

Оригинальная статья

УДК 502/504: 631.6.02:630*.232.22

DOI: 10.26897/1997-6011-2021-5-37-43

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ПОСТУПЛЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД С ТЕРРИТОРИИ ПЛОЩАДНЫХ И ТОЧЕЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

МАКАРОВА НИНА МИХАЙЛОВНА , канд. с.-х. наук, доцент
n-gak@mail.ru; ORCID: 0000-0002-4347-8253

РОГАЧЕВ АЛЕКСЕЙ ФРУМИНОВИЧ, д-р техн. наук, профессор
rafr@mail.ru; ORCID: 0000-0002-3077-6622

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации «РосНИИПМ»; 346421, Ростовская область,
г. Новочеркасск, пр. Баклановский, 190. Россия

Цель исследования – поиск оптимального решения для предотвращения стока поверхностных вод с территории различных источников загрязнения и защиты почвы от эрозии. Существует достаточно большое количество способов и средств решения вышеизложенной проблемы. Однако все существующие решения имеют свои особенности и недостатки в виде сложных конструктивных решений, ограниченного объема приема поверхностного стока, фильтрации удерживаемых загрязненных сточных вод в почву и грунтовые воды, особенно на почвах легкого механического состава, на грунтах с высоким залеганием грунтовых вод, потерь воды, стекающей с водосборной площади выше траншеи. Кроме того, на коротких склонах отсутствует возможность создавать траншеи вверх по склону при продвижении к источнику загрязнения, лесные насаждения, высаженные по пути стока загрязненных вод, погибают. Предложен способ предупреждения поступления поверхностных вод с территории площадных и точечных источников загрязнения, включающий в себя создание траншеи поперек направления стекания сточных вод. Поперек направления поступления поверхностных вод, в нижней части склона перпендикулярно упомянутой траншее строят водоотводящие траншеи с ненулевым уклоном для отвода отфильтрованной жидкой фракции потоков стока и строят пруд-накопитель, связанный с ними. На дно и стенки траншей укладывают два слоя материала, из которых верхний – фильтрующий, нижний – водонепроницаемый. Между ними насыпают щебень для дренажного эффекта, а ниже траншеи закладывают лесную полосу, усиленную валом по нижней опушке. Предложенный способ позволяет экономить воду, защищает почвы, грунтовые и поверхностные воды от загрязнения, улучшает условия для роста лесных насаждений и является экономичным.

Ключевые слова: загрязненные почвы, эрозия почв, охрана почвенных и водных ресурсов, точечные и площадные источники загрязнения, источники загрязнения, искусственное лесоразведение

Формат цитирования: Макарова Н.М., Рогачев А.Ф. Предупреждение поступления поверхностных вод с территории площадных и точечных источников загрязнения // Природообустройство. – 2021. – № 5. – С. 37-43. DOI: 10.26897/1997-6011-2021-5-37-43.

© Макарова Н.М., Рогачев А.Ф., Макаров А.В., 2021

Original article

PREVENTION OF SURFACE WATER INFLOW FROM THE TERRITORY OF AREA AND POINT SOURCES OF POLLUTION

MAKAROVA NINA MIKHAILOVNA , candidate of agricultural sciences, associate professor
n-gak@mail.ru; ORCID: 0000-0002-4347-8253

ROGACHEV ALEXEJ FRUMINOVICH, doctor of agricultural sciences, professor
rafr@mail.ru; ORCID: 0000-0002-3077-6622

Russian Research Institute of Land Reclamation Problems «RosNIIPM», Novocherkassk, Russian Federation

The aim of the study is to find the optimal solution to prevent the flow of surface water from the territory of various sources of pollution and protect the soil from erosion. There are quite a large number of ways and means to solve the above problem. However, all of them have their own characteristics and disadvantages in the form of complex design solutions, a limited amount of reception of surface runoff, filtration of retained contaminated wastewater into the soil and groundwater, especially on soils of light mechanical composition, on soils with a high occurrence of groundwater, water losses flowing from the catchment area above the trenches. In addition, on short slopes there is no possibility to create trenches up the slope when moving to the source of pollution, forest plantations planted along the path of runoff of polluted waters die. A method for preventing the flow of surface water from the territory of area and point sources of pollution, including the creation of a trench across the direction of drainage of wastewater, has been invented. Across the direction of the surface water inflow, in the lower part of the slope perpendicular to the mentioned trench, drainage trenches with a non-zero slope are built to drain the filtered liquid fraction of the flow flows and a storage pond associated with them is built. Two layers of material are laid on the bottom and walls of the trenches, of which the upper one is filtering, the lower one is waterproof, crushed stone is poured between them for a drainage effect, and below the trench a forest strip is laid, reinforced with a shaft along the lower edge. Conclusions: the method allows you to save water, protects soils, groundwater and surface water from pollution, improves the conditions for the growth of forest plantations and is economical.

Keywords: contaminated soils, soil erosion, protection of soil and water resources, point and area sources of pollution, sources of pollution, artificial afforestation

Format of citation: Makarova N.M., Rogachev A.F. Prevention of surface water inflow from the territory of area and point sources of pollution // Prirodoobustrojstvo. – 2021. – № 5. – S. 37-43. DOI: 10.26897/1997-6011-2021-5-37-43.

Введение. Проблема загрязнения окружающей среды актуальна в мировом масштабе. Ежегодно происходит потеря тысячи тонн почвы с одного гектара – как чистой, так и загрязненной различными веществами, в том числе биогенными, в результате эрозионных процессов во время ливней, таяния снега, поливов. Источниками загрязнения являются «... контролируемые и неконтролируемые точечные и площадные источники загрязнения» [1, с. 8]. Точечные источники ограничены в пространстве, а площадные – зачастую без определенных границ объекты. Конечным пунктом часто являются и проточные, и замкнутые водные объекты. В области сельского хозяйства проблема не решена в достаточном объеме. С территорий точечных и площадных источников сельскохозяйственного производства в водные объекты попадают «...стоки, содержащие растворенные органические вещества, сульфаты, хлориды, соединения азота, пестициды, микроэлементы, в том числе тяжелые металлы, а при сбросе дренажных вод с орошаемых земель – ряд химических элементов» [1, с. 18].

Эрозия (от слова «разъедать») наносит непоправимый вред почвенному плодородию и водным ресурсам во всем мире. Она распространена во многих природно-климатических зонах в большей или меньшей степени.

По данным И.А. Хабаровой [2], в России эрозии, как основной причине деградации земель, подвержено почти 60% сельскохозяйственных

земель, особенно сельскохозяйственных угодий южных регионов.

В большей степени пострадали южные территории – в частности, территория Калмыкии, входящая в состав Южного федерального округа. 78% всех сельскохозяйственных угодий республики подвержены различным видам деградации. В составе деградированных угодий присутствуют трагические Черные земли – результат необдуманной распашки земель [3].

В Ростовской области наиболее опасны в эрозионном отношении сельскохозяйственные земли. По сведениям за 2020 г. [4], водной и ветровой эрозии на территории области подвержено 241, водной эрозии – 3793 тыс. га. В целом, ввиду неконтролируемой хозяйственной деятельности, общее среднее содержание гумуса в почвах Ростовской области является катастрофически низким и приближается к критическому уровню [5, 6].

Эрозия почв является основным фактором потери плодородия, причем за последние 100 лет процессы, происходящие в мире, усилились в связи с ростом численности населения планеты и необходимостью получения повышенного количества продуктов питания. Динамически развивающееся сельское хозяйство, где прибыль фермеров зачастую занимает первое место, а почвозащитные мероприятия и технологии – второе, приводит к процессам повсеместной деградации почвы, загрязнению и заилению водных систем. В России ввиду

новой сельскохозяйственной политики раздробленность земель фермерскими хозяйствами не дает возможности принять правильное хозяйственное мероприятие по защите почвенного покрова от различных неблагоприятных факторов. Разработка правильных и эффективных землеустроительных решений на адаптивно-ландшафтной основе не совсем возможна, так как мероприятия проектируют и планируют комплексно на территории целого водосборного бассейна [7].

Разработано множество эффективных противоэрозионных мероприятий – таких, как почвозащитная агротехника, чередование культур, лесомелиоративные и гидротехнические, организационно-хозяйственные, а также дистанционное зондирование территории. О необходимости глубоких научных исследований и дифференцированного подхода в борьбе с эрозией высказываются многие ученые специалисты этой предметной области [8, с. 11].

Серьезную озабоченность проблема вызывает как у агрономов, так и у мелиораторов, землеустроителей, специалистов лесного хозяйства [9]. Проблема должна решаться комплексно, с привлечением специалистов разных направленностей вплоть до математиков, аналитиков и специалистов системного анализа. Среди прочих мероприятий по предупреждению процессов эрозии и борьбе с ней имеют место строительство простейших гидротехнических сооружений, строительство прудов противоэрозионного назначения. Простейшие гидротехнические сооружения сочетаются с защитными лесными полосами, располагая их поперек направления стока [10]. Защитные лесные полосы значительно гасят скорость и энергию потоков склоновой воды. Контурные стокорегулирующие лесные полосы с гидроусилением (валы, канвы, щели) способны перехватить в среднем за весну 550-780 мм и более [11, с. 9].

Затраты на такие мероприятия могут обеспечить получение чистого дохода за счет использования воды на орошение [12, с. 110]. Однако загрязнения водоемов продуктами водной эрозии по своим негативным последствиям не уступают воздействию сброса загрязненных промышленных стоков [10].

В зависимости от источников загрязнения и основных загрязнителей следует разрабатывать технические решения по снижению объема сточных вод, их очистке и обессоливанию [1]. Кроме того, для получения качественного состава дренажного стока необходимы оригинальные конструкторские решения: как подбор сорбционного материала для фильтра, так и конструкции фильтрующих узлов [13].

Цель исследований: поиск оптимального решения для предотвращения стока поверхностных вод с территории различных источников загрязнения и защиты почвы от эрозии.

Материалы и методы исследований. Существует достаточно большое количество способов и средств решения вышеизложенной проблемы.

В поиске решения проблемы применены патентный поиск и метод функционально-морфологического анализа [14].

Известна система очистки поверхностного стока [15]. В нее входят водосточный коллектор, емкость приема поверхностного стока, песколовка, установка для очистки поверхностного стока, коллектор промывочной канализации, ее очистные сооружения, резервуар чистой воды и коллектор отвода вод в водоем. В отсутствие дождя все воды поступают на очистку, где сначала заполняют распределительную камеру и камеру поливочных вод, потом заполняют другую камеру поливочных вод, а в первой идет отстаивание. После заполнения второй камеры вода из камер начинает поступать на фильтрацию, и осуществляется отвод всплывших нефтепродуктов. Во время дождя заполняются дополнительные приемные камеры. Избыток воды направляется в промывочную канализацию. Необходимый режим работы камер обеспечивается наличием системы клапанов и сифонов. Однако система эта сложная, экономически невыгодная для задержания поверхностного стока с территорий точечных и площадных объектов при небольших объемах сельскохозяйственного производства.

Существует способ создания водорегулирующей лесной полосы на склоне [16]. Он включает в себя посадку деревьев, рытье траншеи с валом, утепление ее дна, где водорегулирующую полосу устраивают из одного ряда высокостебельных деревьев, двух сближенных рядов высокостебельного многолетнего травянистого растения и одного ряда кустарника, а траншею устраивают в междурядьях травянистого растения после вступления его в фазу плодоношения и устанавливают в нее резервуары, занимающие 0,5...0,9 объема траншеи. Недостатками этого способа являются ограниченность объема приема поверхностного стока, поступающего со склонов, емкостью резервуара приема стока, невозможность разделять твердые и жидкие фракции стока.

Известен способ предупреждения поступления сточных вод с территории животноводческих ферм и комплексов [17]. При этом для повышения эффективности поглощения сточных вод и улучшения условий произрастания древесных растений лесной полосы траншею

сооружают поперек направления стекания сточных вод. После заполнения траншеи твердой фракцией навозной жижи выше по склону параллельно с первой траншеей сооружают вторую, грунт из которой используют для засыпки твердой фракции навозной жижи в первой траншее и для одновременного сооружения вала ниже по склону от первой траншеи, а лесную полосу закладывают на месте первой.

Недостаток этого способа – фильтрация скопившихся в траншее загрязненных сточных вод в почву, грунтовые воды, особенно на грунтах легкого механического состава и с высоким залеганием грунтовых вод, потери воды, стекающей с вышележащей от траншеи водосборной площади. Кроме того, на коротких склонах отсутствует возможность создавать траншеи вверх по склону при продвижении к источнику загрязнения.

Из вышеизложенного следует, что все перечисленные способы имеют свои особенности и недостатки в виде сложных конструктивных решений, ограниченного объема приема поверхностного стока, фильтрации удерживаемых загрязненных сточных вод в почву и грунтовые воды, особенно на почвах легкого механического состава, на грунтах с высоким залеганием грунтовых вод, потерь воды, стекающей с водосборной площади выше траншей. Кроме того, на коротких склонах отсутствует возможность создавать траншеи вверх по склону при продвижении к источнику загрязнения, и лесные насаждения, высаженные по пути стока загрязненных вод, погибают.

Результаты и обсуждение. Разработан способ предупреждения поступления поверхностных вод с территории площадных и точечных источников загрязнения [18]. Предлагаемый способ включает в себя создание траншеи поперек направления стекания сточных вод. При этом в нижней части склона, перпендикулярно с упомянутой траншеей, строятся водоотводящие траншеи с ненулевым уклоном для отвода фильтрованной жидкой фракции потоков стока, связанный с ними пруд-накопитель. На дно и стенки траншей укладывают два слоя материала, из которых верхний – фильтрующий, нижний – водонепроницаемый. Между ними насыпают щебень для дренажного эффекта, а ниже траншеи закладывают лесную полосу, усиленную валом по нижней опушке.

Применение способа отражено на рисунке 1.

Ниже источника 1 сельскохозяйственных загрязнений по склону 2 с уклоном «а» создают траншею 3, грунт из которой высыпается на нижележащий участок склона в виде вала 4. Между валом и траншеей высаживается лесная

полоса 5 для усиления противоэрозионного эффекта. Дно и стенки траншеи выстилают слоем противofiltrационного геокomпозиционного покрытия 6, исключающего поступление воды в почву, и слоя 7, задерживающего поступающую с поверхностным стоком твердую фракцию поверхностного стока. Слой 7 образуют из фильтрующего геотекстиля, применяемого для дренажных труб, с диаметром ячеек не более 0,05 мм во избежание заиливания пор мембранного материала. Между слоями 6 и 7 на дно траншеи укладывают слой 8 из дренажного материала – например, щебня или гальки фракциями 20-40 мм.

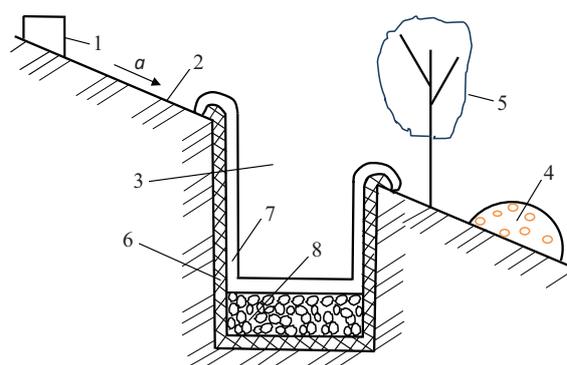


Рис. 1. Схема построенной водоудерживающей траншеи для предупреждения поступления сточных вод на склоне:

- 1 – источник сельскохозяйственных загрязнений; 2 – склон с уклоном «а»;
- 3 – траншея; 4 – вал; 5 – лесная полоса;
- 6 – противofiltrационное геокomпозиционное покрытие;
- 7 – слой фильтрующего геотекстиля;
- 8 – слой из дренажного материала

Fig. 1. The scheme of the built water retention trench to prevent the inflow of wastewater on the slope:

- 1 – source of agricultural pollutions,
- 2 – slope with inclination «а», 3 – trench, 4 – shaft,
- 5 – forest strip, 6 – anti-filtration geocomposite coating,
- 7 – layer of filtering geotextiles,
- 8 – layer of drainage material

На рисунке 2 представлена схема водоудерживающих и водоотводящих канав и пруда-накопителя стоков, создаваемых для отвода фильтрованной жидкой фракции потоков стока. Создаваемые водоудерживающие и водоотводящие канавы 9 с ненулевым уклоном «б» поверхности дна также выстилают геокomпозиционным покрытием 6. Канавы 9 направляют жидкую фракцию потоков стока в водосборный котлован (пруд-накопитель) 10, выстеленный геокomпозиционным покрытием 6.

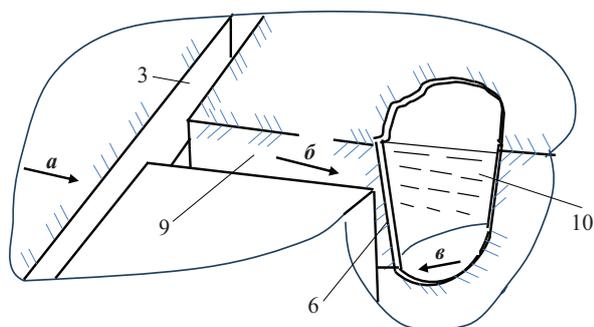


Рис. 2. Схема водоудерживающих и водоотводящих каналов и пруда-накопителя стоков:

3 – траншея; 6 – геокомпозиционное покрытие;
9 – водоудерживающие и водоотводящие каналы;
10 – водосборный котлован (пруд-накопитель)

Fig. 2. Scheme of water-retaining and drainage ditches and pond-storage of drains:

3 – trench; 6 – geocomposition coverage;
9 – water-retaining and drainage ditches;
10 – catchment pit (storage pond)

Горизонтальная схема расположения водоудерживающих, водоотводящих каналов и пруда-накопителя стоков относительно уклона тальвега балки представлена на рисунке 3. Дно водосборного пруда-накопителя создается с уклоном «в», обратным к уклону «з» днища балки. По мере необходимости при переполнении пруда-накопителя создают следующий накопитель выше по уклону с дном, созданным с обратным уклоном к уклону «з» днища балки. Вода из накопителя может использоваться по стандартным технологиям как после очистки, так и без нее, для технических нужд и полива, а также в рекреационных целях. Доочистку воды можно осуществлять как на входе канала в накопитель, так и в самом накопителе.

На труднопроницаемых грунтах дно траншеи выполняют с уклоном в сторону собирающего канала для отвода и сбора излишков воды в емкость по приему жидкой фракции поверхностного стока. В этом случае на дне и стенках траншеи размещают только один слой фильтрующего геотекстиля 7, представленного на рисунке 1, с целью отделения твердой фракции стоков от жидкой.

Технический эффект предложенного способа достигается за счет того, что на дно и стенки, созданные поперек направления стекания поверхностных вод траншеи, укладывается два слоя материала, из которых верхний – фильтрующий, нижний – водонепроницаемый, а также за счет строительства водоотводящих траншей с ненулевым уклоном и пруда-накопителя в нижней части склона.

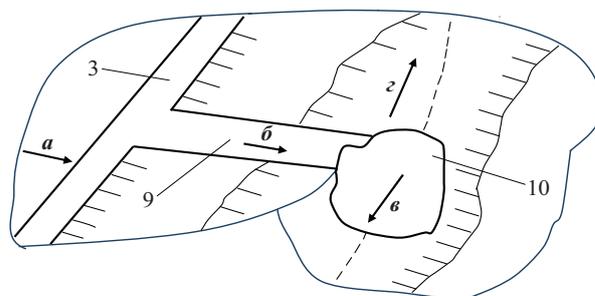


Рис. 3. Горизонтальная схема расположения водоудерживающих, водоотводящих каналов и пруда-накопителя стоков относительно уклона тальвега балки:

3 – траншея; 9 – водоудерживающие и водоотводящие каналы;
10 – водосборный котлован (пруд-накопитель)

Fig. 3. Horizontal scheme of the location of water-retaining, drainage ditches and pond-storage of drains relative to the slope of the beam thalweg:

3 – trench; 9 – water-retaining and drainage ditches;
10 – catchment pit (storage pond)

При продолжении исследований планируется поиск решений по удержанию вод поверхностного стока с помощью новых технических решений, а также при возможности постепенного расходования удержанной воды, её очистки и наполнения полезными компонентами.

Выводы

1. Способ обеспечивает надежную защиту от поступления воды на нижележащие территории в тех случаях, когда принимающая емкость достаточна для приема всего объема поступающего стока и исключается формирование на площади водосбора стока, обуславливающего выход его на подошву склона.

2. При осуществлении способа задерживаются твердые фракции поверхностного стока, экономится вода, увеличивается долговечность лесной полосы и повышается возможность использования на песчаных землях с высокой скоростью фильтрации, на землях с высоким уровнем залегания грунтовых вод, а также на коротких по длине склонах.

3. Влажный воздух и испарения с поверхности траншеи способствуют росту зеленой массы лесной полосы, а повышение противозерозионного эффекта лесной полосы обеспечивается за счет увеличения её долговечности.

4. При продолжении исследований планируется поиск решений по удержанию вод поверхностного стока с помощью новых технических решений, а также возможности постепенного расходования удержанной воды, её очистки и наполнения полезными компонентами.

Библиографический список

1. **Кирейчева Л.В., Лентяева Е.А.** Влияние сельскохозяйственного производства на загрязнения водных объектов // Природобустройство. – 2020. – № 5. – С. 18-26.
2. **Хабарова И.А., Непоклонов В.Б.** Дегра- дация земель юга Российской Федерации // Известия высших учебных заведений «Геодезия и аэрофотосъемка». – 2017. – № 2, Т. 61. – С. 111-115.
3. **Дедова Э.Б., Гольдварг Б.А., Цаган-Манджиев Н.Л.** Дегра- дация земель республики Калмыкия: проблемы и пути их восстановления // Аридные экосистемы. – 2020. – Т. 26, № 2 (83). – С. 63-71.
4. О состоянии окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области в 2020 г. // Экологический вестник Дона: Под общ. ред. М.В. Фишкина – [Электронный ресурс]. – Ростов-на-Дону, 2020. – С. 165. Режим доступа: disk.yandex.ru/d/AJoRrNNkd3Ez0A (дата обращения: 10.10.2021).
5. **Чернова О.В.** Современное состояние гумусированности пахотных черноземов настоящих степей (на примере Ростовской области) / Алябина И.О., Безуглова О.С., Литвинов Ю.А. // Юг России: экология, развитие. – 2020. – Т. 15, № 4. – С. 99-113.
6. **Безуглова О.С., Назаренко О.Г., Ильинская И.Н.** Динамика деградации земель в Ростовской области // Аридные экосистемы. – 2020. – Т. 26, № 2 (83). – С. 10-15.
7. **Полуэктв Е.В., Сухомлинова Н.Б.** Особенности адаптивно-ландшафтной организации территории водосборного бассейна в современных условиях // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2020. – № 1 (37). – С. 1-16.
8. **Фетюхин И.В., Черненко В.В.** Факторы развития, моделирование и прогнозирование развития эрозии почвы // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2018. – № 1 (361). – С. 11-13.
9. **Макарова Н.М., Макаров А.В.** Мониторинг состояния эрозионно опасных территорий Ростовской области, подверженных интенсивной антропогенной нагрузке // Технологические новации как фактор устойчивого и эффективного развития современного агропромышленного комплекса: сб. научных трудов. – Рязань: 2020. – С. 346-351.
10. **Сучков Д.К.** Противоэрозионные насаждения и мероприятия на смытых и размывших почвах // Научно-агротомический журнал. – 2020. – № 2 (109). – С. 56-61.
11. **Панов В.И.** Ландшафтный лесной кластер в ландшафтно-синергетическом экологическом агроприродопользовании в засушливом степном поясе России // Научно-агротомический журнал. – 2020. – № 2 (109). – С. 4-12.

References

1. **Kirejcheva L.V., Lentyaeva E.A.** Vliyanie selskohozyajstvennogo proizvodstva na zagryazneniya vodnyh objektov // Prirodoobustrojstvo. – 2020. – № 5 – S. 18-26.
2. **Khabarova I.A., Nepoklonov V.B.** Degradatsiya zemel yuga Rossijskoj Federatsii // Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij «geodeziya i aerofotosjemka». – 2017. – № 2. T. 61. – S. 111-115.
3. **Dedova E.B., Goldvarg B.A., Tsagan-Mandzhiev N.L.** Degradatsiya zemel respubliki Kalmykia: problemy i puti ih vostanovleniya / E.B. Dedova // Aridnye ekosistemy. – 2020. – T. 26. – № 2 (83). – S. 63-71.
4. O sostoyanii okruzhayushchej sredy i prirodnyh resursov Rostovskoj oblasti v 2020 / Ekologicheskij vestnik Dona: pod obshch. red. M.V. Fishkina / [Elektronnyj resurs]. Rostov-na-Donu, 2020. – S. 165. Rezhim dostupa: disk.yandex.ru/d/AJoRrNNkd3Ez0A. Data obrashcheniya 10.10.2021.
5. **Chernova O.V.** Sovremennoe sostoyanie gumusirovannosti pahotnyh chernozemov nastoyashchih stepej (na primere Rostovskoj oblasti) / I.O. Alyabina, O.S. Bezuglova, Yu.A. Litvinov // Yug Rossii: ekologiya, razvitie. 2020. T. 15. № 4. S. 99-113.
6. **Bezuglova O.S., Nazarenko O.G., Pjinskaya I.N.** Dinamika degradatsii zemel v Rostovskoj oblasti // Aridnye ekosistemy. – 2020. – T. 26. – № 2 (83). – S. 10-15.
7. **Poluektov E.V., Suhomlinova N.B.** Oso- bennosti adaptivno-landshaftnoj organizatsii territorii vodosbornogo bassejna v sovremennykh usloviyah // Nauchny zhurnal Rossijskogo NII problem melioratsii. – 2020. – № 1(37). – S. 1-16.
8. **Fetyuhin I.V., Chernenko V.V.** Faktory razvitiya, modelirovanie i prognozirovanie razvitiya erozii pochvy // Mezhdunarodnyj selskohozyajstvennyj zhurnal. – 2018. – № 1.(361). – S. 11-13.
9. **Makarova N.M., Makarov A.V.** Moni- toring sostoyaniya erozionno opasnyh territorij Rostovskoj oblasti, podvrzhennykh intensivnoj antropogennoj nagruzke // Sb. nauch. tr.: Tehnologicheskie novatsii kak factor ustojchivogo i effektivnogo razvitiya sovremennogo agropromyshlennogo kompleksa. – Ryazan, 2020. – S. 346-351.
10. **Suchkov D.K.** Protivoerozionnye nasa- zhdeniya i meropriyatiya na smytyh i razmytyh pochvah // Nauchno-agronomicheskij zhurnal. – 2020. – № 2 (109). – S. 56-61.
11. **Panov V.I.** Landshaftnyj lesnoj klaster v landshaftno-sinergeticheskom ekologicheskom agropririodopolzovanii v zasushlivom stepmom poyase Rossii // Nauchno-agronomicheskij zhurnal. – 2020. – № 2 (109). – S. 4-12.

12. **Кутлияров Д.Н., Кутлияров А.Н.** Об эколого-экономическом обосновании противоэрозионных гидротехнических мероприятий в Республике Башкортостан // Экономика природообустройства и управление природными ресурсами. – 2010. – № 4. – С. 108-110.

13. Improving the surface properties of adsorbents by surfactants and their role in the removal of toxic metals from wastewater / Tamjidi Sajad, Moghadas Bahareh Kamyab, Esmaeili Hossein, Khoo Farideh Shakerian, Gholami Gholamhossein, Ghasemi Mansoure // A review study, Process Safety and Environmental Protection. – 2021. – Elsevier.

14. **Мелихова Е.В., Рогачев А.Ф.** Совершенствование технических средств комбинированного орошения на основе функционально-морфологического анализа // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2019. – № 1 (53). – С. 335-345.

15. Система очистки поверхностного: А.с. 1776636. МПК С02F, 1/00, 5/10. / В.М. Хват, В.С. Медведев, Л.П. Шевченко, В.И. Затыльников; заявитель и патентообладатель – ВНИИ по охране вод. – № 4763978/26; заяв. 04.14.1989; опубл. 23.11.1992. Бюл. № 43.

16. Способ создания водорегулирующей лесной полосы на склоне: Пат. 2092988. МПК А 01 В 13/16. / Котлярова О.Г., Ломакин М.М., Скурятин Н.Ф.; заявитель и патентообладатель – Белгородская гос. с.-х. академия; заяв. 94016572/13, 1994.05.04; опубл. 1997.10.20.

17. Способ предупреждения поступления сточных вод с территории животноводческих ферм и комплексов: Пат. 2036570. МПК А01В13/16, А01G 23/00; заяв. и патентообладатели: Ивонин В.М., Макарова Н.М.; заяв. 4939448/15, 1991.05.27; опубл. 1995.06.09.

18. Способ предупреждения поступления поверхностных вод с территории площадных и точечных источников загрязнения. Заявка на пат. 2021127719 МПК А01В13/16, А01G 23/00; заяв. ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ; заяв. 20.09.2021.

Критерии авторства

Макарова Н.М., Рогачев А.Ф. выполнили теоретические исследования, на основании которых провели обобщение и написали рукопись, имеют на статью авторское право и несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов

Статья поступила в редакцию 08.10.2021 г.

Одобрена после рецензирования 28.10.2021 г.

Принята к публикации 01.11.2021 г.

12. **Kutliyarov D.N., Kutliyarov A.N.** Ob ekologo-ekonomicheskom obosnovanii protivoerozionnyh gidrotehnicheskikh meropriyatij v respublike Bashkortostan // Ekonomika prirodobustrojstva i upravlenie prirodnyimi resursami. – 2010. – № 4. – S. 108-110.

13. Improving the surface properties of adsorbents by surfactants and their role in the removal of toxic metals from wastewater / Tamjidi, Sajad; Moghadas, Bahareh Kamyab; Esmaeili, Hossein; Khoo, Farideh Shakerian; Gholami, Gholamhossein; Ghasemi Mansoure // A review study, Process Safety and Environmental Protection, 2021, Elsevier.

14. **Melihova E.V., Rogachev A.F.** Sovershenstvovanie tehnicheskikh sredstv kombinirovannogo orosheniyah na osnove funktsionalno-morfologicheskogo analiza // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professionalnoe obrazovanie. – 2019. – № 1 (53). – S. 335-345.

15. Sistema ochistki poverhnostnogo: A. s. 1776636. MPK S02F, 1/00, 5/10. / V.M. Khvat, V.S. Medvedev, L.P. Shevchenko, V.I. Zatylnikov; zayavitel i patentoobladatel – VNII po ohrane vod. – № 4763978/26; zayav. 04.14.1989; opubl. 23.11.1992. Byul. № 43.

16. Sposob sozdaniya vodoreguliruyushchej lesnoj polosy na sklone: Pat. 2092 988. MPK A 01 B 13/16. / Kotlyarova O.G., Lomakin M.M., Skuryatin N.F.; zayavitel i patentoobladatel Belgorodskaya gos. s/h akademiya. – zayav. 94016572/13, 1994.05.04; opubl. 1997.10.20.

17. Sposob preduprezhdeniya postupleniya stochnyh vod s territorii zhivotnovodcheskikh ferm i kompleksov: pat. 2036570. MPK A01B13/16, A01G 23/00. Zayavitel i patentoobladatel: Ivonin V.M., Makarova N.M. – zayav. 4939448/15, 1991.05.27; opubl. 1995.06.09.

18. Sposob preduprezhdeniya postupleniya poverhnostnyh vod s territorii ploshchadnyh i tochechnykh istochnikov zagryazneniya. Pat. po zayavke 2021127719 MPK A01B13/16, A01G 23/00. Zayavitel: FGBOU VO Volgogradskij GAU. Zayavl. 20.09.2021.

Criteria of authorship

Makarova N.M., Rogachev A.F. carried out theoretical studies, on the basis of which they generalized and wrote the manuscript, have a copyright on the article and are responsible for plagiarism.

Conflict of interests

The authors state that there are no conflicts of interests

The article was submitted to the editorial office 08.10.2021

Approved after reviewing 28.10.2021

Accepted for publication 01.11.2021