ecological region of Nepal: Analysis of extent, drivers and impact of change, *Environmental Management*, 2021, Vol. 67, pp. 1100–1118.
- Tebenkova D. N., Gichan D. V., Gagarin Iu. N., Vliianie lesovodstvennykh meropriyatii na pochvennyi uglerod: obzor (The impact of forestry activities on soil carbon: an overview), *Voprosy lesnoi nauki*, 2022, Vol. 5, No 4, pp. 21–58.
- Telesnina V. M., Kurganova I. N., Lopes de Gereniu V. O., Ovsepian L. A., Lichko V. I., Ermolaev A. M., Mirin D. M., Dinamika svoistv pochv i sostava rastitelnosti v khode postagrogennogo razvitiia v raznykh bioklimaticheskikh zonakh (Dynamics of soil properties and vegetation composition during postagrogenic development in different bioclimatic zones), *Pochvovedenie*, 2017, No 12, pp. 1514–1534.
- Terres J. M., Nisini L., Anguiano E., *Assessing the risk of farmland abandonment in the EU. Final report*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2013, p. 134.
- The greenhouse gas protocol. The land use, land-use change, and forestry guidance for GHG project accounting*, Word Resource Institute. Washington, 2006, pp. 97, available at: <https://ghgprotocol.org/standards/project-protocol> (September 01, 2023).
- Thibault M., Thiffault E., Bergeron Y., Ouimet R., Tremblay S., Afforestation of abandoned agricultural lands for carbon sequestration: how does it compare with natural succession?, *Plant and Soil*, 2022, Vol. 475, No 1–2, pp. 605–621.
- Tomaz C., Alegria C., Monteiro J. M., Teixeira M. C., Land cover change and afforestation of marginal and abandoned agricultural land: A 10 year analysis in a Mediterranean region, *Forest Ecology and Management*, 2013, Vol. 308, pp. 40–49.
- Tremblay S., Ouimet R., White spruce plantations on abandoned agricultural land: are they more effective as C sinks than natural succession?, *Forests*, 2013, Vol. 4, No 4, pp. 1141–1157.

- Uri V., Vares A., Tullus H., Kanal A., Above-ground biomass production and nutrient accumulation in young stands of silver birch on abandoned agricultural land, *Biomass and Bioenergy*, 2007, Vol. 31, No 4, pp. 195–204.
- Uzun V., “Belye piatna” i neispolzuyemye selkhozugodia: chto pokazala selskokhoziaistvennaia perepis 2016 g (“White spots” and unused farmland: what the 2016 agricultural census showed), *Ekonomicheskoe razvitie Rossii*, 2017, Vol. 24, No 12, pp. 36–43.
- Vladimir Putin poruchil pravitel'stvu ispol'zovat' zabroshennye sel'khozemli dlja lesoklimaticheskikh proektov (Vladimir Putin instructed the government to use abandoned agricultural lands for forest-climatic projects), 2022, available at: <https://kurl.ru/kkyzV> (February 01, 2023).
- Vladychenskij A. S., Telesnina V. M., Rumjanцева K. A., Chalaja T. A., Organicheskoe veshhestvo i biologicheskaja aktivnost' postagrogennykh pochv juzhnoj tajgi (na primere Kostromskoj oblasti) (Organic matter and biological activity of postagrogenic soils of the southern taiga (on the example of the Kostroma region)), *Pochvovedenie*, 2013, No 5, pp. 570–570.
- Waisanen P. J., Bliss N. B., Changes in population and agricultural land in conterminous United States counties, 1790 to 1997, *Global Biogeochemical Cycles*, 2002, Vol. 16, No 4, pp. 1–19.
- Walle I. V., Van Camp N., Van de Castele L., Verheyen K., Lemeur R., Short-rotation forestry of birch, maple, poplar and willow in Flanders (Belgium) I–Biomass production after 4 years of tree growth, *Biomass and bioenergy*, 2007, Vol. 31, No 5, pp. 267–275.
- Wang C., Gao Q., Wang X., Yu M., Decadal trend in agricultural abandonment and woodland expansion in an agro-pastoral transition band in Northern China, *Plos One*, 2015, Vol. 10, No 11, p. e0142113.
- Weissteiner C. J., Boschetti M., Böttcher K., Carrara P., Bordogna G., Brivio P. A., Spatial explicit assessment of rural land abandonment in the Mediterranean area, *Global and Planetary Change*, 2011, Vol. 79, No 1–2, pp. 20–36.
- Wuyun D., Sun L., Chen Z., Hou A., Crusiol L. G. T., Yu L., Sun Z., The spatiotemporal change of cropland and its impact on vegetation dynamics in the farming-pastoral ecotone of northern China, *Science of the Total Environment*, 2022, Vol. 805, Article: 150286.
- Yu Z., Lu C., Tian H., Canadell J. G., Largely underestimated carbon emission from land use and land cover change in the conterminous United States, *Global change biology*, 2019, Vol. 25, No 11., pp. 3741–3752.
- Zemel'nyjj kodeks Rossijskojj Federacii 25.10.2001 N 136-FZ (red. 06.02.2023), 2023, available at: https://www.consultant.ru/document/cons_docLAW_33773/ (May 01, 2023).

- Zeng N., Hausmann H., Wood Vault: remove atmospheric CO₂ with trees, store wood for carbon sequestration for now and as biomass, bioenergy and carbon reserve for the future, *Carbon Balance and Management*, 2011, Vol. 17, No 1, p. 2.
- Zhao L., Jia K., Liu X., Li J., Xia M., Assessment of land degradation in Inner Mongolia between 2000 and 2020 based on remote sensing data, *Geography and Sustainability*, 2023, Vol. 4, No 2, pp. 100–111.
- Zheljazkov A. L., Latysheva A. I., Seturidze D. Eh., Vlijanie stoimosti sel'sko-khozjajstvennykh ugodij na ehffektivnoe вовлечение v оборот nevostrebovanykh zemel' (The impact of the value of agricultural land on the effective involvement of unclaimed land in circulation), *Agrarnyj vestnik Urala*, 2017, No 10 (164), pp. 69–76.
- Zhu X., Xiao G., Zhang D., Guo L., Mapping abandoned farmland in China using time series MODIS NDVI, *Science of The Total Environment*, 2021, Vol. 755, No 1, Article: 142651.
- Zomer R. J., Neufeldt H., Xu J., Ahrends A., Bossio D., Trabucco A., Wang M., Global Tree Cover and Biomass Carbon on Agricultural Land: The contribution of agroforestry to global and national carbon budgets, *Scientific reports*, 2016, Vol. 6, No 1, Article: 29987.
- Zumkehr A., Campbell J. E., Historical US cropland areas and the potential for bioenergy production on abandoned croplands, *Environmental science & technology*, 2013, Vol. 47, No 8, pp. 3840–3847.

WOODY PLANTS GROWTH ON ABANDONED AGRICULTURAL LANDS: SCALE, CAUSES OF ABANDONMENT, WAYS OF USE. A REVIEW

D. V. Gichan *, D. N. Tebenkova

*Center for Forest Ecology and Productivity of the Russian Academy of Sciences
Profsoyuznaya st. 84/32 bldg. 14, Moscow, 117997, Russian Federation*

* E-mail: DmitriiGichan@yandex.ru

Received: 11.08.2023

Revised: 15.09.2023

Accepted: 18.09.2023

The article presents an overview of Russian and foreign papers considering quantitative assessment of woody plants growth on abandoned agricultural lands and possible ways to utilise them. Particular attention is paid to analysing the causes for the abandonment of those lands and the legislation problems that limit the provision of such areas for commercial forest growing in Russia. According to various estimates, the area of abandoned agricultural land in the world varies from 150 to 472 million hectares, with 33 to 100 million hectares being in Russia. At the same time, there is a trend towards an increase in such lands' area. The rate at which the area of abandoned agricultural lands is increasing is about 1% year⁻¹ on average. It may vary over time and depend on the region. The main groups of factors contributing to the agricultural lands falling into disuse are social, economic, environmental, landscape and historical. The most promising is the involvement of such lands in climate-smart forestry activities, especially for agroforestry. This is due to the multiplier effect from on the one hand, obtaining forest goods, including bioenergy, and on the other hand services, including use in crop or livestock farming activities. Currently in Russia there is no legislative framework permitting commercial forest growing on agricultural lands, with the exception of planting shelterbelts and other protective structures, despite the active position of organizations and government structures involved, so its development proves to be a necessity.

Key words: *agricultural land, woody plants growth, woody plants growth factors, climate-smart forestry*

Рецензент: д. б. н., г. н. с., доцент Курганова И. Н.