

## Эффективность лесной мелиорации на склоновых землях в засушливых условиях

Евгения Александровна Корнеева, e-mail: korneeva-e@vfanc.ru, к. с.-х. н., в. н. с., зав. лаб.,  
ORCID: 0000-0001-6796-1955

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук» (ФНЦ агроэкологии РАН), 400062, Университетский проспект, 97, Волгоград, Россия

**Аннотация.** В мире экологические проблемы, связанные с сельским хозяйством, уже продолжительное время решаются с помощью лесной мелиорации. Международное научное сообщество проявило интерес к этому инновационному методу обеспечения устойчивости сельских территорий, поскольку он обладает огромным потенциалом для улучшения состояния почвенного покрова и окружающей среды в засушливых регионах, а также повышения уровня жизни сельского населения. Основным используемым методом для оценки эффективности лесной мелиорации являлось моделирование защитной лесистости угодий (соотношения защитных лесных насаждений и севооборотов) и системный анализ полученных данных. Затраты, связанные с созданием лесомелиоративных комплексов, рассчитывались с использованием базового ресурсного подхода. Выгоды от присутствия деревьев в агроландшафте оценивались с помощью метода общей экономической ценности их экосистемных услуг. Было установлено, что общая стоимость мероприятий по противозерозионной лесной мелиорации склонов в засушливых условиях колеблется от 5,5 до 12,5 тыс. руб. в расчете на гектар покрытой лесом площади и напрямую зависит от крутизны склона, уровня защитной лесистости и метода, используемого для создания лесных насаждений. В то же время выгоды, получаемые от систем лесомелиорации в виде экосистемных услуг, превышают затраты на создание лесомелиоративных комплексов примерно в 9-14 раз.

**Ключевые слова:** эрозия почв, склоновые земли, сельскохозяйственные угодья, лесная мелиорация, эффективность затрат

**Финансирование.** Исследование выполнено по теме Государственного задания ФНЦ Агроэкологии РАН № FNFЕ-2022-0015 «Управление процессами опустынивания аридных территорий по данным мониторинга почв, климата и земель, подверженных опустыниванию, методами математического моделирования».

**Цитирование.** Корнеева Е. А. Эффективность лесной мелиорации на склоновых землях в засушливых условиях // Научно-агрономический журнал. 2024. 4(127). С. 87-91.

DOI: 10.34736/FNC.2024.127.4.012.87-91.

Поступила 15.11.2024

Принята 03.12.2024

**Введение.** Деградация земель, также признанная как ухудшение качества земли в результате деятельности человека, является серьезной глобальной проблемой с XX в. и продолжает оставаться одним из основных международных вопросов в XXI в. [7]. Согласно последним данным, опубликованным UNCCD [18], в мире ежегодно теряется около 100 млн га здоровых и продуктивных земель. При сохранении нынешних тенденций к 2030 г. необходимо будет восстановить 1,5 млрд га земли, чтобы свести глобальную деградацию земель к нейтральному уровню.

Современное состояние агроэкосистем в России также характеризуется снижением их устойчивости и продуктивности из-за деградации почв, особенно водной эрозии. Для борьбы с этим проявлением принимают соответствующие меры в виде антидеградацион-

ных мероприятий с достоверной, научно обоснованной оценкой их эффективности [13].

Лесная мелиорация занимает особое место в комплексе мер по восстановлению и борьбе с деградацией земель в засушливых условиях [16]. Системы защитных лесных насаждений на пахотных землях выступают в качестве регулирующего, стабилизирующего и регенерирующего фактора для сельскохозяйственных систем, способствуют предотвращению разрушения почв и обеспечивают им экологическую устойчивость [6, 8, 20]. Лесные насаждения влияют на ветровой, температурный и гидрологический режимы угодий, перераспределяют материал и энергию в сельскохозяйственном ландшафте и являются важным компонентом рационального природопользования [3, 21].

Экономический анализ – важнейший этап в процессе разработки лесомелиоративных ме-

роприятий. Он позволяет предварительно оценить результативность той или иной технологии и сравнить ее с альтернативным вариантом [1]. Анализ затрат и выгод является наиболее известным методом экономического анализа эффективности лесомелиоративных комплексов [4, 12, 15]. С этой позиции современная реальность состояния склоновых земель в зоне сухих степей в РФ оставляет актуальной экономическую оценку эффективности защитных лесных насаждений в региональном аспекте.

Цель работы – проанализировать эффективность мероприятий по лесной мелиорации склоновых земель в засушливых условиях для определения экономически целесообразного варианта размещения защитных лесных насаждений в агроландшафте.

**Материалы и методы исследования.** Зона сухих степей Волгоградской области очень засушливая, выше среднего уровня, с высоким тепловым режимом и широким распространением темно-каштановых почв.

Основным методом оценки являлось построение моделей систем защитных лесных насаждений и севооборотов (возделывание пшеницы), анализ полученных данных [10].

Для создания лесомелиоративных комплексов на склонах выпуклого профиля в сухой степи формируют узкую стокорегулирующую лесную полосу из устойчивых лесобразующих пород. Здесь могут использоваться как скороспелые, так и долговечные породы [2].

Затраты на создание защитных лесных насаждений на склоновых пахотных землях были определены с помощью базового ресурсного

метода [10]. Методология исследования преимуществ агролесомелиорации была основана на расчетах ее общей экономической ценности [5].

Региональные эффекты от функционирования лесных насаждений рассматривались как экосистемные товары и услуги, производимые облесенными угодьями. Оценка этих экосистемных услуг определялась с использованием общепринятых современных экономических методов [9, 11, 14].

Ключевым показателем для оценки эффективности агролесомелиоративных систем на склонах является соотношение выгод и затрат [19] или коэффициент эффективности капиталовложений [10]. Считается, что если этот коэффициент больше единицы, то выращивание защитных лесных насаждений в данном районе является прибыльным видом деятельности. Если коэффициент эффективности затрат меньше единицы, то лесомелиоративная деятельность признается убыточной [17].

Денежная оценка основных экономических показателей агролесомелиорации приведена к уровню цен 2022 г. в расчете на 1 гектар облесенного угодья.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Установлено (табл. 1), что общие затраты на противоэрозионное лесомелиоративное обустройство пологих склонов состоят из затрат на создание и выращивание лесных культур, а также устройство валов-каналов в нижнем междурядье лесных насаждений и составляют 5,5-6,4 тыс. руб./га агролесоландшафта. Объем необходимых финансовых ресурсов зависит от защитной лесистости угодий и способа создания лесонасаждения.

Таблица 1

**Затраты на противоэрозионную лесомелиорацию склоновой пашни в сухой степи, тыс. руб. на 1 га агролесоландшафта**

Расчетный показатель	Слабосмытые почвы (крутизна склона 2,1-3,0°)		Сильносмытые почвы (крутизна склона 5,1-6,0°)	
	Расстояние между лесными полосами, м	520		190
Количество рядов, шт.	3		2	
Ширина лесных полос, м	8		6	
Защитная лесистость, %	1,7		3,2	
Лесобразующие породы	Дуб черешчатый	Робиния лжеакация, гледичия трехлопучковая	Лиственница сибирская	Робиния лжеакация, гледичия трехлопучковая
Метод создания лесных полос	Посев семян	Посадка 1-летних сеянцев		
Стоимость создания и выращивания лесных полос	3,2	4,1	5,4	4,4
Стоимость создания простейших гидротехнических сооружений*	2,3		7,1	
Общая стоимость создания противоэрозионных комплексов	5,5	6,4	12,5	11,5

\*Вал-канавы в нижнем междурядье лесной полосы.

Первый показатель – защитная лесистость агротерритории – определяется величиной межполосных расстояний и шириной лесного насаждения, которые в соответствии с проектными документами по лесоразведению в сухой степи, на пологих склонах равняются, соответственно, 520 и 8 м.

Второй показатель – способ создания лесных насаждений – определяется технологичностью операций и регламентируется действующими расчетно-технологическими картами по созданию лесных культур на пахотных угодьях по природным зонам на юге европейской территории России.

Расчеты показывают, что посев долговечных культур дуба на слабосмытых почвах обходится дешевле, чем посадка однолетних сеянцев березы повислой. Это связано с более низкой стоимостью посадочного материала (желудей), несмотря на более дорогостоящий уход за насаждениями дуба. На сильносмытых почвах посадки культур лиственницы, напротив, дороже за счет большей стоимости посадочного материала.

С увеличением крутизны склона стоимость создания агролесомелиоративных комплексов возрастает в 1,3-1,6 раза, а простейших гидротехнических сооружений – в 3,1 раза. Это связано, как с уменьшением межполосных расстояний, так и увеличением нормативных машиночасов для лесомелиорации крутых склонов [10].

Отдача от создания защитных лесных насаждений в агроландшафтах с склоновыми

землями заключается в экосистемных услугах, которые оказывают облесенные угодья. Эти услуги включают в себя защиту и восстановление почвенного покрова, использование населением сырья и рекреационных ресурсов, имеющих денежную ценность [11].

По нашим оценкам, денежные эквиваленты экосистемных услуг облесенных склонов крутизной 2,1-3,0° составляют 53,3-56,8 тыс. руб. на гектар облесенного поля в год (табл. 2). Оценки получены для возраста, когда лесные насаждения достигают своей максимальной высоты. Наибольшую долю в этом значении имеет экологический противоэрозионный эффект – 49-61 %. Он заключается в предотвращении потерь плодородия почв, органического вещества и питательных веществ в результате использования систем агролесомелиорации и создание условий для устойчивого развития традиционных сельскохозяйственных ландшафтов. Экономические (рыночные) факторы, способствующие увеличению валового регионального продукта макрорегиона за счет производства дополнительной сельскохозяйственной продукции и лесных ресурсов, занимают второе место по значимости в общей структуре эффекта (37-48 %). Возросшая популярность агротуризма обуславливает определенную социальную значимость лесных полос, составляющую около 1 % эффекта, не только для занятых в сельскохозяйственном секторе, но и для жителей близлежащих районов.

Таблица 2

**Экономические выгоды, получаемые сельским хозяйством от агролесомелиорации склоновых пахотных земель в сухостепной зоне в расчете на 1 га покрытого лесом поля в год, тыс. руб.**

Экосистемные услуги	Слабосмытые почвы (крутизна склона 2,1-3,0°)		Сильносмытые почвы (крутизна склона 5,1-6,0°)	
	дуб черешчатый	робиния лжеакация, гледичия трехколючковая	лиственница сибирская	робиния лжеакация, гледичия трехколючковая
Противоэрозионные	26,3	34,8	112,4	133,8
Агромелиоративные	5,4	7,1	6,6	8,6
Древесина	20,7	13,7	29,3	21,1
Агротуризм	0,8	1,2	1,0	1,4
Общая экономическая ценность	53,2	56,8	149,3	164,9

Эффективность мероприятий по облесению склоновой пашни составляет больше 100 % – выгоды превышают затраты в 9-14 раз. При этом противоэрозионный эффект на крутых склонах наиболее значителен (увеличивается в 3,8-4,3 раза по сравнению с более пологими участками), когда предотвращается значительный ущерб, выраженный в компенсационных затратах фермеров на удобрения.

В годовом выражении наиболее эффективным мероприятием облесения склонов для

зоны сухих степей является создание защитных лесных насаждений из скороспелых лесобразующих пород – робинии лжеакация и гледичии трехколючковой. Однако в отношении долговременной защиты склоновых угодий от эрозии наиболее результативными являются посадки лесных культур с меньшей энергией роста в первые годы жизни [10].

**Заключение.** Затраты на организацию склонового землепользования с системами защитных лесных насаждений во всех сцена-

риях многократно окупаются экономическими выгодами от их воздействия. Это подтверждает высокую финансовую привлекательность агролесомелиорации в сухой степи, даже на крутых склонах, по сравнению с альтернативными вариантами их традиционного исполь-

зования. Это очень важно для фермерских хозяйств, поскольку речь идет о сохранении земельных ресурсов, которые имеют достаточно высокую компенсационную ценность и значение для сельскохозяйственного производства.

#### ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Atangana A., Khasa D., Chang S., Degrande A. (2014). Economics in agroforestry. in tropical agroforestry. Springer, Dordrecht. 2014: 291-322. DOI: 10.1007/978-94-007-7723-1\_16
2. Belyakov A. M., Koshelev A. V., Nazarova M. V., Egorov A. V. On the formation of ecologically balanced agrolandscapes in the dry-steppe zone of chestnut soils. Indian Journal of Agricultural Research. 2024. 58(1): 106-112. DOI: 10.18805/IJAR.AF-801.
3. Brandle J., Hodges L., Wight B. Windbreak practices. In North American Agroforestry: An Integrated Science and Practice. American Society of Agronomy: Madison, WI, USA, 2000: 79-118.
4. Current D., Lutz E., Scherr S. J. The costs and benefits of agroforestry to farmers. World Bank Research Observer. 1995. 10(2):151-180
5. Dixon J. A., Scura L. F., Carpenter R. A., Sherman P. B. Economic analysis of the environmental impacts. Earthscan Publication Ltd.: London, UK, 1994: 224.
6. Dollinger J., Jose S. Agroforestry for soil health. Agrofor. Syst. 2018. 92: 213-219.
7. Eni I. Effects of land degradation on soil fertility: a case study of Calabar South, Nigeria. Environ Land Use Planning. 2012. 5: 21-34. DOI: 10.5772/51483.
8. Gupta S. R., Dagar J. C., Teketay D. Agroforestry for rehabilitation of degraded landscapes: achieving livelihood and environmental security. In Agroforestry for Degraded Landscapes. Springer, Singapore. 2020: 23-68. DOI: 10.1007/978-981-15-4136-0\_2
9. Hein L. Assessing the costs of land degradation: A case study for the Puentes Catchment, Southeast Spain. Land Degrad. Dev. 2007. 18: 631-642.
10. Korneeva E. A. Assessment of Ecological and Economic Efficiency of Agroforestry Systems in Arid Conditions of the Lower Volga. Forests. 2022. 13(8): 1248. DOI 10.3390/f13081248.
11. Korneeva E. A. Monetary Valuation of Ecosystem Services Provided by Protective Forest Plantations in the
12. Kuhlman T., Reinhard S., Gaaf A. Estimating the costs and benefits of soil conservation in Europe. Land Use Policy. 2010: 27:22-32.
13. Manaenkov A. S., Rybashlykova L. P. Forest Melioration and Pasture Management in the Caspian Region. Arid Ecosystems. 2024. 14(3): 356-362. DOI: 10.1134/S2079096124700306.
14. van Noordwijk M. Agroforestry-Based Ecosystem Services. Land, 2021, 10: 770.
15. Price C. Economic evaluation of financial and non-financial costs and benefits in agroforestry development and the value of sustainability. Agrofor Syst. 1995. 30:75-86.
16. Pugacheva A. M. Functionality of Zonal Agroforestry Systems on Agricultural Land of Dry Territories. Forests. 2023. 14:2364. DOI: 10.3390/f14122364
17. Rahman S. A., Jacobsen J. B., Healey J., Roshetko J. M., Sunderland T. (2017). Finding alternatives to swidden agriculture: Does agroforestry improve livelihood options and reduce pressure on existing forest? Agrofor. Syst. 2017. 91: 185-199.
18. Report of the twenty-first session of the Committee for the Review of the Implementation of the Convention (CRIC-21). UNCCD: Samarkand, Uzbekistan. 2023: 30.
19. Stocking M., Bojo J., Abel N. Financial and economic analysis of agroforestry: Key issues. In Agroforestry for Sustainable Production: Economic Implications; Prinsley, R. T., Ed.; The Commonwealth Secretariat Press: London, UK. 1990: 13-119.
20. Wilson M. H.; Lovell S. T. Agroforestry – The next step in sustainable and resilient agriculture. Sustainability. 2016. 8: 574.
21. Zheng X., Zhu J., Xing Z. Assessment of the effects of shelterbelts on crop yields at the regional scale in Northeast China. Agric. Syst. 2016. 143: 49-60.

UDC 630.90

DOI: 10.34736/FNC.2024.127.4.012.87-91

## The effectiveness of forest reclamation on sloping lands in arid conditions

**Evgenia A. Korneeva**, e-mail: korneeva-e@vfanc.ru, Cand. Sci. (Agr.), Leading Researcher, Head of Laboratory, ORCID: 0000-0001-6796-1955

**Abstract.** In the world, environmental problems related to agriculture have been solved for a long time with the help of forest reclamation. The international scientific community has shown interest in

this innovative method of ensuring the sustainability of rural areas, as it has great potential to improve the state of soil cover and the environment in arid regions, as well as improve the standard of living of

rural populations. The main method used to assess the effectiveness of forest reclamation was the modeling of protective forest cover (the ratio of protective forest stands and crop rotations) and a systematic analysis of the data obtained. The costs associated with the creation of forest reclamation complexes were calculated using a basic resource approach. The benefits of the presence of trees in the agricultural landscape were assessed using the method of the total economic value of their ecosystem services. It was found that the total cost of measures for anti-erosion forest reclamation of slopes in arid conditions ranges from 5.5 to 12.5 thousand rubles per hectare of forested area and directly depends on the steepness of the slope, the level of protective forest cover and the method used to create forest plantations. At the same time, the benefits received from forest reclamation systems in the form of ecosystem

services exceed the costs of creating forest reclamation complexes by about 9-14 times.

**Keywords:** soil erosion, slope lands, agricultural lands, forest reclamation, cost efficiency

**Funding.** The study was carried out on the topic of the State Task of the Federal Research Center for Agroecology of the Russian Academy of Sciences No. FNFE-2022-0015 «Management of desertification processes in arid territories according to monitoring data of soils, climate and lands subject to desertification using mathematical modeling methods».

**Citation:** Korneeva E. A. The effectiveness of forest reclamation on sloping lands in arid conditions // Scientific and Agronomic Journal. 2024 4(127). С. 87-91. DOI: 10.34736/FNC.2024.127.4.012.87-91.

Received: 15.11.2024 Accepted: 03.12.2024

**Авторский вклад.** Автор настоящего исследования принимал непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования, ознакомился и одобрил представленный окончательный вариант.

**Конфликт интересов.** Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

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

**Conflict of interest.** Author declare no conflict of interest.