

Лесоведение, лесоводство, лесные культуры, агролесомелиорация, озеленение, лесная пирология и таксация

Оригинальная статья

<https://doi.org/10.26897/1997-6011-2025-3-93-100>

УДК 630*:551.583



ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕСОМЕЛИОРАТИВНЫХ ПОЛОС ЮГА РОССИИ ПРИ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЯХ

Н.В. Примаков^{1,2✉}, М.А. Бандурин², В.А. Волосухин²

¹ Кубанский государственный университет; 350040 г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, Россия

² Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина; 350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13, Россия

Аннотация. В статье рассмотрены результаты исследований полезащитных лесомелиоративных систем в условиях возрастающих климатических изменений на юге России. Изменения частоты и возрастания резкости смены погодных явлений, а именно постепенный переход от четырех времен года к двум временам – зима и лето, уже создает определенные трудности в возделывании сельскохозяйственных культур для аграриев нашей страны, что может поставить под угрозу продовольственную безопасность России. Основная цель исследований – анализ неблагоприятных природных явлений, связанных с изменением климата на юге России, а именно изучение роли лесозащитных насаждений в комплексной системе коррекционных мероприятий в современных условиях для снижения последствий погодных явлений в стрессовых условиях агролесоландшафта. Исследования проводились на черноземах обыкновенных. В результате исследований полезащитных лесомелиоративных систем установлено, что все 10 лесных полос имеют отклонение в конструкции. Рекомендуемая ажурная конструкция в результате неконтролируемого роста (без должного ухода) замещена плотной конструкцией. Лесные полосы с главной древесной породой из *Robinia pseudoacacia* L имеют более устойчивую 3-ю (сильно ослабленные) категорию экологического состояния насаждений. В некоторых лесных полосах отмечаются участки, подверженные распаду в результате их деградации или вырубки. Распределение по высотам насаждений на изучаемых вариантах составляет от 5,83 (*Fraxinus pubescens* Marsh) до 12,62 м (*Robinia pseudoacacia* L) при их среднем значении для двух районов от 10,14 до 10,34 м. Использование полезащитных лесомелиоративных насаждений в комплексе системы, направленной на смягчение стрессовых ситуаций на полях агроландшафтов, подтверждается как эффективное. Увеличение территории защитного эффекта на полях возможно при восстановлении лесомелиоративных сообществ, приведении конструкций к рекомендуемым.

Финансирование. Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда и Кубанского научного фонда (грант № 24-26-20003)

Ключевые слова: лесомелиоративный комплекс, изменение климата, микроклимат, агроландшафт, ветровой поток, лесные полосы

Формат цитирования: Примаков Н.В., Бандурин М.А., Волосухин В.А. Оценка эффективности лесомелиоративных полос юга России при климатических изменениях // Природообустройство. 2025. № 3. С. 93-100. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2025-3-93-100>

Scientific article

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF FOREST RECLAMATION BELTS IN THE SOUTH OF RUSSIA UNDER CLIMATE CHANGE

N.V. Primakov^{1,2✉}, M.A. Bandurin², V.A. Volosukhin²

¹ Kuban State University; 149 Stavropol Street, Krasnodar, 350040. Russia

² Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin; 13 Kalinina St., Krasnodar, 350044. Russia

Abstract. The article considers the studies of field-protective forest melioration systems in the conditions of increasing climate change in the south of Russia. Changes in the frequency and increase in the sharpness

of changes in weather phenomena, namely the gradual transition from four seasons to two seasons – winter and summer, already creates certain difficulties in the cultivation of agricultural crops for farmers of our country, which can threaten the food security of Russia. The main objective of the study is to analyze adverse natural phenomena associated with climate change in the south of Russia, namely, to study the role of forest protection plantations in a comprehensive system of corrective measures in modern conditions to reduce the effects of weather phenomena in stressful conditions of the agroforest landscape. The studies were conducted on ordinary chernozems (black soils). As a result of the studies of field-protective forest melioration systems, it was found that all 10 forest belts have a deviation in the design. The recommended openwork design as a result of uncontrolled growth (without proper care) is replaced by a dense one. Forest belts with the main tree species of black locust have a more stable 3 (strongly weakened) category of ecological condition of stands. In some forest belts, there are areas subject to decay as a result of their degradation or cutting. Distribution by heights of stands in the studied variants ranges from 5.83 m (*Fraxinus pubescens* Marsh) to 12.62 m (*Robinia pseudoacacia* L), with their average value for two regions from 10.14 m to 10.34 m. The use of field-protective forest reclamation plantations in a complex of the system aimed at mitigating stress situations in the fields of agrolandscapes is confirmed to be effective. An increase in the territory of the protective effect on the fields is possible with the restoration of forest reclamation communities, bringing the structures to the recommended ones.

Financing. The work was financially supported by the Russian Science Foundation and the Kuban Science Foundation (grant No. 24-26-20003)

Keywords: forest reclamation complex, climate change, microclimate, agrolandscape, wind flow, forest belts. forest reclamation complex, climate change, microclimate, agrolandscape, wind flow, forest belts

Format of citation: Primakov N.V., Bandurin M.A., Volosukhin V.A. Assessment of the effectiveness of forest reclamation belts in the South of Russia under climatic changes // Prirodoobustrojstvo. 2025. № 3. P. 93-100. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2025-3-93-100>

Введение. История использования лесомелиоративных насаждений в Краснодарском крае насчитывает несколько десятилетий. Еще в середине XX в. ученые и практики начали осознавать необходимость создания лесных полос для защиты полей от ветровой эрозии и улучшения микроклимата. Эти насаждения стали важной частью стратегии устойчивого сельского хозяйства в регионе. В настоящее время климатические изменения требуют пересмотра подходов к использованию лесных полос, чтобы сделать их еще более эффективными в новых условиях.

Россия, обладая огромной территорией и разнообразием климатических зон, всегда сталкивалась с природными катаклизмами. Однако в последние два десятилетия эта проблема приобрела новый масштаб. Одной из ключевых причин увеличения числа погодных катаклизмов является глобальное потепление. Средняя температура на планете повышается, что приводит к изменению традиционных климатических режимов. В России это проявляется в увеличении числа экстремальных метеорологических явлений – таких, как аномальная жара, проливные дожди и сильные ветры.

На юге России за последние 50 лет средняя температура начала стремительно повышаться. Так, только за период с 1980 по 2022 гг. средняя

температура повысилась почти на 1°C, при этом среднегодовой прирост температуры составил почти 0,2°C/декаду. Среднегодовой прирост температуры по территории России составил в 2023 г. уже более +0,45°C/декаду [1].

Изменения в количестве и распределении осадков влияют на водный баланс региона [2]. Изменение климата ведет к снижению урожайности культур, ухудшению качества почв и увеличению затрат на ирригационные системы [3]. Одним из главных вызовов современного сельского хозяйства в Краснодарском крае является изменение климата. В последние годы наблюдается тенденция повышения средней температуры воздуха, что приводит к усилению засухливости и увеличению частоты экстремальных метеорологических явлений – таких, как засуха и сильные ветры. Эти изменения ставят перед сельхозпроизводителями новые задачи по сохранению и улучшению плодородия почв, обеспечению стабильного водоснабжения и защите урожая от негативных внешних факторов. Засухи и наводнения становятся все более частым явлением, что требует внедрения новых технологий и методов ведения сельского хозяйства [4, 5].

Целью работы является анализ неблагоприятных природных явлений в связи с изменением климата, изучение роли лесных

полезавитных насаждений в системе комплексных мелиоративных мероприятий в современных условиях по смягчению воздействия погодных явлений в стрессовых условиях на агролесоландшафты юга России.

Материалы и методы исследований.

Объектом исследований являются агролесоландшафты Краснодарского края. Изучение характеристик лесных полезавитных насаждений определяли по общепринятым методикам [6]. Скорость ветрового потока изучали при помощи ручного чашечного анемометра МС-13 в пятикратной повторности. Вычисление скорости ветра выполняли по переводному графику. Построение графиков выполняли с помощью программных продуктов Microsoft Excel, КОМПАС-График V14.

Исследования направлены на выяснение оптимальных схем конструкций лесных полос, определение объемов выборки насаждений с различными древесными породами и анализ статистических данных, позволяющих обосновать эффективность существующих и перспективных подходов к использованию лесных насаждений в сельском хозяйстве. Объект исследований расположен в агролесоландшафтах Краснодарского края включая Динской и Кореновский районы. Были выбраны 10 временных пробных площадей по 5 площадок в каждом районе. Выбор пробных площадок основывался на рекомендациях ОСТ 56-69-83 «Методика закладки пробных площадей». Схема заложения временных пробных площадей в лесной полосе строилась после проведения маршрутного ее исследования и выбора площади, наиболее типичной для данного

насаждения. На такой площади производили перечень не менее 200 деревьев для дальнейшей выборки и математической обработки данных.

При исследованиях применялись стандартные методики, рекомендованные для оценки лесомелиоративных насаждений:

– определение высоты деревьев и диаметра стволов с использованием специальных приборов (высотомеров);

– анализ состояния лесного массива, включающий в себя санитарную оценку деревьев и насаждения в целом;

– исследование распределения ветровых потоков с помощью анемометра, определение зависимости скорости ветра от высоты лесной полосы в зависимости от типа ее конструкции.

Результаты и их обсуждение. На территории двух районов Краснодарского края было заложено 10 временных пробных площадей по 5 площадок в Динском и Кореновском районах. Их размещение на территории районов представлено на рисунках 1, 2, из которых следует, что изучению подвергались основные полезавитные насаждения в агролесоландшафтах районов исследований.

Главными древесными породами изучаемых насаждений являлись робиния лжеакация (*Robinia pseudoacacia* L.), гледичия трехколючковая (*Cleditsia triacanthos* L.), ясень зеленый (*Fraxinus lanceolate* Borch) и пушистый (*F. pubescens* Marsh). Возраст насаждений – от 50 до 70 лет (по году посадки).

Исследования проводились на черноземах обыкновенных. Среднегодовое количество



Рис. 1. Фрагмент исследуемых лесополос в Динском районе Краснодарского края:
№ лесной полосы 1, 2, 3, 4, 5

Fig. 1. Fragment of the studied forest belts in the Dinsky district of the Krasnodar krai:
No of forest belt 1, 2, 3, 4, 5



Рис. 2. Фрагмент исследуемых лесополос в Кореновском районе Краснодарского края:
№ лесной полосы 6, 7, 9, 10

Fig. 2. Fragment of the studied forest belts in the Korenovsky district of the Krasnodar krai:
No of forest belt 6, 7, 9, 10

осадков в районах исследований составляет от 550 до 600 мм. Среднее число дней с сильным ветром – от 26 до 54 дней, преобладают ветры север-восточного и восточного направлений. За последние 13 лет среднегодовая температура составила +14,8 °С, что выше нормы на 4,8 °С.

По данным [7-9], изменение климатических характеристик за последние десятилетия все более отчетливо оказывает существенное влияние на агроландшафты. В результате они испытывают стресс, что в свою очередь проявляется в изменении экологии поля, ухудшении

почвенных характеристик, увеличении развития деградационных процессов и др. [10]. На полях это приводит к недобору урожая сельскохозяйственных культур [11]. В такие периоды жизни сельскохозяйственных растений система комплексных мелиораций должна исправить ситуацию на поле. Важным звеном такой системы мелиорации выступает лесомелиорация [12]. Характеристики полевых защитных лесных полос в исследуемых районах представлены в таблице 1.

Из данных таблицы 1 следует, что большинство лесных полос имеет удовлетворительное

Таблица 1. Характеристики полевых защитных лесных полос в исследуемых районах
Table 1. Characteristics of protective forest belts in the studied areas

№ лесной полосы <i>No of forest belt</i>	Главная древесная порода <i>Main woody species</i>	Средние // <i>Average</i>			
		Высота, м <i>Height, m</i>	Диаметр, см <i>Diameter, cm</i>	Бонитет, бал <i>Site, class</i>	Экологическое состояние (категория) <i>Ecological condition (category)</i>
Динской район / <i>Dinsky district</i>					
1	Fraxinus lanceolate Borch	12,00	28,90	III	4
2	Fraxinus lanceolate Borch	8,02	19,48	III	4
3	Robinia pseudoacacia L, Cleditsia triacanthos L	11,21	20,64	IV	4
4	Robinia pseudoacacia L	9,00	19,60	IV	4
5	Robinia pseudoacacia L, Fraxinus lanceolate Borch	11,49	20,41	IV	3
Среднее <i>Average</i>	–	10,34	21,81	IV	4
Кореновский район / <i>Korenovsky district</i>					
6	Fraxinus pubescens Marsh	5,83	9,43	IV	4
7	Robinia pseudoacacia L	12,62	13,53	IV	3
8	Robinia pseudoacacia L	11,81	13,08	IV	3
9	Robinia pseudoacacia L	10,10	14,15	III	3
10	Robinia pseudoacacia L	10,35	15,93	IV	3
Среднее <i>Average</i>	–	10,14	13,22	IV	3

состояние. Лесные полосы с главной древесной породой из *Robinia pseudoacacia* L имеют более устойчивую 3-ю (сильно ослабленные) категорию экологического состояния насаждений. Средний класс бонитета для обоих изучаемых районов – IV, более хороший бонитет класса III отмечен для 4-й лесной полосы робинии лжеакация в Кореновском районе, а также первой и второй лесных полос из ясеня зеленого, первой и второй полос в Динском районе.

Одной из основных характеристик лесных полезащитных полос, оказывающих влияние на прилегающий агроландшафт, является высота насаждения. Распределение по высотам насаждений на изучаемых вариантах составляет от 5,83 (*Fraxinus pubescens* Marsh) до 12,62 м (*Robinia pseudoacacia* L) при их среднем значении для двух районов от 10,14 до 10,34 м.

В результате исследований полезащитных лесомелиоративных систем установлено, что все 10 лесных полос имеют отклонение в конструкции. Рекомендуемая ажурная конструкция в результате неконтролируемого роста (без должного ухода) замещена плотной конструкцией. Для лесных полос, по данным [13, 14], максимальное влияние составляет 20 высот (Н) насаждения. В некоторых лесных полосах отмечаются участки, подверженные распаду в результате их деградации или вырубке. Одной из основных характеристик погодных явлений, оказывающих влияние на температуру воздуха, атмосферную и почвенную влагу и другие показатели, является ветер. Места изучения влияния полезащитных лесных полос на распределение ветрового

потока с заветренной стороны представлены на рисунке 3.

Из данных рисунка 3 следует, что наибольшее расстояние с заветренной стороны составляет 20 Н, что, по данным исследований других авторов, соответствует влиянию полезащитной лесной полосы плотной конструкции [15]. На контрольном участке, где на распределение ветрового потока не оказывает влияние полезащитная лесная полоса, скорость ветра составила 3,1 м/с. Результаты измерения скорости ветра полезащитных лесных полос на опытных участках с заветренной и наветренной сторон представлены в таблице 2.

Из данных таблицы 2 следует, что лесные полосы, несмотря на измененную конструкцию, оказывают влияние на распределение ветрового потока. Средняя скорость ветра на расстоянии 20 Н составила 2,54 м/с, тогда как на расстоянии 1 Н она была меньше и составила 0,86 Н. Лесные полосы № 3, 6 и 8 не оказывают влияния на распределение ветрового потока на расстоянии 20 Н, тогда как на расстоянии 10 Н влияние прослеживается. По нашему мнению, такая ситуация складывается ввиду состояния лесных насаждений, которое необходимо исправлять. Зависимость скорости ветра от скорости в открытом поле для лесных насаждений представлена на рисунке 4.

Из данных рисунка 4 следует, что на перераспределение ветрового потока большее влияние оказывает конструкция лесных полос. Для изучаемых насаждений плотной конструкции средние значения процента скорости ветра от скорости ветрового потока в открытом поле наиболее существенно проявляются на расстоянии

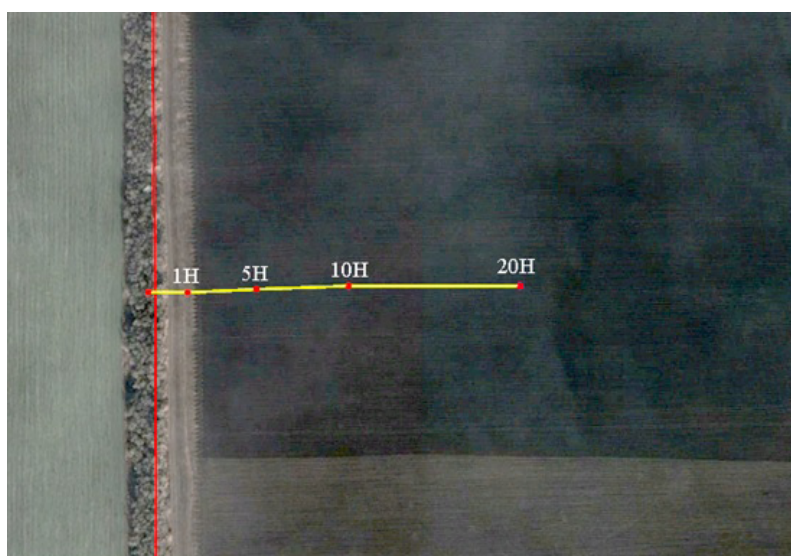


Рис. 3. Места изучения влияния полезащитных лесных полос на распределение ветрового потока с заветренной стороны

Fig. 3. Places where the influence of protective forest belts on the distribution of wind flow from the windward side is studied

Таблица 2. Результаты измерения скорости ветра полевых защитных лесных полос на опытных участках

Table 2. The results of measuring the wind speed of protective forest belts in experimental areas

№ п/п лесной полосы No of forest belt	Скорость ветра, м/с / Wind speed, m/s					
	за лесополосой behind a forest belt	в лесополосе in a forest belt	1Н	5Н	10Н	20Н
1	1,2	0,0	1,0	1,0	1,2	2
2	1,0	0,0	0,0	1,0	1,0	1,5
3	2,1	0,0	0,0	1,7	2,2	3,2
4	1,5	0,0	0,0	1,0	1,9	2,2
5	1,7	0,0	1,0	1,0	1,5	2,5
6	1,9	1,0	1,0	1,0	2,4	3,1
7	4,0	2,1	1,5	1,0	1,7	2,7
8	4,1	3,7	2,1	1,0	2,2	3,5
9	2,1	1,0	1,0	1,0	2,0	2,1
10	2,5	1,0	1,0	1,0	1,9	2,55
Среднее Average	2,21	0,88	0,86	1,07	1,8	2,54

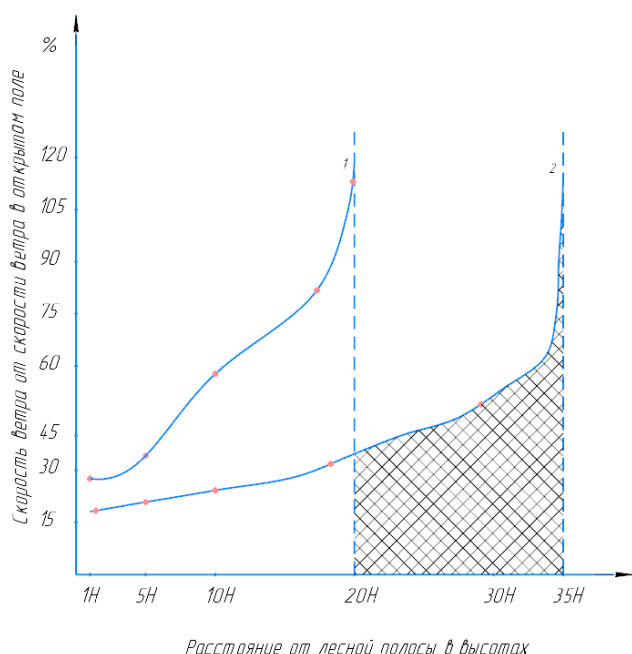


Рис. 4. Зависимость скорости ветра от скорости в открытом поле для лесных полос:

- 1 – плотной конструкции;
2 – ажурной конструкции

Fig. 4. The dependence of wind speed on speed in an open field for forest belts: 1 – dense structure; 2 – openwork structure

до 20 Н. При приведении полевых защитных насаждений к рекомендуемой ажурной конструкции, как показано на рисунке 2, перераспределение ветрового потока будет прослеживаться с заветренной стороны лесной полосы на расстояние до 30-35 Н [16]. Указанное расстояние выделено на рисунке. Оно составит для исследуемых агроландшафтов Динского района до 361,9 м,

что увеличит защиту полосы части поля шириной от 103,4 до 155,1 м. Для Кореновского района этот показатель составит 354,9 м, а дополнительная защита полосы поля увеличится на 101,4-152,1 м.

Таким образом, приведение конструкции лесных полос к рекомендуемым [17, 18] позволит полностью защитить агроландшафты от действия вредоносных ветров, что приведет к изменению микроклимата полей, рациональному расходу влажности почвы, защите ее от дефляционных процессов и повышению урожайности сельскохозяйственных культур. Для агроландшафтов Краснодарского края, где распаханность составляет более 80% [19], а для некоторых районов края – до 90%, это смягчит воздействие неблагоприятных факторов на большей части территории районов.

Выводы

Применение полевых защитных лесомелиоративных насаждений в комплексе системы, направленной на смягчение стрессовых ситуаций на полях агроландшафтов, подтверждается как эффективное. Увеличение территории защитного эффекта на полях возможно при восстановлении лесомелиоративных сообществ, приведении конструкций к рекомендуемым.

В наших исследованиях установлено, что для агроландшафтов Динского района эффект защиты лесными полосами с заветренной стороны составит до 361,9 м, для Кореновского района – 354,9 м. Приведение конструкции лесных полос к рекомендуемым позволит полностью защитить агроландшафты от действия вредоносных ветров, стабилизировать температурный

градиент, что приведет к изменению микроклимата полей, рациональному расходу влажности почвы, защите ее от дефляционных процессов и повышению урожайности сельскохозяйственных культур.

Список использованных источников

1. Ткаченко Ю.Ю. Атлас опасных природных явлений Краснодарского края / Ю.Ю. Ткаченко, Е.А. Перов, В.И. Денисов. Ростов-на-Дону – Таганрог: Южный федеральный университет, 2018. 160 с. ISBN 978-5-9275-3047-2.
2. Ткаченко Ю.Ю. Оценка повторяемости опасных явлений погоды на юге России в связи с климатическими изменениями / Ю.Ю. Ткаченко, И.А. Приходько, М.А. Бандурин, В.И. Денисов // Международный сельскохозяйственный журнал. 2024. № 3(399). С. 255-259. DOI: 10.55186/25876740_2024_67_3_255.
3. Дубенок Н.Н. Потенциальная продуктивность лесов Московского региона в связи с климатическими изменениями / Н.Н. Дубенок, А.В. Лебедев, В.М. Градусов // Природоустройство. 2023. № 5. С. 118-124. DOI: 10.26897/1997-6011-2023-5-118-124
4. Дубенок Н.Н. Теоретические основы обоснования комплексных мелиораций и управление мелиоративными режимами в агроландшафтах в степной и лесостепной зоне / Н.Н. Дубенок // Научно-агрономический журнал. 2023. № 4(123). С. 16-21. DOI: 10.34736/FNC.2023.123.4.002.16-21.
5. Паспорт гидрометеорологической безопасности Краснодарского края (2017) Обнинск, Росгидромет, ВНИИГМИ-МЦД, 117 с.
6. ОСТ 56-69-83. Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки. М.: ЦБНТИ Гослесхоза СССР, 1983. 60 с.
7. Хлюстов В.К. Влияние климатических показателей на продуктивность сосновых древостоев / В.К. Хлюстов, И.И. Васенев, А.М. Ганихин // Природоустройство. 2022. № 5. С. 121-131. DOI: 10.26897/1997-6011-2022-5-121-131
8. Ивонин В.М. Регенеративная агролесомелиорация / В.М. Ивонин // Региональные геосистемы. 2024. Т. 48, № 1. С. 30-44. DOI: 10.52575/2712-7443-2024-48-1-30-44.
9. Кулик К.Н. Изменения климата и агролесомелиорация / К.Н. Кулик, А.С. Рулев, Н.А. Ткаченко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2017. № 2(46). С. 58-67. EDN: ZRTCZV
10. Примаков Н.В. Экологическая устойчивость почвенного покрова под защитой лесных насаждений / Защитное лесоразведение, мелиорация земель, проблемы агроэкологии и земледелия в Российской Федерации: материалы Межд. научн.-практ. конференции. Волгоград: ВНИАЛМИ, 2016. С. 587.
11. Примаков Н.В. Влияние лесных насаждений на продуктивность степного разнотравья / Н.В. Примаков // Земледелие. 2007. № 1. С. 10.
12. Примаков Н.В. Состояние защитных лесных насаждений Азовского побережья Краснодарского края // Известия ВУЗов. Лесной журнал. 2023. № 1. С. 77-87. DOI: 10.37482/0536-1036-2023-1-77-87
13. Агролесомелиорация: Учебное пособие / О.В. Грибачева, Р.Г. Ноздрачева, А.И. Торба, А.Л. Кравец. Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I, 2021. 216 с.

Собственникам полезащитных лесных полос рекомендуется осуществлять пожизненный уход за лесными полосами, а при неудовлетворительном их состоянии проводить мероприятия по их восстановлению.

References

1. Tkachenko Yu.Yu. Atlas of dangerous natural phenomena of the Krasnodar Territory / Yu.Y. Tkachenko, E.A. Perov, V.I. Denisov. Rostov-on-Don – Taganrog: Southern Federal University, 2018. 160 p. ISBN 978-5-9275-3047-2.
2. Tkachenko Yu.Yu. Assessment of the recurrence of dangerous weather phenomena in southern Russia due to climate change / Yu.Yu. Tkachenko I.A. Prikhodko, M.A. Bandurin, V.I. Denisov // International Agricultural Journal. 2024. № 3(399). P. 255-259. DOI: 10.55186/25876740_2024_67_3_255.
3. Dubenok N.N. Potential productivity of forests of the Moscow region in connection with climatic changes / N.N. Dubenok, A.V. Lebedev, V.M. Degrees // Prirodoobustrojstvo. 2023. No. 5. P. 118-124. DOI: 10.26897/1997601120235-118-124.
4. Dubenok N.N. Theoretical foundations of the justification of complex land reclamation and management of land reclamation regimes in agro-landscapes in the steppe and forest-steppe zone / N.N. Dubenok // Scientific and Agronomic Journal. 2023. № 4(123). P. 16-21. DOI: 10.34736/FNC.2023.123.4.002.16-21.
5. Passport of hydrometeorological safety of the Krasnodar Territory (2017) Obninsk, Roshydromet, VNIIGMI-MCD, 117 p.
6. OST 56-69-83. Trial forest management areas. The bookmark method. Moscow: Central Research Institute of the State Forestry of the USSR, 1983. 60 p.
7. Khlyustov V.K. The influence of climatic indicators on the productivity of pine stands / V.K. Khlyustov, I.I. Vasenev, A.M. Ganikhin // Prirodoobustrojstvo. 2022. No. 5. P. 121-131. DOI: 10.26897/1997-6011-2022-5-121-131
8. Ivonin V.M. Regenerative agroforestry / V.M. Ivonin // Regional geosystems. 2024. Vol. 48, No. 1. pp. 30-44. DOI: 10.52575/2712-7443-2024-48-1-30-44.
9. Kulik K.N. Climate change and agroforestry / K.N. Kulik, A.S. Rulev, N.A. Tkachenko // Izvestia of the Nizhnevolzhsky Agrouniversity Complex: Science and higher professional education. 2017. № 2(46). Pp. 58-67. EDN: ZRTCZV
10. Primakov N.V. Ecological stability of soil cover under the protection of forest plantations / Protective afforestation, land reclamation, problems of agroecology and agriculture in the Russian Federation: proceedings of the International Scientific-practical conferences. Volgograd: VNIALMI, 2016, p. 587.
11. Primakov N.V. The influence of forest plantations on the productivity of steppe grasslands / N.V. Primakov // Agriculture. 2007. No. 1. S. 10.
12. Primakov N.V. The state of protective forest plantations of the Azov coast of the Krasnodar Territory // Izvestiya VUZov. Lesnoy zhurnal. 2023. No. 1. pp. 77-87. DOI: 10.37482/0536-1036-2023-1-77-87
13. Agroforestry: A textbook / O.V. Gribacheva, R.G. Nozdracheva, A.I. Torba, A.L. Kravets. Voronezh: Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, 2021. 216 p.
14. Rules for the design, creation and maintenance of protective forest plantations on agricultural lands. RosNIIPM

14. Правила проектирования, создания и ухода за защитными лесными насаждениями на землях сельскохозяйственного назначения. ФГБНУ «РосНИИПМ». Новочеркасск, 2015. 41 с.

15. Балакай Н.И. Влияние защитных лесных насаждений на микроклимат прилегающей территории и влажность почвы / Н.И. Балакай // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. 2017. № 1(65). С. 50-55. EDN: YIYAXZ

16. Примаков Н.В. Эффективность конструкции полезащитных лесных насаждений Краснодарского края / Н.В. Примаков, А.С. Латифова, Е.Ю. Дубровин // Успехи современного естествознания 2022. № 10. С. 41-45. DOI: 10.17513/use.37905.

17. Примаков Н.В. Лесохозяйственные мероприятия в полезащитных лесных полосах Краснодарского края / Н.В. Примаков, В.В. Танюкевич // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2024. № 4(400). С. 185-192. DOI: 10.37482/0536-1036-2024-4-185-192.

18. О жизненном состоянии искусственных насаждений и необходимость лесоводственного ухода в зеленом поясе города Нур-Султан / В.К. Панкратов, А.В. Эбель, С.В. Залесов [и др.] // Природообустройство. 2022. № 1. С. 117-123. DOI: 10.26897/1997-6011-2022-1-117-123.

19. Непоклонов В.Б. Мониторинг и рациональное использование земель сельскохозяйственного назначения Краснодарского края / В.Б. Непоклонов, И.А. Хабарова, Д.А. Хабаров // Вестник СГУГиТ (Сибирского государственного университета геосистем и технологий). 2018. Т. 23, № 1. С. 167-178. EDN: YWRBVC

Federal State Budgetary Institution. Novocherkassk, 2015. 41 p.

15. Balakai N.I. Influence of protective forest plantations on the microclimate of the adjacent territory and soil moisture / N.I. Balakai // Ways to increase the efficiency of irrigated agriculture. 2017. № 1(65). P. 50-55. EDN: YIYAXZ

16. Primakov N.V. Efficiency of the construction of protective forest plantations in the Krasnodar Territory / N.V. Primakov, A.S. Latifova, E.Yu. Dubrovin // Successes of modern natural science. 2022 No. 10. p. 41-45. DOI: 10.17513/use.37905.

17. Primakov N.V. Forestry measures in the protective forest belts of the Krasnodar Territory / N.V. Primakov, V.V. Tanyukevich // News of higher educational institutions. Forest Magazine. 2024. № 4(400). P. 185-192. DOI: 10.37482/0536-1036-2024-4-185-192.

18. On the vital state of artificial plantings and the need for forestry care in the green belt of the city of Nur-Sultan / V.K. Pankratov, A.V. Ebel, S.V. Zalesov [et al.] // Prirodoobustroystvo. 2022. No. 1. P. 117-123. DOI: 10.26897/1997-6011-2022-1-117-123

19. Nepoklonov V.B. Monitoring and rational use of agricultural lands in the Krasnodar Territory / V.B. Nepoklonov, I.A. Khabarova, D.A. Khabarov // Bulletin of the Siberian State University of Geosystems and Technologies. 2018. Vol. 23, No. 1. P. 167-178. EDN: YWRBVC

Об авторах

Николай Владимирович Примаков, канд. с.-х. наук, доцент кафедры: ¹геоэкологии и природопользования; ²эксплуатации и технического сервиса, доцент, SPIN-код: 1475-1077, ORCID: 0000-0001-9225-024X, ID РИНЦ: 414848, Scopus Author ID: 57201780087, WOS Research ID: D-5293-2016; nik-primakov@yandex.ru

Михаил Александрович Бандурин, д-р техн. наук, доцент, декан факультета гидромелиорации; SPIN-код: 6451-2467, ORCID: 0000-0002-0986-8848, ID РИНЦ: 518464, Scopus Author ID: 57488488700, WOS Research ID: ABD-8930-2021; chepura@mail.ru

Виктор Алексеевич Волосухин, д-р техн. наук, профессор; профессор кафедры строительства и эксплуатации водохозяйственных объектов; SPIN-код: 3214-4973, ORCID: 0000-0001-9029-7802, ID РИНЦ: 290467, Scopus Author ID: 57201781001; director@ibgts.ru

Критерии авторства / Criteria authorship

Примаков Н.В., Бандурин М.А., Волосухин В.А. выполнили теоретические исследования, на основании которых провели обобщение и написали рукопись, имеют на статью авторское право и несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов / Conflict of interests.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflicts of interest

Вклад авторов / Contribution of authors

Все авторы сделали равный вклад в подготовку публикации / All authors made an equal contribution to the preparation of the publication

Поступила в редакцию / Received at the editorial office 03.03.2025

Поступила после рецензирования и доработки / Received after peer review and revision 26.05.2025

Принята к публикации / Accepted for publication 26.05.2025

About the authors

Nikolay V. Primakov, associate professor of the department: ¹geocology and environmental management; ²exploitation and technical service, associate professor, CSs (Agro), SPIN-code: 1475-1077, ORCID: 0000-0001-9225-024X, RSCI ID: 414848, Scopus Author ID: 57201780087, WOS Research ID: D-5293-2016; nik-primakov@yandex.ru

Mikhail A. Bandurin, dean of the faculty of hydromelioration, associate professor, DSs (Eng), SPIN-code: 6451-2467, ORCID: 0000-0002-0986-8848, RSCI ID: 518464, Scopus Author ID: 57201780087, WOS Research ID: D-5293-2016; chepura@mail.ru

Viktor A. Volosukhin, professor of the department of construction and operation of water management facilities, professor, DSs (Eng), SPIN-code: 3214-4973, ORCID: 0000-0001-9029-7802, RSCI ID: 290467, Scopus Author ID: 57201781001; director@ibgts.ru

Primakov N.V., Bandurin M.A., Volosukhin V.A. carried out theoretical studies, on the basis of which they generalized and wrote a manuscript, they have a copyright on the article and they are responsible for plagiarism.