

УДК 630\*181.351:504.062.2

## ЭКОСИСТЕМНЫЕ ФУНКЦИИ ЛЕСОВ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ В УСЛОВИЯХ ВНЕДРЕНИЯ ESG-СТАНДАРТОВ

<sup>1</sup>Сафонов М.А., <sup>2</sup>Сафонова Т.И.

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации», Оренбургский филиал,  
Оренбург, e-mail: safonovmaxim@yandex.ru;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный аграрный университет»,  
Оренбург, e-mail: ti\_safonova@mail.ru

Развитие концепции устойчивого развития привело к появлению ESG-стандартов, которые содержат требования к экологизации производства и более бережному отношению к среде обитания человека. Значительное внимание к лесным экосистемам связано с их вкладом в поддержание баланса оксида углерода в атмосфере, нарушение которого ведет к глобальным изменениям климата. Цель этой работы – анализ экосистемных функций лесных экосистем Оренбургской области для оценки перспектив превращения их в социально-экологические системы, соответствующие основным целям ESG-стратегии. Лесные экосистемы оцениваются с применением двух взаимодополняющих подходов: экономического, основанного на расчете реальной и потенциальной прибыли, и экологического, основанного на учете ценности каждого из элементов биоты, их вклада в устойчивое существование природных систем и поддержание среды существования человека в рамках определенной территории. К собственно экосистемным функциям лесных экосистем можно отнести обеспечение круговорота веществ и средообразующие функция. Стоимость вклада лесов в круговорот углерода, выраженного через его депонирование в древесине, составляет примерно в 200 млн евро в год. Лесные экосистемы обладают особым микроклиматом, отличающимся от климата прилегающих безлесных территорий повышенной влажностью, меньшими перепадами температуры и снижением циркуляции; леса являются специфичной средой обитания для широкого спектра видов – «силвантов». Сохранение лесных экосистем – одна из целей устойчивого развития и один из важных показателей ESG-стандартов, для достижения которых необходимы следующие действия: интегральная экономическая оценка всех ресурсов леса; восстановление и модернизация лесного фонда – с учетом потребности региона в карбоновых полигонах; создание комплекса социально-экологических систем для формирования устойчивого комплекса природных и социальных условий для производственной и рекреационной активности жителей с учетом принципов экологической безопасности, сохранения природного наследия и рационального использования природных ресурсов.

**Ключевые слова:** лесные экосистемы, оценка функций лесов, социально-экономические системы, ESG-стандарты, Оренбургская область

## ECOSYSTEM FUNCTIONS OF FORESTS OF THE ORENBURG REGION IN THE CONTEXT OF THE DEPLOYMENT OF ESG-STANDARDS

<sup>1</sup>Safonov M.A., <sup>2</sup>Safonova T.I.

<sup>1</sup>Russian Academy of National Economy and Public Administration under the President of the Russian Federation, Orenburg branch, Orenburg, e-mail: safonovmaxim@yandex.ru;

<sup>2</sup>Orenburg State Agricultural University, Orenburg, e-mail: ti\_safonova@mail.ru

The development of the concept of sustainable development has led to the emergence of ESG standards, which contain requirements for the greening of production and a more careful attitude to the human environment. Considerable attention to forest ecosystems is caused by their contribution to maintaining the balance of carbon monoxide in the atmosphere, the violation of which leads to global climate change. The purpose of this work is to analyze the ecosystem functions of forest ecosystems of the Orenburg region to assess the prospects for their transformation into socio-ecological systems corresponding to the main objectives of the ESG strategy. Forest ecosystems are evaluated using two complementary approaches: economic, based on the calculation of real and potential profits, and ecological, based on taking into account the value of each of the elements of biota, their contribution to the sustainable existence of natural systems and the maintenance of the human environment within a certain territory. The proper ecosystem functions of forest ecosystems include the ensuring of the cycle of matter and the environment-forming function. The value of the contribution of forests to the carbon cycle, expressed through its deposition in wood, is approximately 200 million euro per year. Forest ecosystems have a peculiar microclimate that differs from the climate of adjacent treeless territories by increased humidity, lower temperature drops and reduced circulation; forests are a specific habitat for a wide range of «sylvan» species. Conservation of forest ecosystems is one of the goals of sustainable development and one of the important indicators of ESG standards, to achieve which the following actions are necessary: integrated economic assessment of all forest resources; restoration and modernization of the forest fund – taking into account the needs of the region in carbon landfills; creation of a complex of socio-ecological systems for the formation of a sustainable complex of natural and social conditions for industrial and recreational activity of population, taking into account the principles of environmental safety, preservation of natural heritage and rational use of natural resources.

**Keywords:** forest ecosystems, assessment of forest functions, socio-economic systems, ESG standards, Orenburg region

Глобализация в сфере экономики, культурных и научных взаимодействий привела к появлению и развитию глобального мышления, особенно в вопросах, связанных с оценкой состояния окружающей среды. Концепция устойчивого развития, согласо-

ванная странами – членами ООН в 2015 г., представляет собой модель развития цивилизации, когда достигается удовлетворение жизненных потребностей нынешнего поколения людей без лишения такой возможности будущих поколений. Цели устойчивого развития включают важнейшие глобальные и региональные проблемы – экологические (качественная среда обитания человека, сохранение экосистем и глобального биоразнообразия и др.), социальные (ликвидация нищеты, голода, уменьшение неравенства и др.), экономические (ответственное потребление и производство, недорогостоящая энергия, индустриализация и др.) [1]. Несмотря на глобальную значимость указанных целей, их реализация в значительной степени зависит от эффективности реализации национальных и региональных программ. Практическое отражение Концепции устойчивого развития – разработка ESG-стандартов (Ecology, Sociality, Governing), которые представляют собой систему показателей эффективности достижения целей устойчивого развития.

Особенно большое внимание в последние годы уделяется экологическим аспектам устойчивого развития. Это связано с негативными тенденциями в климате планеты, а точнее – с глобальным потеплением. Последствия этих изменений ощущаются в настоящее время, и, вероятно, их интенсивность будет нарастать в дальнейшем (глобальное изменение климата, увеличение частоты опасных природных явлений, изменение экосистем и уничтожение некоторых из них, нехватка водных ресурсов, в том числе питьевой воды, изменения в промышленности и сельском хозяйстве, таяние ледников и, как следствие, повышение уровня Мирового океана, затопление ряда территорий). Такого рода масштабные изменения окажут серьезное влияние на общество и экономику.

Основной причиной изменения климата считается увеличение в атмосфере парниковых (углекислый газ, метан, озон, пары воды) и так называемых непарниковых (оксиды серы, азота) газов. Особую озабоченность вызывает прогрессирующее увеличение концентрации оксида углерода в атмосфере от природных и антропогенных источников, однако резкий рост содержания этого газа в первую очередь связан с техногенными источниками – промышленность, энергетика, транспорт [2]. В целом причинами, обуславливающими повышение содержания углекислого газа, являются рост

населения планеты и увеличение потребления ресурсов, сокращение площадей лесов и других естественных экосистем, загрязнение водных экосистем и Мирового океана в целом, интенсификация использования природных ресурсов из-за увеличения объемов производства.

Решение проблемы ускорения роста содержания углекислого газа в атмосфере планеты может быть реализовано в двух направлениях: сокращение выбросов и декарбонизация среды техническим и естественным путем.

Сокращение выбросов подразумевает переход на «зеленую энергетику», «зеленую металлургию» и т.п. Действия по декарбонизации экономики и производства, которые являются одной из важнейших составляющих ESG-курса, предпринимаемые в разных странах мира, показывают, что это процесс длительный и весьма затратный [3–6].

Разработанные и частично апробированные технологии улавливания, использования и/или консервации углекислого газа пока не дают ощутимого эффекта [7, 8].

Другой путь декарбонизации атмосферы – при помощи естественных систем, т.е. экосистем, существование которых изначально включало депонирование углерода. К сожалению, нерациональное использование природных ресурсов привело к существенным потерям естественного разнообразия биосферы, в том числе экосистемного. Этот путь выгоднее технологического, так как больше отвечает целям устойчивого развития в разных аспектах, хотя и требует больше времени на реализацию.

Мы поставили перед собой цель – рассмотреть экосистемные функции лесных экосистем Оренбургской области для оценки перспектив превращения их в социально-экологические системы, соответствующие основным целям ESG-стратегии.

### **Материалы и методы исследования**

Для оценки экосистемных функций лесов были использованы методы анализа картографических и статистических материалов; визуальные наблюдения, проведенные в ряде лесов региона.

### **Результаты исследования и их обсуждение**

Оренбургская область расположена на юго-востоке европейской части Российской Федерации. Основа ее экономики – сельское хозяйство; промышленность

представлена предприятиями нефтегазодобывающей и перерабатывающей отраслей (переработка нефти и газа, черная и цветная металлургия, переработка сельскохозяйственной продукции). По объемам выбросов загрязняющих веществ Оренбургская область относится к регионам Российской Федерации с наибольшими объемами выбросов. Среднегодовая величина выбросов оксида углерода от стационарных источников достигает 512 тыс. т, из которых более половины составляют эмиссии при добыче топливно-энергетических полезных ископаемых, примерно треть объема выбросов дают предприятия металлургии и производства готовых металлических конструкций [9]. Основной объем выбросов парниковых газов приходится на добычу нефти и газа.

Большая часть территории области имеет равнинный характер, и для нее типичной является травяная растительность (степи, луга и сельскохозяйственные угодья на их месте). Леса занимают около 5% площади региона (697,4 тыс. га) [10]. В большинстве районов древесная растительность приурочена к постоянным водотокам; также леса произрастают на склонах сыртов и в предгорьях Уральских гор [11]. В Предуралье и Зауралье есть отдельные хвойные лесные массивы. Основные лесообразующие древесные растения: дуб, тополь, береза, осина, клен, липа, вяз, сосна.

Объект нашего исследования – лесные экосистемы региона, ценность которых, как и прочих биологических ресурсов, оценивается в сочетании двух взаимодополняющих подходов:

- экономического, основанного на расчете реальной и потенциальной прибыли (в денежном выражении);

- экологического, основанного на учете ценности каждого из элементов биоты, их вклада в устойчивое существование природных систем и поддержание среды существования человека в рамках определенной территории [12].

Специфика любых биологических ресурсов, в том числе ресурсов леса, определяется разнообразием их функций: хозяйственных, социальных, экологических [11].

Хозяйственная функция определяется видами – источниками прибыли в настоящее время или потенциальными ресурсами, которые пока не используются из-за малых запасов или недостаточной изученности. К экологической составляющей относятся все функции биоты или ее составных ча-

стей, определяющие функционирование экосистем и существование среды обитания человека. Социальные функции – производные от двух первых функций, поскольку интерес общества к природным объектам определяется в первую очередь возможностью их использования для получения прибыли или в качестве элемента рекреационной деятельности.

Лесные ресурсы включают в себя не только запасы древесины, они учитывают также характеристики древостоев; особенности почвенного покрова; факторы риска, такие как пожары, болезни и вредители; применение технологии получения и переработки сырья [13]. С утилитарной точки зрения лесные ресурсы рассматривают как источник древесной и побочной продукции (продукция ягодников, грибов, березового сока и др.). Некоторые авторы к недревесным ресурсам также относят фитогенные (ресурсы лекарственных, медоносных, кормовых, пищевых, технических растений и грибов), зоогенные, социальные (санитарно-гигиенические, рекреационные, культурно-исторические и др.) и средозащитные (климаторегулирующие, почвозащитные и водоохраные) [14].

В современном взгляде на оценку природных экосистем превалирует именно экологический подход, так как устойчивое состояние природной среды обеспечивает устойчивое развитие человечества.

К собственно экосистемным функциям лесных экосистем можно отнести обеспечение круговорота веществ и средообразующие функции.

Важнейшая функция лесов заключается в их способности к фотосинтезу и депонированию углерода. Образующаяся в результате фотосинтеза биомасса является пищей для многих групп живых существ (консументов, детритофагов, редуцентов). Выделение кислорода обеспечивает среду обитания для аэробных организмов, а поглощение углекислого газа поддерживает его баланс в атмосфере. Последний аспект имеет особую ценность в условиях признания ценности снижения содержания оксида углерода в атмосфере, как условия предотвращения глобальной климатической катастрофы. Помимо круговоротов кислорода и углерода, леса играют важную роль в трансформации соединений азота, серы, разнообразных металлов и неметаллов, вовлекаемых в круговорот из инертных веществ земной коры в процессе почвообразования. Если исходить из расчетов Н.И. Базилевич [15], еже-

годный прирост древесины и зеленой массы в широколиственных лесах сопровождается депонированием углерода в количестве 3045 кг/га. Пересчет депонированного углерода на количество углекислого газа дает величину, равную 11,17 т CO<sub>2</sub>/га. Если исходить из стоимости депонирования оксида углерода 30–50 евро/т, то эта экосистемная функция лесов региона может быть оценена (с поправкой на состояние лесов региона) примерно в 200 млн евро в год.

Другая сторона процесса фотосинтеза – выработка растениями кислорода, также имеет глобальное значение, но в настоящее время подходы к расчету стоимости кислорода, выделяемого растениями, отсутствуют.

Растительные сообщества формируют специфический микроклимат и ландшафты. Лесные сообщества выполняют важные средообразующие функции, оказывающие прямое или косвенное влияние на жизнедеятельность человека. Прямое влияние на человека оказывают растения в городах, в защитных лесополосах, так как они задерживают пыль и обеспечивают поглощение из атмосферы элементов аэротехногенного загрязнения [16, 17]. Методические подходы к экономической оценке этой функции древесной растительности также не разработаны. Вклад лесов в устойчивое существование ландшафтов более разнообразно – это регуляция водного режима, снегозадержание, препятствование суховеям, и в целом формирование и поддержание специфического микроклимата, показатели которого (температура, влажность, освещенность) заметно отличаются от микроклимата безлесных территорий [18–20].

Лесные экосистемы и сами организмы растений являются специфичной средой обитания для широкого спектра видов – «силвантов», а также фитобионтов, дендробионтов, симбионтов.

Флора лесов Оренбургской области насчитывает более 300 видов, многие из которых обладают хозяйственной ценностью [11]; 28 видов включены в список редких и находящихся под угрозой исчезновения видов растений или видов, нуждающихся в контроле состояния популяций [21]. Леса региона являются местом обитания для 357 видов грибов-базидиомицетов [12].

В лесах обитают многие виды птиц и млекопитающих, в том числе 14 видов, являющихся объектами охоты [11]; однако большая часть ценности лесной фауны, скорее всего, сосредоточена в ее экосистемных

функциях: роль животных в функционировании цепей питания, среда обитания для ряда паразитических и мутуалистических организмов.

На сегодняшний день интегральная оценка ресурсного потенциала лесов региона отсутствует, за исключением оценки ресурсов микобиоты. Согласно нашим расчетам [12], стоимость ресурсов грибов, подлежащая экономической оценке (которая включает в себя стоимость используемых ресурсов, стоимость сохранения биологических видов, эстетическую стоимость биоты) составляет приблизительно 16532,8 млн руб. в год.

Рассматривая лесные экосистемы с социальной точки зрения, следует остановиться на двух аспектах: леса как элемент рекреации и леса как часть природного наследия. В первом случае в качестве маркеров ценности лесов выступают их эстетическая ценность для населения и возможность сбора побочных ресурсов леса (грибы, ягоды, лекарственные растения). Во втором случае лес воспринимается как ценность, которая должна быть передана в первоначальном состоянии следующим поколениям, как структурный и содержательный элемент ландшафта, выполняющий в том числе и средообразующую, средоподдерживающую функцию для человека.

Восприятие леса как комплекса, имеющего экономическую и социальную ценность, определяет соответствующее отношение к сохранению лесных экосистем, а также лесовосстановлению и лесоразведению. Эти вопросы всегда были особенно актуальны для малолесистых и безлесных регионов, в частности – для степной зоны, в пределах которой расположена большая часть Оренбургской области. В настоящее время необходимость декарбонизации атмосферы становится еще одним важным аргументом в пользу увеличения площадей лесов. Лесные насаждения, создаваемые с целью эффективного поглощения углекислого газа атмосферы, могут создаваться в двух взаимодополняющих формах: «карбоновых ферм» и «карбоновых полигонов». На сегодняшний день трактовка этих понятий далеко не однозначна. Фермы в значительной степени рассматриваются как бизнес-проекты по созданию высокопродуктивных насаждений, они направлены на получение прибыли от реализации продукции фермы или получения субсидий на улавливание и удержание углекислого газа [22]. Полигоны создаются в пределах естественных био-

геоценозов, в которых искусственно повышается эффективность поглощения оксида углерода за счет контроля процессов в этих лесах (водоемах, болотах), лесовосстановления, внедрения в древостой видов, способных к более эффективной секвестрации углерода [23]. То есть в определенной мере полигоны – не только «производственные», но исследовательские площадки. Таким образом, полигон – это средство исследования и объект исследования, а ферма – место, где разрабатываются и апробируются технологии поглощения [24].

В условиях Оренбургской области реализация проекта «карбоновые полигоны» должна включать в себя создание новых насаждений. Согласно нашим расчетам, для поглощения оксида углерода, выделяемого промышленностью, транспортом и жителями региона, помимо уже имеющихся лесных насаждений, необходимо создание примерно 77,6 тыс. га лесов. Вместе с тем необходимы активные лесовосстановительные работы, так как среди лесов региона много перестойных насаждений, чья фотосинтетическая активность и, следовательно, способность к депонированию углерода ниже, чем у более молодых насаждений.

### Заключение

Современный этап освоения человеком природы характеризуется коренной перестройкой большинства нативных экосистем, которые в результате находятся на пределе своей устойчивости. Взгляд на лесные экосистемы с точки зрения их экосистемных функций – важный момент в формировании нового экологического сознания, новых экономических подходов к природным ресурсам. Сохранение природных экосистем – одна из целей устойчивого развития и один из важных показателей ESG-стандартов, для достижения которых, на наш взгляд, необходимы следующие действия.

1. Всесторонняя интегральная экономическая оценка ресурсов леса; учет хозяйственных, экологических и социальных функций – как основа для принятия научно обоснованных, экономически целесообразных управленческих решений.

2. Восстановление и модернизация лесного фонда – с учетом потребности региона в карбоновых полигонах, которые могли бы поглощать углекислый газ от стационарных промышленных источников, передвижных источников (автомобильный, железнодорожный транспорт, авиация), от сельскохозяйственных объектов, а так-

же поступающий в атмосферу в результате жизнедеятельности населения [25].

3. Формирование вблизи населенных пунктов комплекса социально-экологических систем, основанных на взаимодействии человека и природы, что является залогом устойчивого использования и сохранения природы. Управление социально-экологическими системами – основа формирования социально-экологических производственных ландшафтов и предоставлению различных экосистемных услуг [26]. Цель создания и поддержки социально-экологических систем – формирование устойчивого комплекса природных и социальных условий для производственной и рекреационной активности жителей с учетом принципов экологической безопасности, сохранения природного наследия и рационального использования природных ресурсов.

### Список литературы / References

1. Бобылев С.Н. Экономика устойчивого развития. М.: «Кнорус», 2021. 672 с.
2. Bobilev S.N. Sustainable Development Economics. М.: «Кнорус», 2021. 672 p. (in Russian).
3. Куракин А.С., Лапина М.А. Международные способы борьбы с глобальным потеплением: правовые, экономические и политические аспекты // International scientific review of the problems of law, sociology and political science. 2019. С. 5–12.
4. Kurakin A.S., Lapina M.A. International ways to combat global warming: legal, economic and political aspects // International scientific review of the problems of law, sociology and political science. 2019. P. 5–12 (in Russian).
5. Конопляник А.А. Декарбонизация газовой отрасли в Европе и перспективы для России // Чистый водород из природного газа как новая основа для взаимовыгодного сотрудничества РФ и ЕС в газовой сфере. 2020. Т. 1. С. 28–39.
6. Konoplyanik A.A. Decarbonization of the gas industry in Europe and prospects for Russia // Chisty y vodorod iz prirodnogo gaza kak novaya osnova dlya vzaimovыgodnogo sotrudnichestva RF i YES v gazovoy sfere. 2020. V. 1. P. 28–39 (in Russian).
7. Попадько Н.В., Полаева А.М., Попадько Г.Б. Переход к низкоуглеродной энергетике в Германии: проблемы и перспективы // Инновации и инвестиции. 2018. № 6. С. 113–116.
8. Popadko N.V., Polaeva A.M., Popadko G.B. Transition to low-carbon energy in Germany: problems and prospects // Innovatsii i investitsii. 2018. № 6. P. 113–116 (in Russian).
9. Чунг Р.К. Эконометрическое моделирование для глубокой декарбонизации // Энергетический вестник. 2019. № 25. С. 34–39.
10. Chung R.K. Econometric modeling for deep decarbonization // Energeticheskiy vestnik. 2019. № 25. P. 34–39 (in Russian).
11. Bataille C., Waisman H., Colombier M., Segafredo L., Williams J., Jotzo F. The need for national deep decarbonization pathways for effective climate policy. Climate Policy. 2016. V. 16. No. 1. P. S7–S26.
12. Leung D.Y.C., Caramanna G., Maroto-Valer M.M. An overview of current status of carbon dioxide capture and storage technologies. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2014. V. 39. P. 426–443.
13. Ромашева Н.В., Крук М.Н., Череповицын А.Е. Особенности мировых проектов секвестрации CO<sub>2</sub> // Российский экономический интернет-журнал. 2018. № 4. С. 97–97.

- Romasheva N.V., Kruk M.N., Cherepovitsyn A.E. Features of global CO<sub>2</sub> sequestration projects // Rossiyskiy ekonomicheskiy internet-zhurnal. 2018. № 4. P. 97–97 (in Russian).
9. Ребезов М.Б., Топурия Г.М., Топурия Л.Ю. Экологические проблемы Южного Урала // Международный научно-исследовательский журнал. 2015. № 4–1 (35). С. 25–28.
- Rebezov M.B., Topuria G.M., Topuria L.Yu. Environmental problems of the South Urals // Mezhdunarodnyy nauchno-issledovatel'skiy zhurnal. 2015. № 4–1 (35). P. 25–28 (in Russian).
10. Симоненкова В.А., Кузьмин Н.И., Симоненков В.С., Черных Д.А., Чуруканов В.В. Состояние защиты и охраны леса Оренбургской области: проблемы и перспективы // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2020. № 56. С. 83–86.
- Simonenkova V.A., Kuzmin N.I., Simonenkov V.S., Chernykh D.A., Churukanov V.V. The state of forest protection and conservation in the Orenburg region: problems and prospects // Aktual'nyye problemy lesnogo kompleksa. 2020. № 56. P. 83–86 (in Russian).
11. Биоресурсный потенциал Центрального Оренбуржья. Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2014. 248 с.
- Bioresource potential of the Central Orenburg region. Orenburg: OOO IPK «Universitet», 2014. 248 p. (in Russian).
12. Сафонов М.А. Оценка потенциала биологических ресурсов: основные подходы и проблемы реализации // Вестник Оренбургского государственного педагогического университета. Электронный научный журнал (Online). 2013. № 2 (6). С. 35–43.
- Safonov M.A. Assessment of the potential of biological resources: basic approaches and implementation problems // Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Elektronnyy nauchnyy zhurnal (Online). 2013. № 2 (6). P. 35–43 (in Russian).
13. Богатова Е.Ю., Беспалова В.В. Экономическая оценка древесных и недревесных лесных ресурсов в современных условиях // Проблемы современной экономики. 2019. № 3. С. 287–293.
- Bogatova E.Yu., Bepalova V.V. Economic assessment of wood and non-wood forest resources in modern conditions // Problemy sovremennoy ekonomiki. 2019. № 3. P. 287–293 (in Russian).
14. Бобкова К.С., Кузнецов М.А., Кутявин И.Н., Манов А.В., Осипов А.Ф., Тужилкина В.В. Защитные леса лесного фонда Республики Коми: фитоценотическое разнообразие, продуктивность, средозащитные функции // Актуальные проблемы, направления и механизмы развития производительных сил Севера. 2018. С. 196–201.
- Bobkova K.S., Kuznetsov M.A., Kutuyavin I.N., Manov A.V., Osipov A.F., Tuzhilkina V.V. Protective forests of the forest fund of the Komi Republic: phytocenotic diversity, productivity, environmental protection functions // Aktual'nyye problemy, napravleniya i mekhanizmy razvitiya proizvoditel'nykh sil Severa. 2018. P. 196–201 (in Russian).
15. Базилевич Н.И. Биогенные и абиогенные процессы в лесных, степных и пустынных экосистемах // Биогеография и география почв: матер. XXIII Междунар. географ. конгресса. Секция 4. М., 1976. С. 58–62.
- Bazilevich N.I. Biogenic and abiogenic processes in forest, steppe and desert ecosystems // Biogeografiya i geografiya pochv: mater. XXIII Mezhdunar. geograf. kongressa. Sektsiya 4. M., 1976. P. 58–62 (in Russian).
16. Гаврилин И.И., Рунова Е.М. Некоторые особенности газопоглощительной способности деревьев в урбо-экосистеме г. Братска // Лесной вестник. 2012. № 1 (84). С. 135–138.
- Gavrilin I.I., Runova E.M. Some features of the gas absorption capacity of trees in the urban ecosystem of the city of Bratsk // Lesnoy vestnik. 2012. № 1 (84). P. 135–138 (in Russian).
17. Чернышенко О.В. Пылефильтрующая способность древесных растений // Вестник МГУЛ Лесной вестник. 2012. № 3 (86). С. 7–10.
- Chernyshenko O.V. Dust-filtering ability of woody plants // Vestnik MGUL Lesnoy vestnik. 2012. № 3 (86). P. 7–10 (in Russian).
18. Иванова А.С., Сираева И.С., Ермоленко А.С., Завидовская Т.С., Догод М.П. Экологические функции лесополос в современных условиях юго-востока России // Аграрная наука в XXI веке: проблемы и перспективы. 2018. С. 212–217.
- Ivanova A.S., Siraeva I.S., Ermolenko A.S., Zavidovskaya T.S., Dogod M.P. Ecological functions of forest belts in modern conditions of the southeast of Russia // Agrarnaya nauka v XXI veke: problemy i perspektivy. 2018. P. 212–217 (in Russian).
19. Парамонов Е.Г. Влияние экологических условий на жизнеспособность полевых лесополос // Известия АлтГУ. 2012. № 3-2 (75). С. 110–114.
- Paramonov E.G. Influence of ecological conditions on the viability of field-protective forest belts // Izvestiya AltGU. 2012. № 3-2 (75). P. 110–114 (in Russian).
20. Михин В.И., Баландин А.В. Роль полевых лесополос в изменении микроклимата агролесоландшафтов Тамбовской области // Научный журнал КубГАУ. 2012. № 79. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-polezaschitnyh-nasazhdeniy-v-izmenenii-mikroklimata-agrolesolandshaftov-tambovskoy-oblasti> (дата обращения: 25.11.2021).
- Mikhin V.I., Balandin A.V. The role of shelter plantations in changing the microclimate of agroforestry landscapes in the Tambov region // Nauchnyy zhurnal KubGAU. 2012. № 79. [Electronic resource]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-polezaschitnyh-nasazhdeniy-v-izmenenii-mikroklimata-agrolesolandshaftov-tambovskoy-oblasti> (date of access: 25.11.2021) (in Russian).
21. Красная книга Оренбургской области. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов: официальное издание. Воронеж, 2019.
- Red Data Book of the Orenburg Region. Rare and Endangered Species of Animals, Plants and Fungi: The Official Publication. Voronezh, 2019 (in Russian).
22. Морковина С.С., Панявина Е.А., Шанин И.И., Авдеева И.А. Экономические аспекты организации карбоновых ферм на лесных землях // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2021. С. 17–24.
- Morkovina S.S., Panyavina E.A., Shanin I.I., Avdeeva I.A. Economic aspects of organizing carbon farms on forest lands // Aktual'nyye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika. 2021. P. 17–24 (in Russian).
23. Нургалиев Д.К., Селивановская С.Ю., Кожевникова М.В., Галицкая П.Ю. Некоторые вызовы и возможности для России и регионов в плане глобального тренда декарбонизации // Георесурсы. 2021. Т. 23. № 3. С. 8–16.
- Nurgaliev D.K., Selivanovskaya S.Yu., Kozhevnikova M.V., Galitskaya P.Yu. Some challenges and opportunities for Russia and the regions in terms of the global trend of decarbonization // Georesursy. 2021. T. 23. № 3. P. 8–16 (in Russian).
24. Замолодчиков Д.Г. Углеродный цикл и изменения климата // Окружающая среда и энергетика. 2021. № 2. С. 53–69.
- Zamolodchikov D.G. Carbon cycle and climate change // Okruzhayushchaya sreda i energovedeniye. 2021. № 2. P. 53–69 (in Russian).
25. Третьякова Л.А., Азарова Н.А., Лаврикова Н.И., Опарина М.В., Тсырко А.А. Формирование механизмов для создания инновационных национальных полигонов. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 808. No. 1. P. 012066.
- Tret'yakova L.A., Azarova N.A., Lavrikova N.I., Oparina M.V., Tsyvrko A.A. Formation of mechanisms for creating innovative national polygons. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 808. No. 1. P. 012066.
26. Costanza R., de Groot R., Sutton P., van der Ploeg S., Anderson S.J., Kubiszewski I., Farber S., Turner R.K. Changes in the global value of ecosystem services. Glob. Environ. Chang. 2014. V. 26. P. 152–158. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2014.04.002.