

Научная статья

УДК 634.2:631.459:626.8

ВЛИЯНИЕ ЛЕСНЫХ ПОЛОС И ЛЕСА НА ЭЛЕМЕНТЫ ВОДНОГО БАЛАНСА И ЭРОЗИЮ В СТЕПИ ПРИВОЛЖСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

Есков Дмитрий Владимирович ¹✉

4

¹ ФГБОУ ВО Вавиловский университет, г. Саратов, Российская Федерация
e-mail: eskovdv@rambler.ru,
<https://orcid.org/0000-0002-5240-9364>

Аннотация. Исследования формирования весеннего и ливневого стока и эрозии проведены с целью совершенствования проектирования и создания противозерозионных комплексов. Наблюдения за элементами водного баланса и эрозией почв проводились согласно рекомендациям ведущих профильных НИИ России: государственного гидрологического института (1975), ВНИИ агролесомелиорации (1985), ФНЦ агроэкологии РАН (2025). На величину весеннего стока оказывает влияние глубина промерзания почвы, водные запасы снега, влажность почвы, а ливневого стока – интенсивность дождя и запасы влаги в почве. При формировании небольших величин весеннего и ливневого стока с леса и лесных полос смыв почвы с этих угодий практически равен нулю.

Ключевые слова: Степь Приволжской возвышенности, лес, лесные полосы, пастбище, элементы водного баланса, эрозия почв.

Для цитирования: Есков Дмитрий Владимирович ВЛИЯНИЕ ЛЕСНЫХ ПОЛОС И ЛЕСА НА ЭЛЕМЕНТЫ ВОДНОГО БАЛАНСА И ЭРОЗИЮ В СТЕПИ ПРИВОЛЖСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ / Есков Дмитрий Владимирович // Агрофорсайт. 2026. № 1— Саратов: ООО «ЦеСАин», 2023. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Загл. с этикетки диска.

Благодарности: Автор выражает благодарность научному консультанту доктору сельскохозяйственных наук, профессору Проездову Петру Николаевичу за ценные советы по обработке материалов исследования и рекомендации по подготовке данной статьи.

Финансирование: исследование проводилось за счет средств важнейшего инновационного проекта государственного значения (ВИП ГЗ) «Разработка принципов построения и обеспечения функционирования системы мониторинга опустынивания территории аридных, субаридных и сухих субгумидных регионов» в части подготовки структуры и методики разработки субрегиональной национальной программы действий по борьбе с опустыниванием (НПДБО) Саратовской области. (распоряжение Правительства Российской Федерации №2515-р от 02.09.2022 г.).

THE IMPACT OF FOREST BELTS AND FORESTS ON WATER BALANCE ELEMENTS AND EROSION IN THE STEPPES OF THE VOLGA UPLAND

Dmitriy V. Eskov¹

¹ *N.I. Vavilov Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering*
e-mail: eskovdv@rambler.ru,
<https://orcid.org/0000-0002-5240-9364>

5

Abstract. *Research Institute of Agroforestry (1985), and the Federal Research Center for Agroecology of the Russian Academy of Sciences (2025). The amount of spring runoff is influenced by the depth of soil freezing, snow water reserves, and soil moisture, while storm runoff is influenced by the intensity of rainfall and soil moisture reserves. When small amounts of spring and storm runoff flow from forests and forest belts, the soil erosion from these areas is almost zero.*

Keywords: *Steppe of the Volga Upland, forest, forest belts, pasture, elements of the water balance, and soil erosion.*

Acknowledgments: *The author expresses gratitude to the scientific consultant, Doctor of Agricultural Sciences, Professor Proezdov Petr Nikolaevich, for his valuable advice on processing the research materials and recommendations for preparing this article.*

Funding: *The study was carried out at the expense of the funds of the most important innovative project of national importance (VIP GN) "Development of the principles for building and ensuring the functioning of the system for monitoring desertification in arid, subarid, and dry subhumid regions" in terms of preparing the structure and methodology for developing the subregional national program of action to combat desertification (NPAD) in the Saratov Region. (Order of the Government of the Russian Federation No. 2515-r dated 02.09.2022).*

Введение.

Исследованиям элементов водного баланса (осадков, поверхностного и ливневого стока и др.) в последнее время посвящены работы ФНЦ агроэкологии РАН [1, 2, 3], где проводится уравнение для расчета величины весеннего стока от соответствующих факторов. Указывается уровень таких факторов, при котором сток может формироваться [1]. В работах в рамках Национальной программы действий по борьбе с опустыниванием Саратовской области приводятся закономерности формирования стока и эрозии под влиянием угодий и лесных полос с построением графиков вероятностей превышения [4, 5, 6, 7]. Исследователи из США Sharratt B.S. и др. приводят данные стока и эрозии почвы во время весеннего таяния в северном кукурузном поясе [8].

Объект исследования создан в 1964 г. на территории совхоза «Вязовский» (ныне ООО «Нива») Татищевского района Саратовской области, расположенного в степи Приволжской возвышенности.

Научная новизна – заключается в получении значений поверхностного весеннего и ливневого стоков для построения графиков вероятности превышения указанных величин.

Цель исследования, изложенного в работе – установить формирование элементов водного баланса для совершенствования, проектирования и создания комплекса противоэрозионных приемов.

Задачи исследования:

- определение значений элементов водного баланса (снега, весеннего и ливневого стоков) и эрозии в зависимости от угодий;
- построение графиков температуры на поверхности снега, интенсивности ливней, стока и эрозии.

Материалы и методы исследования.

В качестве основных методов исследования применялись методики, основанные на рекомендациях ФНЦ агроэкологии РАН [1], Государственного гидрологического института [9], ВНИИ агролесомелиорации [10].

Основная часть. Результаты исследования.

Совершенствование проектирования комплексов противоэрозионных мероприятий заключается в уточнении объемов и расходов поверхностного стока, в применении агро-, лесо-, гидромелиоративных приемов защиты почв от эрозии в ландшафтах.

Наблюдения за элементами водного баланса и эрозией в 2019-2021 гг. приведены в таблице 1 и на рисунках 1-4.

Таблица 1– Элементы водного баланса и эрозия на угодьях в 2019-2025 гг.

Угодья	Весеннее половодье				Ливневые паводки				Весенняя, ливневая эрозия т/га*
2019 г. Средневлажная осень 2018 г. Очень многоснежная зима 2018-2019 гг. Весна 2019 г. со током. Отсутствие дождей со стоком									
Пастбище (Пб) без лесных полос (ЛП) - контроль	198	4	0,02	0,49 (12,2)	0	0	0	0 (0)	0,49 (12,2)
Пб+ЛП	212	1	0,005	0,16 (16,0)	0	0	0	0 (0)	0,16 (16,0)
ЛП	220	0	0	0 (0)	0	0	0	0 (0)	0 (0)
Лес (дубрава)	203	0	0	0 (0)	0	0	0	0 (0)	0 (0)
2020 г. Средневлажная осень 2019 г. Очень малоснежная зима 2019-2020 гг. Весна 2020 г. без стока. Ливень 25.07.2020 г. 23 мм за 17 мин.									
Пб без лесных полос ЛП (К)	24	0	0	0 (0)	23	3	0,13	0,57	0,57 (19,0)
Пб+ЛП	53	0	0	0 (0)	23	1	0,04	0,24	0,24 (24,0)
ЛП	59	0	0	0 (0)	23	0	0	0	0 (0)
Лес (дубрава)	39	0	0	0 (0)	23	0	0	0	0 (0)
2021 г. Очень сухая осень 2020 г. Среднеснежная зима 2020-2021 гг. Весна 2021 г. со стоком. Ливень 02 июля 2021 г. 37 мм за 132 мм									
Пб без лесных полос ЛП (К)	86 29**	11	0,13	1,63 (14,8)	37	16	0,43	1,02	2,65 (9,8)
Пб+ЛП	119	4	0,13	0,86 (21,5)	37	7	0,19	0,28	1,14 (10,3)
ЛП	128	1	0,008	0 (0)	37	1	0,03	0 (0)	0 (0)
Лес (дубрава)	97	1	0,01	0 (0)	37	1	0,03	0 (0)	0 (0)
В среднем за 2019-2021 гг.									
Пб без лесных полос ЛП (К)	103	5,3	0,05	0,71 (13,4)	20	6,3	0,32	0,53 (8,4)	1,24 (1,07)
Пб+ЛП	128	1,7	0,01	0,34 (20,0)	20	2,7	0,14	0,17 (6,3)	0,51 (11,6)
ЛП	136	0,3	0,002	0 (0)	20	0,3	0,02	0 (0)	0 (0)
Лес (дубрава)	120	0,3	0,003	0 (0)	20	0,3	0,02	0 (0)	0 (0)

Примечания: * Допустимая эрозия – 0,3 т/га. В скобках – мутьность стока, г/л; ** в т.ч. ледяная корка.

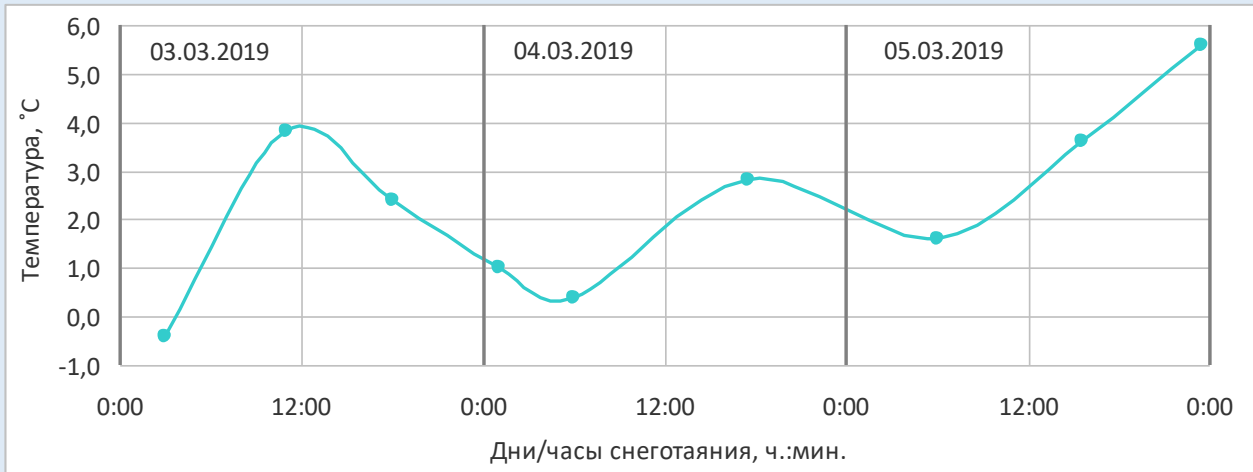


Рисунок 1 – Температура над поверхностью снега, расход и мутность стока весной 2019 г.

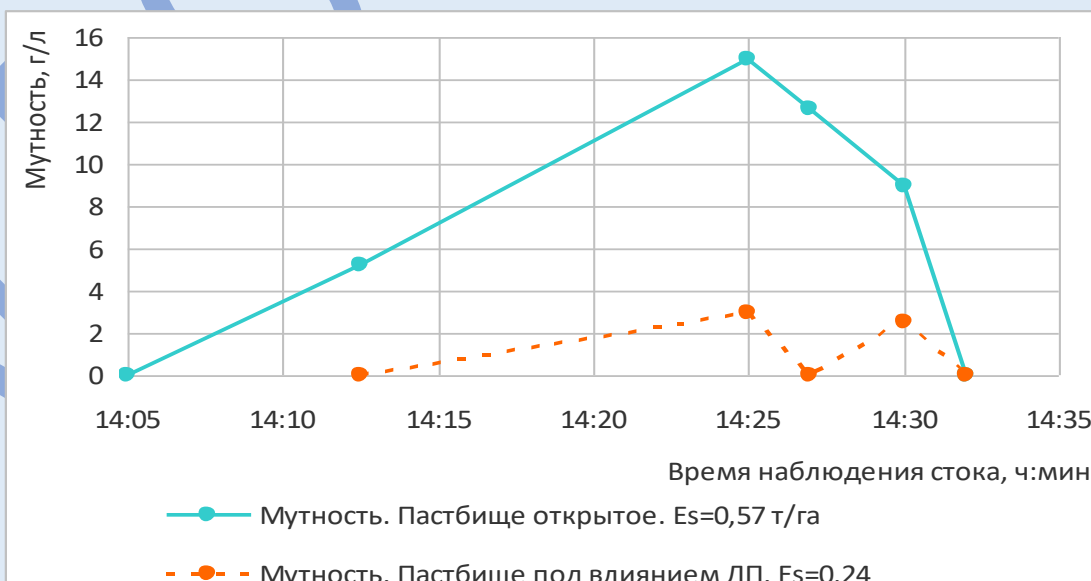
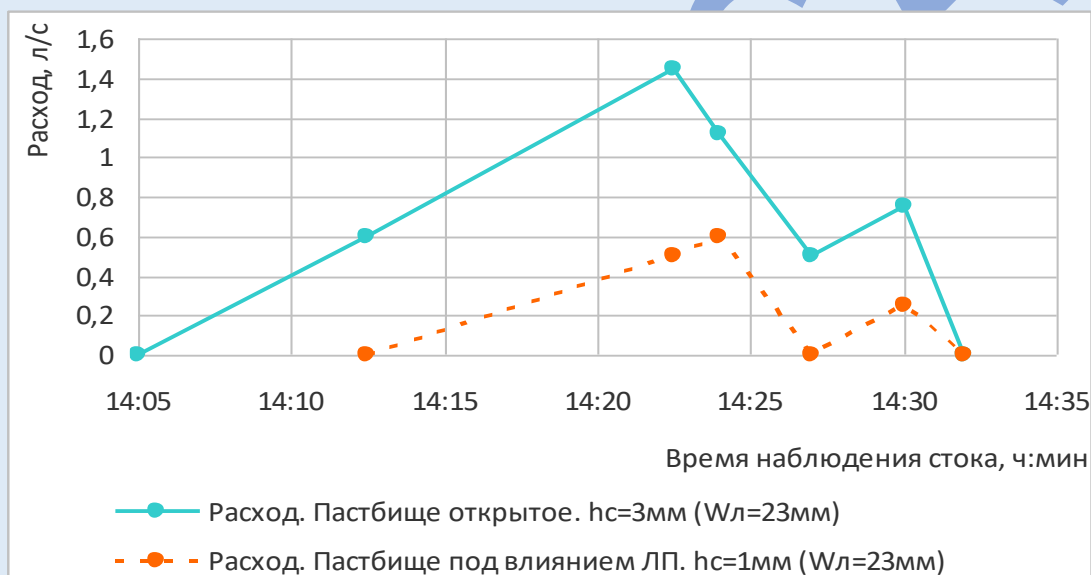
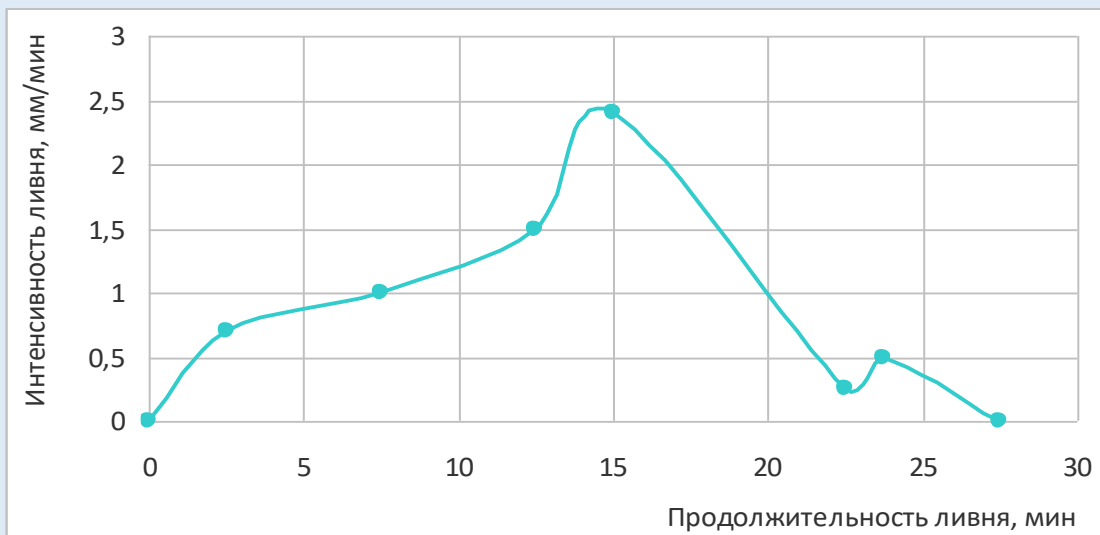


Рисунок 2 – Интенсивность ливня, ливневый сток и эрозия 25.07.2020 г.

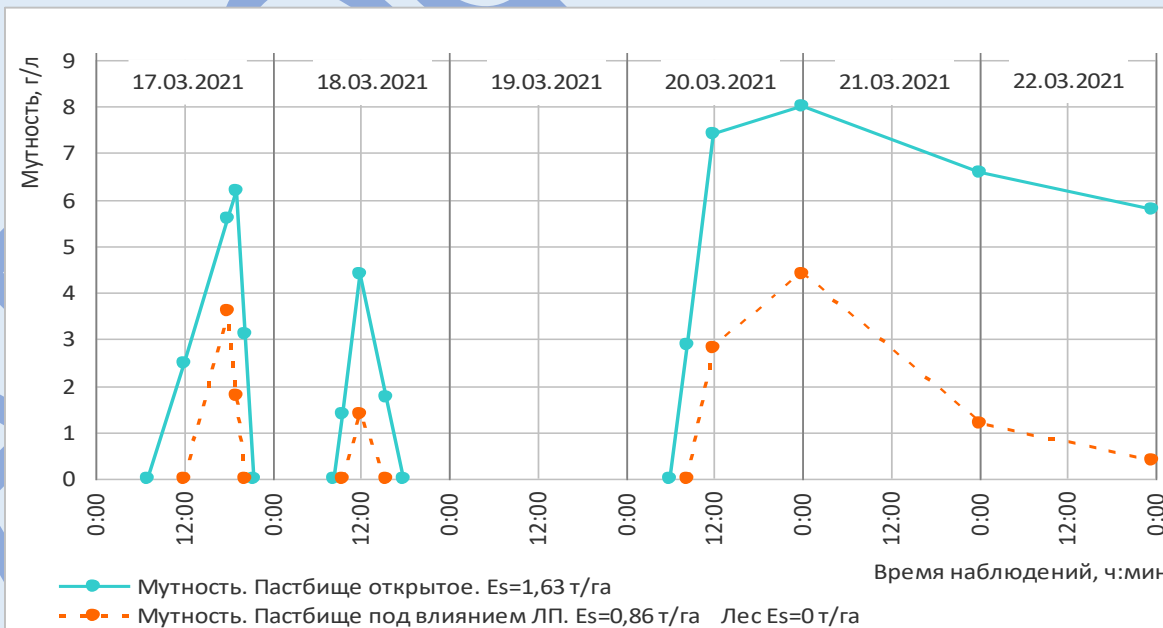
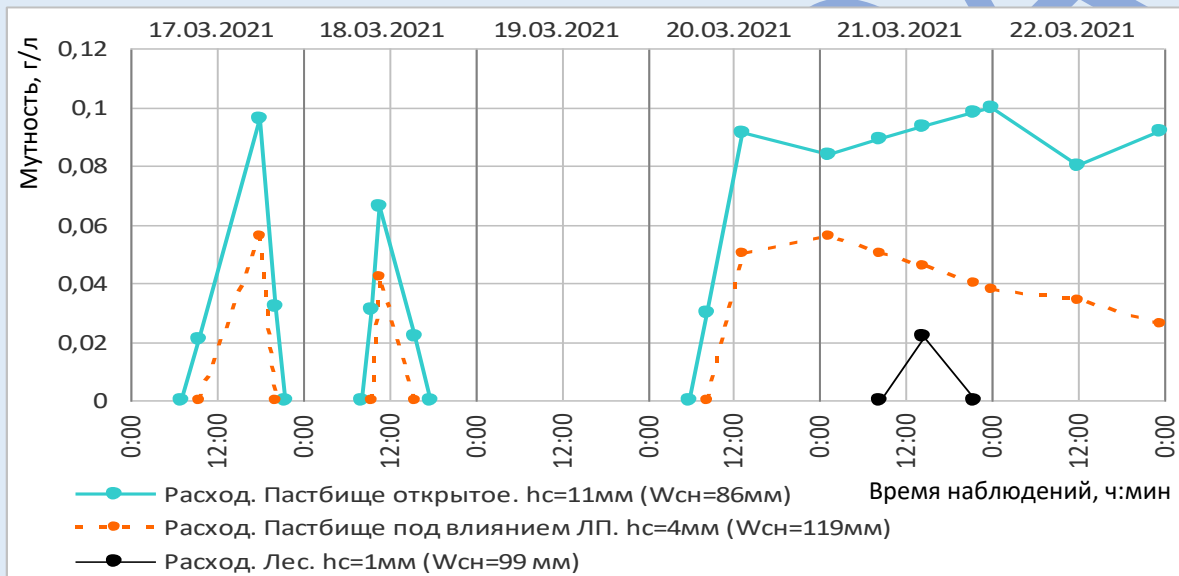
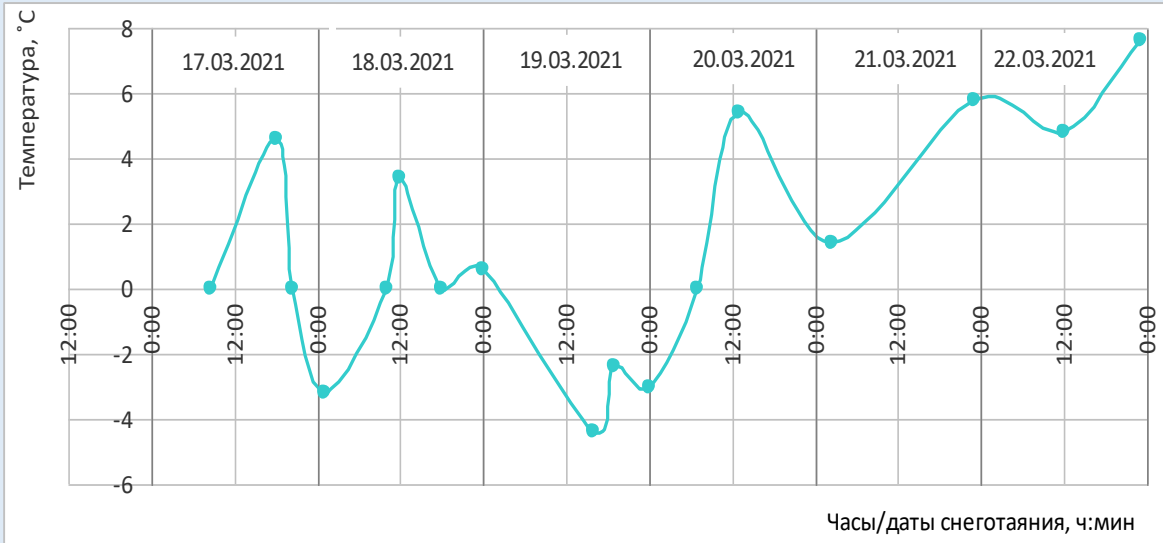


Рисунок 3 – Температура над поверхностью снега, расход и мутность воды весной 2021 г.

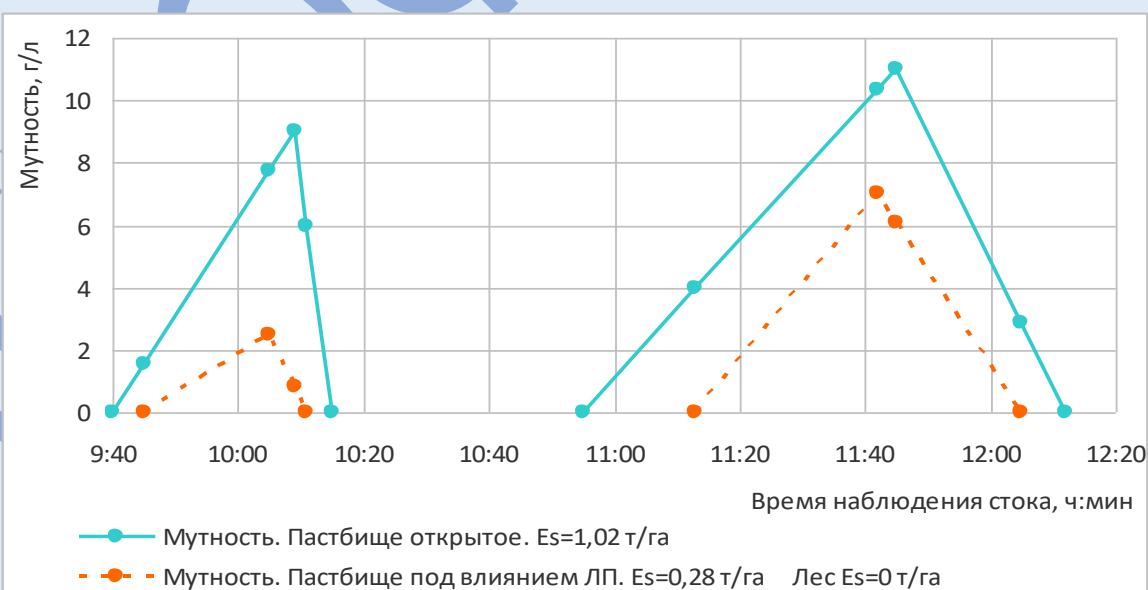
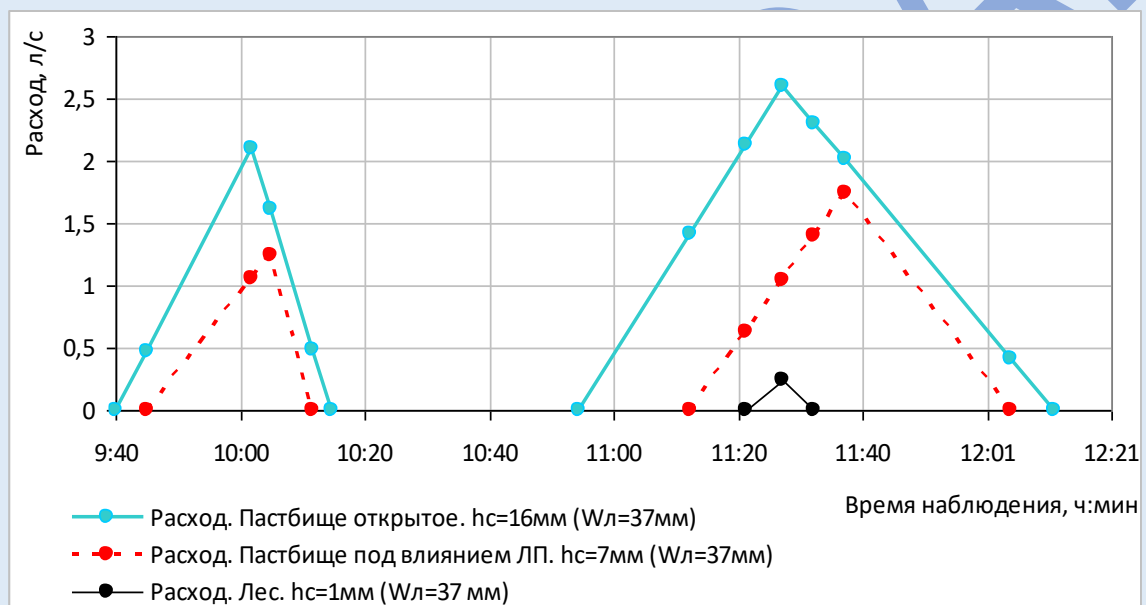
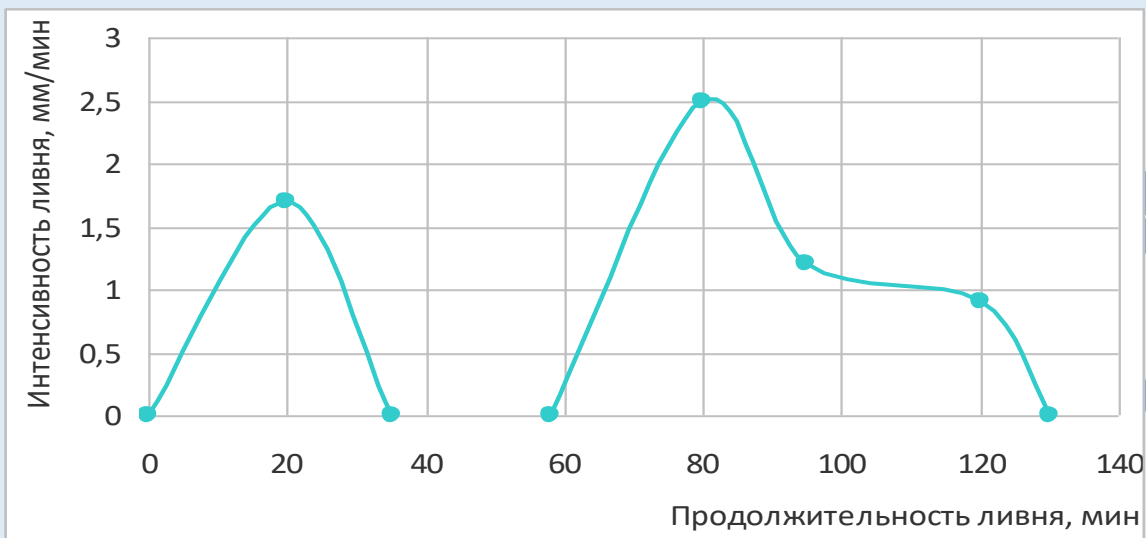


Рисунок 4 – Интенсивность ливня, ливневый сток и эрозия 02 июля 2021 г.

Анализ таблицы 1 показывает, что весенний сток 2019 г. длился с 3 по 5 марта при температуре воздуха над поверхностью снега от 2,9 до 6,0 °С. Максимальный расход стока составил 0,07 л/с, наибольшая - 12,0 г/л. Пик мутности стока наступает позже пика стока в связи с нарастанием смыва от утренних к вечерним часам (рисунок 2).

За три года исследования (2019-2021) лес и ЛП существенно влияли на снег, увеличивая водные запасы по сравнению с пастбищем: в многоснежную зиму на 7,1%, малоснежную - более чем в 2 раза. Отмечалось образование ледяной корки толщиной 29 мм на пастбище зимой 2021 г. при отсутствии в лесу и ЛП. Весенний сток и эрозия формировались в результате промерзания почвы на глубину около 1 м из-за позднего снеготаяния. Модуль весеннего стока воды в 2021 г. составил 8,1 л/с*га, летнего – 13,6 л/с*га, что не превысило значения, 10%-ной превышения (таблица 1) [5].

В 2021 г. таяние снега наблюдалось с 17 по 22 марта, наибольший расход талой воды равен 0,1 л/с на открытых пастбищах, а под защитой лесных полос - 0,06 л/с, в лесу - 0,02 л/с. Весенняя эрозия почв на открытых пастбищных угодьях составила 1,63 т/га, лесные полосы сократили её до 0,86 т/га, указывая на применение агромелиоративных приемов в межполосных пространствах (мульчированное щелевание).

С лесных полос и леса за весны 2019-2021 гг. смыв почвы отсутствовал.

Ливневый сток и эрозия в летние периоды 2019-2021 гг. зафиксированы в 2020 г. (один) и в 2021 г. (один) - таблица 1, рисунки 2 и 4. Условие формирования ливневого стока и смыва - наличие достаточного количества влаги в почве, а именно не менее 70-80% наименьшей влагоемкости. Ливневая эрозия открытых пастбищ превышала допустимую величину 0,3 т/га. Интенсивность дождя достигла максимума 2,5 мм/мин. Ливневая эрозия с леса и лесных полос не наблюдалась.

Максимальный модуль ливневого стока составил 50 л/с*га и превысил значение 10% и 1% вероятности превышения [4].

Выводы.

Весенний сток формируется, благодаря трем основным факторам: глубине промерзания почвы, водным запасам снега и влажности почвы. Ливневый сток образуется исходя из интенсивности дождя и влагозапасов в почве.

Список источников

1. Методические рекомендации по проектированию и созданию противозерозионных защитных лесонасаждений на расчетной основе / А.Т. Барабанов, А.И. Беляев, А.В. Кулик [и др.]; под ред. д.с.-х.н., академика РАН К.Н. Кулика и д.с.-х.н. А.Т. Барабанова. - Волгоград: ФНЦ агроэкологии РАН, 2025. – 92 с.
2. Петелько А.И., Барабанов А.Т. Влияние контурных стокорегулирующих лесных полос из дуба на эрозионно-гидрологические показатели на Среднерусской возвышенности // Земледелие. 2018. №2. С. 26-29.
3. Барабанов А.Т., Долгов С.В., Коронкевич Н.И., Панов В.И., Петелько А.И. Поверхностный сток и инфильтрация в почву талых вод в лесостепной и степной зонах Восточно-Европейской равнины // Почвоведение. 2018. № 1. С. 62–69.
4. Маштаков Д.А., Проездов П.Н., Есков Д.В., Тарбаев В.А. и др. Национальная программа действий по борьбе с опустыниванием Саратовской области / под ред. К.Н. Кулика. - Волгоград – Саратов: ФНЦ агроэкологии РАН, 2024. – 332 с.
5. Проездов, П.Н. Закономерности формирования стока и эрозии под влиянием угодий и лесных полос на южном черноземе для обоснования противозерозионных приемов / П.Н. Проездов, Д.В. Есков, А.В. Розанов, С.В. Свиридов // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. - 2024. - №248. – С. 160-170.
6. Проездов, П.Н. Формирование стока и эрозии под влиянием лесных полос в степи Приволжской возвышенности / П.Н. Проездов, Д.В. Есков, И.П. Яшин // Всероссийская конференция с международным участием, посвященная 125-летию профессора И.А. Кузника. – Саратов: ФГБОУ ВО Вавиловский университет, 2023. – С. 208-213.
7. Проездов, П.Н., Маштаков, Д.А. Лесомелиорация в первой четверти XXI века: исторические вехи, концепция, теория, эксперимент, практика. Стратегия развития. // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. Саратов, СГАУ им. Н.И. Вавилов 2013, № 8, с. 24-28.
8. Sharratt B.S., Lindstrom M.J., Benoit G.R., Young R.A., Wilts A. Runoff and soil erosion during spring thaw in the northern US Corn Belt, J. Soil Water Conserv., 2000, no. 55, p. 487–494.
9. Боголюбова, И.В., Бобровицкая, Н.Н., Дьяков, В.Н. Методические рекомендации по учету поверхностного стока и смыва почв при изучении водной эрозии // Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 88с.
10. Методика системных исследований лесоаграрных ландшафтов / Е.С. Павловский, М.И. Долгилевич; под ред. Е.С. Павловского, М.И. и Долгилевича - Волгоград: ВАСХНИЛ, ВНИАЛМИ 1985. – 112 с.

References

1. Methodological recommendations for the design and creation of anti-erosion protective forest plantations on a calculated basis / A.T. Barabanov, A.I. Belyaev, A.V. Kulik [et al.]; edited by K.N. Kulik, Doctor of Agricultural Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences, and A.T. Barabanov, Doctor of Agricultural Sciences. - Volgograd: Federal Research Center for Agroecology of the Russian Academy of Sciences, 2025. - 92 p. (In Russ.).
2. Petelko A.I., Barabanov A.T. Influence of contour flow-regulating forest belts of oak on erosion-hydrological indicators on the Central Russian Upland // Zemledelie. 2018. No. 2. Pp. 26-29. (In Russ.).
3. Barabanov A.T., Dolgov S.V., Koronkevich N.I., Panov V.I., Petelko A.I. Surface runoff and infiltration of meltwater into the soil in the forest-steppe and steppe zones of the East European Plain // Soil Science. 2018. No. 1. Pp. 62–69. (In Russ.).
4. Mashtakov D.A., Proezdov P.N., Eskov D.V., Tarbaev V.A. et al. National Action Program for Combating Desertification in the Saratov Region / ed. by K.N. Kulik. - Volgograd – Saratov: FSC of Agroecology of the Russian Academy of Sciences, 2024. – 332 p. (In Russ.).
5. Proezdov, P.N. Patterns of runoff formation and erosion under the influence of land and forest belts in the southern chernozem for the justification of anti-erosion techniques / P.N. Proezd, D.V. Eskov, A.V. Rozanov, S.V. Sviridov // Proceedings of the St. Petersburg Forestry Academy. - 2024. - №248. – p. 160-170. (In Russ.).
6. Proezdov, P.N. Formation of runoff and erosion under the influence of forest belts in the steppe of the Volga upland / P.N. Proezdov, D.V. Eskov, I.P. Yashin // All-Russian conference with international participation dedicated to the 125th anniversary of Professor I.A. Kuznik. Saratov: Vavilovsky University, 2023. pp. 208-213. (In Russ.).
7. Proezdov, P.N., Mashtakov, D.A. Forest Reclamation in the First Quarter of the 21st Century: Historical Milestones, Concept, Theory, Experiment, and Practice. Development Strategy. // Bulletin of the N.I. Vavilov Saratov State Agrarian University. Saratov, N.I. Vavilov Saratov State Agrarian University, 2013, No. 8, pp. 24-28. (In Russ.).
8. Sharratt B.S., Lindstrom M.J., Benoit G.R., Young R.A., Wilts A. Runoff and soil erosion during spring thaw in the northern US Corn Belt, J. Soil Water Conserv., 2000, no. 55, p. 487–494.
9. Bogolyubova, I.V., Bobrovitskaya, N.N., Dyakov, V.N. Methodological recommendations for taking into account surface runoff and soil flushing in the study of water erosion // L.: Hydrometeoizdat, 1975. – 88s. (In Russ.).
10. Methodology system studies of forest-agrarian landscapes / E.S. Pavlovsky, M.I. Dolgilevich; edited by E.S. Pavlovsky, M.I. and Dolgilevich - Volgograd: VASHNIL, VNIALMI 1985. 112 p. (In Russ.).

Информация об авторе

Дмитрий Владимирович Есков – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой.

Information about the author

D.V. Eskov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department.