СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ. АГРОНОМИЯ

DOI: 10.32786/2071-9485-2020-03-26

THE ROLE OF FOREST PLANTATIONS IN ENSURING STABILITY OF THE VOLGA BASIN

V.G. Yuferev, N.A. Tkachenko, O.Yu. Kosheleva

Federal State Budget Scientific Institution

*«Federal Scientific Centre for Agroecology, Complex Melioration and protective
Afforestation of the Russian Academy of Sciences», Volgograd*

Received 17.02.2020

Submitted 12.07.2020

Summary

The amelioration role of the protective forest plantations in watershed is to prevent or significantly reduce of the negative action of slope flow. The problem of rational use of fresh water in conditions of its extreme scarcity sets the task of the preventing its pollution as a result of anthropogenic act on sources and river basins. In connection with, it became necessary to prevent pollutants from entering watercourses when using forest-amelioration biological methods, the task of protecting watershed and cleaning drains is achieved, while increasing the stability of slope lands.

Abstract

Introduction. The problem of pollution of the fresh water sources by diffusive washout products formed as a result of the anthropogenic action poses an urgent task for the researchers to prevent the flow of pollutants into watercourses. The use of effective, environmentally friendly methods of the forest amelioration for the biological protection of provides for the relief and treatment of runoff. In addition, forest-amelioration plantations form the ecological framework of the territory, preventing the negative consequences of technogenic actions. **Object.** The object of research was forest plantations located in the water protection zone that directly perform protective functions for a water body. To perform protective functions, the following categories of water protection forest plants have been developed: water flow increasing, condensing, water flow cleaning, snow retaining, water flow intercepting, infiltration and evaporation. **Materials and methods.** Systems of the forest plantations are a bio-ecological converter that provides the conditions for the formation of new ecosystems. Forest plantations have an action on the surrounding areas. They contribute to the formation of new microclimatic conditions for the functioning of agro-landscapes. A decrease in direct solar radiation illumination by up to 90% and an increase in the relative humidity of the air by up to 22% were found, which creates conditions for increasing the biodiversity of landscapes. **Results.** As a result of the study, it was found that in the conditions of watersheds, forest plantations perform a complex task to protect the territory from the action of natural and anthropogenic factors that cause soil degradation. Adaptive landscape arrangement of watershed with the help of completed forest amelioration systems ensures that they fully perform their protective functions to prevent degradation of landscapes in watershed and prevent the removal of washout products to the river network. **Conclusions.** The greatest effectiveness of forest plantations is provided by the creation of special protective forest systems that contribute to the formation of landscapes that are resistant to adverse factors.

Keywords: forest amelioration, water protection forest plantations, water flow, wash-out, soil erosion, river basin.

Citation. Yuferev V.G., Tkachenko N.A., Kosheleva O.Yu. The role of forest plantations in ensuring stability of the Volga basin. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2020. 3(59). 248-257 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2020-03-26.

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

УДК 631.6.02:556:634.0.93

РОЛЬ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ В ОБЕСПЕЧЕНИИ УСТОЙЧИВОСТИ ВОЛЖСКОГО БАССЕЙНА

В. Г. Юферев, доктор сельскохозяйственных наук

Н. А. Ткаченко, кандидат сельскохозяйственных наук

О. Ю. Кошелева, кандидат сельскохозяйственных наук

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

*Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения
Российской академии наук, г. Волгоград*

Дата поступления в редакцию 17.02.2020

Дата принятия к печати 12.07.2020

Актуальность. Проблема загрязнения источников пресной воды продуктами диффузионного смыва, образующимися в результате антропогенного воздействия, ставит перед исследователями актуальную задачу предотвращения стока загрязнителей в водотоки. Использование эффективных, экологически чистых методов лесомелиорации для биологической защиты водосборов обеспечивает купирование и очистку стоков. Кроме того, лесомелиоративные насаждения формируют экологический каркас территории, предотвращая негативные последствия техногенного воздействия. **Объект.** Объектом исследований являлись лесные насаждения, размещаемые в водоохранной зоне, непосредственно выполняющие защитные функции для водного объекта. Для выполнения защитных функций разработаны следующие категории водоохраных лесных насаждений: стокоувеличивающие, конденсирующие, стокоочищающие, снегозадерживающие, стокоперехватывающие, инфильтрационные и испарительные. **Материалы и методы.** Системы лесных насаждений являются биоэкологическим преобразователем, обеспечивающим условия для образования новых экосистем. Лесные насаждения оказывают влияние на прилегающие территории. Они способствуют формированию новых микроклиматических условий для функционирования агроландшафтов. Установлено снижение освещенности прямой солнечной радиацией до 90 %, увеличение относительной влажности воздуха различия до 22 %, что создает условия повышения биоразнообразия ландшафтов. **Результаты.** В результате исследования установлено, что в условиях водосборных бассейнов лесные насаждения выполняют комплексную задачу по защите территории от воздействия природных и антропогенных факторов, вызывающих деградацию почв. Адаптивно-ландшафтное обустройство водосборов при помощи завершенных лесомелиоративных систем обеспечивает полное выполнение ими защитных функций по предотвращению деградации ландшафтов на водосборах и предотвращению выноса в речную сеть продуктов смыва. **Выводы.** Наибольшая эффективность лесных насаждений обеспечивается созданием специальных защитных лесных систем, способствующих образованию ландшафтов, устойчивых к воздействию неблагоприятных факторов.

Ключевые слова: лесомелиорация, водоохраные лесные насаждения, стокорегулирующие лесные насаждения, эрозия почв.

Цитирование. Юферев В. Г., Ткаченко Н. А., Кошелева О. Ю. Роль лесных насаждений в обеспечении устойчивости Волжского бассейна. *Известия НВ АУК*. 2020. 3(59). 248-257. DOI: 10.32786/2071-9485-2020-03-26.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение. Мелиоративная роль стокорегулирующих, прибалочных, приовражных, балочных, овражных и водоохраных защитных лесных насаждений состоит в предотвращении или в значительном снижении негативного воздействия склонового стока. Лесные насаждения существенно влияют на величину смыва и уровень загрязне-

ния продуктами выноса притоков и основных водотоков гидрографической сети. При стоке воды и смыве почвы с пашни выносятся от 10 до 30 % вносимых удобрений и химических средств, что вызывает ухудшение общего состояния агроландшафтов. Принятие и оптимизация решений, нацеленных на проведение мероприятий по поддержанию устойчивости водосборных бассейнов невозможно без объективной функциональной роли лесных насаждений, выполняющих функцию защиты водосборов от деградации, в том числе смыва плодородного слоя почвы и выноса продуктов смыва в гидрографическую сеть. Решить поставленную задачу дает возможность определения защитных функций лесных насаждений с использованием геоинформационных систем (ГИС), базирующихся на них геоинформационных технологиях современного уровня и передовых методов пространственного анализа и обработки данных дистанционного зондирования Земли [4, 6]. В настоящее время проблема рационального использования пресной воды в условиях ее экстремального дефицита ставит задачу предотвращения ее загрязнения в результате антропогенного воздействия на источники и бассейны рек. Необходимо обеспечить предотвращение попадания загрязнителей в водоемы с использованием лесомелиоративных биологических методов защиты водосборов и очистки стоков, которые формируют экологический каркас территории, предотвращая негативные последствия инженерных решений, например, по строительству прудов-накопителей [1, 13]. Лесные насаждения, расположенные в водоохраной зоне, непосредственно выполняют защитные функции для водного объекта. Мелиоративная роль защитных лесных насаждений обусловлена аккумулятивным влиянием биологического материала лесных насаждений, а также трансформацией ландшафтных условий в период их функционирования.

В поймах рек и в целом на водосборном бассейне насаждения обеспечивают существенное снижение или перераспределение стока, предохраняют почву от водной и ветровой эрозии, укрепляют берега рек, водоемов, оврагов, эродлируемых склонов. На речных водосборах лесные насаждения всех видов обеспечивают сокращение поверхностного стока, предотвращают или значительно уменьшают эрозию почвы и вынос химических загрязнителей, обеспечивая снижение общего уровня загрязнения водоемов, улучшая биоэкологические условия.

Материалы и методы. Эколого-мелиоративная роль лесных насаждений многофункциональна. Любое лесное насаждение любого типа одновременно выполняет несколько функций: защищает почву от водной и ветровой эрозии, перераспределяет сток и переводит его в подземный, защищает водотоки от загрязнений, выполняет рекреационные функции. Такие специализированные типы защитных лесных насаждений, как придорожные, прибалочные, водоохранные оказывают мелиоративное влияние на прилегающие агроландшафты.

Защитные лесные насаждения по назначению принято разделять на 2 группы [1]:

1. Искусственные лесные и фитомелиоративные насаждения для защиты почв на землях сельскохозяйственного назначения, которые выполняют функцию сохранения плодородия почвы, обеспечивая при этом повышение продуктивности и урожайности сельскохозяйственных культур.

2. Специальные естественные и искусственные лесные насаждения, расположенные на землях иного назначения (земли лесного и водного фонда, земли промышленности и транспорта, городских и сельских администраций, земли запаса, природоохранного и рекреационного назначения). Они обеспечивают защиту хозяйственных объектов и земель от воздействия природных и антропогенных факторов. Существуют следующие категории водоохранных лесных насаждений: стокоувеличивающие, кон-

денсифицирующие, стокоочищающие, снегозадерживающие, стоконеперехватывающие, инфильтрационные и испарительные.

Защитные лесные насаждения в экологическом каркасе территории представлены различными видами: полевые ветроломные и стокорегулирующие и водоохранные лесные полосы, противозерозионные инженерно-биологические системы, Государственные защитные лесные полосы (ГЗЛП), насаждения вдоль путей транспорта, вокруг населенных пунктов и другие, более специализированные, виды насаждений (рисунк 1).

Рисунок 1 – Схема защищенности Волжского бассейна лесными насаждениями

Figure 1 – The scheme of protection of the Volga basin by forest plantations

Дифференциация лесных насаждений по видам достаточно условна и определяет их основную функцию.

Лесные насаждения речных водосборов выполняют защитную функцию по предотвращению загрязнения водотоков от биогенного заражения, в частности, от загрязнения отходами животноводческих комплексов.

Санитарно-защитные функции лесных насаждений заключаются в предотвращении выноса загрязнителей за пределы санитарно-защитных зон предприятий различного класса опасности, уменьшении количества и концентрации загрязнителей в воздухе среды защищенных ландшафтов.

Системы лесных насаждений являются биоэкологическим преобразователем, обеспечивающим условия для образования новых экосистем. Лесные насаждения оказывают влияние на прилегающие территории. Они способствуют формированию новых микроклиматических условий для функционирования агроландшафтов [3, 7, 11]. Уста-

новлено снижение освещенности прямой солнечной радиацией до 90 %, увеличение относительной влажности воздуха различия до 22 %, что создает условия повышения биоразнообразия ландшафтов.

А.В. Побединский [8] определил зависимость гидрологической роли лесных насаждений от количества осадков. Лесные насаждения перераспределяют осадки, задерживая частично листвой и живым напочвенным покровом, частично влага испаряется, частично попадает на почву и проникает в нее.

Влияние защитных лесных насаждения на почву проявляется в результате комплексного влияния корней деревьев и опада на ее структуру. В результате повышается порозность и водопроницаемость. В лесных насаждениях накапливается больше снега, чем на открытых пространствах, тем более что снег ложится на лесную подстилку, что приводит к уменьшению промерзания почвы. Вследствие меньшего промерзания создаются условия для поглощения талой воды.

Таким образом, защита водосборов с использованием лесных насаждений способствует улучшению локальных климатических условий и водно-физических свойств почв на водосборах, предотвращает загрязнение воды, обеспечивает подземный сток переводом поверхностного стока в подземный, предотвращает разрушение берегов, аккумулирует наносы, улучшает кислородный режим воды в реках, тем самым обеспечивая развитие водных экосистем. Кроме того, лесные насаждения в сухостепной и полупустынной зоне европейской части России ограничивают воздушные потоки в приземном слое, снижая их скорость, способствуют конвективному обмену.

Результаты и обсуждение. Наибольшая мелиоративная эффективность лесных насаждений достигается при оптимальном размещении их на защищаемой территории. При этом должен соблюдаться принцип завершенности системы, а сами лесные насаждения иметь необходимые для выполнения защитных функций параметры. Особенно это касается их конструкции, рядности и породного состава. Исходя из параметров рельефа каждого конкретного водосбора должна быть разработана завершенная лесомелиоративная система, включающая совокупность защитных лесных насаждений всех типов, размещенных с учетом требований адаптивно-ландшафтного обустройства водосборов.

Адаптивно-ландшафтное обустройство водосборов при помощи завершенных лесомелиоративных систем обеспечивает полное выполнение ими защитных функций по предотвращению деградации ландшафтов на водосборах и предотвращению выноса в речную сеть продуктов смыва [2, 9, 14, 15].

Адаптивно-ландшафтное обустройство водосбора связано, в первую очередь, с особенностями его ландшафта. Основные характеристики для территорий с низкой лесистостью бассейна Волги представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Лесистость аридных территорий бассейна р. Волга

Table 1 – Afforestation of the arid territories of the Volga river basin

Субъект / Region	Лесистость, % / afforestation, %	
	Существующая / Exist	Рекомендуемая / Recommend
Астраханская область / Astrakhan region	2	7
Волгоградская область / Volgograd region	4	15
Республика Калмыкия / Republic of Kalmykia	<1	5
Оренбургская область / Orenburg region	4	15
Орловская область / Oryol Region	8	15
Пензенская область / Penza region	21	26

Самарская область / Samara region	13	20
Саратовская область / Saratov region	5	15
Тамбовская область / Tambov region	11	19
Республика Татарстан / Republic of Tatarstan	16	25
Тульская область / Tula region	13	15

Лесные насаждения бассейна Волги занимают площадь более 80 млн га. К водоохраным и защитным лесам относят лесные насаждения на площади около 20 млн га. Средняя лесистость водосбора около 35 %, однако лесистость зависит от природно-климатической зоны региона, например, в Астраханской области она составляет около 2 %, в Тверской области – 55 % (рисунок 2).

По данным Г. С. Розенберга [10], средняя лесистость территории Волжского бассейна в начале XVIII века была более 54 %, а к началу XXI века она снизилась до 31 %. В таблице 2 представлено изменение лесистости территорий бассейна Волги к началу XXI века. Особенно необходимо отметить резкое, более чем в 4 раза, снижение площадей, занятых лесом, в республике Татарстан.

Таблица 2 – Снижение лесистости территорий Волжского бассейна за период с XVIII века по начало XXI века

Table 2 – Decrease of afforestation of territories of the Volga basin during the period from the XVIII century to the beginning of the XXI century

Субъект / Region	Лесистость / Afforestation, %	
	XVIII	XXI
Тульская область / Tula region	24	12
Пензенская область / Penza region	42	20
Республика Татарстан / Republic of Tatarstan	71	16
Самарская область / Samara Region	34	12
Саратовская область / Saratov region	13	5
Волгоградская область / Volgograd region	9	4

Неравномерная лесистость территории часто является следствием концентрации промышленного производства в хвойно-широколиственном лесном районе и незавершенности систем защитных лесных насаждений в лесостепном и степном лесных районах европейской части страны [5]. Например, в Башкортостане и в Ульяновской области процесс деградации лесов настолько интенсивен, что лесистость здесь снизилась практически до уровня лесостепи.

Рисунок 2 – Лесистость территории субъектов России Волжского бассейна

Figure 2 – Afforestation of the of Russian regions of the Volga basin

К началу XXI века резко уменьшился объем работ по лесомелиорации бассейна Волги. Только с 1992 по 2008 гг. (рисунок 3) уменьшение составило около 70 % [12].

В целом можно сделать вывод о том, что лесистость бассейна реки Волги зависит как от природно-климатических условий, так и от экономического развития регионов и, что особенно важно, практически во всех регионах ситуация ухудшается. Наиболее эффективно защитная роль лесных насаждений проявляется при системности их формирования на основе оптимальной структуры системы.

На современном этапе назрела необходимость разработки мероприятий по сохранению и формированию на всей территории Волжского бассейна таких природных ландшафтов, которые выполняли бы роль естественных регуляторов условий функционирования биосферы (создание экологической основы речного бассейна). Важно определить зоны экологического бедствия с нарушенными ландшафтами и деградирующими лесными системами. Разрабатываемые мероприятия должны быть ориентированы на предотвращение деградации лесных экосистем и ликвидацию результатов последствий негативного воздействия природных и антропогенных факторов.

Рисунок 3 – Лесовосстановление в Волжском бассейне, га/км²
(1 – до 0,14; 2 – 0,14-0,28; 3 – 0,28-0,42)

Figure 3 – Reforestation in the Volga basin, ha / km² (1 – up to 0,14; 2 – 0,14-0,28; 3 – 0,28-0,42)

Выводы. В результате исследования установлено, что в условиях водосборных бассейнов лесные насаждения выполняют комплексную задачу по защите их территории от воздействия природных и антропогенных факторов, вызывающих деградацию почв, предотвращают вынос загрязнителей в гидрографическую сеть, уменьшают количество донных отложений за счет снижения талого и дождевого стока, вызывающих плоскостной смыв верхнего слоя почвы с полей, предотвращают линейную эрозию склонов, регулируют поглощение воды, переводя наземный сток в подземный. Они обеспечивают закрепление склонов балок и оврагов за счет армирования их корневой системой. Наибольшая эффективность лесных насаждений обеспечивается созданием специальных противоэрозионных, водоохраных и стокорегулирующих защитных лесных систем, способствующих образованию устойчивых к воздействию неблагоприятных факторов ландшафтов в условиях интенсивного использования территорий Волжского бассейна для ведения хозяйственной деятельности. Для предотвращения разрушения экосистем и деградации речных бассейнов необходимо разработать систему мер, направленных на создания высокоэффективных биологических способов их защиты. Важнейшим из них является научно обоснованная лесомелиоративная система, обеспечивающая высокое качество функционирования водосбора.

Библиографический список

1. Агролесомелиорация / под ред. академиков РАСХН А. Л. Иванова и К. Н. Кулика. Изд. 5-е, перераб. и доп. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2006. 746 с.
2. Барабанов А. Т. Научные основы противоэрозионной мелиорации // Известия Нижне-волжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2018. № 2 (50). С. 23-30.
3. Ерусалимский В. И., Рожков В. А. Многофункциональная роль защитных лесных насаждений // Бюллетень почвенного института им. В. В. Докучаева. 2017. №88. С. 121-137. DOI: 10.19047/0136-1694-2017-88-121-137
4. Кошелева О. Ю. Роль картографирования лесистости в системе адаптивно-ландшафтного обустройства водосборов // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 11: Естественные науки. 2015. №1 (11). С. 95-102. DOI: 10.15688/jvolsu11.2015.1.10
5. Критерии состояния и эффективности стокорегулирующих и водоохраных насаждений речных бассейнов / В. Г. Юферев [и др.]. Волгоград: ФНЦ агроэкологии РАН, 2019. 100 с.

6. Кулик К. Н., Кошелев А. В. Методическая основа агролесомелиоративной оценки защитных лесных насаждений по данным дистанционного мониторинга // Лесотехнический журнал. 2017. №3 (27). С. 107-114. DOI: https://doi.org/10.12737/article_59c22527885b57.91268039
7. Кулик К. Н., Рулев А. С., Ткаченко Н. А. Изменения климата и агролесомелиорация // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2017. № 2 (46). С. 58-67.
8. Побединский А. В. Водоохранная и почвозащитная роль лесов. Пушкино: ВНИИЛМ, 2013. 208 с.
9. Рыбакова Н. А. Оценка водоохраной роли агролесомелиоративных насаждений Европейской лесостепи // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. 2017. Т. 28. №5. С. 5-20. DOI: 10.21513/0207-2564-2017-5-5-20
10. Формирование экологической ситуации и пути достижения устойчивого развития Волжского бассейна / Г. С. Розенберг [и др.] // Региональная экология. 2016. № 1 (43). С. 15-27.
11. Харченко Н. Н., Михина В. В. Роль защитных насаждений в улучшении экологических условий ландшафтов // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2019. Т. 7. № 3 (46). С. 310-313.
12. Чеканышкин А. С., Лепехин А. А. Состояние защитного лесоразведения в Центрально-Черноземной зоне // Лесной журнал. 2015. № 4. С. 9-17.
13. Actions of forest restoration on soil erosion in the Three Gorges Reservoir area, China / Mingjun Teng, Chunbo Huang, Pengcheng Wang, Lixiong Zeng, Zhixiang Zhou, Wenfa Xiao, Zhilin Huang, Changfu Liu // Science of The Total Environment. – 2019. Volume 697. P. 134-164. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134164>
14. Characterization of runoff and sediment associated with rill erosion in sloping farmland during the maize-growing season based on rescaled range and wavelet analyses / J. Luo, Z. Zheng, T. Li, S. He, Y. Wang, X. Zhang, T. Liu // Soil and Tillage Research. 2019. № 195. DOI:10.1016/j.still.2019.104359
15. Relative influence of forest and cropland on fluvial transport of soil organic carbon and nitrogen in the Nen River basin, northeastern China / Sen Wang, Xiaoyuan Wang, Bin He, Wenping Yuan // Journal of Hydrology. 2020. Volume 582. 124526. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.124526>

Conclusions. The study found that in condition of watershed basing forest plantations perform the complex task of protecting their territory from the effects of natural and anthropogenic factors that cause soil degradation, prevents the pollutants from entering the hydrographic network, reduce the amount of sediment due to the decrease in snowmelt and rain water flow, causing the plane washout topsoil from the fields, to prevent linear erosion of slopes and regulate water absorption, convert ground water flow to the underground. They provide protection of the slopes of beams and ravines by reinforcing them with the root system. The greatest effectiveness of forest plantations is provided by the creation of special anti-erosion, water protection and flow-regulating protective forest systems that contribute to the formation of landscapes resistant to adverse factors in the conditions of intensive use of the territories of the Volga basin for economic activities. To prevent the destruction of ecosystems and degradation of river basins, it is necessary to develop a system of measures aimed at creating highly effective biological ways to protect them. The most important of them is a scientifically based forest reclamation system that ensures high - quality functioning of the catchment area.

Reference

1. Agrolesomeliорaciya / pod red. akademikov RASXN A. L. Ivanova i K. N. Kulika. Izd. 5-e, pererab. i dop. Volgograd: VNIALMI, 2006. 746 p.
2. Barabanov A. T. Nauchnye osnovy protivorozionnoj melioracii // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2018. № 2 (50). P. 23-30.
3. Erusalimskij V. I., Rozhkov V. A. Mnogofunkcional'naya rol' zaschitnyh lesnyh nasazhdenij // Byulleten' pochvennogo instituta im. V. V. Dokuchaeva. 2017. №88. P. 121-137. DOI: 10.19047/0136-1694-2017-88-121-137.

4. Kosheleva O. Yu. Rol' kartografirovaniya lesistosti v sisteme adaptivno-landshaftnogo obustroystva vodosborov // Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 11: Estestvennye nauki. 2015. №1 (11). P. 95-102. DOI: 10.15688/jvolsu11.2015.1.10
5. Kriterii sostoyaniya i Jefferktivnosti stokoreguliruyuschih i vodoohrannyh nasazhdenij rechnykh bassejnov / V. G. Yuferev [i dr.]. Volgograd: FNC agrojekologii RAN, 2019. 100 p.
6. Kulik K. N., Koshelev A. V. Metodicheskaya osnova agrolesomeliorativnoj ocenki zaschitnykh lesnykh nasazhdenij po dannym distancionnogo monitoringa // Lesotekhnicheskij zhurnal. 2017. №3 (27). P. 107-114. DOI: https://doi.org/10.12737/article_59c22527885b57.91268039
7. Kulik K. N., Rulev A. S., Tkachenko N. A. Izmeneniya klimata i agrolesomelioraciya // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2017. № 2 (46). P. 58-67.
8. Pobedinskij A. V. Vodoohrannaya i pochvozaschitnaya rol' lesov. Push-kino: VNIILM, 2013. 208 p.
9. Rybakova N. A. Ocenka vodoohranoy roli agrolesomeliorativnykh nasazhdenij Evropejskoj lesostepi // Problemy jekologicheskogo monitoringa i modelirovaniya jekosistem. 2017. T. 28. №5. P. 5-20. DOI: 10.21513/0207-2564-2017-5-5-20
10. Formirovanie jekologicheskoy situacii i puti dostizheniya ustojchivogo razvitiya Volzhskogo bassejna / G. S. Rozenberg [i dr.] // Regional'naya jekologiya. 2016. № 1 (43). P. 15-27.
11. Harchenko N. N., Mihina V. V. Rol' zaschitnykh nasazhdenij v uluchshe-nii jekologicheskikh uslovij landshaftov // Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovanij XXI veka: teoriya i praktika. 2019. Vol. 7. № 3 (46). P. 310-313.
12. Chekanyshkin A. S., Lepehin A. A. Sostoyanie zaschitnogo lesorazvedeniya v Central'no-Chernozemnoj zone // Lesnoj zhurnal. 2015. № 4. P. 9-17.
14. Characterization of runoff and sediment associated with rill erosion in sloping farmland during the maize-growing season based on rescaled range and wavelet analyses / J. Luo, Z. Zheng, T. Li, S. He, Y. Wang, X. Zhang, T. Liu // Soil and Tillage Research. 2019. № 195. DOI:10.1016/j.still.2019.104359
15. Relative influence of forest and cropland on fluvial transport of soil organic carbon and nitrogen in the Nen River basin, northeastern China / Sen Wang, Xiaoyuan Wang, Bin He, Wenping Yuan // Journal of Hydrology. 2020. Volume 582. 124526. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.124526>

Authors Information

Yuferev Valery Grigorievich, principal research scientist – head of laboratory of GIS modeling and mapping of agroforest landscape FSC of agroecology RAS (Russia, 400062, Volgograd, University ave., 97), doctor of agricultural sciences. E-mail: yuferevv@vfanc.ru

Tkachenko Natalya Aleksandrovna, research associate of laboratory of GIS modeling and mapping of agroforest landscape FSC of agroecology RAS (Russia, 400062, Volgograd, University ave., 97), candidate of agricultural sciences. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4526-5195> E-mail: natulyat@mail.ru

Kosheleva Olga Yuryevna, senior researcher of laboratory of GIS modeling and mapping of agroforest landscape FSC of agroecology RAS (Russia, 400062, Volgograd, University ave., 97), candidate of agricultural sciences. E-mail: olya_ber@mail.ru

Информация об авторах

Юфереv Валерий Григорьевич, главный научный сотрудник – заведующий лабораторией геоинформационного моделирования и картографирования агролесоландшафтов ФНЦ агроэкологии РАН (РФ, 400062, г. Волгоград, пр. Университетский, 97), доктор сельскохозяйственных наук
E-mail: yuferevv@vfanc.ru

Ткаченко Наталья Александровна, научный сотрудник лаборатории геоинформационного моделирования и картографирования агролесоландшафтов ФНЦ агроэкологии РАН (РФ, 400062, г. Волгоград, пр. Университетский, 97), кандидат сельскохозяйственных наук
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4526-5195> E-mail: natulyat@mail.ru

Кошелева Ольга Юрьевна, старший научный сотрудник лаборатории геоинформационного моделирования и картографирования агролесоландшафтов ФНЦ агроэкологии РАН (РФ, 400062, г. Волгоград, пр. Университетский, 97), кандидат сельскохозяйственных наук. E-mail: olya_ber@mail.ru