ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Экологический вестник Донбасса

ECOLOGICAL BULLETIN OF DONBASS

№2 (18)



Экологический вестник Донбасса

Научный журнал
Выходит 3 раза в год
Основан в марте 2020 г.
Выпуск 2 (18) 2026

Ecological Bulletin of Donbass

Scientific Journal
Publication Frequency: 3 times a year
Established: March, 2020
Issue 2 (18) 2026

Алчевск
2026

Распространение и тиражирование без официального разрешения ФГБОУ ВО «ДонГТУ» запрещено

УДК 50+55+616.8+621.7
EDN: FDVJJL

Экологический вестник Донбасса

Научный журнал

Выпуск 2 (18) 2026

Учредитель:
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донбасский государственный технический университет»
при поддержке
Министерства природных ресурсов и экологической безопасности ЛНР

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-86349 от 30.11.2023 выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций

Журнал включён в наукометрическую базу данных РИНЦ

Рекомендовано учёным советом ФГБОУ ВО «ДонГТУ» (Протокол № 2 от 28.09.2026)

Дата выхода: 09.11.2026
Формат 60×84⅛
Усл. печат. л. 7,63
Заказ № 237
Тираж 100 экз.
Отпечатано в ПЦ ДонГТУ
Журнал распространяется бесплатно

Компьютерная вёрстка
Исмаилова Л. М.

Художественное оформление обложки
Чернышова Н. В.

Адрес учредителя, редакции, издателя и типографии:
ФГБОУ ВО «ДонГТУ»
294204, Луганская Народная Республика,
г.о. город Алчевск, г. Алчевск,
пр. Ленина, 16
E-mail: info@dontu.ru
Web-site: https://dontu.ru

Главный редактор

Смекалин Е. С. — к.т.н., доц.

Заместитель главного редактора

Проценко М. Ю. — к.т.н., доц.

Редакционная коллегия:

Крехтунов Е. В. — министр природных ресурсов и экологии ЛНР
Ладыш И. А. — д.с.-х.н., проф.
Зубов А. Р. — д.с.-х.н., проф.
Капранов С. В. — д.м.н.
Зинченко А. М. — к.э.н., доц.
Кусайко Н. П. — директор НЦМОС
Подлипенская Л. Е. — к.т.н., доц.
Левченко Э. П. — к.т.н., доц.
Павлов В. И. — к.т.н., доц.
Фёдорова В. С. — к.фарм.н., доц.
Гаврик С. Ю. — к.м.н., доц.

Для научных работников, аспирантов, студентов высших учебных заведений, НИИ, сотрудников предприятий, занимающихся проблемами окружающей среды, органов государственной власти.

Язык издания:
русский, английский

16+

© ФГБОУ ВО «ДонГТУ», 2026

УДК 551.579 EDN: JUNTRF

Долгих В. П., *Акимова О. И.
Донбасский государственный технический университет
**E-mail: olia.pavlinenko@yandex.com*

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТИПА ПОЧВЫ, РЕЛЬЕФА И ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА НА ВЕЛИЧИНУ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА (НА ПРИМЕРЕ РЕКИ БЕЛАЯ, ЛНР)

В статье приведены результаты исследования влияния типа почвы, рельефа и почвенного покрова на формирование поверхностного стока реки Белая (приток Лугани), расположенной на территории Луганской Народной Республики. Выполнена оценка влияния черноземов, дерново-карбонатных и щебневатых почв на объем поверхностного стока и водность реки. Установлена выраженная сезонная неравномерность формирования стока. Выполнен расчет годового слоя поверхностного стока за 2025 г. (69,54 мм), что соответствует годовому объёму около 31,3 млн м^3 при площади водосбора 450 км^2.

Ключевые слова: *водный баланс, коэффициент стока, инфильтрация, тип почвы, почвенный покров, поверхностный сток, река Белая.*

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Формирование водного режима малых и средних рек степной зоны напрямую зависит от свойств почвенного покрова водосборной территории. В бассейне реки Белая (приток Лугани) наблюдается высокая межгодовая и сезонная изменчивость стока, обусловленная не только климатическими факторами, но и неоднородностью почвенного покрова.

Почвы водосбора (черноземы обыкновенные, дерново-карбонатные, щебневатые разновидности) характеризуются следующими гидрофизическими показателями: коэффициентом фильтрации, влагоёмкостью, водоудерживающей способностью и структурностью. Эти параметры определяют величину инфильтрации атмосферных осадков, объем поверхностного стока и, следовательно, наполняемость русла реки.

Недостаточная разработанность регионально адаптированных расчетных моделей затрудняет прогнозирование водности реки, оценку риска обмеления и разработку мероприятий по рациональному управлению водными ресурсами.

В связи с этим ***целью*** настоящей работы является оценка влияния типа почвы, рельефа и структуры почвенного покрова на формирование стока и наполняемость реки Белая в условиях степной зоны ЛНР.

Объект исследования — гидрологическая система бассейна реки Белая (приток Лугани), включающая водосборную территорию, почвенный покров, а также процессы формирования речного стока.

Предмет исследования — количественная зависимость наполняемости реки (величины поверхностного стока) от типа почвы и структуры почвенного покрова водосборной территории.

Задачи исследования:

– анализ природных условий бассейна реки Белая (приток Лугани), включая особенности рельефа и структуру почвенного покрова;

– оценка пространственного распределения основных типов почв в пределах водосборной территории и определение их долевого участия;

– обоснование выбора гидрофизических параметров почв (полевой влагоемкости, инфильтрационной способности, коэффициента стока) на основании литературных источников;

– расчет средневзвешенного коэффициент стока с учетом структуры почвенного покрова и морфологии рельефа;

– определение ежемесячных значений коэффициента стока и выполнение расчета годового слоя и объема поверхностного стока.

Изложение материала.

Топология. Бассейн водосбора реки Белая расположен на главном Донецком водоразделе, где выделяются два типа рельефа: степной равнинный и расчлененный системой балок (рис. 1). Балки в основном сухие или имеют незначительные водотоки [1].

Река берет свое начало в родниках на юго-западных склонах Донецкой возвышенности недалеко от села Тимирязево. Наивысшая точка Донецкого кряжа находится в окрестностях города Петровское Луганской Народной Республики (гора Могила Мечетная (367,1 м), состоящая из шести курганов) [2]. Местность вокруг курганов представляет собой высокое водораздельное плато, которое дугой тянется от Красного Луча до Зоринска. Именно на этом плато сосредоточено несколько десятков курганных групп (имеющих абсолютные высоты от 250 до 367 м), которые позволили сформировать русло реки Белая.

Рельеф напрямую влияет на коэффициент стока [4–7]:

1. Водораздельное плато (250–367 м)

Характеристика:

– относительно пологие участки;

– преобладание степной растительности;

– высокая ветровая и водная инфильтрация;

– значительная мощность почв.

Влияние на коэффициент стока:

– инфильтрируется большая часть осадков;

– формируется подземное питание;

– поверхностный сток относительно невелик.

Коэффициент стока пониженный.

Примерный диапазон для степных водоразделов: $C = 0{,}15–0{,}30$.

2. Расчлененный рельеф (балки)

Характеристика:

– увеличенный уклон склонов;

– ускоренный поверхностный сток;

– сокращение времени инфильтрации;

– концентрация потоков в ложбинах.

При увеличении уклона возрастает скорость перемещения воды по поверхности, следовательно увеличивается доля поверхностного стока.

Коэффициент стока возрастает.

Для расчлененных степных склонов: $C = 0{,}30–0{,}50$.

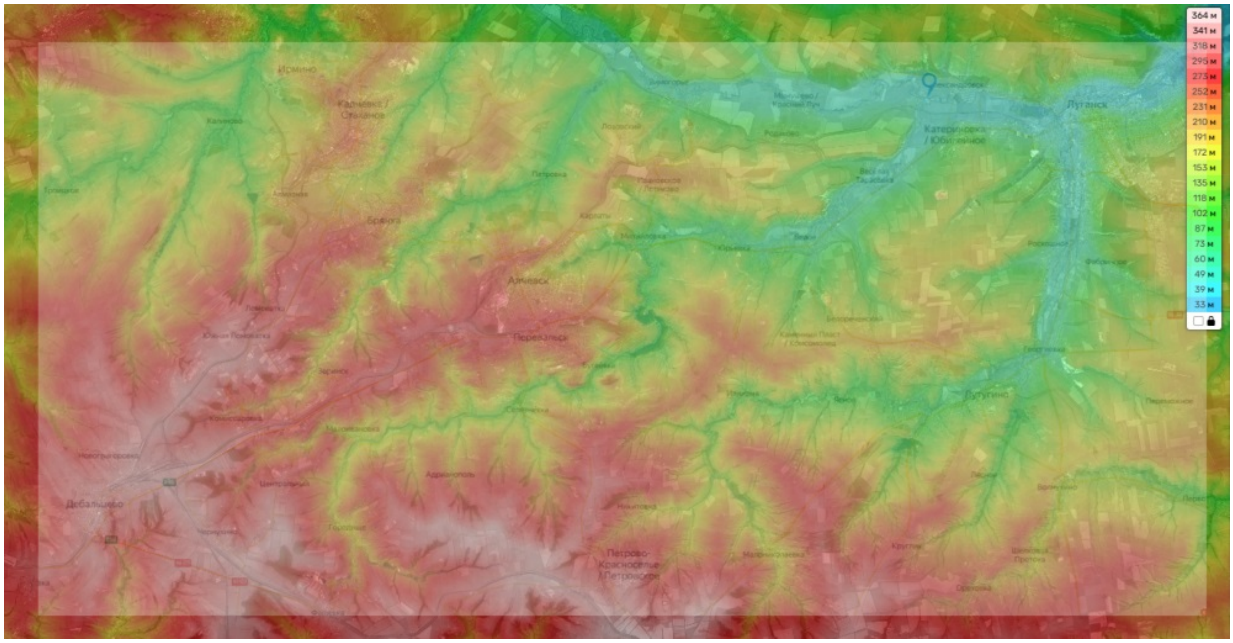


Рисунок 1 — Фрагмент карты рельефа реки Белая, Луганская Народная Республика [3]

3. Наличие сухих балок

Сухие балки выполняют функцию:

– аккумуляторов талых вод;

– зон локальной инфильтрации;

– временных русел при интенсивных осадках.

Итоговое влияние на бассейн реки Белая.

Для всего бассейна формируется средневзвешенный коэффициент стока:

$$C_{ср} = \frac{\sum C_i F_i}{F_{общ}}, \qquad (1)$$

где C_i — коэффициент на участке водосбора; F_i — площадь участка; $F_{общ}$ — площадь бассейна.

Для бассейна с 60 % водораздельного плато C принимает значение 0,20, а с 40 % расчленённых склонов $C = 0{,}40$.

$$C_{ср.р} = 0,2 \cdot 0,6 + 0,4 \cdot 0,4 = 0,28 .$$

Осадки. Атмосферные осадки, поступающие в течение временного периода (сутки, декада, месяц, год и т. п.) и формирующиеся за счет погодных и климатических условий конкретной территории, являются главным источником воды в почве. Для анализа осадков и влажности почвы в 2025 году использовались глобальные реаналитические данные ERA5-Land от ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts) [8]. ERA5-Land представляет собой высокоточный глобальный реанализ, который объединяет метеорологические наблюдения и модельные расчёты, обеспечивая непрерывное покрытие основных климатических параметров с 1950 года по настоящее время. Данные были получены через облачную платформу Google Earth Engine (GEE) с использованием веб-редактора JavaScript. Скрипты агрегировали ежемесячные значения параметров (количества выпавших осадков и средней влажности почвы) для заданной географической точки (48.469066 N, 38.797474 E, город Алчевск, Луганская область) (табл. 1).

Также с помощью данных ERA5-Land был построен график годовых осадков за весь период наблюдения (рис. 2).

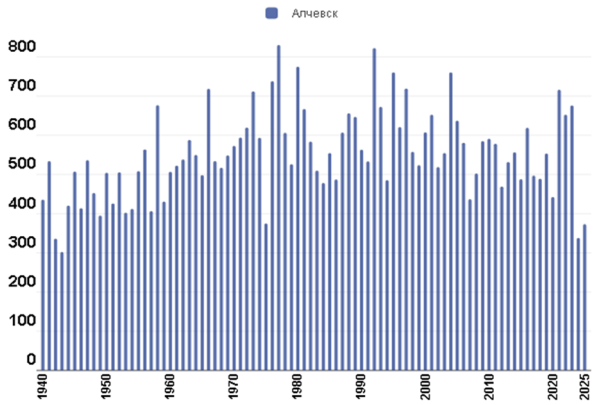


Рисунок 2 — График годовых осадков за весь период наблюдения

Таблица 1

Климатические показатели вблизи города Алчевска

Среднемесячное количество осадков, мм [8]												
Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2025	24	31	36	15	40	53	22	6	12	61	38	31
Среднемесячная температура (ºС) днем/ночью [9]												
2025	–1/ –7	–3/ –6	+11/ +3	+16/ +7	+21/ +11	+25/ +14	+28/ +17	+28/ +15	+21/ +10	+14/ +6	+12/ +7	+2/ –2
Среднемесячная влажность почвы 2025 год (%) [8]												
Глубина 0–7 см	33	32	33	28	21	21	18	14	16	26	31	31
Глубина 7–28 см	31	30	31	28	20	17	16	15	15	20	29	30
Глубина 28–100 см	23	24	26	26	23	20	18	15	16	16	17	20
Глубина 100–289 см	27	27	27	27	27	26	26	25	25	25	24	24

Данные о влажности почвы и осадках позволяют подробно проанализировать динамику изменения влажности на разных глубинах почвы, а также их влияние на формирование поверхностного стока [10].

1. Анализ изменения влажности по слоям почвы:

Глубина 0–7 см:

Влажность на этой глубине изменяется довольно сильно, от 33 % в январе до 18 % в июле и снова возрастает до 31 % в декабре.

Слой 0–7 см очень чувствителен к осадкам, так как он находится на поверхности, и в нем быстро меняются уровни влаги. Этот слой, как правило, активно участвует в образовании поверхностного стока, так как вода не успевает полностью проникнуть в более глубокие слои, особенно при сильных дождях.

Глубина 7–28 см:

Влажность в этом слое также варьируется, но с меньшей амплитудой. Влажность колеблется от 31 % в январе до 16 % в июле, затем увеличивается до 30 % в декабре.

Этот слой менее подвержен быстрым изменениям, чем верхний, но все равно играет важную роль в инфильтрации и в удержании влаги. Когда поверхностный слой иссыхает, влага из него может поступать в более глубокие слои почвы.

Глубина 28–100 см:

Влажность в этом слое достаточно стабильна, с колебаниями от 23 % в январе до 16 % в августе, что подтверждает относительную стабильность водного баланса на этой глубине.

Этот слой не играет заметной роли в образовании поверхностного стока, так как вся вода либо уже впитана, либо уходит на большую глубину, за исключением случаев, когда слой насыщен и происходит капиллярный подъем воды.

Глубина 100–289 см:

Этот слой демонстрирует стабильные значения влажности (27 % в январе до 24 % в декабре).

Влага на этих глубинах не влияет на поверхностный сток, так данный слой является уже зоной глубокой инфильтрации. Этот слой важен для поддержания уровня грунтовых вод и может влиять на долгосрочную гидрологическую устойчивость.

2. Инфильтрация и причины изменения влажности

Инфильтрация — это процесс проникновения воды в почву, и она зависит от множества факторов:

– осадки: при интенсивных осадках вода проникает в верхние слои почвы и далее вниз, однако если осадки слишком велики, часть воды не успевает впитаться в почву и перемещается по поверхности в виде стока;

– тип почвы: почвы с хорошей пористостью (например, чернозем) обеспечивают лучшую инфильтрацию, тогда как в глинистых почвах вода будет проникать медленнее;

– испарение и использование растениями: летние месяцы характеризуются увеличением испарения, что снижает влажность почвы в поверхностных слоях (0–7 см);

– грунтовые воды: слой 100–289 см работает как резервуар для воды, который при высокой влажности может передавать воду в более верхние слои, улучшая их водный баланс.

3. Зависимость слоев почвы от образования поверхностного стока:

– слой 0–7 см: этот слой является основным для формирования поверхностного стока. Когда осадки не успевают полностью впитаться, вода начинает стекать по поверхности. Также в этот слой вода активно поступает в периоды дождей;

– слой 7–28 см: этот слой участвует в инфильтрации, но не всегда влияет на поверхностный сток, если влажность здесь недостаточно велика для того, чтобы вода пошла дальше вниз. Влажность этого слоя может быть источником увлажнения более глубоких слоев;

– слои 28–100 см и 100–289 см: эти слои в основном отвечают за долгосрочное хранение воды в почве и не участвуют напрямую в образовании поверхностного стока, за исключением случаев насыщения почвы в глубинных слоях (например, при длительных и интенсивных дождях).

Почва. Количество воды, просачивающейся в почву, а также задерживающейся в ней, зависит от механического состава почвы и ее структуры. По течению реки Белая преобладают черноземы и дерновые почвы щебневатые на элювии плотных бескарбонатных пород (песчаников и сланцев), черноземы и дерновые карбонатные почвы на элювии карбонатных пород (мергелей, мела, известняков) и черноземы обыкновенные среднегумусные (рис. 3).

Для более точного расчета соотношения типов почв укажем на карте границы водосбора в бассейне реки Белая в зоне питания Исаковского водохранилища, площадь бассейна реки 450 км^2 (рис. 4).

По представленным выше картам (с контуром бассейна реки и распределением по типам почв) можно дать ориентировочную оценку распределения почв внутри водосбора реки (табл. 2). Правильность найденной пропорции в таблице 2 подтверждается топографией рельефа на рисунке 1.

Основная доля бассейна — чернозем, что соответствует 60 % доли разделительного плато. Щебневатые и карбонатные почвы приурочены к склонам и выходам коренных пород и занимают 40 % от доли бассейна. Для дальнейших расчетов возьмем значения коэффициентов стока, принятых по литературным данным, и уточним их с учетом особенностей почвенного покрова в бассейне реки.

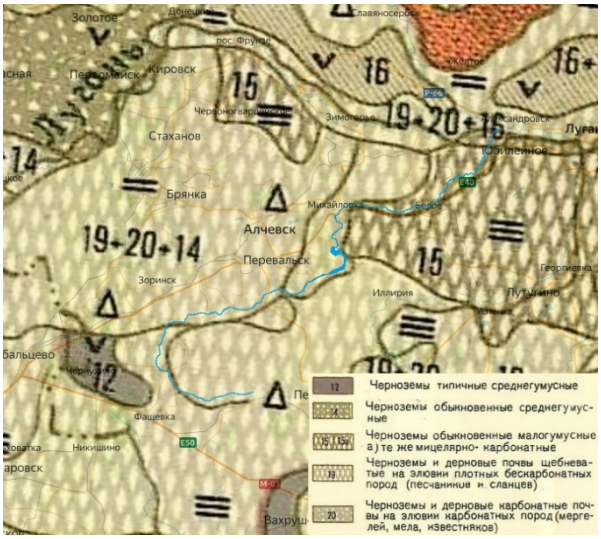


Рисунок 3 — Фрагмент почвенной карты Луганской Народной Республики [11]



Рисунок 4 — Карта границ водосбора в бассейне реки Белая в зоне питания Исаковского водохранилища

Таблица 2

Ориентировочная доля площади согласно почвенной карте в бассейне реки

Тип почвы	Доля бассейна
Чернозем	60 %
Дерновые карбонатные	25 %
Щебневатые	15 %

Таблица 3

Гидрофизические параметры почв

Тип почвы	Полевая влагоемкость, %	Инфильтрационная способность	Коэффициент стока С
Чернозем	28–35	Средняя	0,15–0,35 ($С_{сред}$ = 25)
Дерновые карбонатные	22–30	Повышенная	0,10–0,30 ($С_{сред}$ = 20)
Щебневатые	10–20	Очень высокая	0,10–0,20 ($С_{сред}$ = 15)

В таблице 3 приведены геофизические параметры почв, которые учитывают полевую влагоемкость, инфильтрационную способность и коэффициент стока.

Обоснование диапазонов, указанных в таблице 3:

Черноземы:

1. Запасы продуктивной влаги 250–300 мм.

Соответствуют мощности гумусового горизонта 60–100 см и высокой влагоемкости (ПВ 28–35 %).

2. Водопроницаемость — средняя и составляет 0,5–1,5 мм/мин (в естественном состоянии).

3. Коэффициент поверхностного стока — 0,25–0,35, что является характерным для условий распашки или слабого растительного покрова при ливневых осадках. При наличии плотного травостоя коэффициент может снижаться до 0,15–0,20.

Дерновые карбонатные почвы:

– мощность гумусового горизонта меньше 30–50 см (ПВ 22–30 %);

– каменистость выше;

– лучшая структура, что дает большую инфильтрацию.

На основании проведенного анализа параметры для этого типа почв составляют:

1. Запасы влаги: 180–220 мм.

2. Коэффициент стока: 0,20–0,30. При наличии плотного травостоя коэффициент может снижаться до 0,10–0,15.

Щебневатые (скелетные) почвы:

– очень высокая фильтрационная способность (ПВ 10–20 %);

– низкая влагоемкость;

– быстрое просачивание в подстилающие породы.

Параметры можно описать следующими значениями:

1. Запасы влаги: 120–160 мм.

2. Коэффициент стока: 0,10–0,20.

Пространственная неоднородность почвенного покрова определяет вариацию гидрофизических параметров — пористости, водопроницаемости, влагоемкости и структуры агрегатов. Указанные характеристики оказывают непосредственное влияние на инфильтрационную способность и величину поверхностного стока [10, 12].

В условиях пространственной неоднородности почвенного покрова коэффициент стока определяется как средневзвешенное значение по площади бассейна. Взвешивание осуществляется по доле распространения каждого типа почвы, что позволяет учесть их различную инфильтрационную способность и вклад в формирование поверхностного стока:

$$C_{ср.п} = \sum C_i p_i, \qquad (2)$$

где C_i — коэффициент стока для типа почвы (среднее значение из таблицы 3); p_i — доля площади (в долях единицы).

$$C_{ср.п} = (0,25 \cdot 0,60) + (0,20 \cdot 0,25) + +(0,15 \cdot 0,15) = 0,2225.$$

Рассчитаем средний коэффициент стока бассейна реки. Для этого найдем среднее значение между коэффициентом стока почвы коэффициентом стока рельефа:

$$C_{ср} = \frac{C_{ср.п} + C_{ср.р}}{2}. \quad (3)$$

$$C_{ср} = \frac{0,28 + 0,22}{2} = 0,25.$$

Средний коэффициент стока бассейна составляет 0,25.

Для расчета средней влагоемкости в бассейне необходимо вычислить взвешенное значение на основе доли каждого типа почвы и его поля влагоемкости.

Рассчитываем средневзвешенную максимальную влагоемкость $W_{ср.макс.}$:

$$W_{ср.макс.} = (35\% \cdot 0,60) + (30\% \cdot 0,25) + +(20\% \cdot 0,15) = 21\% + 7,5\% + 3\% = 31,5\%.$$

Рассчитываем средневзвешенную минимальную влагоемкость:

$$W_{ср.мин.} = (28\% \cdot 0,60) + (22\% \cdot 0,25) + +(10\% \cdot 0,15) = 16,8\% + 5,5\% + 1,5\% = 23,8\%.$$

Средняя полевая влагоемкость:

$$W_{ПВ} = \frac{W_{ср.макс} + W_{ср.мин}}{2} = = \frac{31,5 + 23,8}{2} = 27,65\%.$$

Далее рассчитаем критическую влажность почвы, при которой начнется поверхностный сток. Критическая влажность ($W_{кр}$) — это такая влажность почвы, при которой инфильтрационная способность почвы становится меньше интенсивности осадков и появляется избыточная вода, которая уходит в поверхностный сток. То есть почва становится уже почти заполнена водой.

Основной физический принцип

Сток начинается раньше полной полевой влагоемкости (ПВ) и рассчитывается по формуле:

$$W_{кр} = k \cdot W_{ПВ}, \quad (4)$$

где $W_{ПВ}$ — полевая влагоемкость; k — коэффициент насыщения.

У черноземных типов почв и почв, имеющих гумусный горизонт больше 20 см, принимают k = 0,8.

$$W_{кр} = k \cdot W_{ПВ} = 0,8 \cdot 27 = 21,6\%.$$

Критическая влажность начала поверхностного стока определялась как 0,8 от средней полевой влагоемкости почв бассейна. При средней полевой влагоемкости 27 % критическое значение составило 22 %, что соответствует состоянию близкому к насыщению почвенного профиля и началу формирования избыточного увлажнения.

На основании вышеприведенных данных и аналитических рассуждений проанализируем совместно осадки 2025 г. и влажность верхнего слоя (0–7 см) и определим наиболее вероятные месяцы формирования поверхностного стока (табл. 4). Далее рассчитаем уточненный коэффициент стока, зависящий от доли месячных осадков и влажности почвы. Методологические основы водобалансовых расчетов и определения коэффициента стока подробно изложены в фундаментальных трудах по гидрологии суши [13, 14].

Коэффициент стока определяется как:

$$C = \frac{H_{стока}}{P}, \quad (5)$$

где $H_{стока}$ — слой поверхностного стока (мм); P — осадки (мм).

Для расчета коэффициента стока от влажности почвы воспользуемся зависимостью:

$$C = C_{ср} \cdot \frac{W}{W_{ПБ}}, \quad (6)$$

где W — текущая влажность почвы; $W_{ПБ}$ — полевая влагоемкость; $C_{ср}$ — средний коэффициент стока.

Важно упомянуть, что для расчета коэффициента стока в зимние месяцы при среднемесячной минусовой температуре он может быть больше $C_{ср} = 0,25$. Когда почва замер-

зает, ее инфильтрационная способность значительно снижается. Вода не может проникать в почву из-за ее низкой проницаемости. Все, что падает на поверхность в виде осадков (дождь, снег), остается на ней или стекает.

В таких условиях сток может значительно увеличиться, потому что первоначально вода не может инфильтроваться в почву. Это особенно важно в периоды оттепелей, когда осадки (например, дождь) не могут впитаться в замерзшую почву. Поэтому в месяцы, когда средняя температура воздуха минусовая, принималось значение стока равное 0,4 (январь и февраль).

$$C = 0,25 \cdot \frac{33}{27,65} = 0,29.$$

Расчеты по месяцам указаны в таблице 4. Приведенные результаты указывают на то, что что значения коэффициента стока в расчетных данных за ноябрь, декабрь и март превышают $C_{ср}$=0,25. Это происходит по причине отрицательной температуры в зимние месяцы.

Рассчитаем годовой слой стока и средний расход реки.

Годовой ежемесячный слой стока равен:

$$H_{ст} = C \cdot P, \quad (7)$$

где $H_{ст}$ — слой стока в миллиметрах (мм), то есть количество воды, которое стекает по поверхности; C — определяется месяцем расчета; P — количество осадков за расчетный месяц.

Итоговые расчетные данные приведены в таблице 5.

Слой поверхностного стока, полученный в результате помесячного суммирования, равен 69.54 мм.

Объем годового стока рассчитывается по формуле:

$$V = H_{ст} \cdot F, \quad (8)$$

где F — площадь бассейна реки.

$$V = 0,06954 \cdot 450000000 = 31293000 \text{ м}^3.$$

Годовой объем стока V приблизительно равен 31,3 млн м^3.

Таблица 4

Краткая таблица режима преобладающего процесса (инфильтрации или стока)

Месяц	Осадки (мм)	Влажность 0–7 см (%)	Преобладающий процесс	C
Январь	24	33	Сток	0,4
Февраль	31	32	Сток	0,4
Март	36	33	Сток	0,29
Апрель	15	28	Инфильтрация (сток возможен)	0,25
Май	40	21	Инфильтрация	нет
Июнь	53	21	Инфильтрация	нет
Июль	22	18	Инфильтрация	нет
Август	6	14	Инфильтрация	нет
Сентябрь	12	16	Инфильтрация	нет
Октябрь	61	26	Сток (при интенсивных дождях)	0,23
Ноябрь	38	31	Сток	0,28
Декабрь	31	31	Сток	0,28

Таблица 5

Годовой ежемесячный слой стока

$H_{ст}$, мм													
Год	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	∑
2025	9,6	12,4	10,44	3,75	0	0	0	0	0	14,03	10,64	8,68	69,54

Выводы и направление дальнейших исследований. В результате проведенного исследования установлено, что формирование поверхностного стока в бассейне реки Белая (приток реки Лугань), расположенном в пределах Донецкого кряжа, определяется комплексным воздействием морфометрических характеристик рельефа и пространственной структуры почвенного покрова.

На основе картографического анализа типов почв (черноземы, дерново-карбонатные и щебневатые разновидности) рассчитан средневзвешенный коэффициент стока, составивший 0,2225. С учетом морфологии водосборной территории интегральный коэффициент стока бассейна принят равным 0,25, что соответствует диапазону значений, характерных для степной зоны.

Доказано, что определяющим фактором запуска поверхностного стока является степень насыщения верхнего почвенного слоя (0–7 см). При приближении текущей влажности к величине полевой влагоемкости инфильтрационная способность почвы существенно снижается, что приводит к росту доли поверхностного стока даже при умеренных осадках.

Установлена выраженная сезонная неравномерность формирования стока. Наибольшая вероятность его возникновения характерна для зимне-весеннего и позднеосеннего периодов, что обусловлено высокой влажностью почвы и снижением инфильтрационной способности при отрицательных температурах.

Расчет годового слоя поверхностного стока за 2025 г. показал величину 69,54 мм, что соответствует годовому объему около 31,3 млн м^2 при площади водосбора 450 км^2.

Предложенная расчетная схема позволяет учитывать пространственную неоднородность почвенного покрова и сезонную динамику влажности, что расширяет возможности оценки водного режима малых рек при ограниченности инструментальных наблюдений.

Список источников

1. Долгих В. П., Ерофеева Л. К., Сергейчук О. В. Методика водно-балансового расчета гидрологических характеристик (на примере реки Белая, Луганская Народная Республика) // Экологический вестник Донбасса. 2025. № 3 (16). С. 9–18. EDN CYDCHG

2. Рекреационные ресурсы Луганщины : пособие по географии родного края / Сост. И. Ю. Пархомец ; под общ. ред. Т. П. Чебаненко. Луганск, 2017. 118 с.

3. Топографическая карта Луганская область: [сайт]. URL: https://ru-ru.topographic-map.com/map-txwbdn/Луганская-область/?center=48.61494%2C38.40988&zoom=11.

4. Долгов С. В., Коронкевич Н. И., Барабанова Е. А. Современные изменения поверхностного стока и инфильтрации талых вод на сельскохозяйственных угодьях в лесостепной и степной зонах русской равнины и их последствия // Водное хозяйство России. 2018. Вып. 4. С. 78–91. DOI: 10.35567/1999-4508-2018-4-6 EDN PGZSOV

5. Сток рек России при происходящих и прогнозируемых изменениях климата: обзор публикаций. 1. Оценка изменений водного режима рек России по данным наблюдений / Н. Л. Фролова [и др.] // Водные ресурсы. 2022. Т. 49. № 3. С. 251–269. EDN YBZDRN

6. Долгов С. В., Коронкевич Н. И., Барабанова Е. А. Ландшафтно-гидрологические изменения в бассейне Дона // Водные ресурсы. 2020. Т. 47. № 6. С. 674–685. DOI: 10.31857/s032105962006005x EDN LKDOVW

7. Доклад о климатических рисках на территории Российской Федерации. СПб., 2017. 106 с.

8. A planetary-scale platform for Earth science data & analysis [Electronic resource] // Google Earth Engine : [website]. [2026]. URL: https://earthengine.google.com/.

9. Климатическая характеристика [Электронный ресурс] // Управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды по Луганской Народной Республике : [сайт]. [2026]. URL: https://ugmslnr.ru/hydromet/clim_char.php / (дата обращения: 15.04.2026).

10. Классификация и диагностика почв России / Л. Л. Шишов, В. Д. Тонконогов, И. И. Лебедева, М. И. Герасимова. Смоленск : Ойкумена, 2004. 341 с. EDN PTEEQE

11. Почвенная карта Украинской ССР [Электронный ресурс] // ЭтоМесто на старых картах : [сайт]. [2026]. URL: http://www.etomesto.ru/map-ukraine_pochvennaya-karta/?y=48.351938&x=38.966451.

12. Добролюбов С. А. Михайлов В. Н. Добровольский А. Д. Гидрология. М. : Высш. шк., 2007. 463 с.

13. Бабкин В. И., Вуглинский В. С. Водный баланс речных бассейнов. Ленинград : Гидрометеоиздат, 1982. 191 с.

14. Руководство по гидрологической практике. Т. 2: Управление водными ресурсами и практика применения гидрологических методов. Женева : Всемирная Метеорологическая Организация, 2012. 324 с.

© Долгих В. П., Акимова О. И., 2026

Рекомендована к печати к.т.н., доц. каф. ТОМ ДонГТУ Левченко Э. П., начальником производственного отдела цеха водоподготовки ООО «ЮГМК» Астаповым Ю. В.

Статья поступила в редакцию 30.05.2026.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Долгих Виталий Павлович, *канд. техн. наук, научный руководитель Молодежной научно-исследовательской лаборатории геоэкологии и прикладной химии*
Донбасский государственный технический университет,
г. Алчевск, Россия

Акимова Ольга Игоревна, *канд. техн. наук, доцент каф. горных энергомеханических систем, младший научный сотрудник Молодежной научно-исследовательской лаборатории геоэкологии и прикладной химии*
Донбасский государственный технический университет,
г. Алчевск, Россия, e-mail: olia.pavlinenko@yandex.com

Dolgikh V. P., *Akimova O. I. *(Donbass State Technical University, Alchevsk, Russia, *e-mail: olia.pavlinenko@yandex.com)*

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF SOIL TYPE, RELIEF AND SOIL COVER ON SURFACE RUNOFF VALUE (CASE STUDY OF THE BELAYA RIVER, LPR)

The article reports the findings of an investigation into the effects of soil type, relief and soil cover on the formation of surface runoff in the Belaya River (a tributary of the Lugan), located on the territory of the Lugansk People's Republic. An assessment of the impact of black soils, humus-carbonate soils and skeletal soils on surface runoff volume and river discharge has been conducted. A marked seasonal unevenness in runoff formation has been identified. The annual surface runoff layer for 2025 (69,54 mm) was calculated, which corresponds to an annual volume of approximately 31,3 million m^3 for a catchment area of 450 km^2.

Key words: *water balance, runoff coefficient, infiltration, soil type, soil cover, surface runoff, Belaya River.*

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Dolgikh Vitaliy Pavlovich, *PhD in Engineering, Head of the Youth Research Laboratory for Geoecology and Applied Chemistry*
Donbass State Technical University,
Alchevsk, Russia

Akimova Olga Igorevna, *PhD in Engineering, Assistant Professor of the Department of Mining Energy-mechanical Systems, Junior Researcher of the Youth Research Laboratory for Geoecology and Applied Chemistry*
Donbass State Technical University,
Alchevsk, Russia, e-mail: olia.pavlinenko@yandex.com

УДК 621.785 EDN: WIAENT

[1,*]Зубов А. Р., [2]Ладыш И. А., [2]Павлова Н. В.
[1]Луганский государственный университет им. В. Даля,
[2]Луганский государственный аграрный университет им. К. Е. Ворошилова
**E-mail: zuboval195@gmail.com*

ВРЕДНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ПОРОДНЫХ ОТВАЛОВ ЛНР НА ОКРУЖАЮЩУЮ ПРИРОДНУЮ СРЕДУ, ЕГО ВИДЫ, МАСШТАБЫ, СПОСОБЫ УМЕНЬШЕНИЯ

В статье рассмотрены физические процессы, происходящие на породных отвалах угольных шахт, и их последствия для окружающей среды, в частности, загрязнение почв тяжелыми металлами. Описан механизм миграции загрязняющих веществ с отвалов на прилегающую территорию, предложен алгоритм определения площади загрязнения. Установлена суммарная площадь загрязнения в луганской части Центрального Донбасса. Показано, что зону воздействия каждого отвала можно разделить на четыре зоны, различающиеся степенью опасности.

Ключевые слова: *террикон, водная и ветровая эрозия, миграция загрязняющих веществ.*

Проблема и её связь с научными и практическими задачами. Важным фактором экономического развития многих стран являются запасы угля. На его долю приходится почти 40 % производимой в мире электроэнергии [1]. Однако угледобыча порождает серьезные экологические проблемы как в России [2], так и в Украине [3], Китае [4], Индии [5], США [6], Англии [7], Германии и Австралии [8] и др., связанные со свойствами шахтопластов угля [9] и накоплением отвалов пустой породы.

Вредное влияние отвалов действующих и закрытых угольных шахт на окружающую среду обусловлено горением породы [10], её выщелачиванием [11], водной эрозией и дефляцией (ветровой эрозией) поверхности отвала [12], радиоактивностью [13]. Следствием являются загрязнение воздуха газами и пылью [14], кислотные дожди [15], загрязнение почв [16], поверхностных и подземных вод [17].

Негативный эффект имеет взаимодействие отвальной породы, содержащей минерал пирит (Fe_2S), с воздухом и водой, приводящее к образованию кислотного шахтного стока (AMD) [18], способствующее растворению и выщелачиванию свинца и других тяжелых металлов (ТМ) из отвальной породы. Вследствие AMD формируются гидрохимические потоки, приводящие к миграции ТМ на большие расстояния [12] и к загрязнению почв [16]. В загрязненных почвах отмечается превышение содержания Fe, Mn, Zn, Pb, Cu, Ni, Cd, Cr и других ТМ над их критической концентрацией [5, 12, 19].

Следствием загрязнения почв является их деградация и снижение качества [5, 20], для сельского хозяйства в целом — снижение продуктивности угодий [21]. Вследствие поглощения и накопления ТМ растениями происходит их загрязнение и возникает риск для здоровья человека [22] и продовольственной безопасности стран [23].

Постановка задачи. В связи с вышеизложенным очевидна актуальность разработки мероприятий по защите природной среды от воздействия отвалов на основе лучшего понимания механизма процесса загрязнения и его масштабов.

Целью исследований является разработка методологии оценки площади потенциально загрязненных земель, их дифференциации по степени риска загрязнения, поиск путей снижения вредного влияния отвалов на прилегающую территорию.

Объект исследования **—** породные отвалы угольных шахт.

Предмет исследования **—** процессы, приводящие к загрязнению территории с отвалами.

Задачи исследования:

1) описать механизм загрязнения земель при водной и ветровой эрозии поверхности отвалов;

2) определить площади загрязнения земель и выполнить их зонирование по его видам и степени.

Объектами исследований были отвалы угольных шахт ЛНР. Для лучшего представления об их месте в Донбассе напомним, что весь современный Донбасс, называемый *Большим*, занимающий площадь около 60000 км^2, и простирающийся по широте на 650 км при максимальной ширине около 200 км [24], делится на Западный, Центральный и Восточный. Западный находится на востоке Днепропетровской области Украины, Центральный (ЦД) — в ДНР и ЛНР. Восточный Донбасс расположен в западной части Ростовской области РФ.

В Западном Донбассе имеется 9 отвалов общим объемом 100 млн тонн, занимающих площадь 200 га [3]. Гораздо больше отвалов в ЦД. Так, в его луганской части, согласно нашим подсчетам [24], их 694, в донецкой части, по официальным данным, 596. Таким образом, в ЦД в сумме 1290 отвалов. Около 74 % шахтных отвалов ЦД были сформированы путем отсыпки породы в форме конуса высотой до 50–100 м и более. В дальнейшем многие конусные отвалы подверглись срезанию верхушки и приобрели форму усеченного конуса. Меньшая часть отвалов была сформирована путем отсыпки породы из самосвалов, такие отвалы называют плоскими [11].

Методика исследования. Основным методом исследований был анализ космических снимков с использованием сервиса *Google Earth*. Количество отвалов установлено путем их поиска на снимках и пересчета. Используя инструменты сервиса, определяли площадь основания каждого отвала F_{oc} и его плоской верхушки (плато) $F_{пл}$, площадь проекции поверхности, покрытой лесными насаждениями, $F'_{л}$.

По разности средних отметок плато и подножия отвалов определялась высота плоских отвалов $h_{ср}$. Высота конических определялась как произведение средней длины проекции откосов l' на тангенс угла откоса α, принятого равным 35º. По разности площади основания отвала и его плоской верхушки определяли площадь проекции откосов $F'_{от}$. По ней, путем деления на косинус α, определяли истинную площадь откосов $F_{от}$ (боковой поверхности отвалов). Аналогично определяли истинную площадь леса на откосах. Облесенность откосов и плато определяли как отношение площади леса на этих элементах к их площади. Объем отвалов определяли по формулам объемов конуса и усеченного конуса, исходя из площади их основания и высоты.

Вынос породы вследствие ветровой эрозии (дефляции) определяли с помощью математической модели, описанной в [12] и основанной на уравнении зависимости интенсивности дефляции породы от скорости ветра, полученном в результате опытов с лабораторной аэродинамической установкой [12, 24]. Исходными данными расчета являются высота отвала, площадь основания, ветровой режим, фракционный состав породы. Результатом расчета стали графики и уравнения массы частиц породы, отлагающейся на единице площади (плотности отложения d, т/га·год$^{-1}$) на различном расстоянии от центра отвала.

Изложение материала. В результате исследований предложено трактование процесса распространения загрязнителей с отвалов на прилегающую территорию и алгоритм определения площади загрязнения вследствие: а) дефляции плато и откосов; б) эрозии откосов отвала. Дефляционное загрязнение территории происходит с самого начала отсыпки терриокна и характеризуется тремя составляющими (рис. 1): 1) боковое перемещение ветром породы, отсыпаемой из вагонеток на верхушку растущего терриокна; 2) дефляция поверхности растущего отвала; 3) дефляция поверхности сформированного отвала.

Как показано в монографии проф. Зубовой Л. Г. и соавт. [12], масса породы, отно-

симой ветром при отсыпке, за время формирования отвала достигает 12 % всей её массы. Плотность загрязнения при отсыпке отвала за время формирования на порядок выше ветроэрозионного загрязнения за тот же период.

Последующее годовое загрязнение в результате дефляции (составляющая 3) в 15–20 раз ниже составляющей 2, однако это не означает безопасности процесса, поскольку последствия накапливаются, и даже за один год в интервале от подножия отвала до 220 м отложение породы превышает 1 т/га.

За период отсыпки отвала на расстоянии до 500 м формируется зона с плотностью загрязнения более 10 т/га. В непосредственной близости к отвалам она превышает 10000 т/га. По данным Луганскгипрошахт на 01.01.1996, в зоне радиусом до 500 м только в Луганской области проживали 2429 семей, или 7946 чел. Здесь же находятся пахотные земли, приусадебные участки и огороды, с которых местное население получает загрязненную продукцию для личного потребления. Поэтому экологическую ситуацию вблизи отвалов можно назвать катастрофической.

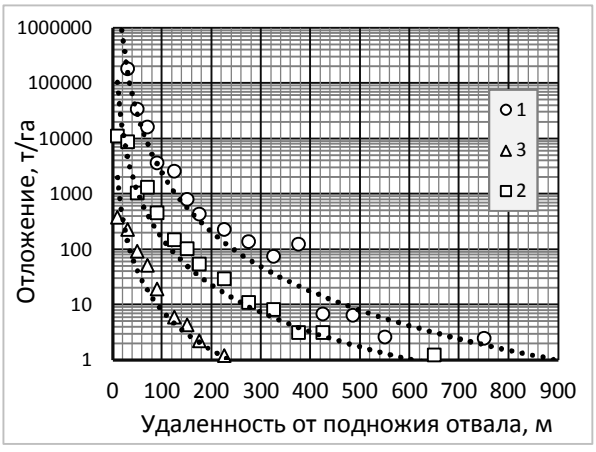
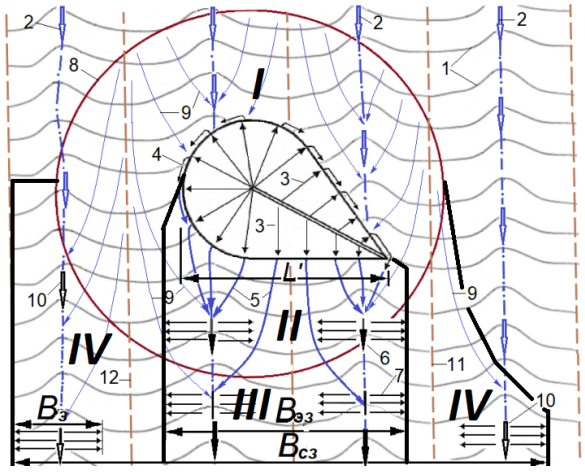


Рисунок 1 — Изменение плотности загрязнения земель по расстоянию от подножия отвала: 1 — за период отсыпки; 2 — в результате дефляции при отсыпке; 3 — ежегодная дефляция после отсыпки



1 — горизонтали; 2 — сток талых и ливневых вод с вышерасположенной части склона вдоль тальвегов ложбин; 3 — сток загрязненной воды (ЗВ) с отвала; 4 и 5 — потоки ЗВ вдоль подножия террикона и их продолжение на поле; 6 — потоки ЗВ вдоль тальвегов ложбин; 7 — распространение ЗВ со дна ложбин в стороны при обработке поля; 8 — граница зоны дефляционного загрязнения (*ДЗ*); 9 и 10 — сток ЗВ из зоны *ДЗ* и её потоки вдоль тальвегов ложбин; 11 — водоразделы между ложбинами; *I* и *II*, *III*, *IV* — зоны дефляционного (*ДЗ*) и эрозионного загрязнения $ЭЗ^{I}$, $ЭЗ^{II}$ и $\Delta ЭЗ^{II}$

Рисунок 2 — Схема миграции наносов и растворенных веществ с террикона при водной эрозии его поверхности в ландшафте

При ливнях и таянии снега на поверхности отвала возникают потоки не впитавшейся в породу дождевой и талой воды — поверхностный сток (рис. 2). При стоке происходит эрозия породы и вынос к подножию отвалов ее твердых частиц (наносов) и растворенных веществ (ионный сток).

Преобладающая часть наносов (80–90 %), состоящая из крупных фракций, откладывается у подножия отвала или вблизи него. Большую роль в задержании наносов играет растительность, механические препятствия в виде неровностей почвы. Однако мелкие частицы породы размером ≤0,25 мм ими не задерживаются и без помех мигрируют с водными потоками, вынося с собой ежегодно, по оценке Воробьева С. Г. в [12], более 120 кг ТМ с 1 га поверхности отвала. Поскольку отвальная порода зачастую имеет pH ниже 4 и оценивается как сильнокислая,

она содержит многие металлы в водорастворимой форме, усвояемой растениями.

Модель эрозионного загрязнения в идеальном случае можно представить в виде продольной зоны (условно *ЭЗ*). Она неоднородна и состоит из нескольких полос шириной $B_З$ до 50 м, приуроченных к ложбинам. Как видно на рисунке 3, загрязнение распространяется на большое расстояние.

Теоретически длина зоны *ЭЗ* равна расстоянию до ближайшей балки или реки. А её ширину можно определить по формуле

$$B_{ЭЗ}=(n_л-1)B_Л+B_З, \qquad (1)$$

где $B_Л$ — среднее расстояние между тальвегами ложбин в пределах полосы загрязнения; $n_л$ — количество тальвегов, к которым поступает сток.

Среднее количество ложбин $n_л$ в пределах полосы загрязнения зависит от коэффициента $K_л$, равного отношению параметра L' к $B_л$ (рис. 4).

Параметр L' равен длине проекции оси основания отвала на поперечное к направлению ложбин направление (см. рис. 2). Для группы терриконов среднее значение L' можно оценить как полусумму длины оси и ширины их основания L и B.

Как установлено, для типового отвала (высотой 50 м) L и B равны соответственно 210 и 130 м, а $L'=170$ м.



Рисунок 3 — Примеры миграции загрязняющих веществ с отвала ш. «Юбилейная» (г. Луганск) вдоль ложбин

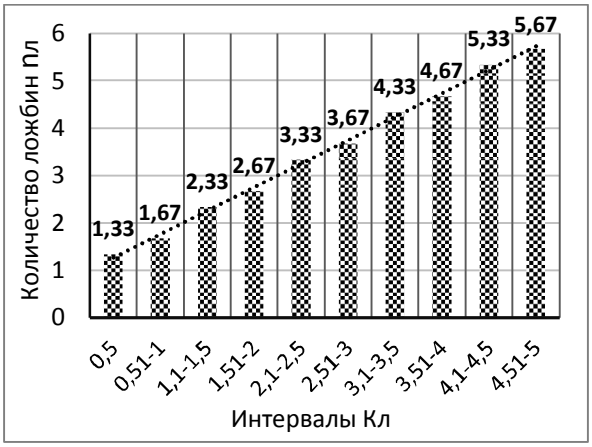


Рисунок 4 — Количество ложбин $n_л$ в зоне загрязнения в зависимости от $K_л$

Среднее расстояние $B_Л$, согласно [25], приняли равным 180 м. Тогда $K_л=0{,}94$, а $n_л=1{,}67$. Ширина зоны загрязнения $B_{ЭЗ}$ по формуле (1) в среднем равна 171 м. Среднюю длину зоны загрязнения $L_з$ можно определить как половину длины склона, на котором расположен отвал. По нашим расчетам эта половина равна 375 м.

Площадь эрозионного загрязнения можно получить по формуле $F_{ЭЗ}=L_p\cdot B_p-0{,}5F_{ос}$, где $F_{ос}$ — площадь основания отвала. Она может быть выражена через высоту H по формуле $F_{ос}=3{,}99R^2=7{,}03H^2$ м^2. В нашем случае $H=50$ м, поэтому $F_{ос}=17575$ м^2, а площадь зоны $F_{ЭЗ}=55338$ м$^2=5{,}53$ га.

При дефляции поверхности отвалов вынос породы в течение года происходит во все стороны, поэтому около него формируется круговая зона дефляционного загрязнения (см. рис. 2), условно зона *ДЗ*. В результате наших экспериментов с лабораторной аэродинамической установкой ранее было установлено, что потенциальный среднемноголетний вынос породы с поверхности типичного конического отвала вследствие дефляции составляет почти 150 т/га за год. Плотность отложения выносимой породы d у подножия отвала достигает десятков т/га, но при удалении от него она резко снижается.

Ниже приведен пример реализации алгоритма определения площади зоны *ДЗ* для

терриконика высотой 50 м. С помощью математической модели для окружностей с уровнем загрязнения $d_з = 1$ и 10 т/га·год$^{-1}$ определены их радиусы от центра отвалов: $R_{ДЗ1} = 225$ м, $R_{ДЗ10} = 112$ м.

Площадь зоны *ДЗ*, исключая площадь основания отвала $F_{ос}$, может быть выражена как $F_{ДЗ} = \pi \cdot R_{ДЗi}^2 - F_{ос}$. Приняв критический уровень $d_{ДЗ}$ равным 1т/га, подсчитали, что $F_{ДЗ} = 14{,}2$ га. Таким образом, площадь загрязнения с $d_з$ более 1 т/га в год превышает площадь основания типового отвала в 8 раз.

Суммарная площадь зоны загрязнения от дефляции и водной эрозии (условно ДЭЗ) $F_{ДЭЗ} = F_{ДЗ} + F_{ЭЗ}^{II}$, где $F_{ЭЗ}^{II}$ — площадь части зоны эрозионного загрязнения *ЭЗ*, выходящей за пределы зоны *ДЗ* (см. рис. 2). Назовем её $ЭЗ^{II}$. Расчет её площади аналогичен расчету $F_{ЭЗ}$, однако из $L_З$ следует вычесть радиус зоны *ДЗ* $R_{ДЗ1} = 225$ м. Таким образом, $F_{ЭЗ}^{II} = B_{ЭЗ}(L_З - R_{ДЗ1}) = 25650$ м^2, а $F_{ДЭЗ} = F_{ДЗ} + F_{ЭЗ}^{II} = 167119$ м$^2 = 16{,}71$ га.

Часть зоны *ЭЗ*, находящаяся в пределах зоны *ДЗ* ($ЭЗ^{I}$), подвергается обоим видам загрязнения и поэтому экологически наиболее опасна. Площадь этой части:

$$F_{ЭЗ}^{I} = F_{ЭЗ} - F_{ЭЗ}^{II} = 55338 \text{ м}^2 - 25650 \text{ м}^2 = 29688 \text{ м}^2 = 2{,}97 \text{ га}.$$

Под действием стока из почвы, загрязненной в результате дефляции поверхности отвала, происходит дополнительный вынос ТМ в ложбины. Важно отметить, что он происходит и в ложбинах, которые не имеют гидрологической связи с отвалом (рис. 2). Поэтому ширина полосы миграции загрязнителей, выносимых с отвала вследствие эрозии, увеличивается с $B_{ЭЗ}$ до $B_{СЗ}$ (рис. 2). С учетом площади косвенного эрозионного загрязнения (условно $\Delta ЭЗ^{II}$), площадь зоны $ЭЗ^{II}$ увеличивается на $F_{\Delta ЭЗ}^{II}$. Приращение $F_{\Delta ЭЗ}^{II} = (B_{СЗ} - B_{ЭЗ})(L_З - R_{ДЗ1})$. Зона $\Delta ЭЗ^{II}$ характеризуется значительно меньшим приносом ТМ по сравнению с $ЭЗ^{II}$, однако ею не стоит пренебрегать.

Для определения $B_{СЗ}$ вместо L' следует использовать параметр L'' — удвоенную дальность отложения породы от центра отвала $R_{ДЗi}$ с заданной плотностью отложения d_i, равной, например, 10 т/га. Как показал расчет, при $L''_{10} = 2R_{ДЗ10} = 224$ м, $K_Л = \leq L' \leq 1{,}5B_Л$, а $n_Л = 2{,}33$. Ширина зоны загрязнения $B_{СЗ10}$ равна 289 м. Приращение $\Delta F_{ЭЗ}^{II} = 17700$ м^2 для типичного терриконика, а общая площадь загрязнения $F_{ДЭЗ}$ возрастает с 16,71 до 18,48 га.

Для расчета загрязнения от совокупности отвалов необходимо знать число различных отвалов, их распределение по высоте, площади основания и плато.

Подсчитанные для выборки из 234 отвалов средние значения этих параметров представлены в таблице 1.

Исходя из доли отвалов каждого типа выборки в генеральной совокупности и данных таблицы 1, можно заключить, что площадь под всеми отвалами в ЛНР и их объем равны соответственно 3115 га и 832,8 млн м^3. В сумме с данными для ДНР [24] площадь под отвалами во всем ЦД и их объем составляют 6028 га и 1,878 млрд м^3. Количество отвалов в Центральном Донбассе — 1290.

Таблица 1

Осредненные характеристики отвалов ЛНР

Тип отвала	Число		H, м	$F_{ос}$, га	Площадь поверхности, га			Объем V, млн м^3
	шт	%			$F_{ПЛ}$	$F_{ОТ}$	F_{Σ}	
I	76	32,3	47,4	2,87	–	3,50	3,50	0,55
II	87	37,1	30,5	3,07	0,74	2,85	3,59	0,61
III	72	30,6	35,5	8,60	2,99	6,92	9,91	2,89
Всего	234	100		1104,5	280	1012	1292	302,5

Примечания: $F_{ПЛ}$ — площадь плато; $F_{ОТ}$ — площадь откосов отвала.

Дан ответ и на вопрос о точном количестве отвалов в Восточном Донбассе: их 299, в том числе 98 конусных, 107 усеченных, 91 плоский и 3 хребтовых.

В сумме с Западной и Восточной частями в Большом Донбассе 1598 отвалов.

Облесенность отвалов выборки варьирует от 18,8 % (плоские) до 23,6 % (конические). Вершина усеченных и плоских отвалов залесена на 19,1 и 14,7 %.

Установлено распределение числа отвалов по интервалам высоты (рис. 5).

Для каждого интервала высоты всех типов отвалов ЛНР найдены средние значения площади $F_{ос}$, длины оси $L_{ос}$ и ширины основания отвалов.



Рисунок 5 — Распределение отвалов по высоте

Установлено, что $F_{ос}$ хорошо коррелирует с L, а еще лучше с параметром LB:

$$F_{ос\text{I}} = 0,755 \cdot LB;\ F_{ос\text{II}} = 0,724 \cdot LB;\ F_{ос\text{III}} = 0,719 \cdot LB. \quad (2)$$

Коэффициенты детерминации R^2 равны соответственно 0,97, 0,93, 0,81.

Связь ширины B с длиной оси отвалов $L_{ос}$ выражается уравнениями:

$$B_{\text{I}} = 0,74L_{ос},\ B_{\text{II}} = 0,73L_{ос},\ B_{\text{III}} = 0,66\text{L}_{\text{ос}} \quad (3)$$

($R^2 = 0,85$; 0,72 и 0,82).

Исходя из (2, 3) получены эмпирические формулы параметра L', по которым нашли его значение для каждого типа отвалов и каждого интервала их высоты:

$$L_I' = 1,164 \cdot F_{ос}^{\ 0,5},\ L_{II}' = 1,19 \cdot F_{ос}^{\ 0,5},\ L_{III}' = 1,193 \cdot F_f^{\ 0,5}. \quad (4)$$

С помощью математической модели для отвалов всех типов высотой Н от 10 до 110 м построены графики зависимости плотности годового дефляционного загрязнения в зависимости от удаленности от центра отвалов $R_{ДЗi}$. С них были сняты расстояния до точек с плотностью загрязнения 1, 5, 10, 30, 50 т/га. По этим данным построены графики (рис. 6) и получены уравнения зависимости $R_{ДЗi}$ от Н и плотности загрязнения d т/га ($R^2 \geq 0,98$).

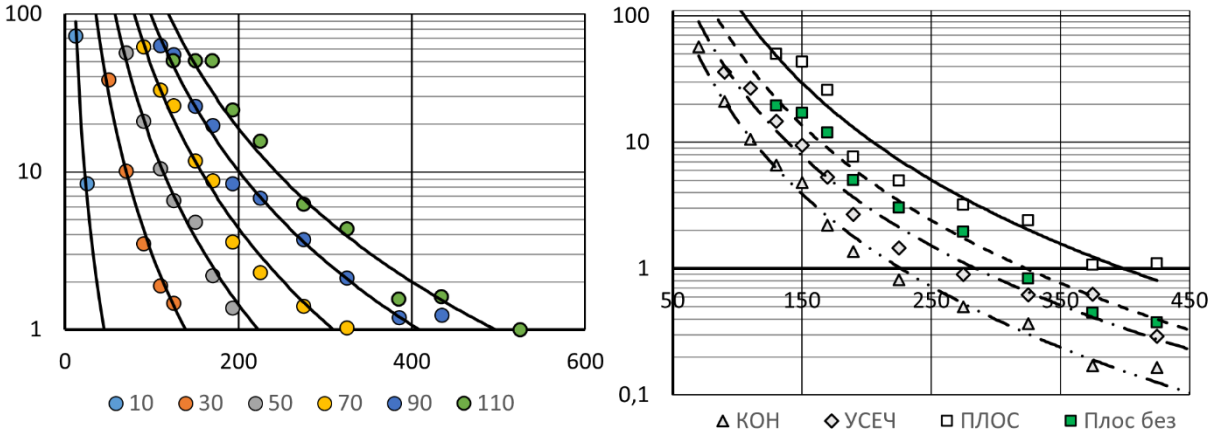


Рисунок 6 — Зависимость плотности дефляционного загрязнения территории от удаленности от центра: конусных отвалов различной высоты (слева) и отвалов различных типов со средней высотой 50 м (конические), 34 м (усеченные), 36 м (плоские и они же без учета площади плато)

Тип I: $R_{ДЗ} = 4{,}49d^{-0{,}302}H$;

тип II: $R_{ДЗ} = 5{,}27d^{-0{,}334}H + 84{,}5d^{-0{,}227}$;

тип III: $R_{ДЗ} = 6{,}62d^{-0{,}273}H + 156{,}6d^{-0{,}213}$.

Используя полученные уравнения, при уровнях загрязнения 1, 5 и 10 т/га нашли значения $R_{ДЗ1}$, $R_{ДЗ5}$ и $R_{ДЗ10}$ для отвалов различных типов и высоты.

Зная число отвалов n_{ij} каждого типа (i) в каждом интервале их высоты (j), средние значения $F_{осij}$, L'_{ij}, $R_{ДЗij}$ и описанные выше алгоритмы, подсчитали для каждого типа отвалов ЛНР суммарные значения:

1) $B_{ЭЗ}$ и $F_{ЭЗ}$ — ширины и площади зон *ЭЗ*;

2) $B_{СЗ}$ и $F_{\Delta ЭЗ}^{II}$ — то же для зоны $\Delta ЭЗ^{II}$;

3) $F_{ДЗ}$, $F_{ЭЗ}^{II}$, $F_{ЭЗ}^{I}$ и $F_{ДЭЗ}$ — площади зон *ДЗ*, $ЭЗ^{II}$, $ЭЗ^{I}$; *ДЭЗ*;

4) $F_{ДЭЗ}'$ — полную площадь загрязнения с учетом всех его зон (табл. 2).

Таблица 2

Площади земель, загрязняемых вследствие дефляции и эрозии поверхности отвалов в ЛНР (га)

Тип отвала	Площади зон с различным механизмом загрязнения, га							
	I *ДЗ′*	***II*** $ЭЗ^{I}$	***III*** $ЭЗ^{II}$	***IV*** $\Delta ЭЗ^{II}$	*ДЗ*	*ЭЗ*	*ДЭЗ*	*ДЭЗ′*
I	2097	896	763	172	2293	1660	3756	3928
II	3626	1456	934	324	5082	2389	6015	6340
III	7524	1559	246	100	9083	1804	9328	9429
Всего	13247	3911	1943	596	17158	5853	19099	19697
Доля, %	**66,8**	**20,7**	**10,0**	**2,5**				**100**

Расчеты показали, что суммарная площадь загрязнения земель в ЛНР, равная 19697 га, превышает занимаемую отвалами площадь (3115 га) в 6,3 раза. В среднем каждый отвал загрязняет территорию площадью 27 га. Ей соответствует круг с радиусом 1055 м, что согласуется с данными по Восточному Донбассу [2], согласно с которыми воздушная и водная миграция материала с отвалов меняет свойства степных почв в радиусе до 1 км.

Площадь загрязнения от каждого отвала можно разделить на четыре характерные зоны, различающиеся формой, механизмом загрязнения и его интенсивностью (рис. 2, табл. 2). Наиболее опасной и второй по доле от общей площади загрязнения является зона $ЭЗ^{I}$, расположенная ниже отвала по склону, подверженная как эрозионному, так и дефляционному загрязнению. Меньшей по площади и интенсивности загрязнения является зона чисто эрозионного загрязнения $ЭЗ^{II}$, расположенная ниже $ЭЗ^{I}$. Наибольшей по площади является зона чисто дефляционного загрязнения *ДЗ*, имеющая форму круга без участка, соответствующего зоне $ЭЗ^{I}$. Наименьшей по площади и опасности является зона $\Delta ЭЗ^{II}$, загрязняемая эрозионным выносом загрязненной почвы с водосбора ложбин, не имеющих с отвалом гидрологической связи.

Об опасности зон $ЭЗ^{I}$ и $ЭЗ^{II}$ свидетельствует то, что, как отмечалось выше, с поверхностным стоком с каждого га поверхности отвалов в окружающую среду ежегодно поступает более 120 кг тяжелых металлов в подвижной форме. Поскольку площадь поверхности отвалов, подвергающаяся водной эрозии, равна в ЛНР 3645 га, на территорию эрозионного загрязнения площадью 5853 га ежегодно поступает до 440 т тяжелых металлов или 75 кг/га.

Как показано в таблицах 1 и 2, хотя доля плоских отвалов по количеству чуть выше 30 %, доля их в дефляционном загрязнении земель достигает 53 %. Доля площади плато этих отвалов чуть выше 30 % площади их поверхности (табл. 1), однако, как следует из рисунка 5, при её исключении из расчета, что возможно при облесении, плотность загрязнения у подножия отвала высотой 36 м уменьшается с 50 до 20 т/га, радиус зоны с загрязнением выше 1 т/га уменьшается с 395 до 328 м. Это говорит о важности залесения отвалов и особенно их плато. Однако залесены они в среднем

только на 14,7 %. Как показали наши исследования [24], облесение не только защищает поверхность отвалов от дефляции, оно останавливает водно-эрозионные процессы и загрязнение территории.

Поскольку основным путем миграции ТМ в ландшафте являются временные потоки воды в первичной гидрографической сети, остановить перемещение с ними загрязняющих веществ можно путем создания простых гидротехнических сооружений — распылителей стока на дне ложбин. А предотвращение поперечного выноса загрязненной почвы со дна ложбин при обработке поля возможно путем их залужения. Это и способ защиты почв от эрозии.

Выводы и направление дальнейших исследований. Разработанный методический подход позволил установить, что общая площадь потенциально загрязняемых земель в результате дефляционного и эрозионного выноса и отложения частиц в ЛНР достигает почти 20000 га. Разработанная методика позволяет дифференцировать территорию вблизи каждого отвала на участки как с различной сложившейся загрязненностью, так и современным ежегодным загрязнением. Это важно учитывать при планировании землепользования и для разработки мероприятий по оптимизации экологической ситуации в Республике. Поскольку, как установлено, в среднем около 50 % отвалов различных типов облесены менее чем на 10 %, защитная роль естественной и искусственно созданной древесной растительности на них явно недостаточна. Поэтому биологическая рекультивация отвалов является наиболее эффективным путем существенного снижения опасности породных отвалов.

Дальнейшие наши исследования будут направлены на разработку дополнительных мероприятий по снижению вредного влияния отвалов на окружающую природную среду и более глубокое изучение трансформации почвенного покрова под их воздействием.

Список источников

1. The Coal Resource: A Comprehensive Overview of Coal. London : World Coal Institute, 2005. 44 p.

2. Environmental impact of the disposal of coal mining waste in soils and plants in the Rostov Oblast / V. A. Alekseenko [et al.] // Russia Journal of Geochemical Exploration. 2018. Vol. 184. Part B. P. 261–270. DOI: 10.1016/j.gexplo.2017.06.003 EDN YRYOBI

3. Petlovanyi M. V., Sai K. S., Stoliarska O. V. Problems of waste rock formation during mining of Western Donbass coal reserves: state-of-the-art and solutions // Збірник наукових праць Національного гірничого університету. Dnipro : Dnipro University of Technology, 2023. P. 79–90. DOI: doi.org/10.33271/crpnmu/71.0795 EDN ZUKANI

4. A review of soil heavy metal pollution from mines in China: Pollution and health risk assessment / Z. Li [et al.] // Science of The Total Environment. 2014. Vol. 468–469. P. 843–853. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2013.08.090

5. Pandey B., Agrawal M., Singh S. Effects of Coal Mining Activities on Soil Properties with Special Reference to Heavy Metals // Geostatistical and Geospatial Approaches for the Characterization of Natural Resources in the Environment / N. Raju (eds). Cham : Springer, 2014. P. 369–372. DOI: 10.1007/978-3-319-18663-4_56

6. Chugh Y. P., Behum, PT. Coal waste management practices in the USA: an overview // International Journal of Coal Science & Technology. 2014. Vol. 1. Iss. 2. P. 163–176. DOI: 10.1007/s40789-014-0023-4 EDN OTJOKH

7. Younger P. L. Abandoned coal mines: From environmental liabilities to low-carbon energy assets // International Journal of Coal Geology. 2016. Vol. 164. P. 1–2. DOI: 10.1016/j.coal.2016.08.006

8. Zillig L. J. K., Keenan N., Roberts T. Mining Rehabilitation in New South Wales (Australia) and Germany // Journal of Earth Science and Engineering. 2015. Vol. 5. P. 499–511. DOI: 10.17265/2159-581X/2015.08.005

9. Микропоры ископаемых углей и опасные свойства шахтопластов при ведении горных работ / Э. Филатьева [и др.] // Вестник Луганского государственного университета имени Владимира Даля. Серия Технические науки. 2025. № 1 (2). С. 105–111. EDN VXWYJH

10. Панов Б. С., Проскурня Ю. А. Модель самовозгорания породных отвалов угольных шахт Донбасса // Геология угольных месторождений : межвузовский научный тематический сборник. Екатеринбург, 2002. Вып. 12. С. 274–281.

11. Ribeiro J., D. Flores. Occurrence, leaching, and mobility of major and trace elements in a coal mining waste dump: The case of Douro Coalfield, Portugal // Energy Geoscience. 2021. Vol. 2. Iss. 2. P. 121–128. DOI: 10.1016/j.engeos.2020.09.005 EDN QWZDNA

12. Терриконы : монография / Л. Г. Зубова [и др.]. Луганск : Ноулидж, 2015. 712 с. URL: http://www.geokniga.org/books/16806.

13. Зубова Л. Г., Зубов А. Р. Оценка радиоактивности породных отвалов угольных шахт ПАО «Лисичанскуголь» // Уголь Украины. 2016. № 4-5 (712–713). С. 59–65.

14. Dust fall and elemental flux in a coal mining area / T. K. Rout [et al.] // Journal of Geochemical Exploration. Vol. 144. Part C. 2014. P. 443–455. DOI: 10.1016/j.gexplo.2014.04.003

15. Копец Ю. В., Копец К. К., Чурикова В. И. Экологическая безопасность промышленных предприятий: современные вызовы и стратегии минимизации рисков // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2026. Вып. 1 (102). С. 280–287. DOI: 10.35211/18154360_2026_1_280 EDN CEZBMD

16. Manna A., Maiti R. Geochemical contamination in the mine affected soil of Raniganj Coalfield — A river basin scale assessment // Geoscience Frontiers. 2018. Vol. 9. Iss. 5. P. 1577–1590. DOI: 10.1016/j.gsf.2017.10.011

17. Влияние угледобычи в Донбассе на подземные и поверхностные воды / Г. Ю. Скляренко [и др.] // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2017. № 3-1. С. 100–107. DOI: 10.23683/0321-3005-2017-3-1-100-107 EDN ZOKXMZ

18. Banerjee D. Acid drainage potential from coal mine wastes: environmental assessment through static and kinetic tests // International Journal of Environmental Science and Technology. 2014. Vol. 11. Iss. 5. P. 1365–1378. DOI: 10.1007/s13762-013-0292-2 EDN LWNQTK

19. Wuana R. A., Okieimen F. E. Heavy Metals in Contaminated Soils: A Review of Sources, Chemistry, Risks and Best Available Strategies for Remediation // International Scholarly Research Notices. Ecology. 2011. Art. 402647. 20 p. DOI: 10.5402/2011/402647

20. Impacts of Coal Mining on the Aboveground Vegetation and Soil Quality: A Case Study of Qinxin Coal Mine in Shanxi Province, China / Guo D. [et al.] // Clean — Soil, Air, Water. 2011. Vol. 39. Iss. 3. P. 219–225. DOI: 10.1002/clen.201000236

21. Mishra P. P., Pujari A. K. Impact of Mining on Agricultural Productivity (October 15, 2005). DOI: 10.2139/ssrn.827945

22. The uptake and bioaccumulation of heavy metals by food plants, their effects on plants nutrients, and associated health risk: A Review / A. Khan [et al.] // Environmental Science and Pollution Research. 2015. Vol. 22. Iss. 18. P. 13772–13799. EDN VGGGWD

23. Ocansey I. T. Mining impacts on agricultural lands and food security — Case study of towns in and around Kyebi in the Eastern Region of Ghana : Bachelor's thesis. Turku University of applied sciences, 2013. 46 p.

24. Зубова Л. Г., Зубов А. Р., Зубов А. А. Терриконы и их лесная рекультивация : монография / под ред. акад. РАН К. Н. Кулика. Волгоград : ФНЦ агроэкологии РАН, 2022. 372 с. URL: https://www.geokniga.org/books/29469. EDN RNGUZV

25. Зубов А. Р., Зыков И. Г., Тарарико А. Г. Формирование эрозионно-устойчивых агроландшафтов в бассейне Северского Донца : монография. Волгоград : ГНУ ВНИАЛМИ, 2009. 240 с. EDN QLBBGT

© Зубов А.Р., 2026
© Ладыш И. А., Павлова Н. В., 2026

Рекомендована к печати к.т.н. руководителем МНИЛ ГПХ ДонГТУ Долгих В. П., д.т.н., проф., зав. каф. информационных технологий, математики и физики ЛГАУ им. К. Е. Ворошилова Ильиным В. Ю.

Статья поступила в редакцию 29.07.2026.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Зубов Алексей Рэмович, *д-р с.-х. наук, профессор, профессор каф. техносферной безопасности*
Луганский государственный университет им. В. Даля,
г. Луганск, Россия, e-mail: zubovak195@gmail.com

Ладыш Ирина Алексеевна, *д-р с.-х. наук, профессор, зав. каф. экологии и природопользования*
Луганский государственный аграрный университет им. К. Е. Ворошилова,
г. Луганск, Россия

Павлова Наталья Владимировна, *ассистент каф. экологии и природопользования*
Луганский государственный аграрный университет им. К. Е. Ворошилова,
г. Луганск, Россия

Zubov A. R. *(Lugansk State University named after V. Dahl, Lugansk, Russia, e-mail: zubovak195@gmail.com)***, Ladush I. A., Pavlova N. V.** *(Lugansk State Agrarian University named after K. E. Voroshilov, Lugansk, Russia)*

HARMFUL IMPACT OF LPR ROCK DUMPS ON THE NATURAL ENVIRONMENT, ITS TYPES, SCALES, METHODS OF REDUCTION

The article examines the physical processes occurring on coal mine waste dumps and their impact on the environment, in particular, soil contamination with heavy metals. The mechanism of pollutant migration from dumps to the adjacent territory is described, an algorithm for determining the area of contamination is proposed. The total area of contamination in the Lugansk part of the Central Donbas region has been established. It has been shown that the impact zone of each dump can be divided into four zones, differing in the degree of danger.

Key words: *spoil tip, water and wind erosion, migration of pollutants.*

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Zubov Aleksey Removich, *Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Professor of the Department of Technosphere Safety*
Lugansk State University named after V. Dahl,
Lugansk, Russia, e-mail: zubovak195@gmail.com

Ladush Irina Alekseevna**,** *Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Ecology and Environmental Management*
Lugansk State Agrarian University named after K. E. Voroshilov,
Lugansk, Russia

Pavlova Natalia Vladimirovna, *Assistant Lecturer of the Department of Ecology and Environmental Management*
Lugansk State Agrarian University named after K. E. Voroshilov,
Lugansk, Russia

УДК 616.8-614.2(364.787.9) EDN: UERGEN

Капранов С. В.
Центр гигиены и эпидемиологии в Луганской Народной Республике в г. Алчевске (филиал)
E-mail: kapranov_sv0209@mail.ru

КОМПЛЕКС МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПРОФИЛАКТИКЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ КАК РАЗДЕЛ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗДОРОВЬЕМ НАСЕЛЕНИЯ

В статье изложены теоретическое обоснование и принципиальные положения системы управления и профилактики заболеваний нервной системы у населения. В процессе разработки темы использовано понятие системы управления здоровьем (СУЗ). Изложено три принципиальных подхода в деятельности, направленной на предупреждение формирования болезней нервной системы. Предложены разработка и внедрение специального раздела «Профилактика болезней нервной системы» как составной части государственного социально-гигиенического мониторинга (СГМ) и в целом системы управления здоровьем. Определены основные показатели, характеризующие функциональное состояние ЦНС и периферической нервной системы, а также наличие и тяжесть течения болезней нервной системы, подлежащих учету в процессе осуществления мониторинга. Предложен определенный порядок действий для успешного функционирования системы управления здоровьем населения.

Ключевые слова: *система управления здоровьем, болезни нервной системы, детское и взрослое население.*

Постановка проблемы, обоснование ее актуальности. Здоровье населения является важным показателем социального и духовного и благополучия населения, а также экономической безопасности и конкурентной способности любого государства, критерием его устойчивого развития [1–4]. Здоровье населения формируется под влиянием комплекса экологических, социальных и экономических факторов.

Одним из наиболее важных интегральных показателей здоровья определена заболеваемость, которая является медико-статистическим критерием, определяющим число заболеваний, впервые зарегистрированных за календарный год среди населения, проживающего на конкретной территории. Заболеваемость — это показатель, адекватно реагирующий на изменение условий среды в изучаемый год. Анализ этого показателя за ряд лет позволяет обеспечить наиболее правильное представление о частоте возникновения и динамике заболеваемости, а также об эффективности комплекса социально-гигиенических, лечебно-профилактических и других мероприятий, направленных на ее снижение.

Согласно Международной классификации болезней 10-го пересмотра (МКБ-10), принятой 43-й Всемирной ассамблеей здравоохранения 25 сентября — 2 октября 1989 года в Женеве, указанный документ получил признание в Российской Федерации как единый нормативный акт для учета заболеваемости, причин обращений населения в медицинские учреждения всех ведомств и причин смерти (версия 2.23 от 19.07.2023). МКБ-10 предусмотрено деление всех заболеваний на классы, одним из которых являются болезни нервной системы — VI класс (G00–G99).

В течение многолетнего периода специалистами изучено влияние факторов окружающей среды на функциональное состояние и развитие заболеваний нервной системы населения [5–6]. При этом следует учитывать, что состояние здоровья наиболее активно формируется, начиная с раннего детского возраста, и продолжается в период отрочества и юношества. Поэтому актуальные

научные исследования посвящены оценке влияния социальных и экологических факторов среды жизнедеятельности на формирование отклонений в функционировании нервной системы у молодых людей.

Согласно опубликованным данным, современный ритм жизни с активным внедрением и повсеместным использованием информационных технологий приводит к резкому увеличению нагрузки в сфере образования, что провоцирует значительный рост пограничной психической патологии, в первую очередь расстройств невротического характера у школьников. Изучение форм нарушения нервно-психического здоровья и соматических расстройств у детей школьного возраста является одним из приоритетных направлений исследований в разных странах [7]. Определенное влияние на здоровье оказывает также характер питания. Получены данные о том, что дефицит в рационе молока и молочных продуктов, а также сладких продуктов отрицательно отражается на функционировании ЦНС у школьников, что проявляется в увеличении ситуативной и личностной тревожности по Спилбергеру, фрустрации по Айзенку [8].

В результате проведенных исследований установлено, что в условиях химического загрязнения увеличивается процент учащихся средних общеобразовательных школ с нарушением функции центральной нервной системы [9].

Риск ухудшения функционального состояния организма и формирования заболеваний нервной системы возрастает в периоды различных чрезвычайных ситуаций мирного и военного времени [10–11].

Следовательно, различные факторы депрессивной социальной и техногенной экологической среды жизнедеятельности оказывают отрицательное влияние на ухудшение функционального состояния организма и формирование патологии нервной системы у населения различных возрастных групп. Это проявляется в различных по характеру и степени выраженности ответных реакциях организма — от легких функциональных нарушений до тяжелых проявлений заболеваний, относящихся по МКБ-10 к VI классу (болезни нервной системы).

При этом в настоящее время отсутствует эффективная система реагирования на ухудшение функционирования нервной системы под влиянием различных отрицательных факторов среды жизнедеятельности и формирование указанной патологии. Поэтому представляется актуальным разработка и внедрение комплекса научно обоснованных мероприятий по защите здоровья населения и профилактике заболеваний нервной системы.

Указанное направление соответствует требованиям пункта 2 Указа Президента Российской Федерации «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года» от 7 мая 2024 года № 309 [12].

Целью работы является теоретическое обоснование и подготовка основ системы управления здоровьем и профилактики заболеваний нервной системы у населения.

Методика исследования. Работа выполнена в Луганской Народной Республике Российской Федерации. При разработке темы использовано философское учение о детерминизме — закономерной универсальной взаимосвязи и взаимообусловленности всех явлений и процессов объективной действительности, то есть доктрина о всеобщей причинности.

В процессе выполнения работы использованы понятия «система» и «управление». В широком понимании система — это любая вещественно-энергетическая или концептуальная совокупность взаимосвязанных составляющих, объединенных прямыми и обратными связями в некоторое единство [13]. Согласно точному определению, управление — функция организованных систем различной природы (биологических, социальных и других), обеспечивающая сохранение их определенной структуры, поддержание режима деятельности, реализация их программ и целей [14].

Изложение материала. На основании учения о детерминизме выполнено теоретическое обоснование и подготовка основ системы управления здоровьем и профилактики заболеваний нервной системы у населения. При этом в процессе разработки темы было использовано ранее опубликованное понятие системы управления здоровьем (СУЗ), которая представляет комплекс взаимосвязанных структур (звеньев), функционирующих по определенным программам и адекватно реагирующих на ухудшение показателей здоровья жителей под влиянием депрессивной социальной и техногенной экологической среды жизнедеятельности [15].

Основная цель управления здоровьем — улучшение показателей здоровья детского и взрослого населения в результате разработки и внедрения комплекса мероприятий по предотвращению или ослаблению вредного влияния на организм различных факторов.

Управление здоровьем предусматривает осуществление комплекса мероприятий, направленных на различные органы, а также системы организма, и включает комплекс мероприятий по профилактике всех заболеваний, относящихся к различным классам согласно МКБ-10. Одним из указанных классов являются болезни нервной системы (VI класс).

Система управления здоровьем включает следующие основные этапы:

– первый — мониторинг среды жизнедеятельности и здоровья населения;

– второй — механизм реагирования на факторы риска для здоровья и пути их передачи;

– третий — оценка эффективности профилактических мероприятий и рекомендации по их усовершенствованию.

В деятельности, направленной на предупреждение формирования заболеваний всех классов, включая болезни нервной системы, в процессе осуществления СУЗ предложено три принципиальных подхода.

Первый подход предусматривает предотвращение или ослабление влияния на организм основных факторов риска (вызывающих ухудшение здоровья) и одновременно активизацию факторов антириска (способствующих улучшению здоровья). Например, факторами риска ухудшения функционального состояния и развития заболеваний нервной системы является интоксикация организма тяжелыми металлами (ТМ) (ртутью, свинцом, марганцем и другими), злоупотребление алкогольными напитками и т. д. Так, длительное воздействие металлической ртути приводит к характерному сочетанию мозжечковых симптомов со ртутным эретизмом (раздражительность, снижение памяти, бессонница, патологическая пугливость и конфузливость). Свинец вызывает психическое возбуждение, нарушение памяти и интеллекта, боли в мышцах и суставах, повреждение нервных клеток спинного мозга с параличами и другие нарушения. Марганцевая энцефалопатия развивается обычно после употребления эфедрона — кустарно изготовленного наркотического препарата, содержащего большое количество марганца. Алкоголь при регулярном его употреблении может привести к поражению периферических нервов рук и ног (алкогольная полинейропатия) и головного мозга (алкогольная энцефалопатия).

К факторам антириска формирования болезней нервной системы относятся благоприятная в экологическом отношении среда обитания, оптимальные микроклиматические условия жизнедеятельности, здоровый образ жизни, включая отсутствие вредных привычек, и другие.

Второй подход в деятельности по предупреждению болезней нервной системы, как и других заболеваний, основан на теории «трех звеньев» и предусматривает воздействие на источники образования негативных психогенных факторов (I звено); среды, расположенные между источниками образования факторов и организмом (II звено); а также на организм детей, подростков и взрослых жителей (III звено). Например, в случае с техногенными источниками I зве-

ном является промышленное предприятие, загрязняющее атмосферу вредными веществами, II звеном — воздух, через который осуществляется передача ксенобиотиков, например, ТМ, в организм человека, и III звеном — восприимчивый к загрязнителям организм человека. В случае с социальными источниками I звеном может являться источник стрессов, например, несправедливый чиновник, II звеном — социальная среда (общество, коллектив) и III звеном — восприимчивый к стрессам человек.

Мероприятия, основанные на теории «трех звеньев», в принципиальном отношении предусматривают разрыв (нарушение) путей передачи вредных факторов от источника их образования в организм человека и/или прекращение (ослабление) интенсивности воздействия определенных факторов, а также повышение невосприимчивости жителей к вредному воздействию этих факторов. К важным мероприятиям, направленным на III звено системы, относятся соблюдение детьми, подростками и взрослыми здорового образа жизни, квалифицированное медицинское обслуживание с выявлением и лечением первых (на функциональном уровне) признаков отклонений в состоянии здоровья, формирование психологической подготовленности населения противостоять возможным негативным психогенным факторам среды жизнедеятельности и другие.

Третий подход — это мероприятия, разделенные на группы с целью осуществления первичной, вторичной и третичной профилактики ухудшения состояния здоровья и предупреждения заболеваний нервной системы.

Первичная профилактика — это предупреждение возникновения заболеваний нервной системы и ухудшения ее функциональных показателей. Критерии первичной профилактики: первичная заболеваемость детей, подростков и взрослых жителей болезнями VI класса по МКБ-10, а также различные отклонения от нормы показателей функционирования центральной нервной системы (ЦНС) и периферической нервной системы, которые могут являться предшественниками заболеваний VI класса. Наиболее важным мероприятием первичной профилактики болезней нервной системы является эффективная пропаганда здорового образа жизни среди населения различных возрастных, социальных и профессиональных групп.

Вторичная профилактика — это предупреждение перехода болезней нервной системы в хроническую стадию. Критерии вторичной профилактики: хроническая заболеваемость, патологическая пораженность, показатели распространенности заболеваний нервной системы и рецидивы этих болезней. К мероприятиям вторичной профилактики заболеваний нервной системы относятся: эффективное лечение болезней VI класса, систематическое врачебное наблюдение за пациентами, соблюдение здорового образа жизни по рекомендациям врачей неврологов, невропатологов и психиатров с учетом особенностей заболеваний.

Третичная профилактика — это предупреждение прогрессирования хронических и тяжелых форм заболеваний нервной системы, инвалидизации и летального исхода. Критерии третичной профилактики: распространенность хронических заболеваний VI класса в стадиях субкомпенсации и декомпенсации, первичная инвалидность по причине болезней нервной системы, смертность, прямо или косвенно обусловленная данной патологией. К мероприятиям третичной профилактики заболеваний нервной системы относятся: систематическое врачебное наблюдение за пациентами, применение лечебных средств с целью предупреждения острых рецидивов, суицидальных и опасных для общества элементов поведения больных, введение ограничений для каждого пациента с учетом индивидуальных особенностей течения патологического процесса.

В то же время все вышеизложенные подходы в деятельности по профилактике ухудшения здоровья и формирования заболеваний нервной системы у населения взаимосвязаны между собой.

Важно учитывать, что разработке и внедрению комплекса эффективных мероприятий по предотвращению болезней нервной системы у детей, подростков и взрослых жителей должна предшествовать оценка влияния на организм различных факторов среды жизнедеятельности. Это связано с тем, что успешное реагирование на ухудшение функциональных показателей и процесс формирования болезней нервной системы под влиянием депрессивной социальной и техногенной экологической среды возможно только при наличии объективных сведений о состоянии среды жизни и показателях здоровья населения в динамике за многолетний период. С этой целью целесообразна разработка и внедрение специального раздела «Профилактика болезней нервной системы», как составной части государственного социально-гигиенического мониторинга (СГМ) и в целом системы управления здоровьем (СУЗ). Указанный раздел должен включать, во-первых, мониторинг основных факторов среды жизнедеятельности, влияющих на здоровье; во-вторых, мониторинг показателей функционального состояния ЦНС и периферической нервной системы, а также наличия и тяжести течения болезней нервной системы у детского и взрослого населения.

С целью разработки и внедрения раздела «Профилактика болезней нервной системы» мониторинга здоровья населения необходимо определение критериев — факторов среды, влияющих на формирование болезней нервной системы. Указанные факторы внешней среды по природе возникновения относятся к следующим основным группам: техногенные экологические (содержание ксенобиотиков в атмосфере, воде, продуктах; шум и т. д.); социальные (условия труда, семейное положение, психологический климат, образ жизни и т. д.); экономические (уровень дохода, материальная обеспеченность).

К основным показателям, характеризующим функциональное состояние ЦНС и периферической нервной системы, а также наличие и тяжесть течения болезней нервной системы, подлежащих учету в процессе осуществления мониторинга, следует отнести приведенные критерии.

1. Симптомы ухудшения самочувствия (с учетом частоты и интенсивности их проявления): головная боль (в затылочной, височной, теменной и других областях головы), боли в различных частях тела (шея, грудная клетка, спина, поясница, позвоночник), головокружение, хроническая усталость, бессонница или сонливость, раздражительность, нарушение координации движений, онемение или покалывание в конечностях, слабость или паралич мышц, тремор рук или других частей тела, судороги или конвульсии, невралгия разной локализации, перепады артериального давления (смена гипертензии и гипотензии), неприятные ощущения в области сердца, тахикардия и другие.

2. Критерии функционального состояния нервной системы: результаты оценки простой и сложной зрительно-моторных реакций, координационных проб (проба Ромберга, пальценосовая проба), реакций на функциональные нагрузки (ортостатическая проба, дыхательные пробы), данные оценки сухожильных рефлексов (коленный, ахиллов) и другие.

3. Результаты комплексной диагностики болезней нервной системы: локального пальпаторного обследования позвоночника и опорно-двигательного аппарата, специальных неврологических тестов, рефлекторной диагностики, лабораторных анализов, рентгенологических исследований, ультразвукового исследования (УЗИ), электроэнцефалографии (ЭЭГ), магнитно-резонансной томографии (МРТ) и т. д.

4. Заболеваемость и распространенность заболеваний нервной системы (VI класс), в том числе отдельных групп и нозологических форм.

5. Инвалидизация и смертность от болезней VI класса.

Вышеуказанные показатели могут быть скорректированы с участием врачей неврологов и гигиенистов с использованием по-

следних достижений медицинской науки и практики.

С целью успешной деятельности по внедрению системы управления здоровьем населения по разделу «Профилактика болезней нервной системы» необходимо определить субъекты и объекты управления, представляющие единую систему взаимосвязанных звеньев. Согласно общим понятиям, субъект управления — это тот, кто управляет объектом, а объект управления — тот, кем управляют.

Применительно к деятельности по предупреждению формирования болезней нервной системы субъектами управления являются центры гигиены и эпидемиологии и их филиалы Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор) субъектов Российской Федерации, учреждения здравоохранения (больницы, поликлиники, медицинские центры) и другие, в которых работают врачи гигиенисты, неврологи, невропатологи, психиатры, и т. д., предлагающие, разрабатывающие и осуществляющие мероприятия по защите здоровья. При этом к объектам управления относятся детские и подростковые учреждения, высшие и средние специальные учебные заведения, другие учреждения, предприятия, организации, в которых воспитываются, обучаются (дети, подростки, студенты) или работают воспитатели, преподаватели, работники предприятий и сотрудники учреждений, выполняющие мероприятия по защите здоровья.

Некоторые звенья СУЗ на разных этапах работы могут выполнять поочередно функции субъектов и объектов управления здоровьем. Так, например, медицинские работники лечебно-профилактических учреждений проводят обследование пациентов, осуществляют подготовку обобщенных отчетных данных о состоянии здоровья (функция субъектов управления) с последующим участием в разработке мероприятий по предупреждению формирования болезней нервной системы (функция объектов управления) для внедрения этих мер в практическую деятельность.

С целью успешного функционирования системы управления здоровьем населения для предупреждения возникновения болезней нервной системы, как и других заболеваний, необходима разработка и внедрение соответствующего алгоритма, то есть четкой последовательности действий. В общем предусматривается следующий порядок деятельности:

– установление объектов СУЗ;

– определение субъектов СУЗ;

– разработка и внедрение мониторинга СУЗ (определение критериев мониторинга факторов, влияющих на здоровье, и показателей, характеризующих функциональное состояние нервной системы и заболеваемость этой системы, порядок подготовки и предоставления конкретных данных);

– внедрение в практическую деятельность мониторинга СУЗ;

– установление факторов риска и антириска, влияющих на функционирование нервной системы, оценка значимости этих факторов;

– на основании анализа данных мониторинга разработка конкретных адекватных мероприятий по улучшению здоровья и профилактике заболеваний нервной системы;

– внедрение в практическую деятельность мероприятий по улучшению здоровья;

– оценка гигиенической, клинической и экономической эффективности выполненных мероприятий;

– корректировка предшествующих и при необходимости разработка новых гигиенических, лечебно-профилактических, организационных и экономических мероприятий по улучшению здоровья и профилактике заболеваний нервной системы у населения.

Только комплексный подход в разработке и осуществлении всех мероприятий СУЗ может обеспечить достаточно эффективную защиту здоровья детского и взрослого населения в условиях депрессивной

социальной и техногенной экологической среды жизнедеятельности.

Выводы. Выполнены теоретическое обоснование и подготовка принципиальных положений системы управления и профилактики заболеваний нервной системы у детского и взрослого населения. В процессе разработки темы использовано понятие системы управления здоровьем (СУЗ). Изложено три принципиальных подхода в деятельности, направленной на предупреждение формирования болезней нервной системы. Предложены разработка и внедрение специального раздела «Профилактика болезней нервной системы», как составной части государственного социально-гигиенического мониторинга (СГМ) и в целом системы управления здоровьем. Определены основные показатели, характеризующие функциональное состояние ЦНС и периферической нервной системы, а также наличие и тяжесть течения болезней нервной системы, подлежащих учету в процессе осуществления мониторинга. Предложен определенный порядок действий для успешного функционирования системы управления здоровьем населения.

Список источников

1. Шевченко О. М., Штофер Л. Л. Общественное здоровье как ресурс стабильного развития российского социума: риски и угрозы // Caucasian Science Bridge. 2022. Т. 5. № 2 (16). С. 30–40. DOI: 10.18522/2658-5820.2022.2.2 EDN EBOHDJ

2. Каратаева Т. А. Здоровье населения как важный фактор экономической безопасности населения // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2018. № 5. С. 142–145. EDN YTAGST

3. Агарков В. И., Грищенко С. В., Коровина В. П. Болезни системы кровообращения среди населения урбанизированного региона. Донецк : Норд-Пресс, 2004. 167 с.

4. Гомбоева Н. Г. Здоровье населения как критерий устойчивого развития // Вестник Бурятс. Гос. ун-та. Сер.: География, геология. 2005. Вып. 5. С. 100–103.

5. Влияние факторов окружающей среды на развитие заболеваний нервной системы населения / Ш. Б. Баттакова, У. А. Аманбеков, Г. А. Миянова, М.-Д. А. Фазылова // Здоровье населения и среда обитания. 2013. № 3 (240). С. 9–11. EDN PXLTXX

6. Investigating the impact of the environment on neurodevelopmental disorder / H. Volk, M. A. Sheridan // Journal of Neurodevelopmental Disorders. 2020. Vol. 12. Iss. 1. DOI: 10.1186/s11689-020-09345-y EDN NBAAMP

7. Влияние современной образовательной среды на нервно-психическое здоровье детей школьного возраста / О. Ю. Милушкина [и др.] // Российский вестник гигиены. 2023. № 4. С. 47–56. DOI: 10.24075/rbh.2023.085 EDN ENDVEQ

10. Трошин В. Д., Погодина Т. Г., Рыжаков В. В. Расстройства центральной нервной системы типичные для участников современных боевых действий // Медицинский альманах. 2011. № 1 (14). С. 173–177. EDN NEEPTT

11. Саверская Е. Н. Коррекция неврологических нарушений в экстремальных условиях и чрезвычайных ситуациях // Журнал неврологии и психиатрии им. С. С. Корсакова. 2022. № 122 (12). С. 57–62. DOI: 10.17116/jnevro202212212157 EDN NIDZNW

12. Указ Президента Российской Федерации «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 20230 года и на перспективу до 2036 года» от 7 мая 2024 года № 309. URL: http://www.kremlin.ru/acts/bank/50542.

13. Реймерс Н. Ф. Природопользование : словарь-справочник. М.: Мысль, 1990. 637 с.

14. Советский энциклопедический словарь / под ред. А. М. Прохорова. 4-е изд. М. : Сов. Энциклопедия, 1988. 1600 с.

15. Капранов С. В. Гигиенические основы мониторинга здоровья детского населения в условиях депрессивной социальной и техногенной экологической среды жизнедеятельности : автореф. дис. ... докт. мед. наук. Донецк, 2017. 36 с.

© Капранов С. В., 2026

Рекомендована к печати зав. отд., врачом по общей гигиене Центра гигиены и эпидемиологии ЛНР в г. Алчевске (филиал) Шевчуком А. И., зав. КМНИЛ ДонГТУ Кусайко Н. П.

Статья поступила в редакцию 12.07.2026.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Капранов Сергей Владимирович, *д-р мед. наук, главный врач*
Центр гигиены и эпидемиологии в Луганской Народной Республике в г. Алчевске (филиал), г. Алчевск, Россия, e-mail: fbuz_alchevsk_87-2@mail.ru

Kapranov S. V. *(Center for Hygiene and Epidemiology in the Lugansk People's Republic in Achevsk (Branch Office), Alchevsk, Russia, e-mail: kapranov_sv0209@mail.ru)*

SET OF MEASURES FOR PREVENTING NERVOUS SYSTEM DISEASES AS A SECTION OF THE POPULATION HEALTH MANAGEMENT SYSTEM

The article presents the theoretical basis and fundamental principles of management system and prevention of the nervous system diseases of the population. In the process of topic development, the concept of a health management system (HMS) was used. Three principal approaches to activities aimed at preventing the development of the nervous system diseases are outlined. The development and implementation of a special section "Prevention of the nervous system diseases" as an integral part of the state social and hygienic monitoring (SHM) and the health management system as a whole are proposed. The main indicators characterizing the functional state of the CNS and the peripheral nervous system, as well as the presence and severity of the course of the nervous system diseases, which must be taken into account in the monitoring process, are determined. A specific procedure is proposed for the successful functioning of the public health management system.

Key words: *health management system, nervous system diseases, children and adult population.*

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Kapranov Sergey Vladimirovich, *Doctor of Medicine, Chief Physician*
Center for Hygiene and Epidemiology in the Lugansk People's Republic in Alchevsk (Branch Office), Alchevsk, Russia, e-mail: kapranov_sv0209@mail.ru

УДК 504.064.45 EDN: URQPVS

[1]Павленко А. Т., [2,*]Левченко Э. П., [1]Левченко М. Э.
[1]Луганский государственный университет им. В. Даля,
[2]Донбасский государственный технический университет
**E-mail: levchenckoeduard@yandex.ru*

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТУШЕНИЯ ЛЕСОСТЕПНЫХ ПОЖАРОВ В ДОНБАССЕ

Статья посвящена исследованию вопросов ликвидации и предупреждения лесостепных пожаров, представляющих серьёзную угрозу для экосистем Донбасса и наносящих значительный ущерб биоразнообразию, инфраструктуре и здоровью населения. Традиционные методы тушения сталкиваются с ограничениями, связанными с доступностью водных ресурсов, оперативностью реагирования и безопасностью личного состава. В связи с этим рассмотрены актуальные, новые, более эффективные и безопасные технологии тушения.

Ключевые слова: *пожары, тушение, способы тушения пожаров, процесс горения, лесостепь, БПЛА, эффективность.*

Проблема и её связь с научными и практическими задачами. Лесостепные пожары представляют серьезную угрозу для экосистем Донбасса, нанося значительный ущерб биоразнообразию, инфраструктуре и здоровью населения [1]. Традиционные методы тушения часто сталкиваются с ограничениями, связанными с доступностью водных ресурсов, оперативностью реагирования и безопасностью личного состава [2].

Донбасс, обладая уникальным лесостепным ландшафтом, подвержен высокому риску возникновения и распространения природных пожаров, особенно в условиях засушливого климата и антропогенного воздействия [3]. Лесостепные экосистемы характеризуются наличием как травянистой растительности, так и древесных насаждений, что создает сложные условия для тушения. Традиционные методы, такие как использование наземной техники и ручное тушение, зачастую оказываются недостаточно эффективными при быстром распространении огня и в труднодоступных районах. Кроме того, работа пожарных в условиях высокой температуры, задымленности и нестабильной обстановки сопряжена с повышенным риском для их жизни и здоровья [4]. В связи с этим актуальным является поиск и внедрение новых, более эффективных и безопасных технологий тушения лесостепных пожаров.

Современное пожаротушение представляет собой сложный комплекс мер, направленных на минимизацию ущерба от пожаров. Методы и средства постоянно совершенствуются, отвечая на вызовы времени — от повышения эффективности до снижения экологического воздействия [5].

Традиционно средства пожаротушения делятся на:

– водяные системы (наиболее доступные и широко используемые). Эффективность обусловлена охлаждающим и разбавляющим действием. Однако они ограничены теплотой парообразования, что снижает эффективность при тушении высокотемпературных пожаров. Кроме того, значительный объем воды может привести к вторичному ущербу;

– пенные системы (с образованием пены, различными пенообразователями), обладающие отличными изолирующими свойствами, препятствующие доступу кислорода к очагу горения. Применяются для тушения горючих жидкостей. Критическим моментом является правильный подбор пенообразователя и его концентрации, а также потенциальное загрязнение окружающей среды;

– газовые системы (самый экологичный и эффективный способ), где применение воды

или пены недопустимо. Используются инертные газы (азот, аргон) или вещества, активно взаимодействующие с химическими процессами горения (углекислый газ, ингибирующие газы). Преимущества — отсутствие следов и минимальный ущерб. Недостатками являются риск удушья при высоких концентрациях газа и необходимость герметизации помещения;

– порошковые системы, в которых пожаротушащий порошок, будучи мелкодисперсным веществом, подавляет горение путем механической блокировки доступа кислорода, а также за счет ингибирования химических реакций. Эффективен в широком диапазоне температур и для различных классов пожаров. Основной недостаток — сильное загрязнение окружающего пространства;

– аэрозольные системы, хотя и менее распространенные, но перспективные, генерирующие ингибирующий аэрозоль. Их преимущество — высокая эффективность при малых объемах огнетушащего вещества и низкая токсичность.

Однако, несмотря на многообразие существующих решений, ни одно из них не является универсальным. Выбор оптимального метода зависит от класса пожара, типа горючего материала, условий окружающей среды и предъявляемых требований к сохранению имущества. Водяные системы, будучи самыми доступными, не всегда эффективны и могут причинить значительный ущерб. Пенные системы, эффективные для легковоспламеняющихся жидкостей, имеют экологические ограничения. Газовые системы, будучи чистыми, требуют сложного оборудования и мер безопасности. Порошковые системы, несмотря на универсальность, создают проблемы с последующей очисткой.

Отсюда следует, что перспективы развития имеют комплексные, интеллектуальные системы, использующие комбинацию различных огнетушащих веществ, возможно, в сочетании с роботизированными комплексами и системами предиктивного анализа рисков [6]. Особое внимание уделяется разработке экологически безопасных огнетушащих составов и снижению вторичного ущерба от применения средств пожаротушения.

Современные исследования, направленные на поиск и разработку принципиально новых огнетушащих веществ и технологий показаны в таблице 1 [7, 8].

Несмотря на очевидные преимущества, внедрение новых методов и технических средств пожаротушения сталкивается с рядом вызовов. Высокая стоимость разработки и внедрения инновационных систем, необходимость обучения персонала, а также потребность в адаптации существующей инфраструктуры — все это требует значительных инвестиций и времени. Кроме того, важно проводить тщательные испытания и сертификацию новых огнетушащих веществ и технологий, чтобы гарантировать их безопасность и эффективность.

Таким образом, современное пожаротушение находится на пороге революционных изменений, а развитие технологий, направленных на повышение эффективности, экологичности и безопасности, обещает создание комплексных, интеллектуальных систем, способных противостоять вызовам постоянно меняющегося мира.

Помимо технологических прорывов непосредственно в тушении, повышение эффективности борьбы с лесостепными пожарами требует совершенствования системы управления и логистики. Внедрение современных систем мониторинга, таких как спутниковые снимки и стационарные датчики, позволяет получать информацию о возгораниях в режиме реального времени. Эти данные в сочетании с прогнозами погодных условий, предоставляемыми метеорологическими службами, позволяют заблаговременно принимать упреждающие меры и более эффективно распределять ресурсы.

Разработка единой цифровой платформы для управления пожаротушением, интегрирующей информацию от всех источников, станет ключевым элементом в повышении оперативности реагирования и минимизации ущерба.

Таблица 1

Общепринятые перспективные подходы и технические средства

Исследования	Характеристика
Экологически чистые огнетушащие составы	Проведение работ по созданию новых поколений пенообразователей и газовых огнетушащих веществ, обладающих минимальным или нулевым озоноразрушающим потенциалом и парниковым эффектом в т. ч. на основе натуральных или биоразлагаемых компонентов без вреда для экологии
Системы, основанные на применении воды с добавками	Модифицированная вода, например, с добавлением специальных поверхностно-активных веществ (ПАВ) или наночастиц, демонстрирующих повышенную эффективность и изменяющих поверхностное натяжение воды, увеличивающих проникающую способность и охлаждающий эффект
Продвинутые газовые огнетушащие системы	Разработка и совершенствование системы на основе безгалогенных огнетушащих веществ, обладающих высокой эффективностью при низких концентрациях, быстрым испарением и не оставляющих следов
Роботизированные комплексы и дроны	Способность работы в условиях повышенного риска для человека, подавление огня в труднодоступных местах, проведение разведки и оценки обстановки. Использование для мониторинга пожара, доставки огнетушащих средств или создания водяных завес
Интеллектуальные системы управления пожаротушением	Интеграция датчиков, искусственного интеллекта и систем машинного обучения для создания «умных» систем, способных в реальном времени анализировать ситуацию, прогнозировать развитие пожара и автоматически выбирать наиболее оптимальный способ и средство тушения, что повышает оперативность реагирования и минимизирует ущерб

Несмотря на развитие технологий, человеческий фактор остается одним из определяющих в успешности тушения пожаров. Регулярное повышение квалификации пожарных, в том числе с использованием симуляторов и современных методик обучения, направленных на отработку действий в условиях лесостепной местности, является критически важным. Особое внимание следует уделить тренировкам по использованию нового оборудования, включая БПЛА и перспективные системы воздействия на пламя. Формирование команд, способных быстро адаптироваться к меняющейся обстановке и принимать нестандартные решения, повысит общую боеспособность пожарных подразделений.

Целью работы является анализ возможностей современных стратегий борьбы с пожарами в лесостепных зонах Донбасса: повышение результативности и безопасности посредством внедрения беспилотных летательных аппаратов и передовых технологий.

Объектом исследования являются технологии и способы пожаротушения, основанные на новых эффективных решениях.

Предмет исследования — особенности создания и реализации экологических способов пожаротушения.

Задачи исследования — анализ методик борьбы с огнем путем сопоставления разнообразных приспособлений и методов ликвидации возгораний.

Методика исследования. Анализ методик и инструментов, применяемых для ликвидации возгораний, с детальным рассмотрением их достоинств и уязвимостей.

Изложение материала. Эффективное тушение лесостепных пожаров напрямую зависит от климатических факторов [9], а также наличия и своевременной доставки воды. В условиях Донбасса, где доступ к естественным водоемам может быть ограничен, необходимо активно использовать дополнительные источники водоснабжения:

– развертывание временных резервуаров вблизи очагов возгорания, а также использование специализированных пожарных автоцистерн большой емкости;

– использование существующих прудов, водохранилищ, а также создание временных дамб для накопления воды;

– сбор дождевой воды в периоды осадков в специальные емкости;

– использование грунтовых вод за счет бурения временных скважин.

Управление пожаротушением должно быть максимально оперативным и основанным на точной информации. В этом контексте ключевую роль играют основные типы управления, показанные в таблице 2.

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) открывают новые горизонты в обеспечении безопасности пожарных и повышении эффективности тушения лесостепных пожаров [10]. Их применение может быть многоаспектным и включать в себя такие направления:

1. Разведка и мониторинг:

– тепловизионная съемка. Обнаружение скрытых очагов возгораний, определение границ пожара, выявление тлеющих участков и оценка интенсивности горения даже в условиях плотного задымления. Это дает возможность пожарным избежать опасных зон и сосредоточить усилия на наиболее критических участках;

– визуальная разведка. Передача видео в реальном времени с предоставлением операторам полной картины происходящего, включая рельеф местности, наличие препятствий и пути эвакуации;

– картографирование. Создание точных карт пожара и прилегающей территории, что облегчает планирование действий и логистику.

2. Оценка рисков и оповещение на основе идентификации опасных зон [11]. Обнаружение участков с высокой концентрацией горючих материалов, неустойчивым рельефом или потенциальной угрозой обрушения и передача этой информации пожарным для принятия мер предосторожности.

3. Оповещение населения. В случае угрозы населенным пунктам трансляция предупреждений и инструкций по эвакуации.

4. Поддержка тушения:

– точечное применение огнетушащих веществ на основе систем сброса небольших объемов огнетушащих веществ на труднодоступные или особо опасные участки, где применение наземной техники затруднено;

– создание минерализованных полос. Для точечного нанесения огнезащитных составов или создания небольших минерализованных полос.

5. Мониторинг состояния пожарных:

– отслеживание местоположения пожарных команд, что критически важно в условиях плохой видимости или при внезапном изменении обстановки;

– оценка состояния здоровья с использованием носимых датчиков, передающих информацию о физиологическом состоянии пожарных (температура тела, пульс), сигнализирующих о перегреве или других проблемах.

Таблица 2

Система управления пожаротушения

Тип	Решаемые задачи
Системы мониторинга	Использование спутниковых данных, наземных датчиков и метеорологических станций для прогнозирования возникновения и распространения пожаров
Информационные центры	Создание единых центров управления, где собирается и анализируется вся информация о пожаре, включая его локализацию, интенсивность, направление распространения и наличие угрозы для населенных пунктов и инфраструктуры
Координация действий	Четкое распределение задач между различными подразделениями, включая наземные службы, авиацию и БПЛА (будет рассмотрено далее)

Одним из перспективных направлений является воздействие на процесс горения на молекулярном уровне, где горение — это цепная реакция, в которой участвуют ионы и радикалы. Воздействие на эти частицы может привести к ингибированию (замедлению) или полному прекращению реакции.

Инновационные подходы могут распространяться не только на само тушение, но и на профилактику лесостепных пожаров. Это включает в себя разработку и внедрение систем раннего обнаружения возгораний, проведения разъяснительной работы среди населения о мерах пожарной безопасности, а также создание противопожарных разрывов и минерализованных полос. Совершенствование законодательной базы, направленной на предотвращение несанкционированных выжиганий и повышение ответственности за нарушение правил пожарной безопасности также играет важную роль в снижении общего числа возгораний.

Проблема лесостепных пожаров является актуальной для многих регионов мира. Установление тесного международного сотрудничества в области обмена передовым опытом, технологиями и лучшими практиками тушения пожаров может значительно ускорить внедрение инновационных подходов в Донбассе. Совместные учения, конференции и научные исследования позволят эффективно решать проблемы, возникающие при борьбе с масштабными природными катаклизмами, а также привлечь дополнительные ресурсы для их решения.

Реализация вышеупомянутых инновационных подходов требует значительных инвестиций. Необходима разработка комплексных программ долгосрочного финансирования, включающих как государственные, так и частные источники. Инвестирование в исследования, разработку и внедрение новых технологий, а также в обучение персонала позволит создать эффективную систему противодействия лесостепным пожарам, которая будет отвечать вызовам времени и обеспечивать безопасность природных ресурсов региона.

Помимо технологических прорывов непосредственно в тушении, повышение эффективности борьбы с лесостепными пожарами требует совершенствования системы управления и логистики [12]. Внедрение современных систем мониторинга, таких как спутниковые снимки и стационарные датчики, позволяет получать информацию о возгораниях в режиме реального времени. Эти данные в сочетании с прогнозами погодных условий, предоставляемыми метеорологическими службами, позволяют заблаговременно принимать упреждающие меры и более эффективно распределять ресурсы. Разработка единой цифровой платформы для управления пожаротушением, интегрирующей информацию от всех источников, станет ключевым элементом в повышении оперативности реагирования и минимизации ущерба.

Несмотря на развитие технологий, человеческий фактор остается одним из определяющих в успешности тушения пожаров. Формирование команд, способных быстро адаптироваться к меняющейся обстановке и принимать нестандартные решения, повысит общую боеспособность пожарных подразделений [13]. Профилактика и снижение рисков возгораний, инновационные подходы должны распространяться не только на само тушение, но и на профилактику лесостепных пожаров. Это включает в себя разработку и внедрение систем раннего обнаружения возгораний, проведение разъяснительной работы среди населения о мерах пожарной безопасности, а также создание противопожарных разрывов и минерализованных полос. Перспективным направлением является роботизация и автоматизация процессов тушения. Разработка автономных пожарных роботов, способных работать в условиях высокой температуры и задымленности, значительно снизит риск для жизни и здоровья пожарных. Интеграция таких роботов с системами искусственного интеллекта позволит им самостоятельно оценивать обстановку, выбирать оптимальные такти-

ки тушения и координировать свои действия с другими единицами техники и личным составом. Особое внимание уделяется системам дистанционного воздействия на пламя, в т. ч. использование дронов-распылителей с водой или огнетушащими составами, которые могут оперативно локализовать очаги возгорания на труднодоступных участках.

Дальнейшее совершенствование мониторинга и прогнозирования возможно за счет глубокого анализа больших данных. Совмещение информации со спутников, наземных датчиков, метеостанций, а также исторических данных о пожарах и их причинах позволяет создавать высокоточные модели рисков. Эти модели могут предсказывать вероятность возникновения возгораний в определенных районах, прогнозировать их возможное распространение и скорость, а также определять наиболее уязвимые территории. Такая предиктивная аналитика дает возможность заблаговременно проводить профилактические мероприятия, мобилизовать ресурсы и разрабатывать эффективные планы реагирования.

Защита личного состава — это непрерывный процесс совершенствования. Разработка новых легких и прочных материалов для защитной одежды, способных выдерживать экстремальные температуры и обеспечивать лучшую вентиляцию, является приоритетной задачей. Интеграция в экипировку датчиков контроля состояния пожарного (пульс, температура тела, содержание кислорода), в том числе на основе использования интеллектуальных касок [14], позволит оперативно оценивать его самочувствие и принимать меры в случае критических ситуаций. Улучшение средств связи и навигации, в том числе с использованием носимых устройств, обеспечит постоянную координацию действий и повысит ситуационную осведомленность каждого пожарного.

Ключевыми направлениями развития в борьбе с лесостепными пожарами являются:

– экологически чистые огнетушащие составы: с минимальным воздействием на озоновый слой и парниковый эффект, а также с использованием биоразлагаемых компонентов или наночастиц для повышения проникающей способности и охлаждающего эффекта;

– совершенствование безгалогенных огнетушащих веществ, эффективных при низких концентрациях;

– роботизированные комплексы и дроны, позволяющие проводить разведку и мониторинг (включая тепловизионную съемку), оценивать риски, оповещать население, поддерживать тушение (точечное применение огнетушащих веществ, создание минерализованных полос) и даже мониторить состояние пожарных;

– интеллектуальные системы управления пожаротушением на основе искусственного интеллекта и машинного обучения для анализа ситуации в реальном времени, прогнозирования развития пожара и автоматического выбора оптимальных методов тушения.

Выводы и направление дальнейших исследований. Лесостепные пожары в Донбассе представляют собой серьезную и многогранную угрозу, требующую комплексного и инновационного подхода к борьбе с ними. Традиционные методы тушения, несмотря на их доступность, сталкиваются с существенными ограничениями, связанными с нехваткой водных ресурсов, оперативностью реагирования и безопасностью личного состава. Уникальный ландшафт Донбасса, сочетающий лесные массивы и степные зоны, в условиях засушливого климата и антропогенного воздействия особенно уязвим для возникновения и быстрого распространения огня.

Современное пожаротушение находится на пороге революционных изменений [15], движимых необходимостью повышения эффективности, экологичности и безопасности. Анализ существующих огнетушащих систем (водяных, пенных, газовых, порошковых, аэрозольных) показывает, что ни одна из них не является универсальной. Каждая имеет свои преимущества и недо-

статки, что подчеркивает актуальность разработки комплексных, интеллектуальных систем, способных комбинировать различные огнетушащие вещества и использовать роботизированные комплексы.

Помимо технологических прорывов, критически важным является совершенствование системы управления и логистики. Внедрение современных систем мониторинга (спутниковые снимки, стационарные датчики) и создание единой цифровой платформы для управления пожаротушением позволят повысить оперативность реагирования и минимизировать ущерб.

Необходимо также уделять внимание дополнительным источникам водоснабжения, повышению квалификации пожарных, разработке систем раннего обнаружения, международному сотрудничеству и комплексным программам долгосрочного финансирования для исследований, разработки и внедрения новых технологий, а также обучения персонала.

В целом эффективное противодействие лесостепным пожарам в Донбассе требует перехода к комплексным, интеллектуальным и экологически безопасным технологиям, интегрированным в совершенствованные системы мониторинга и управления, с обязательным учетом человеческого фактора и профилактических мер.

Список источников

1. Белов А. Н. Лесные пожары, как угроза пожарной безопасности: современное состояние и предупреждение // Вестник экономики, управления и права. 2023. Т. 16. № 1. С. 62–69. EDN DHJWFB

2. Красногрудов А. В., Рыбаков А. А., Павленко А. Т. О разработке математической модели классификации профессионального риска на пожаро- и взрывоопасных объектах на основе статистического анализа // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2026. Т. 15. № 1 (73). С. 158–163. EDN GTXNWR

3. Основные аспекты технической организации мер предотвращения лесных пожаров / Э. П. Левченко, В. Ю. Малкин, А. Г. Макаревич, М. Э. Левченко // Экологический вестник Донбасса. 2022. Вып. 6. С. 45–53. EDN ERBAUR

4. Левченко Э. П., Давиденко В. А., Ноженко А. А. Безопасность жизнедеятельности. Лабораторно-практические работы : учебное пособие. Алчевск : ООО «Вифлеем». 2020. 260 с.

5. Кимстач И. Ф., Девлищев П. П., Евтюшкин Н. М. Пожарная тактика. М. : Стройиздат, 1984. 590 с.

6. Перспективные направления автоматизированного управления тушения источников возгорания / Э. П. Левченко [и др.] // 65 лет ДонГТИ. Наука и практика. Актуальные вопросы и инновации : сборник тезисов докладов юбилейной международной научно-технической конференции. Алчевск: ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ», 2022. Ч. 2. С. 221–223. EDN GUSZSW

7. Дополнительные источники водозабора для тушения лесостепных пожаров в Перевальском районе / Э. П. Левченко [и др.] // Экологический вестник Донбасса. 2024. Вып. 1 (11). С. 3–11. EDN XONEDW

8. Повышение эффективности борьбы с пожарами на основе автоматизации процесса тушения / Э. П. Левченко [и др.] // Обеспечение безопасности: производственной, пожарной, экологической : материалы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Ростов н/Д : Донской государственный технический университет, 2025. С. 216–218. EDN MEJZAH

9. Левченко Э. П. Перспективы управления агрегатным состоянием водных ресурсов на основе глобального потепления климата // Экологический вестник Донбасса. 2021. Вып. 2. С. 28–37. EDN NMPGKV

10. Павленко А. Т., Красногрудов А. В., Красногрудова Е. Е. Комплексная методология управления безопасностью труда специалистов по аэросвязи и наземного обеспечения МЧС при реализации высокотехнологичных проектов аэронавигационного сопровождения // Вестник

Луганского государственного университета имени Владимира Даля. Серия: Технические науки. 2025. № 3 (4). С. 66–77. EDN JYDYFK

11. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2026612278 Рос. Федерация. Программа для классификации и ранжирования доминирующих факторов профессионального риска для личного состава пожарно-спасательных подразделений при ликвидации техногенных аварий / А. Т. Павленко. № 2026611108 ; заявл. 20.01.2026 ; опубл. 27.01.2026, Бюл. № 2. 1 с. EDN KWWLKL

12. Копец Ю. В., Павленко А. Т., Малкин В. Ю. Логико-вероятностная модель оценки интегральной защищенности персонала предприятий по обращению с твердыми коммунальными отходами с использованием технологий пиролиза // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2026. Т. 15. № 1 (73). С. 134–139. EDN OKKXRA

13. Павленко А. Т. О создании научно-методических основ рискориентированного обеспечения безопасности труда личного состава аварийно-спасательными пожарных подразделений // Вестник луганского государственного университета имени Владимира Даля. Серия: Технические науки. № 4 (5). 2025. С. 49–56. EDN EZOKOX

14. Малкин В. Ю., Павленко А. Т., Красногрудов А. В. Разработка и использование интеллектуальных касок для контроля состояния здоровья сотрудников МЧС во время проведения аварийно-спасательных работ // Строительные и дорожные машины. № 9. 2025. С. 136–145. EDN MZQPAU

15. Пермяков А. В. Разработка электрического способа тушения пожара на газопроводах низкого давления : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Уфа : НГТУ, 2019. 24 с.

© Павленко А. Т. Левченко М. Э., 2026
© Левченко Э. П., 2026

Рекомендована к печати к.фарм.н., доц., зав. каф. ЭБЖ ДонГТУ Фёдоровой В. С., д.т.н., проф. каф. пожарной безопасности ЛГУ им. В. Даля Филатьевым М. В.

Статья поступила в редакцию 30.05.2026.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Павленко Александр Тимофеевич, *заместитель директора института гражданской защиты*
Луганский государственный университет им. В. Даля,
г. Луганск, Россия

Левченко Эдуард Петрович, *канд. техн. наук, доцент каф. экологии и безопасности жизнедеятельности*
Донбасский государственный технический университет,
г. Алчевск, Россия, e-mail: levchenckoeduard@yandex.ru

Левченко Максим Эдуардович, *студент*
Луганский государственный университет им. В. Даля,
г. Луганск, Россия

Pavlenko A. T. *(Lugansk State University named after V. Dahl, Lugansk, Russia)*, ***Levchenko E. P.** *(Donbass State Technical University, Alchevsk, Russia, *e-mail: levchenckoeduard@yandex.ru)*, **Levchenko M. E.** *(Lugansk State University named after V. Dahl, Lugansk, Russia)*

ENVIRONMENTAL AND TECHNOLOGICAL ASPECTS OF FIREFIGHTING FOREST-STEPPE FIRES IN DONBASS

The article is devoted to studying the issues of elimination and prevention forest-steppe fires, which pose a serious threat to the ecosystems of Donbass and cause significant damage to biodiversity, infrastructure and public health. Traditional firefighting methods face limitations related to water

resource availability, response time and personnel safety. In this regard, the article explores current, innovative and more efficient and safe firefighting technologies.

Key words: *fires, firefighting, firefighting methods, combustion behavior, forest-steppe, UAV, efficiency.*

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Pavlenko Aleksandr Timofeevich, *Deputy Director of the Institute of Civil Defense*
Lugansk State University named after V. Dahl,
Lugansk, Russia

Levchenko Eduard Petrovich, *PhD in Engineering, Assistant Professor of the Department of Ecology and Life Safety*
Donbass State Technical University,
Alchevsk, Russia, e-mail: levchenckoeduard@yandex.ru

Levchenko Maxim Eduardovich, *Student*
Lugansk State University named after V. Dahl,
Lugansk, Russia

УДК 502.175+504.3.054+614.71 EDN: VULSBU

Долгих В. П., *Никишина И. А.
Донбасский государственный технический университет
**E-mail: nik1.ir@yandex.ru*

ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА И ПЫЛЕВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СЕЛИТЕБНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА АЛЧЕВСКА

В статье рассматриваются актуальные вопросы оценки качества атмосферного воздуха в крупных промышленных центрах. На примере города Алчевска анализируется современное состояние системы мониторинга, выявляются ее основные недостатки в контексте контроля мелкодисперсной пыли и загрязнения от автотранспорта. Проведен анализ данных наблюдений за период 2024–2025 гг. за концентрациями формальдегида и взвешенных веществ. Обоснована необходимость совершенствования системы наблюдений с учетом фракционного состава пыли (PM2.5, PM10) и влияния дорожной пыли на здоровье населения. Определены направления дальнейших исследований для разработки мероприятий по снижению пылевой нагрузки.

Ключевые слова: *дорожная пыль, атмосферный воздух, мониторинг, промышленный город, взвешенные вещества, мелкодисперсные частицы, ПДК, экологическая безопасность.*

Проблема и её связь с научными и практическими задачами. В условиях роста техногенной нагрузки на окружающую среду вопросы экологической безопасности городов приобретают первостепенное значение. В Российской Федерации, где 74 % населения проживает в городах и на прилегающих к ним территориях, проблема качества атмосферного воздуха стоит особенно остро. Около 17,1 млн человек (17 % городского населения страны) проживает на территориях с высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха [1, 2].

Особого внимания требуют города с развитой металлургической промышленностью, где пыль является одной из наиболее значимых форм загрязнения. Пыль, содержащая тяжелые металлы и полициклические ароматические углеводороды, оказывает прямое негативное воздействие на здоровье населения. Особую опасность представляют мелкодисперсные фракции — PM2.5, PM10. Они способны проникать в нижние дыхательные пути и кровеносную систему [3–5].

Одним из таких городов является город Алчевск — крупный промышленный центр, где располагается одно из крупнейших предприятий черной металлургии в Донбассе и южной части России — Алчевский металлургический комбинат, входящий в состав производственного холдинга ООО «Южный горно-металлургический комплекс». На комбинате реализуется весь производственный металлургический цикл: от производства до металлопроката.

Выброс пыли в расчете на 1 тонну передельного чугуна составляет 4,5 кг. Так, например, источник [6] сообщает, что объемы выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух предприятием в 2011 г. составили 83 тыс. тонн, а объемы выбросов в I полугодии 2012 г. оценены в 52,4 тыс. тонн. Предприятие занимается созданием мер по урегулированию данной ситуации и созданию благоприятных условий для населения.

Согласно статье [7] Луганского информационного центра от 20.07.2025 года Алчевский металлургический комбинат планирует до 2035 года сократить промышленные выбросы в атмосферу за счет строительства новой аглофабрики. Это позволит улучшить сырьевые условия, увеличить объем производства, она будет оснащена современными системами пылеулавливания и газоочистки, которые позволят сократить выбросы вредных веществ в атмосферу.

Однако помимо промышленности в городе преобладает интенсивное движение транспорта, что влечет за собой загрязнение атмосферного воздуха и приземного слоя дорожной пылью. Дороги являются линейными источниками выбросов загрязняющих веществ. Наряду с отработавшими газами и не полностью сгоревшим топливом основными источниками загрязнения являются антигололедная смесь в зимний период, а также продукты истирания органических вяжущих материалов, входящих в состав дорожного покрытия и автомобильных шин. По ряду оценок выбросы от автомобильного транспорта в атмосферу городов составляют до 70 % от общего объема загрязнений.

Постановка проблемы. В состав дорожной пыли входят минеральные частицы, песок и глина, частицы металлов, органические соединения и другие вещества. В качестве загрязняющих веществ выступают тяжёлые металлы, полициклические ароматические углеводороды, пестициды, сажа и микропластик.

Для определения степени вредности пыли важное учитывать размер ее частиц. Особое внимание следует уделить содержанию частиц размером менее 10 мкм. Мелкодисперсная пыль может вызывать аллергические реакции, снижение иммунитета, респираторные и сердечно-сосудистые заболевания. Особенно уязвимы люди с заболеваниями лёгких или сердца, а также люди пожилого возраста и дети. Поэтому одним из приоритетных направлений в настоящее время должен стать учет загрязнения воздуха городской среды мелкодисперсными твердыми частицами. При решении данного вопроса важен комплексный подход к определению концентрации и дисперсного состава пыли в воздухе городской среды, а также формирование системы мониторинга и разработка мероприятий по снижению пылевой нагрузки в селитебных зонах.

Важность проведения подобных исследований подчеркивается реализацией федерального проекта «Чистый воздух», среди ключевых задач которого является поэтапное снижение к 2036 году в два раза выбросов опасных загрязняющих веществ, оказывающих наибольшее негативное воздействие на окружающую среду и здоровье человека в городах с высоким и очень высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха. Сейчас такая работа идёт по федеральному проекту «Чистый воздух»: в 12 городах — промышленных центрах за четыре года опасные выбросы снижены более чем на 13 %. С 2023 года перечень городов, где воздух необходимо «улучшить», пополнился ещё 29 новыми участниками. В новых городах в настоящее время проходят сводные расчёты загрязнения атмосферного воздуха [8].

Целью данной работы является анализ существующей системы мониторинга качества атмосферного воздуха в г. Алчевске, выявление ее недостатков в части контроля пылевого загрязнения и определение перспективных направлений для ее совершенствования.

Задачи исследования:

– проанализировать современное техническое состояние сети мониторинга в г. Алчевске;

– оценить уровень загрязнения воздуха по данным стационарных постов за 2024–2025 гг.;

– выявить роль дорожной пыли и автотранспорта в формировании общей пылевой нагрузки;

– определить недостатки текущей системы наблюдений;

– сформулировать направления дальнейших исследований по оценке рисков для здоровья населения.

Методика исследования. Для решения поставленных задач использовался комплекс методов, среди которых аналитический обзор, статистический анализ вторичных данных, графический метод.

Изложение материала. Для реализации поставленной цели был выполнен анализ данных мониторинга загрязнения атмосферного воздуха на территории деятель-

ности ФГБУ «УГМС по ЛНР» в городе Алчевске на 4 пунктах наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха (ПНЗ). ПНЗ расположены в жилых районах, вблизи автомагистралей и крупных промышленных объектов. Режим наблюдений 6-дневный, отбор проб воздуха в срок 07 и 13 часов — ручной, в 01 и 19 часов — автоматический.

Программой работ Государственной сети наблюдений предусматривается определение 11 загрязняющих веществ и 8 тяжелых металлов (табл. 1).

Для оценки качества загрязнения атмосферного воздуха используются показатели СИ (стандартный индекс) и НП (наибольшая повторяемость в %).

Градации загрязнения воздуха по данным показателям приведены в таблице 2.

На основании бюллетеней загрязнения окружающей среды, представленных ФГБУ «УГМС по ЛНР» по Луганской Народной Республике, была выполнена выборка данных в период 2024–2025 гг. Данные приведены в таблицах 3 и 4.

Для сравнения данных уровня загрязнения окружающей среды в 2024 и 2025 гг. были построены графики значений СИ и НП по месяцам (рис. 1, 2).

Приведенные значения свидетельствуют, что качество воздуха в г. Алчевске систематически оценивается как повышенное и высокое. Наблюдается устойчивое превышение среднесуточных ПДК формальдегида. Максимальные значения зафиксированы в августе 2024 года (3,6 ПДК) и августе-сентябре 2025 года (до 3,38 ПДК).

Это указывает на наличие мощных источников эмиссии формальдегида (металлургия, автотранспорт, возможно, наличие вторичных фотохимических реакций). Превышения ПДК взвешенных веществ фиксируются регулярно (до 1,42 ПДК в мае 2024 г. и 1,13 ПДК в августе 2025 г.).

Важно отметить, что данные приведены для взвешенных частиц без разделения на фракции PM 2.5 и PM10, что является существенным недостатком, так как оценка риска для здоровья без учета дисперсности частиц не является полной.

Таблица 1

Перечень загрязняющих веществ, за которыми осуществляется контроль загрязнения атмосферного воздуха

Наименование		
Основные	Специфические	Тяжелые металлы
Взвешенные вещества	Пыль каменного угля	Железо
Диоксид серы	Формальдегид	Кадмий
Диоксид азота	Фторид водорода	Марганец
Оксид азота	Сероводород	Медь
Оксид углерода	Фенол	Никель
	Бензапирен	Свинец
		Хром
		Цинк

Таблица 2

Градации загрязнения воздуха по стандартному индексу (СИ) и наибольшей повторяемости (НП)

СИ	НП
0–1 — I градация, низкое загрязнение	0 — низкое загрязнение
2–4 — II градация, повышенное загрязнение	1–19 — повышенное загрязнение
5–10 — III градация, высокое загрязнение	20–49 — высокое загрязнение
более 10 — IV градация, очень высокое загрязнение	более 50 — очень высокое загрязнение

Таблица 3

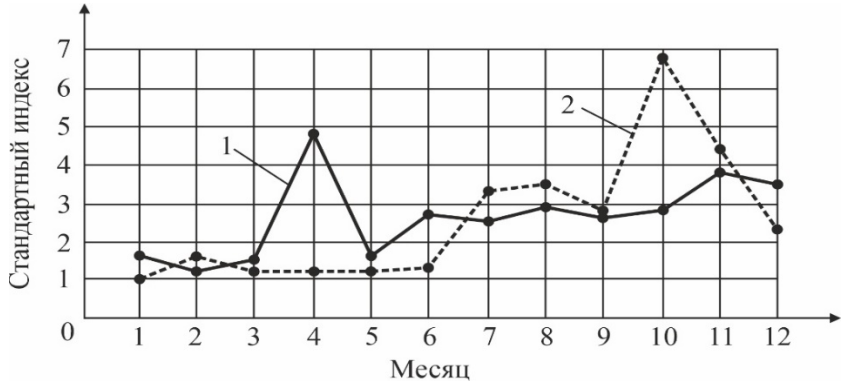
Данные мониторинга окружающей воздушной среды г. Алчевска за 2024 год

Месяц	2024 год				
	Степень загрязнения атмосферного воздуха	СИ	НП, %	Взвешенные вещества (ПДК с.с.)	Формальдегид (ПДК с.с.)
Январь	низкая	1,0	0	1,17	1,3
Февраль	повышенная	1,6	4,2	1,04	1,35
Март	повышенная	1,2	2,0	–	1,21
Апрель	повышенная	1,2	4,3	1,01	1,33
Май	повышенная	1,2	4,8	1,42	1,0
Июнь	повышенная	1,3	2,1	1,1	1,0
Июль	повышенная	3,3	9,4	1,3	1,0
Август	повышенная	3,5	4,6	–	3,6
Сентябрь	повышенная	2,8	7,1	1,1	2,3
Октябрь	высокая	6,8	1,1	–	1,65
Ноябрь	повышенная	4,4	1,4	–	1,24
Декабрь	повышенная	2,3	0,9	–	1,4

Таблица 4

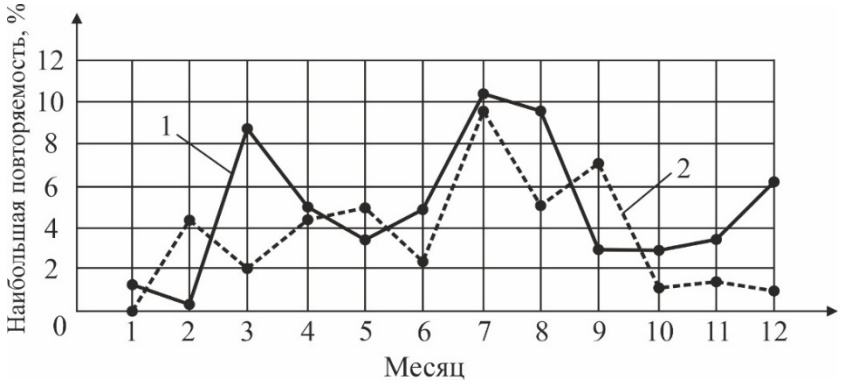
Данные мониторинга окружающей воздушной среды г. Алчевска за 2025 год

Месяц	2025 год				
	Степень загрязнения атмосферного воздуха	СИ	НП, %	Взвешенные вещества (ПДК с.с.)	Формальдегид (ПДК с.с.)
Январь	повышенная	1,6	1,4	–	1,28
Февраль	низкая	1,2	0,1	–	1,37
Март	повышенная	1,5	8,3	–	1,81
Апрель	повышенная	4,8	4,9	1,1	1,50
Май	повышенная	1,6	3,8	1,12	1,49
Июнь	повышенная	2,7	4,8	1,0	2,25
Июль	повышенная	2,5	10,1	–	3,24
Август	повышенная	2,9	9,6	1,13	3,38
Сентябрь	повышенная	2,6	2,9	1,11	3,02
Октябрь	повышенная	2,8	2,8	–	1,56
Ноябрь	повышенная	3,8	3,4	–	1,37
Декабрь	повышенная	3,5	6,1	–	1,34



1 — данные за 2025 год; 2 — данные за 2024 год

Рисунок 1 — Графики значений СИ в период 2024–2025 гг.



1 — данные за 2025 год; 2 — данные за 2024 год

Рисунок 2 — Графики значений НП, % в период 2024–2025 гг.

Также установлено, что существующая система мониторинга не в полной мере учитывает специфику пылевого загрязнения от линейных источников (автодорог). Дорожная пыль является сложной смесью, включающей не только почвенные частицы, но и продукты истирания шин, дорожного покрытия и антигололедных реагентов. В условиях города, где транспортная нагрузка растет, вклад дорожной пыли в общую запыленность может быть сопоставим с промышленным.

На основе проведенного анализа мониторинга и имеющихся ранее проведенных исследований можно сформулировать три основные проблемы:

1) отсутствие в программе регулярных наблюдений за частицами PM2.5 и PM10, несмотря на их доказанную опасность для здоровья;

2) отсутствие единой автоматизированной системы, объединяющей данные промышленных предприятий, транспортных служб и природоохранных ведомств;

3) недостаточный учет метеорологических условий (безветренные дни, температурные инверсии), усугубляющие застойные явления и накопление примесей в приземном слое.

В связи с этим приоритетными направлениями становятся:

1) натурные исследования дисперсного состава атмосферной пыли с определением фракций PM2.5 и PM10, которые в настоящее время не контролируются системой мониторинга, но представляют наибольшую опасность для здоровья населения;

2) проведение химического анализа дорожной пыли для идентификации в ее составе специфических маркеров автотранспорта, среди которых сажа, тяжелые металлы, микропластик, что позволит оценить вклад линейных источников в общую пылевую нагрузку селитебных территорий;

3) разработка эффективных мероприятий по снижению пылевой нагрузки и улучшению качества воздуха для жизни населения в рамках реализации федерального проекта «Чистый воздух».

Список источников

1. Ерофеев Б. В. Экологическое право России. Общая часть : учебник для вузов. М. : Издательство Юрайт, 2024. 230 с. EDN GLAUFF

2. Трохимчук К. А., Журавлев В. В. Исследование загрязнения мелкодисперсной пылью воздушной среды урбанизированных территорий юга России // Инженерный вестник Дона. 2022. № 2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2022/7434. EDN GLAUFF

3. Барикаева Н. С. Совершенствование системы мониторинга загрязнения воздуха придорожных территорий городов мелкодисперсной пылью : дис. ... канд. техн. наук. Волгоград, 2017. 159 с.

4. Федорова В. С. Дорожная пыль как негативный фактор загрязнения окружающей среды // Экологический вестник Донбасса. 2025. № 2 (15). С. 27–36. EDN OGRVMT

5. Просвирякова И. А., Шевчук Л. М. Гигиеническая оценка содержания твердых частиц PM10 и PM2.5 в атмосферном воздухе и риска для здоровья жителей в зоне влияния выбросов стационарных источников промышленных предприятий // Анализ риска здоровью. 2018. № 2. С. 14–22. DOI: 10.21668/health.risk/2018.2.02 EDN XRNWHJ

6. Алчевский меткомбинат за полгода выбросил в атмосферу 52,4 тыс. тонн загрязняющих веществ [Электронный ресурс] // Экология производства : [сайт]. [2026]. URL: https://www.ecoindustry.ru/news/view/34141.html (дата обращения: 15.04.2026).

7. Новая аглофабрика АМК сократит промышленные выбросы в атмосферу [Электронный ресурс] // Луганский информационный центр : [сайт]. [2026]. URL: https://lug-info.ru/news/novaja-aglofabrika-amk-sokratit-promyshlennye-vybrosy-v-atmosferu/ (дата обращения: 20.04.2026).

8. Владимир Путин определил национальные цели развития в экологической сфере [Электронный ресурс] // Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации : [сайт]. [2026]. URL: https://www.mnr.gov.ru/press/news/vladimir_putin_opredelil_natsionalnye_tseli_razvitiya_v_ekologicheskoy_sfere/ (дата обращения: 15.04.2026).

© Долгих В. П., Никишина И. А., 2026

Рекомендована к печати к.фарм.н., доц., зав. каф. ЭБЖ ДонГТУ Фёдоровой В. С., начальником службы экологической безопасности и производственной санитарии управления охраны труда и промышленной безопасности ЮГМК Красноносом Н. Н.

Статья поступила в редакцию 17.03.2026.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Долгих Виталий Павлович, *канд. техн. наук, научный руководитель Молодежной научно-исследовательской лаборатории геоэкологии и прикладной химии*
Донбасский государственный технический университет,
г. Алчевск, Россия

Никишина Ирина Александровна, *старший преподаватель каф. высшей математики и естественных наук*
Донбасский государственный технический университет,
г. Алчевск, Россия, e-mail: nik1.ir@yandex.ru

Dolgikh V. P., *Nikishina I. A. *(Donbass State Technical University, Alchevsk, Russia, *e-mail: nik1.ir@yandex.ru)*

PROBLEMS OF MONITORING ATMOSPHERIC AIR QUALITY AND DUST POLLUTION IN THE RESIDENTIAL DISTRICTS OF THE INDUSTRIAL ALCHEVSK CITY

The article addresses current issues of assessing atmospheric air quality in the major industrial centers. Using the Alchevsk city as a case of study, the article analyzes the current state of the monitoring system and identifies its primary shortcomings regarding the control of fine particulate matter and vehicular emissions. An analysis of observational data on formaldehyde and suspended matters concentrations for the 2024–2025 period is presented. It justifies the necessity to improve the monitoring system by accounting the fractional composition of dust (PM2.5, PM10) and the impact of road dust on public health. The directions for further research aimed at developing measures to reduce dust pollution are identified.

Key words: *road dust, atmospheric air, monitoring, industrial city, suspended matters, fine particles, MCL, environment safety.*

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Dolgikh Vitaliy Pavlovich, *PhD in Engineering, Head of the Youth Research Laboratory for Geoecology and Applied Chemistry*
Donbass State Technical University,
Alchevsk, Russia

Nikishina Irina Aleksandrovna, *Senior Lecturer of the Department of Higher Mathematics and Natural Sciences*
Donbass State Technical University,
Alchevsk, Russia, e-mail: nik1.ir@yandex.ru

УДК 556.043 EDN: YIJKZQ

Фёдорова В. С., Рутковский А. Ю., Воскобойник Э. Т.
Донбасский государственный технический университет
**E-mail: fvs.valeri.f@yandex.ru*

ОЦЕНКА ГИДРОЛОГИЧЕСКОЙ ОБОСНОВАННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВ СОЗДАНИЯ РЕГУЛИРУЮЩЕГО ВОДОХРАНИЛИЩА НА РЕКЕ ЛОЗОВАЯ

В статье рассматривается вопрос о гидрологической обоснованности создания нового регулирующего водохранилища на реке Лозовая для улучшения водоснабжения предприятий и населения Алчевского городского округа. С применением метода гидрологической аналогии и данных многолетних наблюдений по реке Лугань выполнена оценка стокоформирующих характеристик реки Лозовая. По результатам геоинформационного моделирования чаши будущего водоема в программной среде QGIS 3.40 определены морфометрические и объемные параметры водохранилища.

Ключевые слова: *водохранилище, гидрологическая аналогия, речной сток, река Лозовая, река Лугань, водоснабжение, ГИС-моделирование.*

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Обеспечение устойчивого хозяйственно-питьевого водоснабжения населения и промышленных предприятий Алчевского городского округа и юго-западных районов ЛНР остается одной из наиболее острых проблем региона [1–4]. Существующая система водоснабжения опирается преимущественно на два поверхностных источника — Елизаветинское и Исаковское водохранилища, созданные в середине XX века. В настоящее время оба водоема характеризуются устойчивым дефицитом полезного объема, обусловленным маловодностью питающих рек (Ольховая и Белая), прогрессирующим заилением чаш, физическим износом гидротехнических сооружений и увеличением водопотребления [1].

Вопросы гидрологического режима и водохозяйственного баланса малых рек и водохранилищ юго-западных районов ЛНР рассматривались в ряде работ. Так, в [5] дана оценка свойств многолетних наблюдений по гидропосту на р. Белая у Исаковского водохранилища, в [6] исследовано влияние подземной угледобычи на сток и наполняемость этого же водохранилища, а в [7] — последствия трансформации стока малых рек Донбасса.

Отдельные публикации рассматривают геоинформационное моделирование водохранилищ и применение метода гидрологической аналогии в условиях дефицита данных (СП 33-101-2003 [8] и региональные методические рекомендации [9]).

Большинство исследований сосредоточено на диагностике состояния уже существующих объектов (Исаковское и Елизаветинское водохранилища) и констатации снижения их емкости, однако практически отсутствуют предпроектные проработки по созданию новых регулирующих водохранилищ на малых реках региона. Имеющиеся расчеты стока, как правило, базируются на устаревших рядах наблюдений, не отражающих в полной мере современных климатических изменений и антропогенной трансформации водосборов. При этом участившиеся засушливые периоды и снижение водности малых рек на фоне климатических сдвигов существенно обостряют дефицит водных ресурсов.

Постановка задачи. В связи с этим актуальным является обоснование создания дополнительного регулирующего водохранилища на р. Лозовая (правобережный приток в границах того же физико-географического района) как резервного источника водоснабжения.

Целью настоящей работы является предпроектная оценка гидрологической обоснованности и технической возможности создания регулирующего водохранилища на реке Лозовая.

Объект исследования — водные ресурсы, гидрографическая сеть и рельеф поверхности Алчевского городского округа, включая реку Лозовая и прилегающую к ней территорию водосбора, рассматриваемую как потенциальный участок размещения регулирующего водохранилища.

Предмет исследования — гидрологические характеристики стока реки Лозовая — модуль, расход и годовой объем стока, а также их изменчивость по годам разной обеспеченности — и морфометрические и объемные параметры проектируемого на этой реке регулирующего водохранилища.

Задачи исследования:

– анализ современного состояния существующих источников водоснабжения Алчевского округа;

– обоснование выбора реки-аналога и расчет основных стоковых характеристик реки Лозовая методом гидрологической аналогии;

– определение морфометрических и объемных параметров проектируемого водохранилища на основе геоинформационного моделирования;

– сопоставление расчетного полезного объема с потребностями водоснабжения и оценка рисков и перспектив реализации проекта.

Методика исследования. Для решения поставленных задач применен комплекс методов, включающий физико-географическую характеристику объектов исследования, метод гидрологической аналогии в соответствии с требованиями СП 33-101-2003 и геоинформационное моделирование чаши проектируемого водохранилища.

Изложение материала. На начальном этапе выполнена сравнительная физико-географическая характеристика реки Лозовая и реки-аналога Лугань.

Река Лозовая относится к малым водотокам региона, протекающим в пределах степной зоны со среднерасчлененным эрозионным рельефом и преобладанием черноземных и темно-каштановых почв на водосборе. Питание реки смешанное, с выраженным преобладанием снегового стока в период весеннего половодья и дождевого питания в теплый период года; в летне-осенний сезон сток формируется главным образом за счет грунтовой составляющей, вследствие чего меженные расходы существенно сокращаются.

По данным наблюдений 1955–1962 гг. у села Хорошего [10], среднегодовой модуль стока реки Лозовая составлял 3,91 л/(с·км^2) с колебаниями по отдельным годам от 2,44 до 5,08 л/(с·км^2). Средний расход воды за тот же период наблюдений составил 1,03 м^3/с. Многолетние характеристики стока, приведенные в том же источнике [10], включают бытовой и естественный расходы на уровне 0,99 м^3/с с соответствующими им модулями стока 3,72 л/(с·км^2). Площадь водосбора реки Лозовая составляет 266 км^2. Разовый контрольный замер, выполненный 10.05.2026 г., зафиксировал расход воды 0,8 м^3/с, что в целом согласуется с порядком величин, полученных по историческим наблюдениям, и подтверждает сохранение реки как самостоятельного водотока с относительно устойчивым стоком в средний по водности год.

Отсутствие продолжительного ряда собственных наблюдений на реке Лозовая делает невозможным непосредственное построение кривой обеспеченности стока и требует привлечения данных по реке-аналогу с длительным периодом гидрологических наблюдений. При этом необходимо учитывать положения водосборов в пределах единой ландшафтно-климатической зоны, особенности рельефа, почвенного покрова, лесистости и заболоченности территорий, а также характер питания рек (снеговое, дождевое, грунтовое). Указанная характеристика служит обоснованием правомерности применения метода гидрологической аналогии, поскольку согласно СП 33-101-2003 река-аналог должна удовлетворять условиям фи-

зико-географического сходства с исследуемой рекой, сходства режима питания и сопоставимости морфометрических характеристик водосбора.

В качестве реки-аналога для настоящего исследования принята река Лугань, гидрологический пост на которой расположен в поселке Долиновское (участок Владимировка–Калиново). Выбор реки-аналога обоснован количественными критериями согласно п. 5.2 СП 33-101-2003. Площадь водосбора реки Лугань у указанного поста составляет 751 км^2. Выбор данного водотока в качестве аналога обоснован совокупностью условий, регламентированных СП 33-101-2003: реки взаимно близко расположены в пределах одного физико-географического района, характеризуются однородными условиями формирования стока, сходным характером питания (смешанное с преобладанием снегового), однотипностью почв и гидрогеологических условий, сопоставимыми параметрами лесистости и заболоченности водосборов, а также отсутствием факторов, искажающих естественный сток обеих рек (регулирования стока, забора воды на орошение и иных техногенных воздействий). Согласно п. 5.4 СП 33-101-2003 различие в площади водосбора не является препятствием для применения метода аналогии.

В таблице 1 приведены основные параметры рек Лозовая и Лугань в сравнительной характеристике. Ряд наблюдений по гидропосту река Лугань – пос. Долиновское (Владимировка, Калиново) охватывает период с 1949 по 1980 гг. [11], что удовлетворяет требованию нормативного документа о минимальной продолжительности ряда не менее 30 лет.

Фрагмент данных многолетних наблюдений по реке Лугань за 1976–1980 гг. представлен в таблице 2.

Приведенные данные показывают существенное различие годового стока реки Лугань по водности отдельных лет: от маловодного 1976 г. с объемом стока 25,9 млн м^3 до многоводного 1977 г. с объемом стока 84,5 млн м^3, что типично для рек степной и лесостепной зоны с высокой изменчивостью снегового питания и подтверждает необходимость учета параметров асимметрии и коэффициента вариации при переносе характеристик на реку-аналог.

Таблица 1

Сравнительная характеристика факторов стокоформирования рек Лозовая и Лугань

№	Фактор	Река Лозовая (расчетный створ)	Река Лугань (аналог) (пост Долиновское / общий бассейн)	Сходимость
1	Площадь водосбора, км^2	266	751 км^2 (у поста Долиновское), 3740 км^2 (весь бассейн)	различаются в 2,8 раза
2	Средняя высота водосбора, м	~180–200	~120–180	близки
3	Лесистость водосбора, %	низкая (5–15)	низкая (8–20)	близки
4	Заболоченность, %	<1	<1	идентичны
5	Распаханность, %	60–70	55–65	близки
6	Озерность, %	<1	<1	идентичны
7	Средний уклон русла, м/км	~3,0–4,0 (ориентировочно)	~1,0–1,5 (в среднем течении)	различаются (учтено в гидравлике)
8	Наличие регулирующих водохранилищ	нет	нет	идентичны
9	Характер питания	смешанное, снеговое преобладает	смешанное, снеговое преобладает	идентичен
10	Длина реки, км	47	198	различаются

Таблица 2

Гидрологические характеристики реки Лугань (пост пос. Долиновское) за 1976–1980 гг.

Год	Средний годовой расход, м^3/с	Средний годовой модуль стока, л/(с·км^2)	Годовой слой стока, мм	Годовой объем стока, млн м^3	Наибольший/ наименьший расход, м^3/с
1976	0,82	1,09	35	25,9	6,20 / 0,34
1977	2,68	3,57	113	84,5	41,0 / 0,41
1978	2,21	2,94	93	69,7	32,9 / 0,89
1979	1,85	2,46	78	58,3	29,3 / 1,01
1980	1,18	1,57	50	37,3	3,31 / 0,43
Среднее	1,75	2,33	73,8	55,14	–

На втором этапе определялись гидрологические характеристики реки Лозовая. Поскольку непосредственные ряды совместных наблюдений на реках Лозовая и Лугань отсутствуют, восстановление среднемноголетнего модуля стока реки Лозовая выполнено путем построения эмпирической зависимости стока от стокоформирующих факторов водосбора (площади водосбора и слоя атмосферных осадков), что согласуется с [8], допускающим построение подобных зависимостей по продолжительным рядам рек-аналогов однородного района с последующей интерполяцией параметров и стокоформирующих факторов на неизученный водосбор. Расчетный среднемноголетний модуль стока реки Лозовая $M_{0,Лоз}$ (л/(с·км^2)) определялся по следующей формуле:

$$M_{0,Лоз} = M_{0,Луг}\left(\frac{F_{Луг}}{F_{Лоз}}\right)^n\left(\frac{X_{0,Лоз}}{X_{0,Луг}}\right)^y, \quad (1)$$

где $M_{0,Луг}$ — среднемноголетний модуль стока реки-аналога (Лугань) по данным поста пос. Долиновское, л/(с·км^2); $F_{Луг}$ — площадь водосбора реки Лугань у поста-аналога, км^2; $F_{Лоз}$ — площадь водосбора реки Лозовая в расчетном створе, км^2; n — показатель степени, учитывающий неравномерность формирования стока по площади водосбора, принимаемый для малых рек степной и лесостепной зоны в пределах 0,2–0,33 [8] (обоснован в табл. 3); $X_{0,Лоз}$, $X_{0,Луг}$ — средняя многолетняя высота слоя атмосферных осадков на водосборах рек Лозовая и Лугань соответственно, мм; y — показатель степени при климатическом множителе, принимаемый в пределах 0,5–1,0 по региональным методическим рекомендациям. Поскольку водосборы рек Лозовая и Лугань расположены в пределах единого физико-географического района с близкими условиями увлажнения, отношение $X_{0,Лоз}/X_{0,Луг}$ принято равным к единице, вследствие чего климатическая поправка исключена из расчета, а формула (1) приведена к упрощенному виду:

$$M_{0,Лоз} = M_{0,Луг}\left(\frac{F_{Луг}}{F_{Лоз}}\right)^n. \quad (2)$$

Таблица 3

Обоснование выбора показателя степени n

Вариант	n	$M_{0,Лоз}$, л/(с·км^2)	Источник обоснования
Минимальный	0,20	2,85	Для засушливых степей
Средний	0,25	3,02	Региональные рекомендации
Максимальный	0,33	3,27	Для лесостепной зоны
Принятый	0,25	3,02	Наилучшее совпадение с замером 2026 г.

Среднемноголетний модуль стока реки Луганъ, осредненный по ряду 1976–1980 гг. составил 2,33 л/(с·км^2) (табл. 1). При значении показателя степени n = 0,25 расчетный модуль стока реки Лозовая по формуле (2) составил

$$M_{0,Лоз} = 2,33\left(\frac{751}{266}\right)^{0,25} \approx 3,02 \text{ л/(с}\cdot\text{км}^2\text{)}.$$

Принятое значение n = 0,25 подтверждается совпадением расчетного модуля $M_{0,Лоз} = 3,02$ л/(с·км^2) с замером 10.05.2026 г. (3,01 л/(с·км^2)).

Переход от расчетного модуля стока к среднемноголетнему расходу Q_0 реки Лозовая выполнен по зависимости:

$$Q_0 = \frac{M_{0,Лоз} \cdot F_{Лоз}}{1000}, \text{ м}^3\text{/с}, \qquad (3)$$

а среднемноголетний объем годового стока W_0 реки Лозовая был рассчитан по нижеприведенной формуле:

$$W_0 = Q_0 \cdot k_c, \text{ млн м}^3\text{/год}, \qquad (4)$$

где k_c — переводной коэффициент числа секунд в году, $k_c = 31,54$ млн с/год.

Рассчитанные по формулам (3–4) значения среднемноголетнего расхода и годового объема стока составили:

$$Q_0 = \frac{3,02 \cdot 266}{1000} \approx 0,80 \text{ м}^3\text{/с};$$

$$W_0 = 0,80 \cdot 31,54 \approx 25,3 \text{ млн м}^3\text{/год}.$$

Результаты сопоставления трех независимых источников информации о стоке реки Лозовая приведены в таблице 4.

Таблица 4

Сопоставление характеристик стока реки Лозовая по разным источникам

Источник	M_0, л/(с·км^2)	Q_0, м^3/с	W_0, млн м^3
Наблюдения 1955–1962 гг.	3,91	1,03	32,8
Расчет по аналогии с рекой Луганъ	3,02	0,80	25,3
Разовый замер 10.05.2026	3,01	0,80	–

Значение модуля стока, полученное по разовому замеру 10.05.2026 г. (3,01 л/(с·км^2)), практически совпадает с расчетной величиной, найденной методом гидрологической аналогии (3,02 л/(с·км^2)), что можно рассматривать как подтверждение корректности принятых расчетных коэффициентов. Некоторое превышение исторических значений 1955–1962 гг. над расчетными указывает на то, что указанный период наблюдений, по-видимому, отличался несколько повышенной водностью относительно современных условий формирования стока.

Для оценки многолетней изменчивости стока реки Лозовая при отсутствии продолжительного ряда наблюдений параметры кривой обеспеченности приняты по реке-аналогу в соответствии с источником [8]. Коэффициент вариации годового стока реки-аналога Луганъ C_v определен методом моментов по ряду среднегодовых расходов воды за 1976–1980 гг. (Q_i = 0,82; 2,68; 2,21; 1,85; 1,18 м^3/с) по формуле:

$$C_v = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{Q_i}{\overline{Q}} - 1\right)^2}, \qquad (5)$$

где n — число членов ряда наблюдений, годы ($n = 5$); Q_i — среднегодовой расход воды за i-й год, м^3/с; $\overline{Q}$ — среднеарифметическое значение расхода воды по ряду наблюдений, м^3/с ($\overline{Q} = 1,748$ м^3/с).

Рассчитанное по формуле (5) значение коэффициента вариации составило $C_v \approx 0,43$.

Отношение коэффициента асимметрии к коэффициенту вариации $C_s / C_v = 2$ принято по рекомендациям [8] для рек-аналогов однородного гидрологического района степной и лесостепной зоны со смешанным снегово-дождевым питанием.

При $C_s = 2C_v$ трехпараметрическое гамма-распределение Крицкого — Менкеля вырождается в двухпараметрическое гамма-распределение с параметрами формы $\alpha = 1/C_v^2$ и масштаба $\theta = 1/\alpha$, значения которых для $C_v = 0,43$ составили

$\alpha \approx 5,41$ и $\theta \approx 0,185$. Рассчитанные значения модульного коэффициента k_p были использованы для переноса аналитической кривой распределения на реку Лозовая с сохранением нормы стока $Q_0 = 0,80$ м^3/с.

В таблице 5 приведены параметры стока реки Лозовая, рассчитанные по аналитической кривой обеспеченности Крицкого — Менкеля.

Полученные значения показывают, что даже в засушливый год обеспеченностью 95 % годовой объем притока (10,4 млн м^3) составляет около 21 % полезного объема проектируемого водохранилища, что подтверждает необходимость его многолетнего регулирования и накопления стока в многоводные годы.

На третьем этапе исследований произведен расчет морфометрических и объемных показателей проектируемого водохранилища на реке Лозовая.

В качестве инструментария применялось геоинформационное моделирование в QGIS 3.40 с использованием цифровой модели рельефа долины реки.

Для выбора оптимальной площадки под водохранилище был выполнен анализ рельефа территории, прилегающей к г. Алчевску. Наиболее подходящим признан участок в урочище реки Лозовая — между пос. Петровка, пос. Хорошее и г. Зимогорье (выделен овалом на рисунке 1). Данная территория расположена в непосредственной близости от г. Алчевска, а так как она граничит с пос. Петровское, водохранилище предлагается назвать «Петровское».

Проектный уровень поверхности воды в водохранилище был принят равным 90 м по Балтийской системе высот (БС).

Точный контур и геометрические параметры нового водохранилища были получены в системе QGIS путем пересечения изолинии 90 м БС с трехмерной цифровой моделью рельефа поверхности урочища реки Лозовая (рис. 2).

Для обеспечения накопления воды в водохранилище в нижней части урочища необходимо выполнить строительство плотины, место расположения которой указано прямоугольной фигурой на рисунке 2.

Таблица 5

Параметры стока реки Лозовая по аналитической кривой обеспеченности Крицкого — Менкеля

Обеспеченность, P, %	Расчетный модульный коэффициент стока, k_p	Расчетный среднемноголетний модуль стока реки Лозовая, $M_{Лоз}$, л/(с·км^2)	Среднемноголетний расход стока реки Лозовая, $Q_{Лоз}$, м^3/с	Среднемноголетний объем годового стока реки Лозовая, $W_{Лоз}$, млн м^3/год	Характеристика года по водности
1	2,26	6,80	1,81	57,0	Экстремально многоводный
5	1,80	5,40	1,44	45,3	Многоводный
10	1,58	4,74	1,26	39,7	Повышенной водности
25	1,25	3,75	1,00	31,5	Повышенной водности
50	0,94	2,83	0,75	23,8	Средний
75	0,69	2,07	0,55	17,4	Маловодный
90	0,50	1,51	0,40	12,7	Засушливый
95	0,41	1,24	0,33	10,4	Засушливый
99	0,27	0,82	0,22	6,9	Очень засушливый

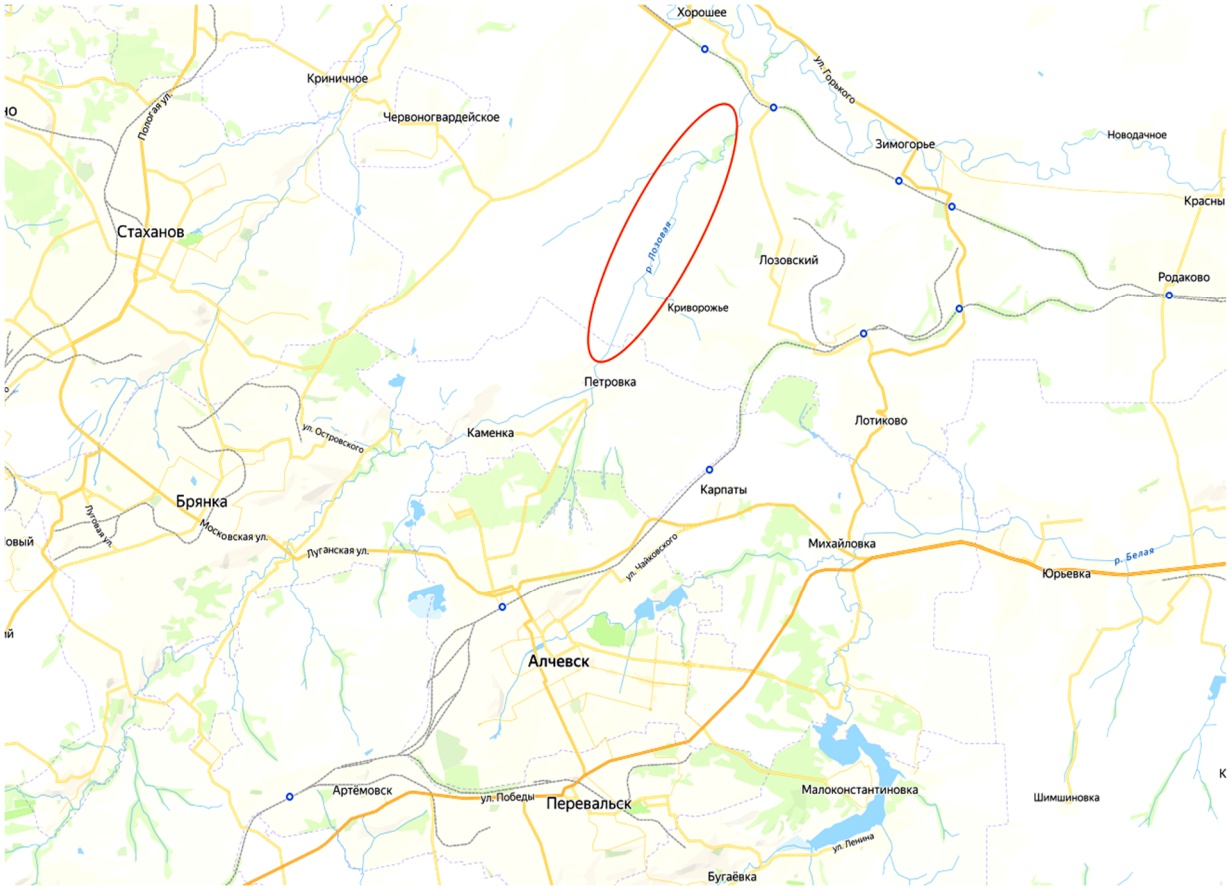


Рисунок 1 — Место расположения нового водохранилища «Петровское» на карте

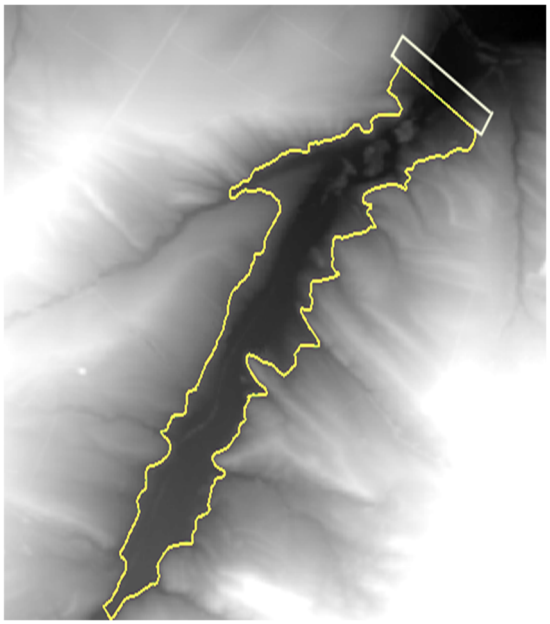


Рисунок 2 — Контур водохранилища, образованный пересечением изолинии 90 м БС с рельефной поверхностью

Параметры водохранилища «Петровское» определены с помощью плагина Surface Water Storage, поставляемого в составе геоинформационной системы QGIS 3.40, позволяющего построить для водоема зависимости «высота-площадь-объем» на основе цифровой модели рельефа Copernicus GLO-30 с размером ячейки 30 м.

Согласно расчетным данным при нормальном подпорном уровне НПУ = 90 м БС длина нового водохранилища «Петровское» вдоль основного русла составляет 7,0 км, площадь зеркала — 5,55 км^2, а полный объем — 0,0551 км^3. Для сравнения площадь зеркала Исаковского водохранилища достигает 2,95 км^2, объем — 0,026 км^3, а Елизаветинского водохранилища — площадь зеркала равняется 1,4 км^2, объем — 0,0084 км^3 [10]. На рисунке 3 представлена карта расположения трех во-

дохранилищ, из которой можно визуально сопоставить площади их водных зеркал.

Полезный объем нового водохранилища $W_{пол}$ определялся по формуле:

$$W_{пол} = W_{полн} - W_{мо} - W_{исп} - W_{фильтр}, \quad (5)$$

где $W_{полн}$, $W_{мо}$ — полный и мертвый объемы водохранилища соответственно; $W_{исп}$, $W_{фильтр}$ — объемы воды, теряемые за расчетный период на испарение и фильтрацию соответственно. В результате проведенных расчетов были установлены значения: $W_{мо} = 0{,}37$ млн м^3; $W_{исп} = 2{,}63$ млн м^3/год; $W_{фильтр} = 5{,}52$ млн м^3/год.

Полезный объем $W_{пол}$ за расчетный период 1 год составил 49,6 млн м^3.

На рисунке 4 представлены графики расчетных зависимостей объема нового водохранилища и площади его зеркала от глубины.

Сопоставление полезного объема проектируемого водохранилища (49,6 млн м^3) со среднемноголетним годовым объемом стока реки Лозовая (25,3 млн м^3) показывает, что при равномерном притоке наполнение чаши до отметки НПУ потребовало бы аккумуляции стока около двух лет. Однако внутригодовое распределение стока рек рассматриваемого района отличается резкой неравномерностью, поэтому фактические сроки наполнения могут оказаться более продолжительными, например, в течение нескольких многоводных лет. Доля весеннего половодья по данным реки-аналога достигает 45–55 % годового объема стока, что позволяет обеспечить основной приток в чашу водохранилища в период снеготаяния, тогда как меженный расход теплого периода (порядка 0,80 м^3/с по данным замера 2026 г.) используется преимущественно для компенсации потерь на испарение и фильтрацию, а также для поддержания санитарного попуска в нижний бьеф. В засушливый год (95 % обеспеченности) приток (10,4 млн м^3) составляет лишь 21 % полезного объема, что подтверждает необходимость многолетнего регулирования.

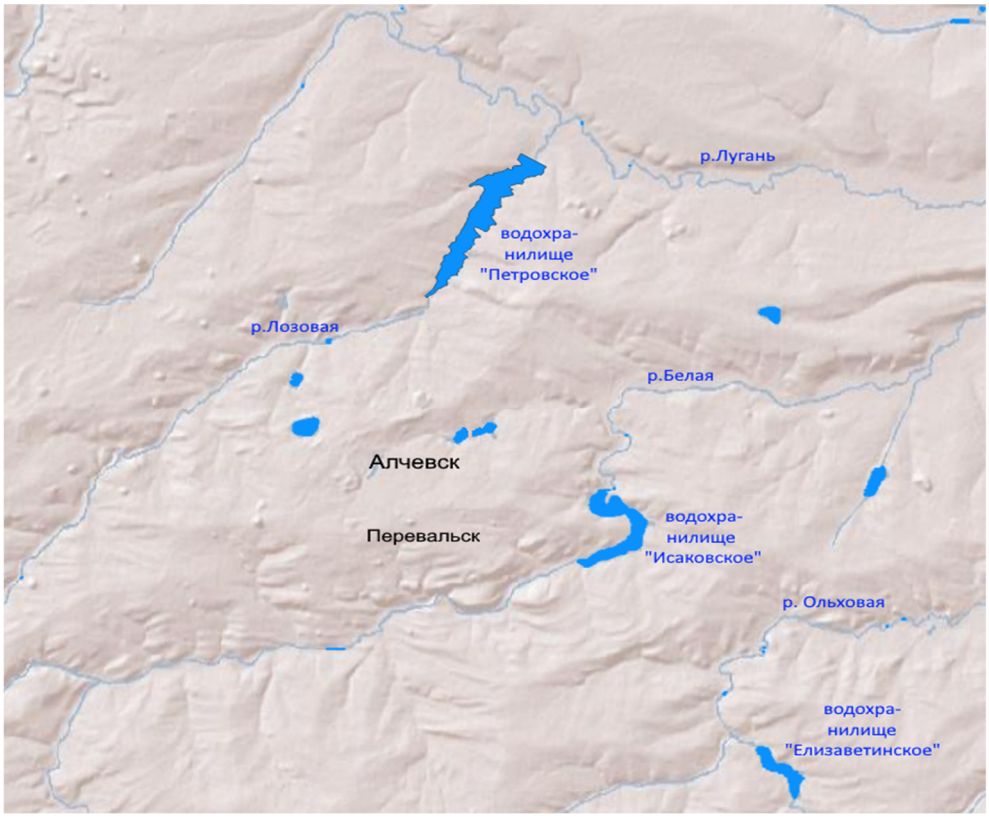


Рисунок 3 — Расположение трех водохранилищ на карте

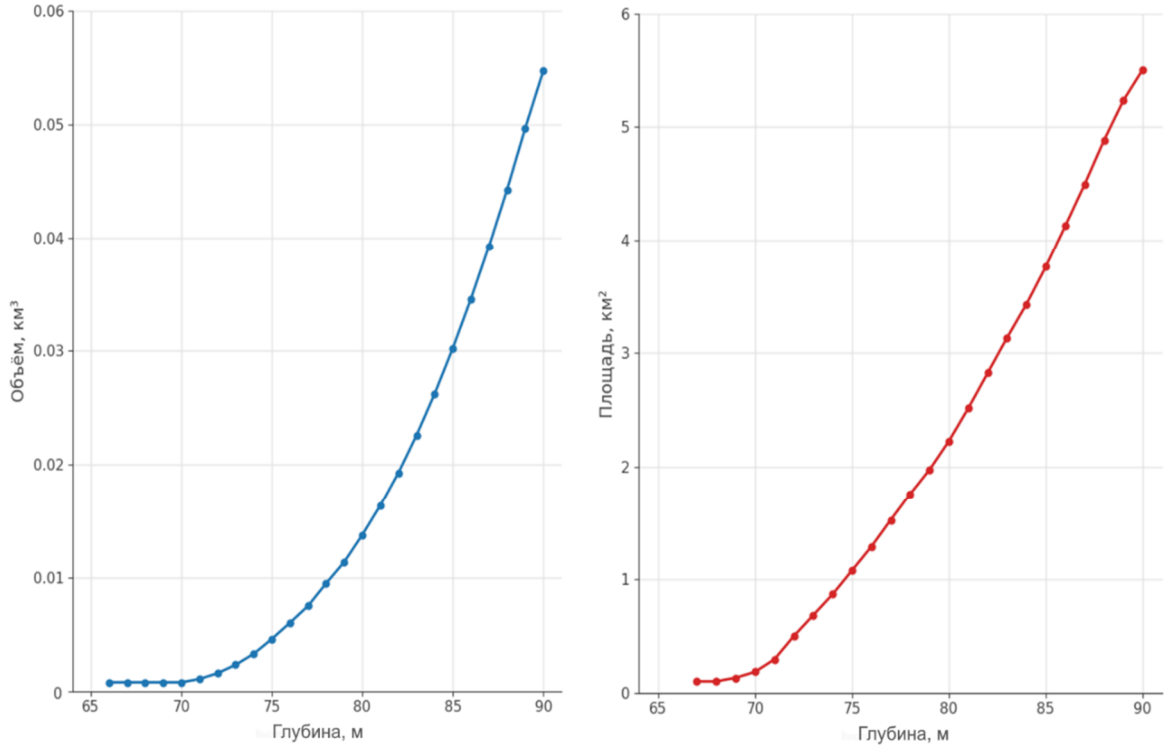


Рисунок 4 — Графики расчетных зависимостей объема водохранилища и площади его зеркала от глубины

Создание водохранилища на реке Лозовая может оказать положительное влияние на локальный водный режим территории за счет повышения уровня грунтовых вод в прилегающей пойменной зоне и некоторого смягчения микроклиматических условий в окрестностях чаши (снижение амплитуды суточных температур, увеличение влажности воздуха в теплый период). Вместе с тем подтопление поймы приведет к трансформации существующих пойменных экосистем и потребует предварительной оценки воздействия на окружающую среду, включая инвентаризацию затапливаемых земель и объектов растительного и животного мира.

С хозяйственной точки зрения формирование дополнительного полезного объема водохранилища 49,6 млн м^3 позволит использовать его в качестве резервного источника технического и питьевого водоснабжения, а также создаст условия для развития сопутствующих направлений хозяйственного использования: орошаемого земледелия на прилегающих сельскохозяйственных землях, товарного рыбоводства и рекреационного использования акватории.

К основным рискам реализации проекта следует отнести:

– заиление чаши водохранилища вследствие эрозионных процессов на водосборе, что потребует организации сети наблюдений за твердым стоком и при необходимости устройства наносозащитных сооружений в верхней части подпертого участка реки;

– необходимость устройства рыбопропускных сооружений либо создания компенсационного нерестово-вырастного хозяйства для сохранения условий воспроизводства ихтиофауны реки Лозовая ниже створа плотины;

– ограниченность и предварительный характер гидрологической информации, основанной на коротком ряде наблюдений реки-аналога и единичном замере непосредственно на реке Лозовая, что обусловливает необходимость организации стационарного поста гидрологических наблюдений на реке Лозовая до начала проектных изысканий.

В связи с тем, что образование наносов в водохранилищах имеет негативные как экономические, так и экологические последствия, то на следующем этапе исследований было целесообразным провести оценку заиления по методике [12], основанной на балансе наносов. Годовой объем наносов (м^3/год) рассчитывается по такой формуле:

$$W_{нанос} = \frac{Q_{год} \cdot \rho}{\gamma}, \text{ м}^3/\text{год}, \qquad (6)$$

где $Q_{год}$ — годовой объем стока реки (25,3 млн м^3/год); ρ — мутность воды, ориентировочно принятая 200 г/м^3 на основе данных по рекам-аналогам степной зоны; γ — объемная масса отложений, принятая за 1,0 т/м^3.

Подставив все значения по формуле, получаем:

$$W_{нанос} = \frac{25{,}3 \cdot 10^6 \cdot 0{,}2}{1000} = 5060, \text{ м}^3/\text{год}.$$

Итак, оценка заиления за период эксплуатации равняется:

$$W_{заил} = W_{наст} \cdot T = 5060 \cdot 50 = 253000, \text{ м}^3. \qquad (7)$$

Таким образом, среднегодовой объем наносов для рек данного региона составляет 0,5–1,0 % от годового стока. При объеме стока 25,3 млн м^3 и мутности воды ~200 г/м^3 годовой объем наносов оценивается в 5–10 тыс. м^3. С учетом возможного увеличения мутности в многоводные годы (50-летний период) верхняя граница оценена в 0,5 млн м^3. В процентном отношении к полезному объему (49,6 млн м^3) заиление составляет 0,5–1,0 %, что требует периодической очистки чаши.

Предварительная оценка экологических рисков показала, что площадь затопления составит приблизительно 5,55 км^2. В зону влияния попадают преимущественно сельскохозяйственные угодья и пойменные луга. Особо охраняемых природных территорий и местообитаний редких видов в зоне затопления не выявлено. Для минимизации воздействия на ихтиофауну рекомендуется устройство рыбопропускных сооружений и организация компенсационных нерестилищ.

Ориентировочная стоимость строительства плотины и гидротехнических сооружений оценивается в 1,5–2,0 млрд руб. Стоимость строительства определена методом укрупненных показателей по проекту-аналогу [13]. В рассчитанную сумму включено строительство плотины и гидротехнических сооружений, подготовка ложа водохранилища и создание водозаборных сооружений. Годовой экономический эффект Э (млн руб./год) от повышения надежности водоснабжения (снижение потерь от аварий, сокращение затрат на подвоз воды) складывается из нижеследующих составляющих оценивается в 150–200 млн руб./год, что обеспечивает срок окупаемости 10–15 лет:

$$Э = Э_{вод} + Э_{ав} + Э_{соц}, \qquad (8)$$

где $Э_{вод}$ — экономия от снижения затрат на подвоз воды и водоподготовку (оценена экспертно); $Э_{ав}$ — предотвращенные убытки от аварий и перебоев водоснабжения; $Э_{соц}$ — социальный эффект (повышение надежности водоснабжения).

Срок окупаемости определен по формуле:

$$T_{ОК} = \frac{К}{Э} = \frac{(1{,}5-2)\text{млрд руб.}}{(150-200)\text{млн руб./год}} = 10-15 \text{ лет}. \qquad (9)$$

Полученный срок окупаемости (примерно 10–15 лет) находится в пределах нормативных значений для гидротехнических проектов подобного масштаба и свидетельствует о потенциальной экономической целесообразности проекта. Однако необходимо отметить, что представленная экономическая оценка носит только предварительный (оценочный) характер.

Выводы и направление дальнейших исследований. В ходе исследования установлено, что река Лозовая (площадь водосбора 266 км^2, среднемноголетний расход воды 0,80 м^3/с, объем годового стока 25,3 млн м³/год) располагает достаточным

водным потенциалом для создания регулирующего водохранилища. Сопоставление полученных значений с историческими наблюдениями 1955–1962 гг. (3,91 л/(с·км^2)) указывает на тенденцию снижения водности, что необходимо учитывать при проектировании. При этом даже в засушливый год 95%-ной обеспеченности объем притока (10,4 млн м^3) составляет около 21 % полезного объема водохранилища (49,6 млн м^3), что подтверждает необходимость многолетнего регулирования стока и аккумуляции воды в многоводные периоды.

На основе геоинформационного моделирования в среде QGIS 3.40 с использованием цифровой модели рельефа Copernicus GLO-30 определены основные параметры водохранилища «Петровское»: при нормальном подпорном уровне (НПУ = 90 м БС) длина водоема вдоль основного русла составляет 7,0 км, площадь зеркала — 5,55 км^2, полный объем — 55,1 млн м^3. Полезный объем водохранилища с учетом мертвого объема (0,37 млн м^3/год), потерь на испарение (2,63 млн м^3/год) и фильтрацию (5,52 млн м^3/год) определен в размере 49,6 млн м^3, что существенно превышает показатели существующих в регионе Исаковского (0,026 км^3) и Елизаветинского (0,0084 км^3) водохранилищ. Полученные параметры свидетельствуют о высокой емкости проектируемого водоема и его потенциальной способности аккумулировать значительные объемы воды, достаточные для покрытия дефицита водных ресурсов Алчевского городского округа.

Создание водохранилища сопряжено с рядом экологических рисков, которые однако носят управляемый характер. Затопление территории площадью около 5,55 км^2 затронет преимущественно сельскохозяйственные угодья и пойменные луга; особо охраняемых природных территорий и местообитаний редких видов в зоне влияния не выявлено. Заиление чаши за 50-летний период оценивается в 0,25–0,5 млн м^3 (0,5–1,0 % полезного объема), что требует организации мониторинга твердого стока и периодической очистки. Для минимизации воздействия на ихтиофауну рекомендовано устройство рыбопропускных сооружений и создание компенсационных нерестилищ. Повышение уровня грунтовых вод в прилегающей пойменной зоне и смягчение микроклиматических условий (снижение амплитуды суточных температур, увеличение влажности воздуха) могут рассматриваться как положительные сопутствующие эффекты.

Создание водохранилища полезным объемом 49,6 млн м^3 позволит сформировать дополнительный источник технического и питьевого водоснабжения, способный повысить устойчивость водообеспечения Алчевского городского округа в условиях дефицита водных ресурсов существующих водохранилищ. Ориентировочная стоимость строительства оценивается в 1,5–2,0 млрд руб., годовой экономический эффект от повышения надежности водоснабжения — в 150–200 млн руб./год, что обеспечивает срок окупаемости 10–15 лет.

Научная новизна работы заключается в том, что впервые для условий Алчевского городского округа ЛНР выполнена комплексная предпроектная гидрологическая оценка возможности создания нового регулирующего водохранилища на реке Лозовая с применением метода гидрологической аналогии (по реке Лугань) и геоинформационного моделирования чаши водоема в среде QGIS 3.40.

Практическая ценность результатов состоит в обосновании технической возможности и гидрологической целесообразности сооружения дополнительного источника водоснабжения полезным объемом около 49,6 млн м^3, способного повысить устойчивость водообеспечения населения и промышленности Алчевского городского округа в условиях дефицита водных ресурсов существующих Исаковского и Елизаветинского водохранилищ. Разработанные материалы могут быть использованы при подготовке предпроектной документации и технико-экономического обоснования проекта.

Направления дальнейших исследований будут связаны с: организацией стационарного гидрологического поста на реке Лозовая для уточнения параметров стока и построения собственной кривой обеспеченности стока по мере накопления данных регулярных наблюдений на исследуемой реке; проведением детальной оценки воздействия будущего водохранилища на окружающую среду (ОВОС) с учетом требований Федерального закона № 174-ФЗ; разработкой технико-экономического обоснования проекта с уточненными затратами и графиком строительства; обоснованием типа, параметров и места размещения сооружений водоподготовки, обеспечивающих приведение качества воды к питьевым нормативам. Проведенные исследования позволяют перейти от предпроектной проработки к стадии проектирования и последующей реализации проекта.

Список источников

1. Росводресурсы направят более 800 миллионов рублей на реконструкцию гидроузла старейшего в ЛНР водохранилища [Электронный ресурс] // Министерство природных ресурсов и экологии РФ : [сайт]. URL: https://www.mnr.gov.ru/press/news/rosvodresursy_napravyat_bolee_800_millionov_rubley_na_rekonstruktsiyu_gidrouzla_stareyshego_v_lnr_vo/ (дата обращения: 03.07.2026).

2. Павлов В. И., Кусайко Н. П., Кулакова С. И. Анализ изменения составляющих водного баланса бассейна водосбора Исаковского водохранилища // Экологический вестник Донбасса. 2021. № 2. С. 73–82. EDN RJFKSA

3. Подлипенская Л. Е., Бакуменко Ю. С. Оценка экологического состояния Исаковского водохранилища в современных условиях // Экологический мониторинг и биоразнообразие: Материалы Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции. Ишим : Изд-во ИЛИ им. П. П. Ершова (филиала) ТюмГУ, 2018. С. 34–38. EDN YYWUEP

4. Подлипенская Л. Е., Федорова В. С., Бакуменко Ю. С. ГИС-проект рекреационных водных ресурсов Луганской Народной Республики // Экология урбанизированных территорий. 2024. № 2. С. 72-82. DOI: 10.24412/1816-1863-2024-2-72-82 EDN FXESRO

5. Павлов В. И., Кусайко Н. П., Сергейчук О. В. Оценка свойств гидрологического ряда наблюдений по гидропосту река Белая — Исаковское водохранилище // Экологический вестник Донбасса. 2024. № 1 (11). С. 12–20. EDN VSBLRM

6. О влиянии промышленных сбросов шахтных вод и ландшафтных изменений на наполняемость поверхностных водных объектов в Луганской Народной Республике / Ю. А. Дегтярев, А. А. Крамаренко, А. К. Коптева, И. Л. Лысенко // Экологический вестник Донбасса. 2022. № 6. С. 37–41. EDN NFVQQK

7. Пономаренко Т. С., Мартынов Д. В. Особенности формирования и трансформации максимального стока реки Миус // Мелиорация и гидротехника. 2024. Т. 14. № 1. С. 225–242.

8. СП 33-101-2003. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. М. : Госстрой России, 2004. 72 с.

9. Крицкий С. Н., Менкель М. Ф. Гидрологические основы управления речным стоком. М. : Наука, 1981. 272 с.

10. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики. Т. 6. Украина и Молдавия. Вып. 3. Бассейн р. Северского Донца и реки Приазовья. Л. : Гидрометеорологическое издательство, 1967. 495 с.

11. Государственный водный кадастр. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Т. II. Украинская ССР. Вып. 3. Бассейны Северского Донца, рек Крыма и Приазовья. Л. : Гидрометеорологическое издательство, 1985. 363 с.

12. Ахмедходжаева И. А., Аппакходжаева Т. У., Ибрагимова З. И. Прогноз потери емкости русловых водохранилищ сезонного регулирования : монография. Ташкент. 2019. 173 с.

13. Экономическое обоснование эффективности мероприятий, направленных на предотвращение негативного воздействия вод в речных прибрежных территориях (на примере г. Хабаровска) / А. А. Мурашева, А. В. Вдовенко, В. М. Столяров, П. П. Лепехин // Московский экономический журнал. 2017. Т. 2. № 4. С. 1–8.

© Федорова В. С., Рутковский А. Ю., Воскобойник Э. Т., 2026

Рекомендована к печати д.м.н., гл. врачом Центра гигиены и эпидемиологии в Луганской Народной Республике в г. Алчевске (филиал) Капрановым С. В., к.б.н., доц. каф. ЭБЖ ДонГТУ Швыдченко С. С.

Статья поступила в редакцию 09.07.2026.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Фёдорова Валерия Сергеевна, *канд. фарм. наук, доцент, зав. каф. экологии и безопасности жизнедеятельности*
Донбасский государственный технический университет,
г. Алчевск, Россия, e-mail: fvs.valeri.f@yandex.ru

Рутковский Александр Юрьевич, *канд. техн. наук, доцент каф. экологии и безопасности жизнедеятельности*
Донбасский государственный технический университет,
г. Алчевск, Россия

Воскобойник Эдуард Тимофеевич, *студент гр. Э-23 каф. экологии и безопасности жизнедеятельности*
Донбасский государственный технический университет,
г. Алчевск, Россия

***Fyodorova V. S., Rutkovskiy A. Yu., Voskoboinik E. T.** *(Donbass State Technical University, Alchevsk, Russia, *e-mail: fvs.valeri.f@yandex.ru)*

ASSESSMENT OF THE HYDROLOGICAL JUSTIFICATION AND PROSPECTS FOR CONSTRUCTING A REGULATING STORAGE LAKE ON THE LOZOVAYA RIVER

The article examines issue on hydrological justification of constructing a new regulating storage lake on the Lozovaya River to improve water supply enterprises and the population of the Alchevsk urban district. Using the hydrological analogy method and long-term observation data of the Lugan River, the runoff-forming characteristics of the Lozovaya River were assessed. Based on the results of geoinformation modeling of bowl of the future impounded body in the QGIS 3.40 software environment, the morphometric and volumetric parameters of the storage lake, were determined.

Key words: *storage lake, hydrological analogy, river runoff, Lozovaya River, Lugan River, water supply, GIS-modeling.*

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Fyodorova Valeriya Sergeyevna, *PhD in Pharmacy, Associate Professor, Head of the Department of Ecology and Life Safety*
Donbass State Technical University,
Alchevsk, Russia, e-mail: fvs.valeri.f@yandex.ru

Rutkovskiy Aleksandr Yurievich, *PhD in Engineering, Assistant Professor of the Department of Mining Energy-mechanical Systems*
Donbass State Technical University,
Alchevsk, Russia

Voskoboinik Eduard Timofeevich, *Student of group E-23 of the Department of Ecology and Life Safety*
Donbass State Technical University,
Alchevsk, Russia

СОДЕРЖАНИЕ

Долгих В. П., Акимова О. И.
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТИПА ПОЧВЫ, РЕЛЬЕФА И ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА НА ВЕЛИЧИНУ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА (НА ПРИМЕРЕ РЕКИ БЕЛАЯ, ЛНР) 3

Зубов А. Р., Ладыш И. А., Павлова Н. В.
ВРЕДНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ПОРОДНЫХ ОТВАЛОВ ЛНР НА ОКРУЖАЮЩУЮ ПРИРОДНУЮ СРЕДУ, ЕГО ВИДЫ, МАСШТАБЫ, СПОСОБЫ УМЕНЬШЕНИЯ 13

Капранов С. В.
КОМПЛЕКС МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПРОФИЛАКТИКЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ КАК РАЗДЕЛ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗДОРОВЬЕМ НАСЕЛЕНИЯ 23

Павленко А. Т., Левченко Э. П., Левченко М. Э.
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ТУШЕНИЯ ЛЕСОСТЕПНЫХ ПОЖАРОВ В ДОНБАССЕ 31

Долгих В. П., Никишина И. А.
ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА И ПЫЛЕВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СЕЛИТЕБНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА АЛЧЕВСКА 40

Фёдорова В. С., Рутковский А. Ю., Воскобойник Э. Т.
ОЦЕНКА ГИДРОЛОГИЧЕСКОЙ ОБОСНОВАННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВ СОЗДАНИЯ РЕГУЛИРУЮЩЕГО ВОДОХРАНИЛИЩА НА РЕКЕ ЛОЗОВАЯ 47

CONTENT

Dolgikh V. P., Akimova O. I.
INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF SOIL TYPE, RELIEF AND SOIL COVER ON SURFACE RUNOFF VALUE (CASE STUDY OF THE BELAYA RIVER, LPR) 3

Zubov A. R., Ladush I. A., Pavlova N. V.
HARMFUL IMPACT OF LPR ROCK DUMPS ON THE NATURAL ENVIRONMENT, ITS TYPES, SCALES, METHODS OF REDUCTION 13

Kapranov S. V.
SET OF MEASURES FOR PREVENTING NERVOUS SYSTEM DISEASES AS A SECTION OF THE POPULATION HEALTH MANAGEMENT SYSTEM 23

Pavlenko A. T., Levchenko E. P., Levchenko M. E.
ENVIRONMENTAL AND TECHNOLOGICAL ASPECTS OF FIREFIGHTING FOREST-STEPPE FIRES IN DONBASS 31

Dolgikh V. P., Nikishina I. A.
PROBLEMS OF MONITORING ATMOSPHERIC AIR QUALITY AND DUST POLLUTION IN THE RESIDENTIAL DISTRICTS OF THE INDUSTRIAL ALCHEVSK CITY 40

Fyodorova V. S., Rutkovskiy A. Yu., Voskoboinik E. T.
ASSESSMENT OF THE HYDROLOGICAL JUSTIFICATION AND PROSPECTS FOR CONSTRUCTING A REGULATING STORAGE LAKE ON THE LOZOVAYA RIVER 47

Distribution and replication is forbidden without official allowance of FSEI HE “DonSTU”

UDC 50+55+616.8+621.7
EDN: FDVJJL

Ecological Bulletin of Donbass

Scientific Journal

Issue 2 (18) 2026

Establishers:
Federal State Budget Educational Institution of Higher Education “Donbass State Technical University” supported by Ministry of Natural Resources and Environmental Safety of LPR

Registration Certificate for mass media PI No. FS77-86349 dated 30.11.2023 issued by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Media

Added to scientometrical database of RISC

Recommended by academic council of FSEI HE “DonSTU” (Record № 2 dated 28.09.2026)

Date of issue: 09.11.2026
Format 60×84⅛
Conventional printed sheet 7,63
Order № 237
Circulation 100 copies
Printed by PC of DonSTU
The journal is distributed free of charge

Computer layout
Ismailova L. M.

Cover art design
Chernyshova N. V.

Address of establisher, editorial board, publisher and printing office:
FSEI HE “DonSTU”
294204, Lugansk People’s Republic,
urban district Alchevsk, Alchevsk, Lenin avenue, 16
E-mail: info@dontu.ru
Web-site: https://dontu.ru

Editor-in-chief

Smekalin E. S. — PhD in Engineering, Ass. Prof.

Deputy Editor-in-chief

Protsenko M. Yu. — PhD in Engineering, Ass. Prof.

Editorial board:

Krekhtunov E. V. — Minister of Natural Resources and Ecology of the LPR
Ladysh I. A. — Doctor of Agricultural Sciences, Prof.
Zubov A. R. — Doctor of Agricultural Sciences, Prof.
Kapranov S. V. — Doctor of Medicine
Zinchenko A. M. — PhD in Economics, Ass. Prof.
Kusayko N. P. — Head of SMCE
Podlipenskaya L. Ye. — PhD in Engineering, Ass. Prof.
Levchenko E. P. — PhD in Engineering, Ass. Prof.
Pavlov V. I. — PhD in Engineering, Ass.Prof.
Fyodorova V. S. — PhD in Pharmacy, Ass. Prof.
Gavrik S. Yu. — PhD in Medical Sciences, Ass. Prof.

For research scientists, PhD seekers, students of higher educational institutions, scientific institutions, environmental specialists and ecologists, governmental institutions.

Issue languages:
Russian, English

16+

© FSEI HE “DonSTU”, 2026