



ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ECOLOGICAL BULLETIN OF DONBASS

Экологический вестник Донбасса

№1(11)



Экологический вестник Донбасса

Научный журнал
Выходит 4 раза в год
Основан в марте 2020 г.
Выпуск 1 (11) 2024

Ecological Bulletin of Donbass

Scientific Journal
Publication Frequency: 4 times a year
Established: March, 2020
Issue 1 (11) 2024

Алчевск
2024

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

УДК 504 + 556.043 + 61 + 62
EDN: XHNBKE

Экологический вестник Донбасса

Научный журнал

Выпуск 1 (11) 2024

**Основатели:
ФГБОУ ВО «ДонГТУ» при поддержке
Министерства природных ресурсов
и экологической безопасности ЛНР**

*Свидетельство о регистрации
средства массовой информации
ПИ № ФС77-86349 от 30.11.2023*

*Рекомендовано учёным советом
ФГБОУ ВО «ДонГТУ»
(Протокол № 9 от 27.03.2024)*

Формат 60×84½
Усл. печат. л. 6,4
Заказ № 101
Тираж 500 экз.

Издательство не несёт ответственности за
содержание материала, предоставленного
автором к печати.

Адрес редакции, издателя и основателя:
ФГБОУ ВО «ДонГТУ»
пр. Ленина, 16, г. Алчевск, ЛНР
294204

E-mail: info@dstu.education
Web-site: <http://www.dstu.education>

**ИЗДАТЕЛЬСКО-ПОЛИГРАФИЧЕСКИЙ
ЦЕНТР,**
ауд. 2113, т./факс 2-58-59

Свидетельство о государственной
регистрации издателя, изготовителя
и распространителя средства массовой
информации
МИ-СГР ИД 000055 от 05.02.2016.

Главный редактор

Вишневецкий Д. А. — д.т.н., проф., ректор

Заместитель главного редактора

Смекалин Е. С. — к.т.н., доц.,
проректор по научной работе

Редакционная коллегия:

Дегтярев Ю. А. — министр природных ресурсов
и экологической безопасности ЛНР

Ладыш И. А. — д.с.-х.н., доц.

Борщевский С. В. — д.т.н., проф.

Шутов М. М. — д.э.н., проф.

Шелихов П. В. — к.б.н., доц.

Зубова Л. Г. — д.т.н., проф.

Зубов А. Р. — д.с.-х.н., проф.

Капанов 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.

Проценко М. Ю. — к.т.н., доц.

Швыдченко С. С. — к.б.н., доц.

Калинихин О. Н. — к.т.н., доц.

Секретарь редакционной коллегии

Смирнова И. В. — к.х.н.

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

Язык издания:

русский, английский

Компьютерная вёрстка

Исмаилова Л. М.

© ФГБОУ ВО «ДонГТУ», 2024

© Чернышова Н. В., художественное
оформление обложки, 2024

^{1,*}Левченко Э. П., ²Павленко А. Т., ¹Ноженко А. А., ²Левченко М. Э., ¹Макаревич А. Г.

¹Донбасский государственный технический университет,

²Луганский государственный университет имени В. Даля

*E-mail: levchenckoeduard@yandex.com

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ ВОДОЗАБОРА ДЛЯ ТУШЕНИЯ ЛЕСОСТЕПНЫХ ПОЖАРОВ В ПЕРЕВАЛЬСКОМ РАЙОНЕ

Работа посвящена решению проблемы оперативной организации тушения пожаров лесостепной местности Донбасса на примере Перевальского района на основе использования воды из местных водных источников, разведка которых осуществляется заранее.

Ключевые слова: природные пожары, водные источники, карьеры, пожарная машина, заправка водой, беспилотные летательные аппараты (БПЛА).

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Пожары в степных и лесостепных зонах представляют серьёзную угрозу для окружающей среды и жизни людей. Традиционные методы тушения пожаров требуют огромных ресурсов и часто являются недостаточно эффективными. В данной статье исследуется возможность использования карьеров в Перевальском районе Луганской области для заправки пожарных автомобилей водой, что может значительно повысить эффективность борьбы с пожарами и снизить риски.

Эффективная организация ликвидации лесостепных пожаров природного и техногенного характеров сопряжена с высокой степенью риска нехватки средств пожаротушения, к которым в первую очередь относится вода [1].

Непредсказуемость возникновения природных пожаров часто характеризуется отсутствием возможностей пополнения запасов воды пожарной техникой, что особенно остро выражается быстротекущим охватом процесса горения значительных территорий, существенно удалённых от организованных источников водоснабжения. В связи с этим возникает повышенная вероятность распространения огня за время, необходимое для заправки пожарной машины при её вынужденном перемещении к источнику организованного водоза-

бора и обратно. При этом немаловажную роль играют погодные условия.

Цистерна современных пожарных машин способна вмещать от 2700 до 9000 литров воды, которая может быть израсходована в течение от 10 до 25 минут при интенсивном горении [2].

Таким образом, более рациональным является заправка водой из наиболее близко расположенных источников (озёр, рек, котлованов). Как правило, пути подъезда к таким источникам в подавляющем большинстве вызывают затруднения из-за плохого грунта, зарослей растительности, эрозии почвы и других природных причин.

С учётом этого, пожарная машина комплектуется струйным насосом, позволяющим обеспечить забор воды из природного водоёма в цистерну по горизонтальной дальности до 100 м, а по перепаду высот до 18–20 м [2, 3].

Целью работы является изучение и расширение возможностей пополнения водой специализированных пожарных автомобилей при вероятностном тушении пожаров в степной зоне Перевальского района Луганской Народной Республики, изобилующей различной растительностью при наличии искусственно созданных котлованов, наполненных водой.

Объектом исследования является повышение эффективности заправки цистерн пожарной техники водой для тушения ле-

сосеппных пожаров природного и техногенного характера и создание систем оперативного мониторинга.

Предмет исследования — системный подход к обнаружению водоёмов и путей подъезда к ним при сокращении времени на заправку водой пожарной техники.

Методика исследований. С помощью аналитических методов изучения географического расположения дополнительных источников водозабора проведена оценка их объёма и обоснование оперативного использования при тушении лесостепных пожаров в Перевальском районе.

Изложение материала и его результаты. На территории ЛНР выявлен 81 карьер, где ранее проводилась добыча угля. Общая площадь карьеров составляет 2692,8 га — эта территория занимает второе место после терриконов [4, 5]. Основные площади угольных карьеров охватывают территории административных районов (95,1 %), при этом в пределах городской застройки их всего лишь 4,9 %. Как правило, карьеры тянутся между населёнными пунктами, имеют многоярусную структуру и глубину до 50 м. В подавляющем большинстве они заполнены водой, т. к. имеют вытянутое вдоль русел малых рек направление, что обеспечивает их водное питание. В результате возникают изменения ландшафта, вызывающие дестабилизацию поверхностных и подземных стоков, участков лесных насаждений, ограничение миграционных путей животных, а также создание нежелательных условий для воздушной и водной эрозии местности.

Так, Перевальский район имеет наибольшие площади, занятые угольными карьерами (1331,3 га), что составляет около 49 % от площадей всей территории республики или же 51,5 % от аналогичных площадей по территории административных районов [4]. Кроме того, постоянно образуются новые карьеры по добыче камня.

Административный центр город Перевальск расположен на расстоянии 45 км от города Луганска. Площадь Перевальского

района 722,55 км². Карта территориальных границ Перевальского района, включающего населённые пункты Андрианополь, Артёмовск, Байрачки, Боржиковка, Бугаёвка, Вергулёвка, Веселогоровка, Городище, Городнее, Демпрерадовка, Зоринск, Каменка, Карпаты, Комиссаровка, Красная Заря, Круглик, Малоивановка, Малоконстантиновка, Миус, Михайловка, Надаровка, Новосёлковка, Новый, Оленовка, Перевальск, Петровка, Полевое, Совхозный, Селезнёвка, Софиевка, Степановка, Тимирязево, Троицкое, Уткино, Фащевка, Центральный, Червоный Прапор, Чернухино, Ящиково, показана на рисунке 1.

Например, карьер, находящийся на правом берегу реки Белая, в 2 км от посёлка Бугаёвка, в верховье балки Ольховая, имеет длину 264 м, ширину от 17 до 100 м и глубину до 30 м. В нём содержится ориентировочно 99,6 тыс. м³ воды. Расчётный объём поверхностного и подземного стока, ежегодно перехватываемого карьерами, составляет более 1388 тыс. м³ [6, 7].

В соответствии с ГОСТ Р 59057–2020 «Охрана окружающей среды. Земли. Общие требования по рекультивации нарушенных земель» при выборе водохозяйственного направления рекультивации отработанных карьеров требуется предусматривать:

- комплексное использование водоёмов преимущественно для водоснабжения, рыбохозяйственных и рекреационных целей, орошения;
- строительство соответствующих гидротехнических сооружений, необходимых для затопления карьерных выемок и поддержания в них расчётного уровня воды;
- мероприятия по предотвращению оползней и размыва откосов водоёмов;
- экранирование токсичных пород, лова и бортов водоёмов и пластов, склонных к самовозгоранию в зоне переменного уровня и выше уровня воды;
- защиту дна и берегов от возможной фильтрации;
- мероприятия по предотвращению попадания в водоёмы кислых или щелочных

подземных вод и поддержанию благоприятного режима и состава воды в соответствии с санитарно-гигиеническими нормами; мероприятия по благоустройству территории и озеленению откосов.

При организации рекультивации отработанных карьеров необходимо рассматривать целесообразность комплексного использования водоёмов преимущественно для водоснабжения, орошения, рыбохозяйственных и рекреационных целей. Наиболее подходящими для этих целей являются мелкие (1,5–5 м), неглубокие (5–15 м) и среднеглубокие остаточные карьерные выемки, борта и днища которых сложены нетоксичными породами, и где имеется возможность их эффективного затопления [8].

Основные направления рекультивационной деятельности безусловно требуют

значительного вложения материальных средств и могут проводиться в больших временных рамках. Для более оперативного полезного применения карьеров возможно рассмотреть меры, не требующие особых ресурсов, но обеспечивающие полезный эффект при борьбе и предупреждении природных пожаров.

Для выявления рациональных путей решения поставленной задачи по оперативному снабжению пожарной техникой водой для тушения лесостепных пожаров рационально с помощью ресурса «Google Планета Земля» проанализировать наличие как природных, так и искусственно созданных карьеров (появившихся и постоянно возникающих при добыче полезных ископаемых, в том числе и несанкционированных, т. е. отсутствующих в реестрах).

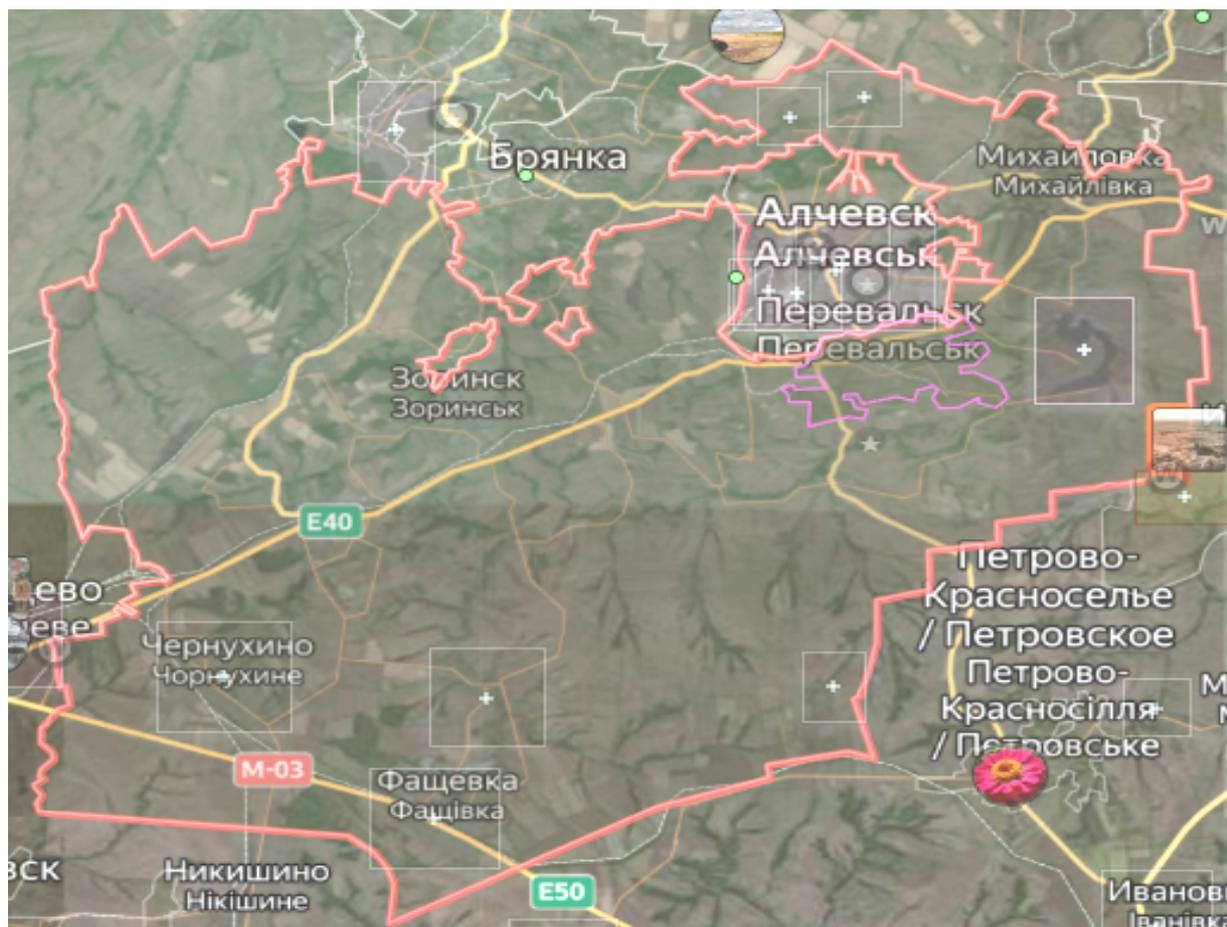


Рисунок 1 — Карта Перевальского района

Степные районы нашего региона характеризуются сухим климатом и высокой пожароопасностью. Пожары в этих районах могут возникать как в результате природных явлений, так и из-за человеческой деятельности. Традиционные методы борьбы с пожарами с привлечением людских ресурсов и авиационных средств имеют свои ограничения. В связи с этим использование БПЛА может значительно повысить эффективность проведения противопожарных мероприятий.

Для предварительного выявления карьеров с водой в Перевальском районе можно осуществлять анализ спутниковых снимков, полученных с помощью сервиса «Google Планета Земля». Последующее уточнение информации рационально проводить с помощью БПЛА над исследуемым районом с целью подтверждения наличия воды в карьерах. На основе полученных данных целесообразно составлять таблицу с координатами мест расположения карьеров с водой (табл. 1).

Включение информации о локациях карьеров с водой в базу данных пожарного отделения способствует оперативной разработке планов маршрутов, с учётом которых пожарные автомобили могли бы оперативно добраться до источников воды и пополнить запасы. При этом более быструю информацию о наличии водоёмов и очагов возгорания можно получать с помощью БПЛА самолётного типа, а для относительно глубокого и чёткого представления о текущей ситуации больше подойдут БПЛА вертолётного типа (рис. 2).



Рисунок 2 — Основные виды БПЛА (самолётного и вертолётного типов)

Для повышения эффективности использования БПЛА с целью предупреждения и тушения пожаров рекомендуется в расчёт пожарной машины включить оператора беспилотного средства, а в состав пожарной части ввести специальный разведывательный автомобиль (на базе внедорожника) с парным экипажем в лице водителя и оператора БПЛА. Это позволит непрерывно изучать текущие изменения на контролируемой площади, картографировать местность, находить и рекомендовать пути подъезда к водоёмам и источникам возгорания, оценивать их масштабы и траектории распространения огня для оперативного принятия решений и организации своевременной помощи.

Система передачи видеопотока с беспилотника на экраны в пожарных автомобилях должна обеспечивать возможность видеть реальную ситуацию на месте пожара, что позволит проводить эффективную координацию действий.

Таблица 1

Пример построения таблицы расположения карьеров с водой

Номер карьера	Координаты места расположения	
	Широта	Долгота
1	48.625	38.196
2	48.712	38.311
3	48.578	38.067
4	48.456	37.987
5	48.542	38.141

Актуализация исследования в контексте современных вызовов, связанных с изменением климата и усилением степных пожаров, показывает, что при постоянном потеплении климата пожароопасность будет только воз-

растать [9–11]. Естественно, вероятность степных пожаров в Перевальском районе повышена в тёплый период года (рис. 3–5), характеризующийся низкой влажностью при выраженной ветрености (рис. 6).

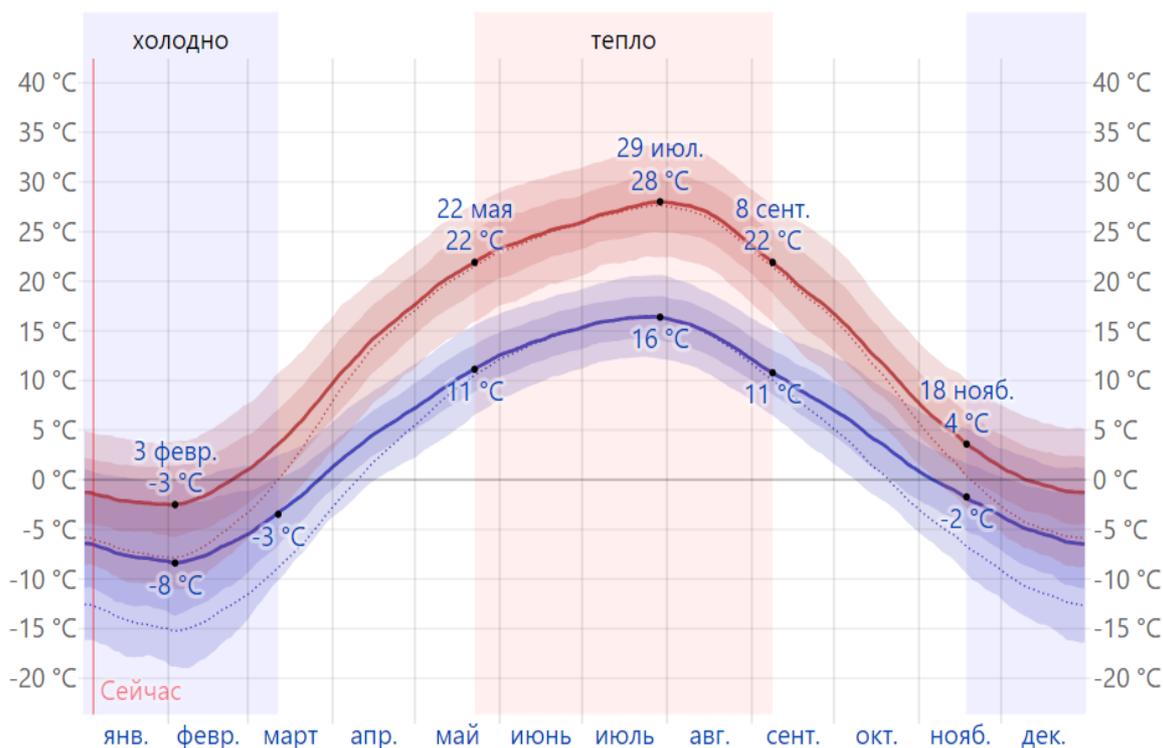


Рисунок 3 — Среднесуточная максимальная и минимальная температура в Перевальске по месяцам

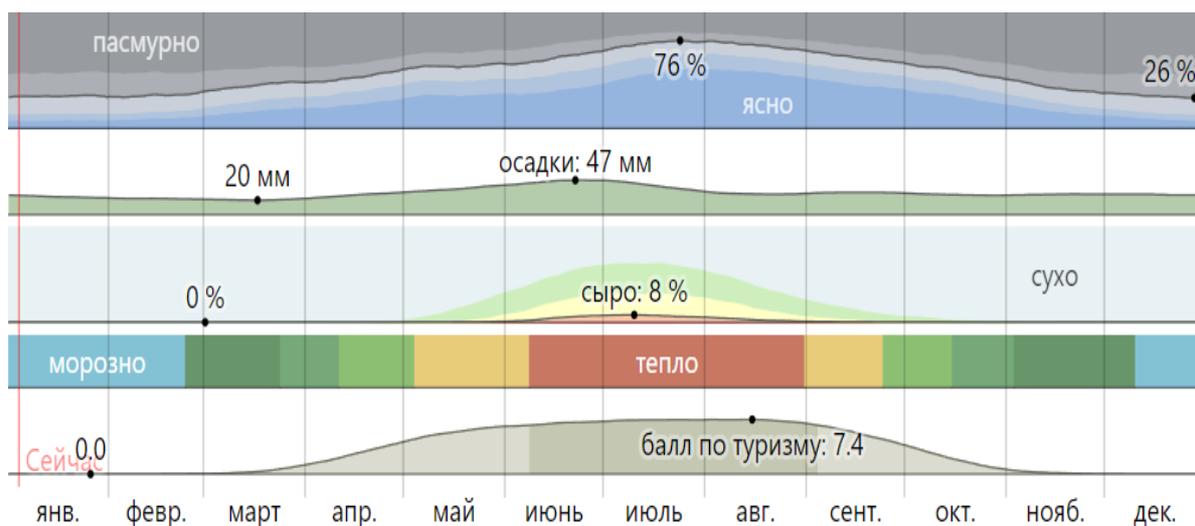


Рисунок 4 — Погодные данные в Перевальске по месяцам

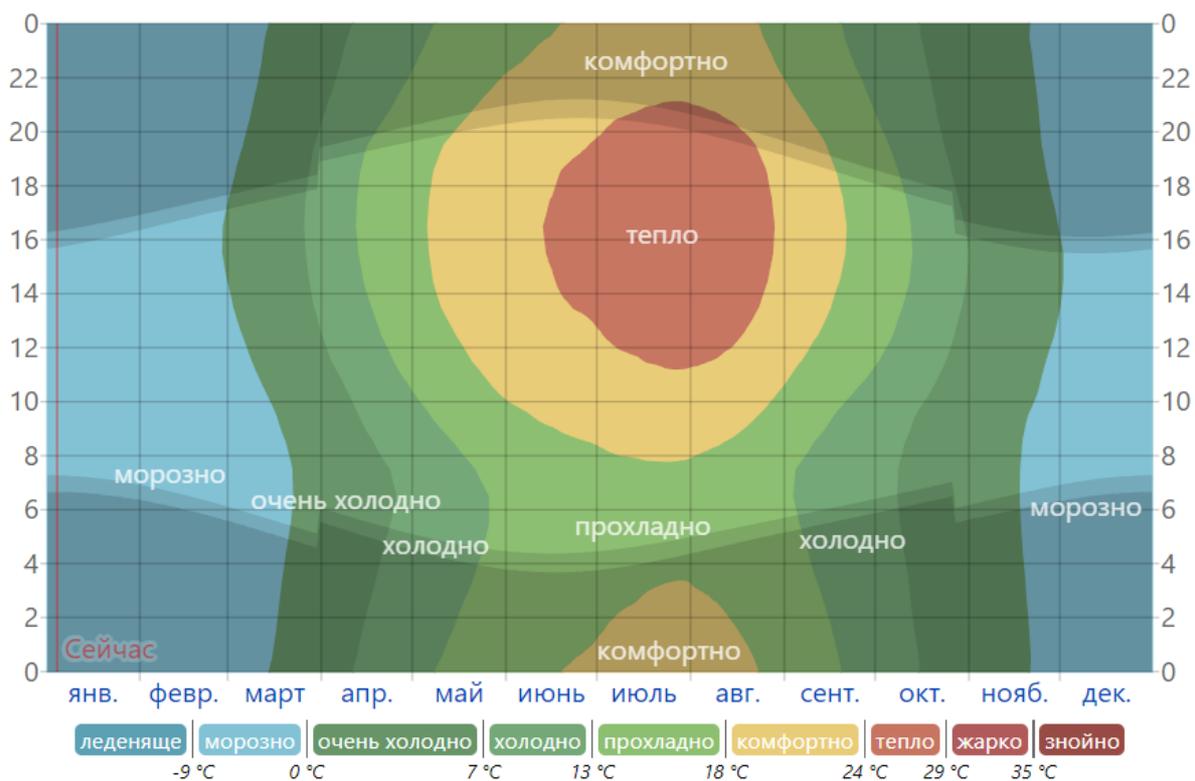


Рисунок 5 — Средняя почасовая температура в Перевальске по месяцам

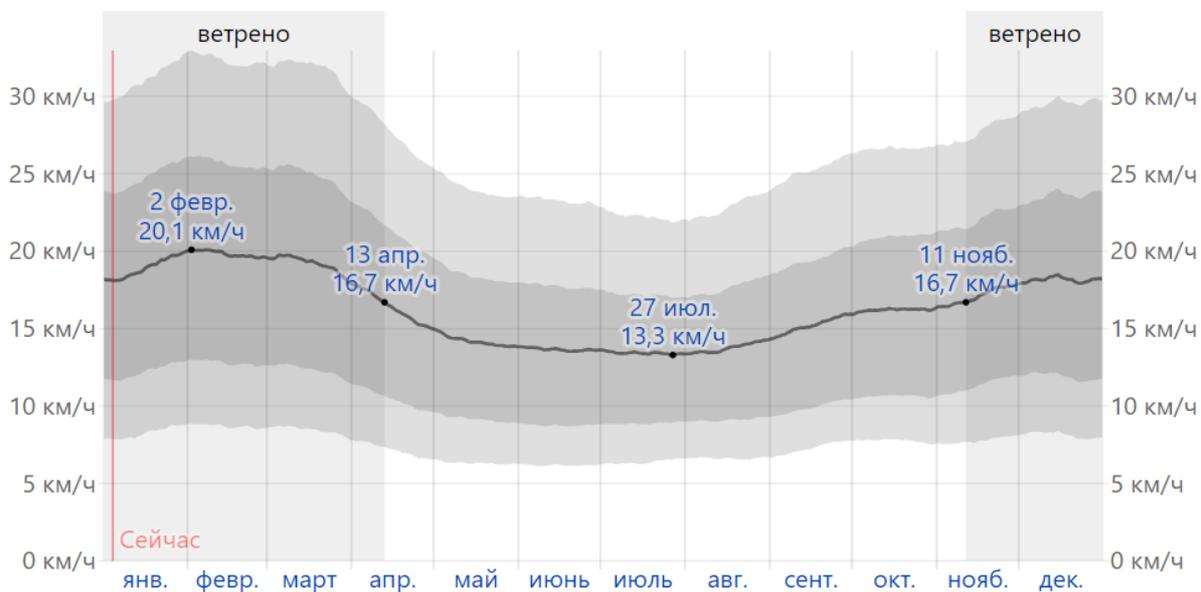


Рисунок 6 — Средняя скорость ветра в Перевальске по месяцам

Важно отметить, что использование БПЛА для обнаружения и тушения пожаров требует сотрудничества с пожарными службами и соответствующими организациями, чтобы гарантировать эффектив-

ность и безопасность выполняемых операций, в том числе, для соблюдения действующего законодательства и вопросов регулирования, связанных с использованием БПЛА.

Для своевременного обнаружения пожаров в любой период суток БПЛА должны быть оснащены инфракрасными камерами и другими необходимыми датчиками, которые способны обнаруживать тепловые источники. Они могут просматривать большие территории и оперативно определять места возгорания и пути подъезда к ним.

Желательным является использование видеокамер высокого разрешения для визуального обнаружения пожаров и мониторинга пожарных условий. Наблюдение может осуществляться на основе реальных данных о развитии пожаров, их распространении и интенсивности, что поможет оперативно реагировать и принимать соответствующие меры по тушению. Полезным будет также получение информации по оценке скорости ветра, его направления и влажности воздуха, что позволит прогнозировать вероятное поведение пожара и принимать заблаговременные меры.

Это даст возможность определять точное расположение мест, где необходимо срочное применение огнетушащих веществ для направления пожарных расчетов к определённым участкам с минимизацией времени и ресурсов.

БПЛА с системами распыления огнетушащих веществ могут использоваться для непосредственного тушения источников возгорания.

Таким образом, преимуществами использования БПЛА являются:

- заблаговременное выявление мест заполнения водой цистерн пожарных машин;
- разведка и прокладывание маршрутов движения к водным источникам и местам возгорания;
- ускорение процесса обнаружения пожаров и оперативного реагирования;
- минимизация риска для пожарных команд на основе предоставления информа-

ции о развитии ситуации на месте без необходимости направления людей в опасные зоны;

- повышение эффективности тушения пожаров путём точного определения места возгорания и целенаправленного применения огнетушащих веществ.

К негативным аспектам использования БПЛА относятся:

- ограниченное время полёта и дальности действия, зависящие от их технических характеристик и типа используемых источников питания и двигателей;

- влияние погодных условий на работу, (сильный ветер или дождь, туман, снегопад), что может ограничить способность обнаружения и тушения пожаров;

- своевременная подготовка операторов и их быстрая ротация при внезапной необходимости.

Выводы и направление дальнейших исследований. Многочисленные водные объекты, в том числе карьеры, разведанные как посредством спутниковых снимков, так и с помощью БПЛА, играют важную роль в обнаружении источников пополнения водой цистерн пожарных машин и тушении пожаров в труднодоступных местах. БПЛА могут использоваться для мониторинга местности и создания контролируемых условий в борьбе с пожарами, обеспечивая их оперативное обнаружение и тушение. Они создают преимущества в оперативном реагировании, минимизации риска для пожарных расчетов и существенно повышают эффективность противопожарной деятельности. Несмотря на некоторые ограничения, БПЛА продолжают технически совершенствоваться и становятся все более важным инструментом в пожаротушении, а их операторы должны стать неотъемлемой частью пожарных расчетов.

Список источников

1. *Пожарная безопасность : учебник / В. А. Пучков [и др.] ; под общ. ред. В. А. Пучкова. М. : Академия ГПС МЧС России, 2014. 877 с.*

2. Учебник водителя пожарного автомобиля / А. И. Преснов [и др.]. СПб. : СПбУ ГПС МЧС России, 2007. 392 с.

3. Бондарчук В. Д., Вертячих И. М., Сазонов В. К. Пожарное и аварийно-спасательное оборудование. Пожарные насосы. Гомель : МЧС Республики Беларусь, 2011. 202 с.

4. Бондаренко Н. Ю. Угольно-промышленные неоландшафты Луганщины // Механизмы управления экономическими, экологическими и социальными процессами в условиях инновационного развития : сборник материалов III международной научно-практической конференции. Алчевск : Ноулидж, 2017. С. 565–571.

5. Проблемы состояния экосистем степи Донецкого края в Луганской Народной Республике / Ю. А. Дегтярев [и др.] // Экологический вестник Донбасса. 2022. № 7. С. 27–36.

6. Министерство природных ресурсов и экологии Луганской Народной Республики : [сайт]. URL: <https://sovminlr.ru/sostav-ministrov/20-ministerstvo-prirodnih-resursov-i-ekologicheskoy-bezopasnosti-luganskoy-narodnoy-respubliki.html>.

7. Кандауров В. В. Морфологическая структура углепромышленного карьерно-отвального комплекса близ пгт Бугаевка Перевальского района Луганской Народной Республики // Изучение, сохранение и восстановление естественных ландшафтов : сборник статей VIII всероссийской с международным участием научно-практической конференции. М. : Планета, 2018. С. 195–199.

8. Ковшов В. П., Якубочский М. М., Ковшов С. В. Водохозяйственная рекультивация песчаных карьеров Ленинградской области как комплексный способ решения экологических проблем региона // Записки горного института. 2013. Т. 203. С. 133–136.

9. Левченко Э. П., Левченко М. Э. Влияние природных пожаров на окружающую среду и современные средства оценки нанесенного ими вреда // Планета — наш дом : сборник материалов XIV международной молодежной научной конференции. Алчевск : ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ», 2022. С. 46–50.

10. Левченко М. Э., Левченко Э. П. Влияние лесных пожаров на окружающую среду и пути снижения опасности их возникновения // Сборник материалов Тринадцатой студенческой экологической научно-практической конференции ДонГТИ. Алчевск : ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ», 2022. С. 35–40.

11. Основные аспекты технической организации мер предотвращения лесных пожаров / Э. П. Левченко, В. Ю. Малкин, А. Г. Макаревич, М. Э. Левченко // Экологический вестник Донбасса. 2022. № 6. С. 45–53.

© Левченко Э. П., Ноженко А. А., Макаревич А. Г.

© Павленко А. Т., Левченко М. Э.

Рекомендована к печати к.х.н., зав. КМНИЛ НЦМОС ДонГТУ Смирновой И. В., д.т.н., проф. каф. аварийно-спасательных работ ЛГУ им. В. Даля Будиковым Л. Я.

Статья поступила в редакцию 12.02.2024.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Левченко Эдуард Петрович, канд. техн. наук, доцент каф. экологии и безопасности жизнедеятельности

Донбасский государственный технический университет,
г. Алчевск, Луганская Народная Республика, Россия,
e-mail: levchenckoeduard@yandex.com

Павленко Александр Тимофеевич, д-р техн. наук, доцент каф. техносферной безопасности
Луганский государственный университет имени В. Даля,
г. Луганск, Луганская Народная Республика, Россия

Ноженко Алексей Алексеевич, старший преподаватель каф. экологии и безопасности жизнедеятельности

Донбасский государственный технический университет,
г. Алчевск, Луганская Народная Республика, Россия

Левченко Максим Эдуардович, студент каф. пожарной безопасности

Луганский государственный университет имени В. Даля
г. Луганск, Луганская Народная Республика, Россия

Макаревич Александр Григорьевич, старший преподаватель каф. геотехнологий и безопасности производств

Донбасский государственный технический университет,
г. Алчевск, Луганская Народная Республика, Россия

¹*Levchenko E. P., ²Pavlenko A. T., ¹Nozhenko A. A., ²Levchenko M. E., ¹Makarevich A. G.
(¹Donbass State Technical University, Alchevsk, Lugansk People's Republic, Russia, ²Vladimir Dahl Lugansk State University, Lugansk, Lugansk People's Republic, Russia, *e-mail: levchenckoeduard@yandex.com)

ADDITIONAL SOURCES OF WATER INTAKE FOR EXTINGUISHING FOREST-STEPPE FIRES IN THE PEREVALSK DISTRICT

The paper is devoted to solving the problem of the operational organization of extinguishing fires on the Donbass forest-steppe area using the example of the Perevalskiy region based on water use from local water sources explored in advance.

Key words: wildfires, water sources, quarries, fire truck, water refilling, unmanned aerial vehicles (UAVs).

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Levchenko Eduard Petrovich, Ph.D., Associate Professor of the Department of Ecology and Life Safety
Donbass State Technical University,
Alchevsk, Lugansk People's Republic, Russia,
e-mail: levchenckoeduard@yandex.com

Pavlenko Alexander Timofeyevich, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor of the
Department of Technosphere Safety
Vladimir Dahl Lugansk State University,
Lugansk, Lugansk People's Republic, Russia

Nozhenko Alexey Alekseyevich, Senior Lecturer of the Department of Ecology and Life Safety
Donbass State Technical University,
Alchevsk, Lugansk People's Republic, Russia

Levchenko Maxim Eduardovich, student of the Department of Fire Safety
Vladimir Dahl Lugansk State University,
Lugansk, Lugansk People's Republic, Russia

Makarevich Alexander Grigoriyevich, Senior Lecturer of the Department Geotechnologies
and Industrial Safety
Donbass State Technical University,
Alchevsk, Lugansk People's Republic, Russia

Павлов В. И., Кусайко Н. П., *Сергейчук О. В.
Донбасский государственный технический университет
*E-mail: olga.sersey4uck@yandex.ru

ОЦЕНКА СВОЙСТВ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЯДА НАБЛЮДЕНИЙ ПО ГИДРОПОСТУ РЕКА БЕЛАЯ — ИСАКОВСКОЕ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Статья посвящена анализу возможности применения гидрологического ряда наблюдений по гидропосту река Белая — Исаковское водохранилище для последующих расчетов гидрологических характеристик. Проведена оценка гидрологического ряда на репрезентативность, достаточность и однородность. Приведены предполагаемые причины формирования неоднородности гидрологической информации на рассматриваемой территории.

Ключевые слова: малые реки, гидропост, репрезентативность, достаточность, однородность, разностно-интегральные кривые, среднегодовой расход, водность, норма стока, статистический анализ, критерий Фишера, критерий Стьюдента.

Постановка проблемы, обоснование ее актуальности. Основу гидрографической сети ЛНР составляют малые реки. В результате водохозяйственной деятельности в бассейнах малых рек, а также снижения количества выпадающих осадков в последнее время наблюдается образование значительного дефицита водных ресурсов, снижение стока. Вследствие этого возникают трудности в водообеспечении предприятий и населения региона.

Для своевременного выявления негативных процессов, прогнозирования их развития, предотвращения вредных последствий и определения степени эффективности мероприятий, направленных на рациональное использование и охрану поверхностных вод, необходимо вести постоянные наблюдения за гидрологическим режимом малых рек, особенно тех, которые имеют стратегическое значение.

К сожалению, на сегодняшний день изучению гидрологического режима малых рек не уделяется должного внимания. На большинстве малых рек отсутствуют гидропосты и наблюдения не ведутся. Вместе с тем во время эксплуатации водохранилищ ведутся гидрологические наблюдения для контроля водохозяйственного баланса водохранилищ. По Исаковскому водохранилищу оценка водопри-

тока производилась с 1953 г. Однако перед использованием этих данных их необходимо тщательно проверить на репрезентативность, достаточность и однородность.

Целью данной работы является оценка свойств гидрологического ряда наблюдений по Исаковскому водохранилищу для возможности применения значений ряда в гидрологических расчетах.

Объект исследования — многолетний ряд годовых расходов реки Белой в районе плотины Исаковского водохранилища (гидроствор река Белая — Исаковское водохранилище).

Предмет исследования — свойства гидрологического ряда, характеризующие возможность использования его данных в дальнейших гидрологических расчетах.

Задачи исследования:

- анализ репрезентативности ряда гидрологических наблюдений;
- оценка достаточности периода многолетних наблюдений за стоком реки Белой в районе плотины Исаковского водохранилища;
- анализ однородности гидрологического ряда;
- выявление предполагаемых причин возникновения неоднородности гидрологического ряда.

Методы исследования. В работе использовался ряд наблюдений за годовым

стоком реки Белой в районе плотины Исаковского водохранилища. С 1953 г. по 2003 г. гидрологические данные взяты из отчета «Разработка водохозяйственных балансов Исаковского водохранилища на р. Белая Луганской области», с 2004 г. по 2019 г. ряд продолжен данными наблюдений, предоставленными Алчевским металлургическим комбинатом.

Для построения разностной интегральной кривой по гидропосту река Лугань — пос. Долиновское (Владимировка, Калиново) использовались данные наблюдений за среднегодовыми расходами из официальных источников [1, 2].

Представительность ряда наблюдений по гидропосту река Белая — Исаковское водохранилище определялась при помощи анализа синхронности колебаний разностных интегральных кривых среднегодовых расходов. Построение разностных интегральных кривых расчетной реки и реки-аналога производилось при помощи мастера диаграмм программы Microsoft Excel.

Оценка достаточности расчетного периода гидрологических наблюдений производилась определением величины относительной средней квадратической ошибки нормы годового стока.

Анализ однородности осуществлялся на основе статистического анализа. Для количественной оценки статистической однородности были применены критерии однородности выборочных дисперсий (критерий Фишера).

Изложение материала. Исаковское водохранилище, расположенное на реке Белой, является основным источником водопотребления Алчевского металлургического комбината — градообразующего предприятия г. Алчевска. Последние несколько лет остро обозначилась проблема снижения расхода воды малых рек ЛНР. Это привело к значительному уменьшению объема стратегически важных водохранилищ Республики, в том числе и Исаковского водохранилища.

Для определения возможности использования в последующих расчетах имеющийся ряд гидрологических наблюдений должен быть подвергнут проверке на репрезентативность (представительность), достаточность и однородность.

Чтобы оценить представительность имеющегося ряда наблюдений за годовым стоком, необходимо провести анализ синхронности колебаний разностных интегральных кривых среднегодовых расходов по гидропосту река Белая — Исаковское водохранилище и гидропосту реки-аналога, указанной в отчете о научно-исследовательской работе ООО «ПАНЭКС».

Для доказательства репрезентативности ряда имеющихся гидрологических наблюдений по гидропосту река Белая — Исаковское водохранилище достаточно сопоставить его разностную интегральную кривую среднегодовых расходов с кривой по одному из гидропостов, синхронность которого доказана в отчете. Наиболее подходящим для этой цели является ряд гидрологических наблюдений по гидропосту река Лугань — пос. Долиновское (Владимировка, Калиново). Выбор именно этого гидрологического поста обусловлен несколькими факторами: водосборы рек на гидропостах река Белая — Исаковское водохранилище и река Лугань — пос. Долиновское (Владимировка, Калиново) близки в географическом плане, площади водосборов рек до гидропостов отличаются друг от друга менее чем в два раза, климатические, гидрогеологические и условия формирования стока однотипны.

Источники, используемые для построения разностной интегральной кривой по гидропосту река Лугань — пос. Долиновское (Владимировка, Калиново), содержат данные наблюдений по гидропостам только до 1980 г. Вследствие этого разностная интегральная кривая среднегодовых расходов по гидропосту река Лугань — пос. Долиновское (Владимировка, Калиново) построена только с 1949 г. (начало гидрологических наблюдений) по 1980 г.

Разностная интегральная кривая представляет собой суммарную кривую отклонений годовых значений стока от среднего его значения за весь период наблюдений.

Сначала для данного ряда наблюдений выполняется вычисление модульных коэффициентов:

$$K_i = \frac{Q_i}{Q_0}, \quad (1)$$

где K_i — модульный коэффициент;

Q_i — значение данного ряда в i -ый год наблюдений, м³/сек.;

Q_0 — среднее значение ряда, м³/сек.

Если $K > 1$, год является многоводным, если $K < 1$ — маловодным. Для средних по водности лет $K = 1$ или близок к единице.

Затем определяют отклонения модульных коэффициентов от их среднего значения, равного единице ($K_i - 1$), и, наконец, производится построение интегральной кривой последовательным суммированием этих отклонений:

$$\sum(K_i - 1) = f(t). \quad (2)$$

В нашей работе для анализа репрезентативности необходимо построение двух совмещенных кривых по гидропостам река Белая — Исаковское водохранилище и река Лугань — пос. Долиновское (Владимировка, Калиново). Для исключения влияния временной изменчивости стока учитывают коэффициент вариации (изменчивости) C_v :

$$C_v = \frac{\sigma_{Q, Q_a}}{Q_{0,0a}}, \quad (3)$$

где σ_{Q, Q_a} — среднеквадратическое отклонение ряда среднегодовых расходов на расчетной реке (река Белая) и на реке-аналоге (река Лугань) соответственно;

$Q_{0,0a}$ — среднее значение расхода расчетной реки и реки-аналога соответственно, м³/сек.

В случае, когда количество лет наблюдений более 30, среднеквадратическое отклонение определяется по формуле:

$$\sigma_{Q, Q_a} = \sqrt{\frac{\sum(Q_{i,ia} - Q_{0,0a})^2}{n}}, \quad (4)$$

где $Q_{i,ia}$ — среднегодовой расход расчетной реки и реки-аналога соответственно в i -ый год наблюдений, м³/сек.;

$Q_{0,0a}$ — среднее значение расхода расчетной реки и реки-аналога соответственно, м³/сек.;

n — количество лет наблюдений.

С учетом коэффициента вариации разностные интегральные кривые по гидропостам река Белая — Исаковское водохранилище и река Лугань — пос. Долиновское (Владимировка, Калиново) будут представлять собой графики зависимости нарастающей суммы отклонений модульных коэффициентов от единицы ($K_i - 1$) от времени (в годах):

$$\frac{\sum(K_i - 1)}{C_v} = f(t). \quad (5)$$

Совмещенные разностные интегральные кривые по гидропостам река Белая — Исаковское водохранилище и река Лугань — пос. Долиновское (Владимировка, Калиново) представлены на рисунке 1.

Результаты анализа совмещенных разностных интегральных кривых среднегодовых расходов (рис. 1) показывают совпадение тенденций в колебаниях многолетнего стока по бассейнам рек Белая и Лугань в пределах указанных гидропостов. Для ограниченного периода результатов наблюдений по гидропосту река Лугань — пос. Долиновское (Владимировка, Калиново) очевидно совпадение лет высокой и низкой водности по бассейнам обеих рек, характера изменения водности, а также одного полного цикла водности (I цикл — 1957–1976 гг.) Таким образом, по результатам сопоставления разностных интегральных кривых можно утверждать, что их колебания синхронны. Следовательно, имеющийся ряд наблюдений за многолетним стоком по гидропосту река Белая — Исаковское водохранилище репрезентативен.

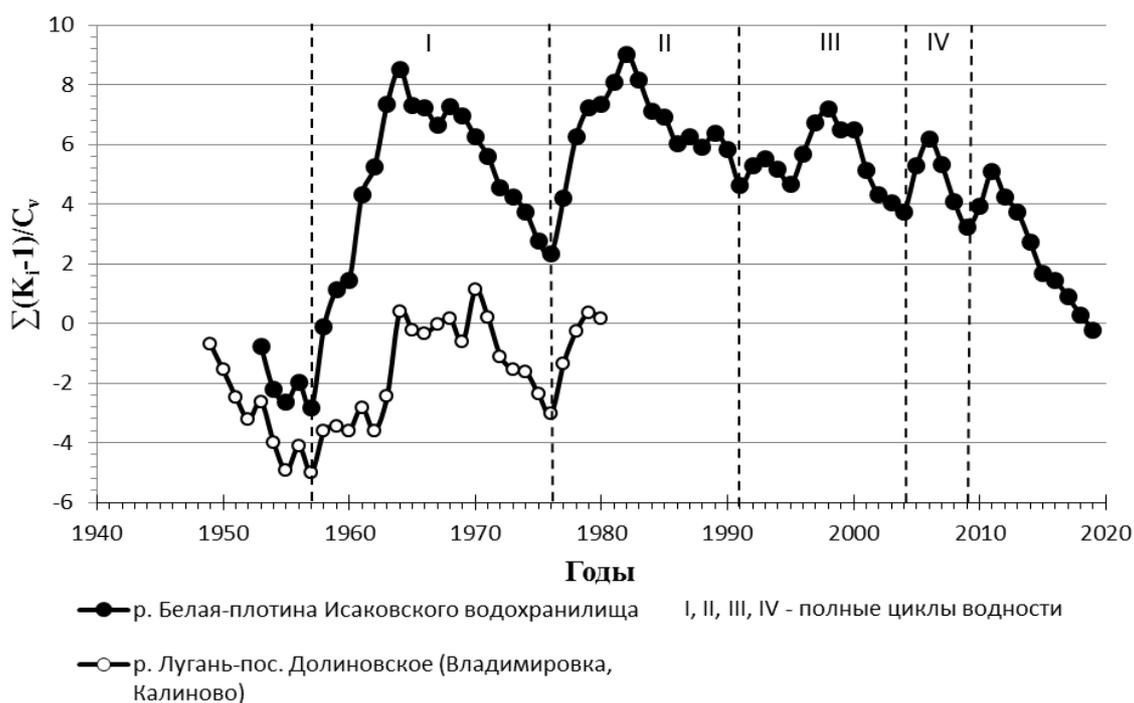


Рисунок 1 – Совмещенные разностные интегральные кривые среднегодовых расходов по гидропостам река Белая — Исаковское водохранилище и река Лугань — пос. Долиновское (Владимировка, Калиново)

Синхронность колебаний режимов исследуемых нами рек за совместный период наблюдений количественно можно оценить коэффициентом парной корреляции, характеризующим в нашем случае тесноту линейной взаимосвязи между рядами наблюдений за стоком двух рек [3]. Линейный коэффициент парной корреляции определяется в пределах $-1 \leq R \leq 1$. Чем ближе абсолютное значение коэффициента R к 1, тем сильнее линейная связь. Для качественной оценки коэффициента корреляции наиболее часто применяют шкалу Чеддока. В зависимости от значения коэффициента корреляции связь может иметь одну из оценок: 0,1–0,3 — слабая; 0,3–0,5 — заметная; 0,5–0,7 — умеренная; 0,7–0,9 — высокая; 0,9–0,1 — весьма высокая. Обычно критическое значение коэффициента парной (или множественной в случае использования нескольких рек-аналогов) корреляции принимают $R_{кр} \geq 0,7$. Поскольку район расположения бассейнов исследуемой реки и реки-аналога является слабо изученным в гидро-

логическом отношении, допускается принимать значения $R_{кр} < 0,7$.

Коэффициенты парной корреляции с увеличением расстояния L между центрами тяжести водосборов убывают [4]. В диапазоне расстояний 0–2500 км преобладает положительная корреляция между стоком рассматриваемых рек; при дальнейшем увеличении расстояния — в среднем слабо отрицательная корреляция, которая при $L \approx 9000$ км близка к нулю.

Из рисунка 1 видно, что совместный период наблюдений по гидропостам река Белая — плотина Исаковское водохранилища и река Лугань — пос. Долиновское (Владимировка, Калиново) составляет 28 лет (с 1953 г. по 1980 г. включительно). При совместном периоде менее 30 лет коэффициент парной корреляции между значениями стока по гидропосту река Белая — Исаковское водохранилище и значениями стока по гидропосту река Лугань — пос. Долиновское (Владимировка, Калиново) определяем по формуле:

$$R = \frac{\sum[(Q_i - Q_0)(Q_{ia} - Q_{0a})]}{(n-1)\sigma_Q\sigma_{Qa}}, \quad (6)$$

где Q_i — среднегодовой расход расчетной реки (река Белая) в i -ый год наблюдений, м³/сек.;

Q_0 — среднее значение расхода расчетной реки (река Белая) за совместный период наблюдений, м³/сек.;

Q_{ia} — среднегодовой расход аналоговой реки (река Лугань) в i -ый год наблюдений, м³/сек.;

Q_{0a} — среднее значение расхода аналоговой реки (река Лугань) за совместный период наблюдений, м³/сек.;

n — количество лет совместного периода наблюдений;

σ_Q — среднее квадратическое отклонение ряда среднегодовых расходов на расчетной реке за совместный период наблюдений;

σ_{Qa} — среднее квадратическое отклонение ряда среднегодовых расходов на аналоговой реке за совместный период наблюдений.

При $n < 30$ лет расчетная формула (4) для вычисления среднее квадратического отклонения преобразуется:

$$\sigma_{Q,Qa} = \sqrt{\frac{\sum(Q_{i,ia} - Q_{0,0a})^2}{n-1}}. \quad (7)$$

Значение коэффициента парной корреляции R для рядов гидрологических наблюдений по гидропостам расчетной реки и реки-аналога составляет 0,64957. Согласно шкале Чеддока, корреляционная связь между рядами наблюдений по исследуемой реке и по реке-аналогу при $R = 0,64957$ умеренная, но приближается к высокой. Таким образом, линейная взаимосвязь между рядами наблюдений является довольно тесной.

Достоверность коэффициента корреляции устанавливаются с помощью коэффициента достоверности K_D по формуле:

$$K_D = \frac{R}{\sigma_R}, \quad (8)$$

где σ_R — среднее квадратическое отклонение коэффициента корреляции.

В свою очередь, σ_R вычисляется по формуле:

$$\sigma_R = \frac{1 - R^2}{\sqrt{n-1}}. \quad (9)$$

В нашем случае коэффициент достоверности K_D составляет 5,84.

Коэффициент корреляции принимается достоверным, если он более чем в 2 раза превышает свое среднее квадратическое отклонение [5]. В наших расчетах превышение составляет более 5, что доказывает достоверность коэффициента корреляции R .

Для дальнейшего анализа данных на достаточность и однородность необходимо выделить из имеющегося ряда гидрологических наблюдений расчетный период, который должен включать в себя только полные законченные циклы, имеющие многоводную и маловодную фазы. Данное условие необходимо потому, что основой для определения всех гидрологических характеристик является норма стока — среднее арифметическое значение гидрологического ряда. В случае, если в расчетный период кроме полных циклов будет включена еще и многоводная фаза, то среднее арифметическое значение будет завышено по сравнению с истинной нормой стока, а если маловодная — то занижено [6]. Проанализировав разностную интегральную кривую среднегодовых расходов по гидропосту река Белая — Исаковское водохранилище (рис. 1), можно выделить четыре полных водных цикла: I — 1957–1976 гг.; II — 1977–1991 гг.; III — 1992–2004 гг.; IV — 2005–2009 гг. Соответственно, расчетный период по гидропосту река Белая — Исаковское водохранилище составит 53 года (с 1957 г. по 2009 г.).

Норма стока для расчетного периода определяется по формуле:

$$\bar{Q} = \frac{\sum Q_i}{n}, \quad (10)$$

где Q_i — среднегодовой расход расчетной реки (река Белая) соответственно в i -ый год наблюдений, м³/сек.;

n — количество лет наблюдений.

Норма стока для расчетного периода 1957–2009 гг. составляет 1,44 м³/сек.

Величина относительной средней квадратической ошибки нормы годового стока $\varepsilon_{\bar{Q}}$, определяющая достаточность расчетного периода гидрологических наблюдений, вычисляется по формуле (11) [5–7]:

$$\varepsilon_{\bar{Q}} = \frac{C_v}{\sqrt{n}} \cdot 100\%. \quad (11)$$

Ряд наблюдений считается достаточным, если средняя квадратическая ошибка нормы стока находится в диапазоне $\pm (5-10) \%$. Коэффициент вариации C_v определяется по формуле (3), где в знаменателе в качестве среднего значения расхода расчетной реки используется норма стока для расчетного периода. Проведя расчеты по формулам (4), (3) и (11) для расчетного периода гидрологических наблюдений $n = 53$ года по гидропосту река Белая — Исаковское водохранилище, получим следующие значения среднеквадратического отклонения ряда среднегодовых расходов ($\sigma_{\bar{Q}}$), коэффициента вариации годового стока (C_v) и относительной средней квадратической ошибки нормы годового стока ($\varepsilon_{\bar{Q}}$) для расчетного периода:

$$\sigma_{\bar{Q}} = 0,703; C_v = 0,48825; \varepsilon_{\bar{Q}} = 6,7\%.$$

Поскольку $\varepsilon_{\bar{Q}}$ составляет менее 10 %, то длину расчетного периода 1957–2009 гг. можно считать достаточной для использования в дальнейших гидрологических расчетах.

Оценим однородность гидрологического ряда по гидропосту река Белая — Исаковское водохранилище на основе статистического анализа. Проверка на однородность необходима для выяснения фазовой стабильности величин, составляющих ряд. Для оценки будем применять критерии

однородности выборочных дисперсий (критерий Фишера) и выборочных средних (критерий Стьюдента).

Оценка однородности гидрологического ряда по вышеуказанным статистическим критериям состоит в сравнении расчетного значения статистики критерия для однородных последовательных частей ряда, полученной по эмпирическим данным, с ее критическим обобщенным значением, при заданном уровне значимости, объеме выборки, коэффициентах автокорреляции и асимметрии. Уровень значимости задаем 5 %, что соответствует принятию нулевой гипотезы об однородности временного ряда с вероятностью 95 % [8].

Проверку однородности ряда наблюдений необходимо начинать с проверки однородности дисперсий. В первую очередь необходимо часть имеющегося гидрологического ряда наблюдений, принятую за расчетный период, а именно с 1957 г. по 2009 г., разбить на две примерно равные части: 1957–1983 гг. (27 лет) и 1984–2009 гг. (26 лет). Далее выдвигаем гипотезу однородности, или нулевую гипотезу, и альтернативную ей гипотезу неоднородности. Расчетное значение статистики Фишера F для двух последовательных частей ряда определяем по формуле (12) [8]:

$$F = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2}, \quad (12)$$

где σ_1^2 , σ_2^2 — дисперсии двух следующих друг за другом частей выборок. В качестве σ_1^2 принимается большее значение.

Дисперсию рассчитываем по формуле [9]:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Q_i - \bar{Q})^2}{n-1}, \quad (13)$$

где Q_i — среднегодовой расход в i -ый год наблюдений, м³/сек.;

n — объем выборки.

Критическое значение статистики Фишера F_α при уровне значимости 5 % зави-

сит от чисел степеней свободы v двух частей выборки v_1 и v_2 :

$$v = n - 1, \quad (14)$$

$$v_1 = 27 - 1 = 26; \quad v_2 = 26 - 1 = 25.$$

F_α определяем методом интерполяции [9]. Результаты вычислений представлены в таблице 1.

Как видно из таблицы 1, расчетное значение критерия Фишера F превышает его критическое значение F_α . В этом случае гипотеза однородности отклоняется и принимается альтернативная гипотеза (неоднородности). Если гипотеза однородности дисперсий отвергается, то однородность средних не проверяется и ряд признается неоднородным [10].

Применение неоднородного гидрологического ряда для дальнейших гидрологических расчетов является неприемлемым. Для того, чтобы устранить неоднородность ряда гидрологических наблюдений или минимизировать ее, необходимо, в первую очередь, понять причину ее возникновения. Учитывая особенности водосборной площади реки Белой и территории Донбасса в целом, можно выделить наиболее вероятные из них [4]:

- нарушение поверхностного и подземного стока в реку Белую развитием карьерной деятельности [11];
- изменение метеорологических факторов, влияющих на формирование речного стока (например, повышение температуры воздуха в зимний период может привести к изменению внутригодового распределения стока);

– регулирование речного стока и другая хозяйственная деятельность [12].

Неоднородность гидрологических наблюдений по гидропосту река Белая — Исаковское водохранилище указывает на необходимость проведения ряда дополнительных исследований и мероприятий. Во-первых, проведение полного обследования территории водосборной площади реки Белой позволит получить полную информацию о реке и ее притоках (временных и постоянных); местах забора воды населением и предприятиями; бытовых, промышленных и шахтных сбросах; обводненных и необводненных карьерах.

До впадения реки Белой в Исаковское водохранилище необходима организация гидропоста, оборудованного в соответствии с современными требованиями гидрометрии, для получения достоверных гидрологических характеристик. Кроме того, необходима сеть автоматических метеостанций с безотказным оборудованием для регулярных метеонаблюдений и точных замеров.

Выводы и направление дальнейших исследований. На основании выполненной проверки гидрологического ряда наблюдений по гидропосту река Белая — Исаковское водохранилище авторами выявлена его неоднородность, что делает невозможным применение этого ряда при дальнейших гидрологических расчетах. Наиболее вероятными причинами данной неоднородности являются изменение метеорологических факторов, возможные ошибки во время измерений и обработки данных, а также хозяйственная деятельность человека.

Таблица 1

Оценка однородности по критерию Фишера гидрологического ряда наблюдений по гидропосту река Белая — Исаковское водохранилище

Период наблюдений	Среднее значение среднегодовых расходов, \bar{Q} , м ³ /сек.	Дисперсия, σ^2	Критерии Фишера	
			расчетный, F	критический, F_α
1957–1983 гг.	1,62	0,659	2,31	2,228
1984–2009 гг.	1,24	0,285		

Устранение неоднородности гидрологического ряда, а также контроль за изменениями гидрологического режима и объема воды в Исаковском водохранилище лягут в основу дальнейших исследований водосборной площади реки Белой.

Список источников

1. 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.
2. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики. Т. 6. Украина и Молдавия. Вып. 3. Бассейн р. Северского Донца и реки Приазовья. Л. : Гидрометеорологическое издательство, 1977. 399 с.
3. 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.
4. Гидрология : методические рекомендации по выполнению расчетных работ для бакалавров направления 20.03.02 «Природообустройство и водопользование» / Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина. Краснодар : ФГБОУ ВО «ГАУ им. И. Т. Трубилина», 2018. 69 с.
5. Гидрология : методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов I, II курса специальности (направления подготовки) 35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура» / сост. : Б. В. Фисенко. Саратов : ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2016. 126 с.
6. 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, 1980. 204 с.
7. Методические рекомендации по оценке однородности гидрологических характеристик и определению их расчетных значений по неоднородным данным наблюдений / ГУ «Государственный гидрологический институт». СПб. : Нестор-История, 2010. 162 с.
8. Методические указания к выполнению практических заданий и курсовой работы по курсу «Инженерная гидрология и регулирование стока» для студентов специальности С.04.02.00 «Мелиорация и водное хозяйство» / Стефаненко Ю. В. [и др.]. Брест : БГТУ, 2001. 45 с.
9. СТО ГГИ 52.08.41-2017. Основные гидрологические характеристики при нестационарности временных рядов, обусловленной влиянием климатических факторов. СПб. : ФГБУ «ГГИ», 2017. 42 с. (Стандарт организации Росгидромета).
10. Сикан А. В. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации : учебник. СПб. : изд-во РГГМУ, 2007. 279 с.
11. 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.
12. Павлов В. И., Кусайко Н. П., Кулакова С. И. Анализ изменения составляющих водного баланса бассейна водосбора Исаковского водохранилища // Экологический вестник Донбасса. 2021. № 2. С. 73–81.

© Павлов В. И., Кусайко Н. П., Сергейчук О. В.

Рекомендована к печати д.т.н., проф. каф. ПГСИА ИСАиЖКХ ЛГУ им. В. Даля Дроздом Г. Я., к.т.н., доц., каф. ГЭС ДонГТУ Долгих В. П.

Статья поступила в редакцию 22.02.2024.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Павлов Валерий Иванович, канд. техн. наук, зав. научно-аналитическим сектором Научного центра мониторинга окружающей среды
Донбасский государственный технический университет,
г. Алчевск, Луганская Народная Республика, Россия

Кусайко Наталья Петровна, директор Научного центра мониторинга окружающей среды
Донбасский государственный технический университет,
г. Алчевск, Луганская Народная Республика, Россия

Сергейчук Ольга Васильевна, научный сотрудник Центра лазерно-оптических измерений «Орион»
Донбасский государственный технический университет,
г. Алчевск, Луганская Народная Республика, Россия,
e-mail: olga.sergey4uck@yandex.ru

Pavlov V. I., Kusayko N. P., *Sergeychuk O. V. (Donbass State Technical University, Alchevsk, Lugansk People's Republic, Russia, *e-mail: olga.sergey4uck@yandex.ru)

ASSESSMENT OF THE SERIES PROPERTIES OF THE HYDROLOGICAL OBSERVATIONS AT THE BELAYA RIVER — ISAKOVO STORAGE LAKE HYDROLOGICAL STATION

The paper is devoted to analyzing the possibility of using a hydrological series of observations at the Belaya River — Isakovo hydrological station for subsequent calculations of hydrological characteristics. The hydrological series were assessed representativeness, sufficiency and homogeneity factors. The supposed reasons for the formation of heterogeneity of hydrological information in the territory under consideration are given.

Key words: small rivers, hydrological station, representativeness, sufficiency, homogeneity, difference-integral curves, average annual flow, water content, flow rate, statistical analysis, Fisher criterion, Student criterion.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Pavlov Valery Ivanovich, Ph.D., Head of the Scientific and Analytical sector of the Scientific Center for Environmental Monitoring,
Donbass State Technical University,
Alchevsk, Lugansk People's Republic, Russia

Kusayko Natalia Petrovna, Director of the Scientific Center for Environmental Monitoring,
Donbass State Technical University,
Alchevsk, Lugansk People's Republic, Russia

Sergeychuk Olga Vasiliyevna, Researcher at the Orion Center for Laser-Optical Measurements
Donbass State Technical University,
Alchevsk, Lugansk People's Republic, Russia,
e-mail: olga.sergey4uck@yandex.ru

***Кононов К. Э., Тверетинов Н. А.**
Центр гигиены и эпидемиологии в ЛНР
*E-mail: radio3ses@mail.ru

ВНЕДРЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ РАДИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В СИСТЕМУ СОЦИАЛЬНО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НА ТЕРРИТОРИИ ЛУГАНСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ

К числу факторов внешней среды, оказывающих постоянное и непосредственное воздействие на организм человека, отнесено ионизирующее излучение, актуальность которого многократно возросла в связи с возросшими рисками его негативного влияния на окружающую среду и население в условиях проведения специальной военной операции и расположением в зоне ее проведения объектов, представляющих потенциальную опасность возникновения радиационных аварий. В данной работе кратко изложены принципы организации, а также основные направления осуществления мониторинга радиационной обстановки на территории Луганской Народной Республики.

Ключевые слова: социально-гигиенический мониторинг, ионизирующее излучение, радиационная безопасность, радиационный объект, радиационная авария, радиологические исследования.

Введение. В целях обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения на территории Российской Федерации Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека совместно с другими федеральными органами исполнительной власти, уполномоченными осуществлять государственный санитарно-эпидемиологический надзор, проводится социально-гигиенический мониторинг (СГМ), представляющий собой государственную систему наблюдения, анализа, оценки и прогноза состояния здоровья населения и среды обитания человека, а также определения причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и воздействием на него факторов среды обитания для принятия мер по устранению их вредного воздействия. Порядок его проведения определен «Положением о проведении социально-гигиенического мониторинга», утвержденным постановлением Правительства РФ от 2 февраля 2006 г. № 60 [1].

Мониторинг за радиационной обстановкой в рамках СГМ проводится на федеральном уровне, на уровне субъектов Российской Федерации и уровне муниципальных образований; осуществляется с

целью оценки уровней облучения населения, выявления изменений и прогноза состояния радиационной обстановки в целом или отдельных ее параметров (показателей), установления причин неблагоприятного изменения радиационных факторов среды обитания и устранения или уменьшения их вредного воздействия на человека и/или среду обитания [2].

Материалы и методы. Объектами контроля за показателями радиационной безопасности населения и состояния объектов окружающей среды являются:

- атмосферный воздух на территории населенных пунктов;
- почва населенных пунктов и их ареалов;
- вода открытых водоемов;
- питьевая вода;
- продовольственное сырье и пищевые продукты.

Основными контролируруемыми параметрами, характеризующими радиационную безопасность населения и радиоактивное загрязнение объектов окружающей среды на наблюдаемых территориях, являются:

- мощность дозы гамма-излучения в жилых и общественных зданиях и на открытой местности в населенных пунктах;

– содержание радиоактивных веществ в атмосферном воздухе, включая среднегодовые значения эквивалентной равновесной объемной активности (ЭРОА) изотопов радона, и радиоактивных выпадений из атмосферы на территории населенных пунктов;

– плотность радиоактивного загрязнения почв и содержание радионуклидов в почве населенных пунктов и их ареалов;

– среднегодовые значения эквивалентной равновесной объемной активности (ЭРОА) изотопов радона в воздухе жилых и общественных помещений на территории населенного пункта;

– суммарная альфа- и бета-активность, содержание природных и техногенных радионуклидов в воде открытых водоемов и питьевой воде;

– содержание цезия-137 и стронция-90 в продовольственном сырье и пищевых продуктах.

Проведение мониторинга осуществляется путем выполнения измерений, сбора, хранения, обработки и анализа численных значений показателей радиационной безопасности населения и состояния объектов окружающей среды, которые являются основой для проведения расчетов доз внешнего и внутреннего облучения населения.

Для целей СГМ на территории субъектов Российской Федерации используются данные радиационного контроля, получаемые при осуществлении:

– производственного радиационного контроля, выполняемого аккредитованными в соответствующих областях измерений лабораториями радиационного контроля;

– государственного санитарно-эпидемиологического надзора;

– выполнения санитарно-эпидемиологических экспертиз, расследований, обследований;

– сертификационных и иных измерений, выполненных аккредитованными лабораториями радиационного контроля.

Все сведения приводятся в официальных формах учетной и отчетной документации, утвержденных постановлением Госкомстата

России, приказами Минздрава РФ, Департамента госсанэпиднадзора, Росгидромета и Министерства природных ресурсов [2].

Результаты и их обсуждение. *Облучение населения РФ за счёт природных источников.* По данным ФБУН «Санкт-Петербургский НИИ радиационной гигиены им. профессора П. В. Рамзаева» Роспотребнадзора, средняя индивидуальная годовая эффективная доза природного облучения на 1 жителя Российской Федерации в 2022 году составила 3,34 мЗв/год; при этом доза внутреннего облучения населения за счет ингаляции изотопов радона (^{222}Rn и ^{220}Rn) и их короткоживущих дочерних продуктов распада составила 1,98 мЗв/год (около 59,2 % суммарной дозы, полученной от всех природных источников излучения). Вклад внешнего терригенного облучения (0,68 мЗв/год) составил около 20,3 % суммарной дозы; космического излучения (0,339 мЗв/год) — около 10,1 %; вклад ^{40}K — около 5,1 %. Средняя доза за счет содержания природных (и техногенных ^{137}Cs и ^{90}Sr по данным 2006–2012 гг.) радионуклидов в пищевых продуктах (0,131 мЗв/год) составила менее 4 % суммарной дозы природного облучения населения; за счет потребления питьевой воды (0,038 мЗв/год) — около 1,1 %; доза за счет ингаляции долгоживущих природных радионуклидов с атмосферным воздухом — менее 0,2 % от суммарной дозы.

Уровни облучения и структура средней дозы природного облучения населения страны представлены в таблице 1 [3].

Облучение населения РФ за счет техногенного фона. Дозы облучения населения за счет техногенного фона складываются из доз облучения за счет глобальных радиоактивных выпадений в результате проводившихся в прошлом атмосферных испытаний ядерного оружия, за счет прошлых радиационных аварий и за счет предшествующей деятельности радиационных объектов. В соответствии с оценкой, приведенной в докладе Научного Комитета ООН по действию атомной радиации за 2000 год, средняя индивидуальная

доза за счет глобальных выпадений принята равной 0,005 мЗв/год. Средняя индивидуальная годовая эффективная доза облучения населения России за счет техногенного фона в 2022 г. составила 0,007 мЗв. При этом для Брянской области (наиболее пострадавшего региона России от последствий аварии на Чернобыльской АЭС) данная величина составляет 0,12 мЗв [3].

Факторы, определившие радиационную обстановку в ЛНР. Функционирующие на территории республики радиационные объекты. Территория Луганщины подвергалась радиационному воздействию вследствие аварии на Чернобыльской атомной электростанции (ЧАЭС). Вся цепь событий, приведших к аварии на ЧАЭС, подробно описана в технической литературе. Достаточно сказать, что основная причина катастрофы на 4-ом энергоблоке, наряду с ошибками операторов, была изначально во много predetermined дефектами проекта и конструкции реактора РБМК. Вследствие произошедшей в 1986 году аварии сложилось несколько путей облучения людей в результате воздействия радиоактивных материалов:

– внешнее облучение от проходящего радиоактивного облака, а в дальнейшем и от радионуклидов, выпавших на почву и другие поверхности;

– внутреннее облучение в результате ингаляции радиоактивных материалов облака и вторично взвешенных частиц; в дальнейшем — от перорального поступления в организм загрязненных пищевых продуктов и воды.

Радиационному воздействию подвергся как персонал станции, пожарные, специали-

сты, участвовавшие в ликвидации последствий аварии, так и значительная часть обычного населения европейской части СССР [4]. На территории Ворошиловградской области, в т. ч. в городе Ворошиловграде (Луганске) в 1986 году фиксировался повышенный по сравнению с доаварийным периодом уровень мощности дозы гамма-излучения, повышенное содержание техногенных радионуклидов в пищевых продуктах, почве; отмечалось выпадение радиоактивных осадков. При этом превышений аварийных пределов, действовавших в то время, зафиксировано не было; мер по укрытию, эвакуации населения, ограничению хозяйственной деятельности региона не потребовалось. Ведущая роль по проведению необходимых лабораторных измерений и оценке доз облучения населения в то время принадлежала радиологической группе Ворошиловградской областной СЭС.

В настоящее время в ЛНР на учёте состоят более двухсот радиационных объектов, осуществляющих свою деятельность с применением генерирующих и закрытых радионуклидных источников ионизирующего излучения. По степени потенциальной опасности, определяемой возможным радиационным воздействием на население и персонал при радиационной аварии, указанные объекты согласно классификации, приведенной в п. 3.1. СП 2.6.1.2612-10 «Основных санитарных правил обеспечения радиационной безопасности» (ОСПОРБ-99/2010), относятся к III и IV категориям (объекты, радиационное воздействие при аварии которых ограничивается территорией объекта и помещениями, где проводятся работы с источниками излучения).

Таблица 1

Уровни и структура средней индивидуальной годовой эффективной дозы природного облучения населения Российской Федерации по данным исследований за период 2001–2022 гг.

	^{40}K	Космич. излучение	Внешнее терриг. облучение	^{222}Rn , ^{220}Rn и их ДПР	Продукты питания	Питьевая вода	Атм. воздух	Суммарная доза
мЗв/год	0,17	0,339	0,68	1,98	0,131	0,038	0,006	3,34
%	5,08	10,14	20,33	59,21	3,92	1,14	0,18	100

За период с 2014 по 2022 год на территории ЛНР было зафиксировано несколько происшествий, подпадающих под определение радиационной аварии (утрача контроля над источником и реальное или потенциальное облучение людей и/или загрязнение окружающей среды вследствие этой утери). Все они были связаны с нарушением правил эксплуатации радиоизотопных приборов на промышленных предприятиях республики, хищением источников, а также с начавшимися в 2014 году боевыми действиями. Благодаря своевременным действиям со стороны персонала объектов и санитарно-эпидемиологических станций загрязнения окружающей среды радиоактивными веществами и переоблучения персонала и населения удалось избежать [5].

Социально-гигиенический мониторинг по показателям радиационной безопасности в ЛНР в 2023 году. Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в ЛНР» Роспотребнадзора (ФБУЗ «ЦГиЭ в ЛНР») начало выполнять работу в рамках СГМ в июне 2023 года. За период с 01.06.2023 по 31.12.2023 лабораторией физических факторов неионизирующей и ионизирующей природы выполнялись радиологические исследования объектов внешней среды; при этом спектрометрические, радиометрические, радонометрические исследования не выполнялись из-за отсутствия необходимых средств измерений, имеющих актуальные документы о проведении метрологической поверки. В этой связи подразделениями ФБУЗ «ЦГиЭ в ЛНР» в рамках проведения социально-гигиенического мониторинга на бюджетных видах финансирования выполнялись только дозиметрические исследования мощности дозы гамма-излучения в помещениях жилых и общественных зданий, а также на открытой местности на прилегающих к жилым зданиям участках территорий в населенных пунктах республики.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что средние измеренные значения мощности эквивалентной дозы гамма-

излучения на участках территорий, прилегающих к жилым зданиям, на территориях Луганской Народной Республики в 2023 году определялись в диапазоне от 0,10 до 0,14 мкЗв/ч, среднее годовое значение при этом составило 0,12 мкЗв/ч. Таким образом, максимальные измеренные уровни МЭД не превысили предельно допустимое значение для земельных участков под строительство жилых и общественных зданий, составляющее 0,3 мкЗв/ч, на обследованных участках территорий не было выявлено локальных радиационных аномалий.

Средние измеренные значения мощности эквивалентной дозы гамма-излучения в помещениях многоквартирных каменных домов, общественных зданиях и сооружениях определялись в диапазоне от 0,08 до 0,13 мкЗв/ч, среднее годовое значение составило 0,10 мкЗв/ч; при этом являющаяся согласно СанПиН 2.6.1.2800-10 контролируемой величиной разность между МЭД в помещениях и на прилегающей территории не превышала нормативного значения 0,3 мкЗв/час.

Значение индивидуальной годовой эффективной дозы внешнего терригенного облучения взрослых жителей г. Луганска по результатам указанных измерений и расчетов в 2023 году составило 0,636 мЗв (при средней величине по Российской Федерации за 2022 год — 0,680 мЗв) [6].

Основные направления осуществления регионального радиологического мониторинга. Управлением Роспотребнадзора по ЛНР на 2024 год утверждён план мониторинговых радиологических исследований, в котором предусмотрены радонометрические исследования, измерения мощности дозы гамма-излучения в жилых и общественных зданиях и на открытой местности, определение суммарной удельной альфа- и бета-активности воды, плотности радиоактивного загрязнения почвы, содержания природных радионуклидов в почве, радиоактивности атмосферных выпадений. Выполнение указанной работы предусмотрено лабораторией физических факторов

неионизирующей и ионизирующей природы ФБУЗ «ЦГиЭ в ЛНР» с участием структурных подразделений (филиалов).

Существующая в ЛНР система СГМ предусматривает также гигиеническую оценку отделением радиационной гигиены и экспертизы физических факторов отдела обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия 100 % полученных результатов исследований (измерений) на предмет их соответствия/несоответствия требованиям нормативов (регламентов), приведенных в действующей НД.

Указанная работа планируется по следующим направлениям:

А. Измерения ЭРОА изотопов радона и мощности дозы гамма-излучения. Радиоактивный газ радон вносит основной вклад в дозу облучения населения от природных источников. При этом учитывается содержание в воздухе двух изотопов радона: радона-222 и радона-220 (торона). Основным источником радона — земная кора; в меньшей степени — строительные материалы, из которых построены здания, вода и природный газ. Вопрос содержания радона в воздухе помещений является актуальным для ЛНР, что обусловлено особенностями геологического строения и структурно-тектоническими особенностями на данной территории. По данным открытых публикаций, зафиксированная объёмная активность радона-222 в воздухе некоторых жилых и общественных зданий Луганской области может составлять от 50 до 1000 и более Бк/м³ при допустимом уровне среднегодовой эквивалентной равновесной объёмной активности дочерних продуктов радона и торона в 200 Бк/м³ для эксплуатируемых зданий и 100 Бк/м³ — для вводимых в эксплуатацию. Для сравнения: средняя паспортная доза вероятного облучения за счёт аварии на ЧАЭС для среднестатистического жителя Луганщины в 2000–2007 годах составляла 0,3–0,6 миллиЗиверта в год, а от радона — в десятки раз больше [7] (при средней индивидуальной годовой эффективной дозе внутреннего облучения на 1 жителя РФ в 2022 году —

1,98 мЗв). Гигиеническая оценка результатов данного вида исследований осуществляется согласно следующей НД:

– СанПиН 2.6.1.2523–09 «Нормы радиационной безопасности НРБ–99/2009», утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 07.07.2009 № 47;

– СП 2.6.1.2612-10 «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ 99/2010)», утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 26.04.2010 № 40;

– СанПиН 2.6.1.2800-10 «Гигиенические требования по ограничению облучения за счёт природных источников ионизирующего излучения», утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 24.12.2010 № 171.

Б. Исследования воды открытых водоёмов и питьевой воды. В рамках СГМ на 2024 год запланированы радиологические исследования питьевой воды источников хозяйственно-питьевого водоснабжения и воды открытых водоёмов. Оснащение лаборатории физических факторов ФБУЗ «ЦГиЭ в ЛНР» позволит определять суммарную удельную альфа- и бета-активность воды.

Природные воды являются чрезвычайно сложной динамической системой, характеризуются многообразием макро- и микро-элементного состава. Это относится и к радионуклидному составу. Ранее на территории ЛНР неоднократно фиксировались случаи превышения в воде контрольного уровня для скриннингового показателя - суммарной удельной альфа-активности, составляющего 0,2 Бк/кг, что потребует в дальнейшем проведения дополнительных исследований в этой области, предусматривающих определение радионуклидного состава вод. НД для гигиенической оценки результатов данного вида исследований:

– СанПиН 2.6.1.2523–09 «Нормы радиационной безопасности НРБ–99/2009»;

– СанПиН 2.6.1.2800-10 «Гигиенические требования по ограничению облучения за счёт природных источников ионизирующего излучения»;

– СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания», утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 N 2.

В. Исследования почвы, атмосферные выпадения. В рамках осуществления радиационного мониторинга в ЛНР планируется получить данные об удельной активности техногенного радионуклида ^{137}Cs в почве, которые будут использованы для расчета значения его поверхностной активности. В предстоящие годы значение удельной активности этого радионуклида в почве определялось на уровне от 6 до 70 Бк/кг, что соответствует поверхностной активности ^{137}Cs на почве от 0,078 до 0,277 кБк/м².

Такие значения свидетельствуют об относительно удовлетворительной экологической обстановке согласно применяемому в данном случае НД для оценки результатов — «Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия», утв. Приказом Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 30.11.1992 [8].

В трёх городах республики планируется осуществлять отбор проб атмосферных выпадений с последующим определением их

суммарной бета-активности. Достоверное увеличение плотности атмосферных выпадений в Бк/м² будет свидетельствовать об ухудшении радиационной обстановки, возможном выбросе радиоактивных веществ вследствие радиационной аварии, и потребует дальнейших, более детальных обследований иных объектов внешней среды.

Выводы. Установленные Программой радиологического мониторинга в Луганской Народной Республике на 2024 год основные направления и виды исследований в основном соответствуют требованиям МУ 2.6.1.1868-04 «Внедрение показателей радиационной безопасности о состоянии объектов окружающей среды, в т. ч. продовольственного сырья и пищевых продуктов, в систему социально-гигиенического мониторинга. Методические указания»; при этом предусмотрена гигиеническая оценка полученных результатов исследований с целью своевременного выявления изменений радиационной обстановки, прогнозирования ее состояния в целом или отдельных ее параметров (показателей), установления причин неблагоприятного изменения радиационных факторов среды обитания и своевременного принятия мер, направленных на устранение или минимизацию их вредного воздействия на человека и/или среду обитания.

Список источников

1. Положение о проведении социально-гигиенического мониторинга : утв. постановлением Правительства РФ от 2.02.2006 № 60. URL: http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&link_id=3&nd=102104563.
2. МУ 2.6.1.1868-04. Внедрение показателей радиационной безопасности о состоянии объектов окружающей среды, в т. ч. продовольственного сырья и пищевых продуктов, в систему социально-гигиенического мониторинга : методические указания. М. : Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. 24 с. URL: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/6f4/4293855344.pdf>.
3. Радиационная обстановка на территории Российской Федерации в 2022 году : справочник. СПб. : ФБУН «НИИРГ им. П. В. Рамзаева», 2023. 66 с. URL: http://niirg.ru/PDF/inf_sbor/2022.pdf.
4. Ильин Л. А. Реалии и мифы Чернобыля. М. : НПП «ALARA Limited», 1994. 446 с.
5. Анализ эколого-гигиенической, санитарной и эпидемической ситуации в Луганской Народной Республике. Луганск : Министерство здравоохранения ЛНР, 2022. 135 с.
6. Форма федерального статистического наблюдения № 4 — ДОЗ. Сведения о дозах облучения населения за счет естественного и техногенно измененного радиационного фона : методические рекомендации. М. : Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2014. 36 с. URL: http://niirg.ru/PDF/MR_4-DOS_2013.pdf.

7. Литвин Б. Радон: победить нельзя ужиться / Наша газета. 2007. № 6 (2645). С. 5.

8. Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия : утв. приказом Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 30 ноября 1992 г. URL: <https://docs.cntd.ru/document/901797511>.

© Кононов К. Э., Тверетинов Н. А.

Рекомендована к печати врачом-гигиенистом высшей категории, зав. отделом санитарно-гигиенического благополучия ФБУЗ «ЦГиЭ в ЛНР» Боркулько В. Р., д.м.н., гл. врачом филиала ФБУЗ «ЦГиЭ в ЛНР» Капрановым С. В.

Статья поступила в редакцию 05.03.2024.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Кононов Константин Эдуардович, врач-гигиенист отделения радиационной гигиены и экспертизы физических факторов отдела обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия Центр гигиены и эпидемиологии в ЛНР,
г. Луганск, Луганская Народная Республика, Россия
e-mail: radio3ses@mail.ru

Тверетинов Николай Александрович, инженер лаборатории физических факторов неионизирующей и ионизирующей природы
Центр гигиены и эпидемиологии в ЛНР,
г. Луганск, Луганская Народная Республика, Россия

***Kononov K. E., Tveretinov N. A.** (Center for Hygiene and Epidemiology in the LPR, Lugansk, Lugansk People's Republic, *e-mail: radio3ses@mail.ru)

IMPLEMENTATION OF RADIATION SAFETY INDICATORS FOR ENVIRONMENTAL OBJECTS AND AS WELL AS HYGIENIC ASSESSMENT OF THE RESULTS OF RADIOLOGICAL STUDIES INTO THE SYSTEM OF SOCIAL AND HYGIENIC MONITORING ON THE TERRITORY OF LUGANSK PEOPLE'S REPUBLIC

Among the environmental factors that have a constant and direct impact on the human body is ionizing radiation, the relevance of which has increased many times due to the increased risks of its negative impact on the environment and the population in the context of a special military operation and the location of facilities in the area where it is carried out, representing a potential danger of radiation accidents. This work briefly outlines the principles of organization, as well as the main directions for monitoring the radiation situation on the territory of the Lugansk People's Republic.

Key words: social and hygienic monitoring, ionizing radiation, radiation safety, radiation object, radiation accident, radiological research.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Kononov Konstantin Eduardovich, Hygienist of the Department of Radiation Hygiene and Expertise of Physical Factors, Department for Ensuring Sanitary and Epidemiological Well-being
Center for Hygiene and Epidemiology in the LPR,
Lugansk, Lugansk People's Republic, Russia
e-mail: radio3ses@mail.ru

Tveretinov Nikolay Aleksandrovich, Engineer of the Laboratory of Natural Non-ionizing and Ionizing Physical Factors
Center for Hygiene and Epidemiology in the LPR,
Lugansk, Lugansk People's Republic, Russia

*Дрозд Г. Я., Хвортова М. Ю., *Бизирка И. И.
Луганский государственный университет имени В. Даля
E-mail: bizirkaira@mail.ru

УТИЛИЗАЦИЯ ДЕПОНИРОВАННЫХ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД В КАЧЕСТВЕ ИСКУССТВЕННЫХ ГРУНТОВ

В статье рассматривается проблема отсутствия классификации продолжительности хранения и методов утилизации осадков сточных вод. Также представлены результаты исследования физико-механических, прочностных и деформационных свойств осадков с точки зрения их использования в качестве грунта. По результатам деформационных испытаний, полученные характеристики искусственных грунтов позволяют сделать вывод о возможности их применения в строительстве, например, в качестве грунта для обратной засыпки, основания для дорог, насыпей, площадок или для вертикальной планировки при создании искусственного ландшафта.

Ключевые слова: депонированные осадки сточных вод, грунт, тяжелые металлы, искусственные основания, предельно допустимые концентрации, утилизация.

Введение. Осадки сточных вод (ОСВ) — это суспензии, выделяемые из сточных вод в процессе их механической, биологической и физико-химической очистки. Они могут быть различных типов, в зависимости от этапа очистки, на котором они образуются. Например, это могут быть грубые примеси, такие как отбросы, тяжелые примеси — песок или плавающие примеси — жировые вещества. Также существуют осадки, образующиеся в результате биологической очистки, такие как сырой осадок и активный ил. Они могут быть аэробно или анаэробно стабилизированными, а также сгущенными или уплотненными. Существуют также осадки, которые проходят термическую обработку для высушивания. Все эти различные типы осадков имеют разный состав и могут быть использованы или утилизированы по-разному. Поэтому предлагается ввести отдельную классификацию для лежалых осадков, чтобы улучшить способы и технологии их утилизации. В существующей классификации не учитывается наличие накопленных осадков, поэтому введение новой классификации может помочь в более эффективном использовании и утилизации осадков сточных вод.

Проблема и её связь с научными и практическими задачами. Существуют различные способы обращения с осадком:

его можно хранить на специальных складах, использовать в сельском хозяйстве, превращать в компост, сбрасывать в море или сжигать. Однако эти методы применимы только к свежим осадкам. В сельском хозяйстве можно использовать только 1/3 накопленного осадка, так как остальные 2/3 содержат опасные концентрации тяжелых металлов и не могут быть использованы в качестве удобрения [1–7]. Для старых, уже накопившихся осадков нет способов утилизации, кроме захоронения. Поэтому все усилия направлены на их уничтожение путем сжигания. Изучение свойств старых осадков может быть полезно для их использования в качестве искусственных грунтов.

Целью работы является изучение характеристик осадков с точки зрения почвенных грунтов, оценка пригодности отходов для определения наиболее перспективных методов их утилизации.

Методика и основные результаты исследования. Природные грунты — это верхняя часть литосферы, которая образуется в результате выветривания и состоит преимущественно из минералов [2]. В грунтах также содержатся вода, газы и органические вещества, которые являются неотъемлемой частью. Органические компоненты грунта представлены химическими элементами

растений, бактерий и грибов, а также продуктами их взаимодействия и превращения. Остатки растений, микроорганизмов и животных являются источниками гумуса. Химический состав органических остатков представлен [2]: вода (70–90 %), белки, липиды, лигнин, смолы, воски. Большое количество из этих соединений имеют высокую молекулярную массу (от 10^4 до 10^6). Осадки сточных вод, подобно природным грунтам, состоят из трех основных компонентов: минеральных, органических и микробиологических. Минеральная часть в осадках составляет от 54 % до 90 % (химический состав приведен в таблице 1).

В депонированных осадках органическая составляющая отличается от грунта и состоит в основном из живой и мертвой микрофлоры, растительных остатков и семян растений. Также в осадках могут присутствовать в небольшом количестве синтетические моющие вещества, денатурированные белки и смолистые соединения, которые трудно разлагаются биологическим путем. Наличие в составе осадка ионов тяжелых металлов делает их токсичными.

Тяжелые металлы в почве приводят к связыванию гумусовых веществ и уменьшению их подвижности. Большие концентрации тяжелых металлов могут снизить количество микроорганизмов в почве и замедлить основные биологические процессы. Существует вероятность того, что тяжелые металлы могут переходить из осадков через почву, растения и животных. В пригородных зонах крупных городов содержание этих металлов в почве значительно превышает предельно допустимые концентрации для почв [8]. Поэтому в некоторых случаях осадок может быть менее опасным, чем сама почва. Чтобы снизить концентрацию тяжелых металлов, можно использовать метод разбавления осадка грунтами. Такие грунты могут быть использованы в строительстве, например, в качестве грунта для обратной засыпки, основания для дорог, насыпей, площадок или для вертикальной планировки при создании искусственного ландшафта.

Таблица 1
Сравнительная характеристика минеральной части грунта и осадка сточных вод

Химические соединения	Грунт, %	ОСВ
SiO ₂	40–70	14–54
Al ₂ O ₃	1–20	4,2–12
Fe ₂ O ₃	0,5–10	3,4–13,9
CaO	1–3	4,3–12,5
MgO	Близок к 1–3	0,39–4,5
K ₂ O	2–3	0,5–0,8
Na ₂ O	1–3	0,5–0,6
SO ₃	< 1	3,2–4

Более подходящая классификация для осадков сточных вод — это искусственные грунты, которые могут быть уплотненными в природном залегании, насыпными или намывными [4]. Они представляют собой преобразованные или перемещенные грунты природного происхождения, а также отходы производственной и хозяйственной деятельности человека. Насыпные грунты включают в себя свалки грунтов, отходов производств и бытовых отходов, к которым можно отнести и осадки сточных вод. При сравнении осадков и свалок грунтов, отходов производств и бытовых отходов можно заметить, что осадки сточных вод, подобно насыпным грунтам, имеют неоднородный состав и сложение, неравномерную плотность и сжимаемость, а также содержат органику. Они могут быть разделены на виды в зависимости от степени уплотнения под собственным весом: слежавшиеся — процесс уплотнения завершен и не слежавшиеся — процесс уплотнения продолжается.

Наличие гумуса в сточных водах является характерным их признаком. Количество органического вещества составляет не более 10 %. Белки, ПАВ и гумус не превышает 10 %. Поэтому осадки сточных вод можно отнести к торфяным грунтам, содержащим от 10 до 50 % органических веществ.

Различные виды осадков, такие как осадок с буртов Октябрьской станции биологической очистки и осадок с Вергунской

станции биологической очистки, а также песок с пескоплощадок могут использоваться в качестве грунтов. Для этого были определены физические показатели трех различных видов осадков: № 1 и № 2 имеют пластичность I_p больше единицы, что указывает на их пылеватоглинистую природу, в то время как образец № 3 является песчаным и имеет пластичность I_p равную нулю. № 1 и № 2 являются просадочными и ненабухающими, в то время как образец № 3 представляет собой рыхлый песок.

Проведенные испытания на компрессионную деформацию показали, что образцы № 1, № 2 и № 3 являются слабыми грунтами и неустойчивыми структурно. При нагрузке они будут деформироваться с большими значениями и без дополнительных мероприятий по улучшению не могут быть использованы в качестве естественного основания для сооружений.

Испытаниями были определены деформационные характеристики искусственных насыпных грунтов № 1, № 2 и № 3, такие как модуль деформации и коэффициент сжимаемости. Согласно методике [8], образец был подвергнут постепенной нагрузке величиной 0,1 МПа и выдержан до достижения стабилизации осадки грунта, чтобы его плотность соответствовала приложенной нагрузке. Коэффициент пористости грунта для каждой ступени нагрузки был определен по формуле:

$$e_i = e_0 - \frac{\Delta h}{h}(1 + e_0), \quad (1)$$

где e_0 — начальный (до сжатия) коэффициент пористости грунта;

Δh — фактическая деформация образца;

h — высота образца.

Основные характеристики деформации, такие как коэффициент сжимаемости a и модуль деформации грунта E , были определены на основе данных компрессионной кривой. Если a больше 1 МПа⁻¹, то грунт считается сильносжимаемым, если a находится в диапазоне от 1 до 0,1 МПа⁻¹, то грунт считается средней сжимаемости, а

если a меньше или равно 0,1 МПа⁻¹, то грунт считается слабосжимаемым. Коэффициент сжимаемости a , приведенный коэффициент сжимаемости a_0 и модуль деформации грунта E были вычислены с помощью специальных формул:

$$a = \frac{e_1 - e_2}{p_1 - p_2}; \quad (2)$$

$$a_0 = \frac{a}{1 + e_1}; \quad (3)$$

$$E = \beta / a_0, \quad (4)$$

где e_1 и e_2 — коэффициенты пористости грунта, соответствующие давлениям p_1 и p_2 ;

β — функция Пуассона (для песчаных грунтов $\beta=0,8$, для супесей — 0,74, для суглинков — 0,62, для глин — 0,4).

Для достижения необходимых деформаций, которые не превышают предельных или не уменьшают несущую способность основания, проводятся различные мероприятия, такие как поверхностное и глубинное уплотнение, создание грунтовых подушек, использование глубоких фундаментов и т. д. [9]. Для этого используются коэффициенты пористости грунта e_1 и e_2 , соответствующие давлениям p_1 и p_2 , а также функция Пуассона β , которая зависит от типа грунта (например, для песчаных грунтов $\beta=0,8$, для супесей — 0,74, для суглинков — 0,62, для глин — 0,4). В ходе лабораторных испытаний было проведено поверхностное уплотнение с нагрузкой 1 кг/см², и деформационные характеристики были определены согласно описанной методике. Результаты компрессионных испытаний и осадка приведены в таблице 2.

Из проведенных компрессионных испытаний можно сделать вывод, что образцы грунтов, подвергнутые испытаниям, относятся к категории слабых, так как их модуль деформации E не превышает 5 МПа. Дополнительная нагрузка в виде поверхностного уплотнения приводит к увеличению деформационных характеристик. Однако не были установлены необ-

ходимые значения нагрузок и коэффициента уплотнения для каждого образца в ходе экспериментов.

В ходе исследований было проведено смешивание осадка № 1 с различными грунтами и отходами, имеющими более высокие деформационные показатели, такими как песок, шлак и глина. В качестве грунтов использовались доменный гранулированный шлак Алчевского металлургического комбината, песок и глина из местных карьеров. Песок имеет насыпную плотность $\rho = 1,47 \text{ г/см}^3$, истинную плотность $\rho_s = 2,56 \text{ г/см}^3$ и модуль крупности $M_k = 1,9 \dots 2,0$. Шлак имеет насыпную плотность $\rho = 1,31 \text{ г/см}^3$, истинную плотность $\rho_s = 2,68 \text{ г/см}^3$ и модуль крупности $M_k > 2$. Глина имеет насыпную плотность $\rho = 1,04 \text{ г/см}^3$, истинную плотность $\rho_s = 2,55 \text{ г/см}^3$, влажность $W = 19,05 \%$, влажность на границе пластичности $W_p = 20,09 \%$ и влажность на границе текучести $W_L = 30,43 \%$. Результаты испытаний представлены в таблице 3.

Для разбавления осадка использовались три метода: смешивание осадка с песком, шлаком и глиной. В каждом из трех вариантов соотношения осадка и грунта (о/г) были использованы пропорции 3:1, 1:1 и 1:3. Первое испытание грунтов проводилось в естественном состоянии. На рисунке 1 представлена зависимость модуля деформации от различных соотношений о/г в естественном состоянии.

Таблица 2
Компрессионные испытания ОСВ

Показатели	Вид осадка		
	№ 1	№ 2	№ 3
Модуль деформации E в естественном состоянии, МПа	2,53	1,97	1,74
Коэффициент сжимаемости a в естественном состоянии, МПа^{-1}	0,56	0,96	1,03
Модуль деформации E после уплотнения $P = 1 \text{ кг/см}^2$, МПа	3,7	3,87	6,66
Коэффициент сжимаемости a после уплотнения $P = 1 \text{ кг/см}^2$, МПа^{-1}	0,46	0,58	0,34

Таблица 3
Результаты компрессионных испытаний песка, шлака и глины

Показатели	Вид грунта		
	Песок	Шлак	Глина
Модуль деформации E в естественном состоянии, МПа	13,4	29,24	2,61
Коэффициент сжимаемости a в естественном состоянии, МПа^{-1}	0,13	0,074	0,44
Модуль деформации E после уплотнения $P = 1 \text{ кг/см}^2$, МПа	36,6	34,0	2,95
Коэффициент сжимаемости a после уплотнения $P = 1 \text{ кг/см}^2$, МПа^{-1}	0,03	0,057	0,45

При изучении взаимосвязей можно заключить, что при увеличении количества осадка наблюдается снижение модуля деформации в смесях с песком ($E = 13,4 \text{ МПа}$ до $E = 3,5 \text{ МПа}$) и шлаком ($E = 29,2 \text{ МПа}$ до $2,8 \text{ МПа}$). Это происходит из-за повышения коэффициента пористости ($e > 1$) и понижения плотности за счет образования дополнительных пор и пустот при смешивании глинистых и песчаных материалов. При различных концентрациях смеси осадок/глина модуль деформации остается примерно на одном уровне: $E = 2,82,61 \text{ МПа}$. Это объясняется неравномерностью глины и осадка и, как следствие, неравномерным и частичным смешиванием, а также высокой влажностью (глина находится в пластичном состоянии $W = 19,05 \% \approx W_p = 20,09 \%$) и наличием большого количества связанной воды в материалах. Также при этом глина и осадок имеют низкие показатели модуля деформации в естественном состоянии.

На рисунке 2 показаны графики, отражающие изменения модуля деформации в смесях при приложении дополнительной нагрузки в 1 кг/см^2 . Из графиков видно, что характеристики деформации смесей осадок/песок и осадок/шлак значительно увели-

чились. Это связано с более плотной упаковкой материала (смесь глинистого и песчаного материалов), что привело к уменьшению коэффициента пористости и увеличению плотности смеси. Также важно отметить, что песок и шлак, являясь заполнителями с более высокой прочностью, сильно влияют на модуль деформации. В чистом виде модуль деформации песка и шлака значительно превышает показатели при испытаниях в рыхлом состоянии, так как на стадии предварительного нагружения происходит частичная стабилизация осадка (деформации образцов). Значения для смесей осадок/глина в различ-

ных концентрациях остаются примерно на одном уровне с показателями для чистых материалов ($E = 3,7 \dots 3,82$ МПа). В сравнении с первым опытом, наблюдается незначительное увеличение модуля деформации, что объясняется частичным снижением пористости смесей осадок/глина.

Было проведено испытание смесей с предварительной нагрузкой в размере $P = 3 \text{ кг/см}^2$, для подтверждения теории, что предварительное уплотнение способствует повышению деформационных характеристик. На рисунке 3 показаны результаты испытаний.

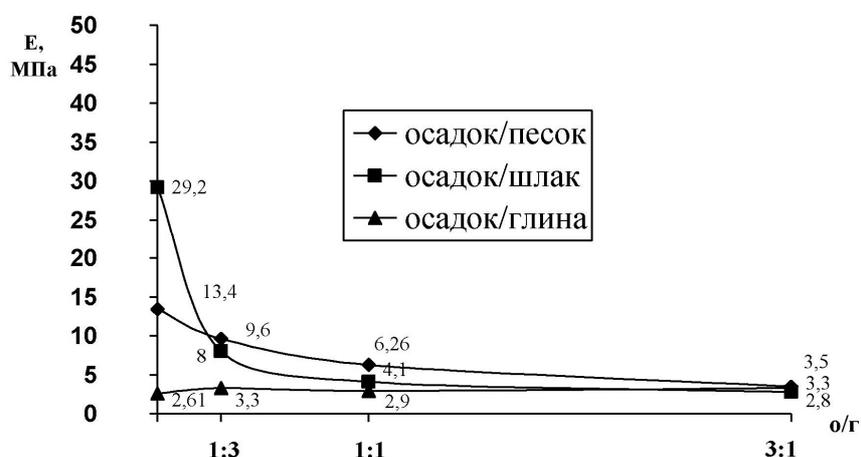


Рисунок 1 — Зависимость модуля деформации E от различных соотношений осадок/грунт (о/г) в естественном состоянии

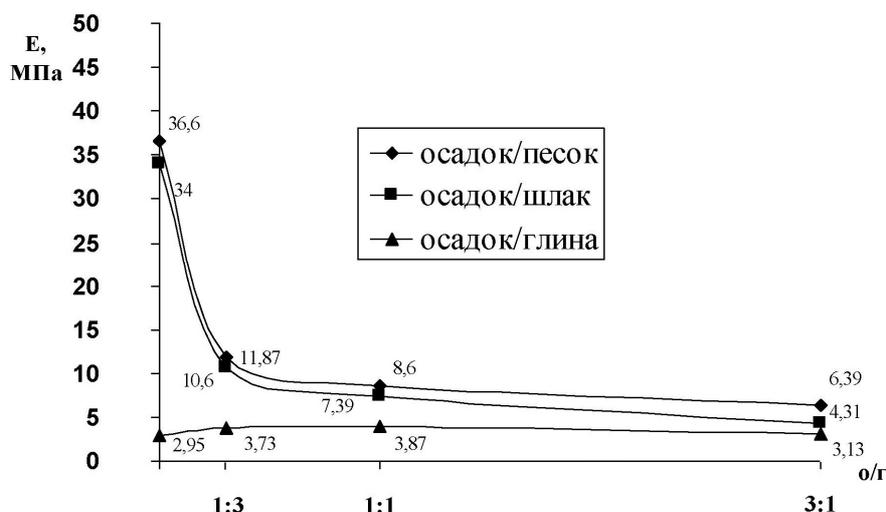


Рисунок 2 — Зависимость модуля деформации E от различных соотношений осадок/грунт (о/г) при дополнительной нагрузке $P = 1 \text{ кг/см}^2$

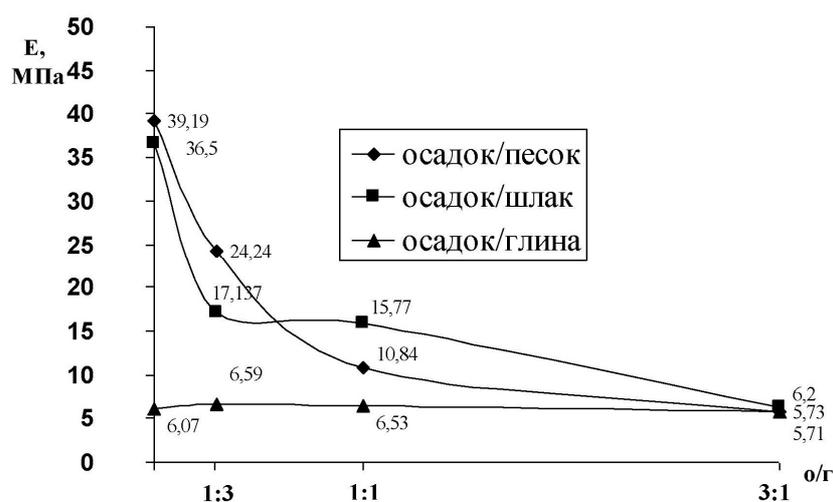


Рисунок 3 — Зависимость модуля деформации E от различных соотношений осадок/грунт (о/г) при дополнительной нагрузке $P = 3 \text{ кг/см}^2$

Результаты испытаний показывают, что модуль деформации смесей осадок/песок и осадок/шлак увеличивается при различных концентрациях по сравнению с предыдущими испытаниями. При этом показатели песка и шлака в чистом виде практически не отличаются от полученных при нагружении $P = 1 \text{ кг/см}^2$, возможно, благодаря частичной стабилизации осадка при этом нагружении, которое завершается на этапе уплотнения $P = 3 \text{ кг/см}^2$. Смесей осадок/глина также показали улучшение своих показателей с $E = 3,82 \text{ МПа}$ до $E = 6,07 \text{ МПа}$ и остаются относительно на одном уровне независимо от концентраций (от $E = 5,71 \text{ МПа}$ до $E = 6,07 \text{ МПа}$).

Выводы и направление дальнейших исследований. Существует проблема отсутствия способов обработки старых осадков и их классификации. После анализа возможных методов утилизации осадков можно сделать вывод, что все они предназначены для свежих осадков, а не для старых, которые накопились за несколько лет. Для утилизации депонированных осадков нет технологий, кроме захоронения.

Изучение характеристик осадков с точки зрения почвенных свойств показало, что они нестабильны в структурном плане и отно-

сятся к слабым грунтам (с низкой несущей способностью, с высоким содержанием торфа в рыхлом состоянии и с незавершенным процессом уплотнения). Поэтому без дополнительных мер по искусственному улучшению они не могут быть использованы в качестве естественного основания для строительства зданий и сооружений.

Проведенные испытания на сжатие искусственных насыпных грунтов, содержащих осадки сточных вод, показали, что предварительное уплотнение поверхности способствует улучшению их деформационных свойств. Смесей осадка с песком и шлаком при дополнительной нагрузке имеют приемлемые показатели прочности и деформации, что расширяет возможности их дальнейшего использования. Показатели смеси осадок/глина остались практически неизменными по сравнению с их прочностными характеристиками в чистом виде до нагрузок.

Из результатов испытаний на деформацию можно сделать вывод, что искусственные грунты могут быть использованы в строительстве как материал для обратной засыпки, основания для дорог, насыпей, площадок или для создания искусственного ландшафта.

Список источников

1. Брындина Л. В., Платонов А. Д., Бакланова О. В. Биодобрения на основе осадков сточных вод как катализаторы трансформационных процессов почвы // *Экология и промышленность России*. 2019. Т. 23. № 1. С. 42–45.
2. Брындина Л. В. Осадки сточных вод как мелиоранты почв // *Развитие идей Г. Ф. Морозова при переходе к устойчивому лесопользованию : Материалы международной научно-технической юбилейной конференции, г. Воронеж, 20–21 апреля 2017 года*. Воронеж : Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г. Ф. Морозова, 2017. С. 128–130.
3. Брындина Л. В., Полянский К. К., Стазаева Н. В. Применение осадка сточных вод в качестве биодобрения // *Аграрная наука*. 2016. № 4. С. 2–3.
4. Гуцина Ю. А., Ермохин Ю. И. Использование осадков сточных вод как удобрение и депонирование их в почву г. Челябинска // *Города России: проблемы строительства, инженерного обеспечения, благоустройства и экологии : сборник статей XXIII международной научно-практической конференции, г. Пенза, 26–27 апреля 2021 года*. Пенза : Пензенский государственный аграрный университет, 2021. С. 38–44.
5. Дженис Ю. А. Принципы депонирования осадков сточных вод // *Управление почвенным плодородием и питанием культурных растений. Экологические аспекты природопользования : сборник материалов, посвящённый 80-летию со дня рождения профессора, основателя и руководителя научной школы Ю. И. Ермохина, г. Омск, 16 июля 2015 года / ФГБОУ ВПО «Омский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина»*. Омск : ЛИТЕРА, 2015. С. 68–72.
6. Использование вымороженных коллоидных осадков шлам-лигнина ОАО "Байкальский ЦБК" в качестве почвогрунта / А. В. Богданов, К. В. Федотов, А. С. Шатрова, Г. Г. Попова // *Экология и промышленность России*. 2020. Т. 24. № 1. С. 24–29.
7. Демиденко Г. А. Агроэкологическая оценка осадков сточных вод на очистных сооружениях города Красноярска // *Вестник КрасГАУ*. 2018. № 4 (139). С. 240–244.
8. ГОСТ 25100-2020. Грунты. Классификация. М. : Стандартинформ, 2020. 38 с.

© Дрозд Г. Я., Хвортова М. Ю., Бизирка И. И.

Рекомендована к печати д.т.н., проф. каф. ВТГВ ИСА и ЖКХ ЛГУ им. В. Даля Соколовым В. И., к.т.н., доц. каф. ТОМП ДонГТУ Левченко Э. П.

Статья поступила в редакцию 07.03.2024.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Дрозд Геннадий Яковлевич, д-р техн. наук, профессор каф. промышленного, гражданского строительства и архитектуры

Луганский государственный университет имени В. Даля,
г. Луганск, Луганская Народная Республика, Россия

Хвортова Марина Юрьевна, канд. техн. наук, доцент, зав. каф. промышленного, гражданского строительства и архитектуры

Луганский государственный университет имени В. Даля,
г. Луганск, Луганская Народная Республика, Россия

Бизирка Ирина Ивановна, канд. техн. наук, доцент каф. промышленного, гражданского строительства и архитектуры

Луганский государственный университет имени В. Даля,
г. Луганск, Луганская Народная Республика, Россия,
e-mail: bizirkaira@mail.ru

Drozd G. Ya., Khvortova M. Yu., *Bizirka I. I. (*V. Dahl Lugansk State University, Lugansk People's Republic, Russia, *e-mail: bizirkaira@mail.ru*)

UTILIZATION OF DEPOSITED SEWAGE SLUDGE AS ARTIFICIAL SOILS

The paper discusses the problem of zero-classification of storage duration and methods of disposal of sewage sludge. The studied results are also presented of the physical-mechanical, strength and deformation properties of sediments considering their use as soil. Based on the results of deformation tests, the obtained characteristics of artificial soils allow us to conclude about the possibility of their use in construction, for example, as a soil for backfilling, a foundation for roads, embankments, platforms, or for vertical planning when creating an artificial landscape.

Key words: *deposited sewage sludge, soil, heavy metals, artificial foundations, maximum permissible concentrations, utilization.*

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Drozd Gennadiy Yakovlevich, *Doctor of Engineering. Sciences, professor of the Department of Industrial, Civil Engineering and Architecture Vladimir Dahl Lugansk State University, Lugansk, Lugansk People's Republic, Russia*

Khvortova Marina Yuriyevna, *Ph.D., Faculty of Engineering Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Industrial, Civil Engineering and Architecture Vladimir Dahl Lugansk State University, Lugansk, Lugansk People's Republic, Russia*

Bizirka Irina Ivanovna, *Ph.D., Faculty of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of Industrial, Civil Engineering and Architecture Vladimir Dahl Lugansk State University, Lugansk, Lugansk People's Republic, Russia e-mail: bizirkaira@mail.ru*

^{1,*}Капранов С. В., ²Капранова Г. В., ³Мельникова З. В., ¹Тарабцев Д. В.

¹Алчевская городская санитарно-эпидемиологическая станция,

²Алчевский информационно-методический центр,

³Научное общество «Республиканская малая академия наук»

*E-mail: alch_ses_ok@mail.ru

ИЗУЧЕНИЕ ГОТОВНОСТИ ОКАЗАНИЯ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ ПОСТРАДАВШИМ ПРИ ОТРАВЛЕНИИ ДИКОРАСТУЩИМИ ГРИБАМИ

Изучена в теоретическом и практическом отношении способность жителей оказывать первую помощь лицам, пострадавшим от отравления дикорастущими грибами, произрастающими в регионе Донбасса. Полученные данные свидетельствуют о недостаточной осведомленности населения по данному вопросу и отсутствии у большинства жителей практического опыта само- и взаимопомощи при отравлении грибами. Почти все виды грибов, вызвавших отравления, являются пластинчатыми. Средняя численность лиц, одновременно отравившихся ядовитыми грибами, составила 2,4 человека. У каждого третьего лица, отравившегося грибами, клинические проявления протекали в форме средней тяжести. Менее 30 % отравившихся не занимались самолечением, а обращались за медицинской помощью к профессионалам-медикам, то есть принимали правильные меры для спасения здоровья и жизни. В группе жителей с тяжелым и средней тяжести отравлением грибами всего половина лиц принимали правильные меры оказания неотложной помощи.

По результатам проведенных исследований в целях профилактики отравлений населения дикорастущими грибами и своевременного оказания первой помощи предложен комплекс практических рекомендаций.

Ключевые слова: дикорастущие грибы, взрослое население, отравление грибами, первая помощь пострадавшим.

Постановка проблемы, обоснование ее актуальности. Настоящая статья является продолжением темы о дикорастущих грибах, материалы которой ранее опубликованы в нашем журнале [1–3].

На протяжении многолетней истории развития человечества и в настоящее время серьезной проблемой является то обстоятельство, что результатом употребления населением некоторых видов дикорастущих грибов являются пищевые отравления, нередко с тяжелым течением и летальным исходом. Основной причиной является то, что жители принимают их за съедобные двойники [4].

Наиболее опасными дикорастущими грибами являются бледная поганка, лепиота коричнево-красная, ложные опята, строчки и мухоморы. Кроме того, некоторые грибы вызывают аллергические заболевания. К ним относится свинушка тонкая. Отравление может наступить через самое неопределенное время, даже после многих

лет употребления свинушек в пищу. Во многом это зависит от восприимчивости каждого человека. Признаки отравления различны. Обычно оно начинается головокружением и болями в области живота, а в тяжелых случаях может закончиться нарушением функции почек и смертью [5].

Имеющиеся случаи данного вида отравления обуславливают необходимость разработки и внедрения эффективных методов диагностики, оказания неотложной помощи и лечения пострадавших лиц [6–9].

В настоящее время, несмотря на многочисленные рекомендации специалистов, в вопросе предупреждения отравлений грибами отмечаются определенные недостатки, что является фактором риска для здоровья при употреблении дикорастущих грибов [10].

Постановка задачи. Изучить в теоретическом и практическом отношении способность жителей оказывать первую помощь лицам, пострадавшим в случае отравления

дикорастущими грибами, произрастающими в регионе Донбасса.

Целью настоящей работы является оценка готовности оказать взрослыми жителями первую помощь в случае отравления дикорастущими грибами и подготовка медико-профилактических рекомендаций.

Объект исследования — уровень осведомленности населения о правилах оказания первой помощи при отравлении дикорастущими грибами.

Предмет исследования — информация об отравлениях дикорастущими грибами, данные о наличии у населения теоретических сведений об оказании первой помощи при отравлении грибами и готовности практического оказания этой помощи в реальной обстановке.

Методика исследования. Исследования проведены в Луганской Народной Республике в сложной социально-политической ситуации, сложившейся в регионе. На добровольной основе выполнено анкетирование 500 взрослых жителей (123 мужчин и 377 женщин). При этом анкетизируемыми лицами в письменной форме было дано согласие на использование анкетных данных в обобщенном виде для последующего их применения в научных целях.

Все жители, ответившие на вопросы анкеты, были распределены по группам в зависимости от вариантов ответа на поставленные вопросы; по полу — мужчины и женщины; по возрасту — до 40 лет, 41–60 лет, 61 год и более.

Статистическая обработка и интерпретация полученных данных выполнены с помощью ПК на основе принципов классической статистики. Рассчитан удельный вес обследуемых лиц в зависимости от соответствующих вариантов ответов на вопросы. Для каждой группы данных проведен расчет величин показателя M (в %) и средней ошибки показателя m . Сравнение полученных результатов исследований проводилось по критерию (коэффициенту) Стьюдента (t) с последующим выполнением расчета величины ошибки (p) в зависимости от числа

наблюдений (n) в сравниваемых группах. В условиях, когда количество наблюдений в каждой из групп более 30 человек, различия между полученными данными приняты как достоверные при $t \geq 1,96$ и, соответственно, p находилось в пределах от $< 0,05$ до $< 0,001$.

Изложение материала. Распределение жителей в зависимости от наличия у них теоретических сведений о правилах оказания неотложной помощи пострадавшим в результате отравления дикорастущими грибами. Из опрошенных граждан $29,20 \pm 2,03$ % располагали теоретическими сведениями о правилах оказания неотложной помощи пострадавшим в результате отравлений грибами, $40,60 \pm 2,20$ % ознакомлены только с некоторыми общими сведениями по данному вопросу и не располагали необходимой информацией $30,20 \pm 2,05$ %. Достоверных различий в ответах между мужчинами и женщинами не обнаружено ($p > 0,05$).

Удельный вес жителей, располагавших теоретическими сведениями о правилах оказания неотложной помощи пострадавшим в результате отравлений грибами достоверно ниже в возрасте 61 года и старше — $20,41 \pm 3,32$ % по сравнению с возрастными группами до 40 лет — $31,40 \pm 4,22$ % ($p = 0,042$) и 41–60 лет — $33,62 \pm 3,10$ % ($p = 0,004$). Аналогичные различия достоверны также отдельно в группе женщин — $17,86 \pm 3,62$ % по сравнению с $31,58 \pm 4,77$ % ($p = 0,024$) и $35,29 \pm 3,67$ % ($p < 0,001$).

В то же время граждан, которые не располагали теоретическими сведениями о правилах оказания неотложной помощи пострадавшим в результате отравлений грибами больше в возрасте 61 года и старше — $42,18 \pm 4,07$ % по сравнению с возрастными группами до 40 лет — $28,93 \pm 4,12$ % ($p = 0,024$) и 41–60 лет — $23,28 \pm 2,77$ % ($p < 0,001$). Аналогичные различия достоверны также отдельно среди женщин — $44,64 \pm 4,70$ % по сравнению с $27,37 \pm 4,57$ % ($p = 0,01$) и $21,77 \pm 3,15$ % ($p < 0,001$). Полученные данные приведены в таблице 1.

Полученные данные свидетельствуют о том, что лиц, обладающих теоретическими

знаниями о правилах оказания неотложной помощи пострадавшим в результате отравлений дикорастущими грибами, достоверно больше в средней возрастной группе (41–60 лет), чем в более молодой (до 40 лет) и старшей (более 61 года). По нашему мнению, это обусловлено тем, что в младшем возрасте жители еще не успели приобрести достаточных знаний о дикорастущих грибах, а в старшем возрасте эти данные уже постепенно начали забываться вследствие возрастных особенностей организма. В наибольшей степени эта особенность выявлена в группе женщин.

Распределение жителей в зависимости от их способностей оказать первую помощь в случае отравления дикорастущими грибами. Уверены, что в реальной обстановке смогут оказать неотложную помощь пострадавшим в результате отравлений грибами 20,40±1,80 % граждан, точно не уверены в способности оказать помощь 49,80±2,24 % и не способны оказать первую помощь

29,80±2,05 %. Из всех исследованных возрастных и половых групп наибольшее количество лиц, не способных оказывать первую помощь при отравлении дикорастущими грибами, находится в группе женщин от 61 года и старше и составляет 42,86±4,68 %, что значительно больше, чем среди мужчин данного возраста — 25,71±7,39 % (p=0,05).

Удельный вес жителей, которые не способны оказать неотложную помощь достоверно выше в возрастной группе 61 год и старше — 38,77±4,02 % по сравнению с возрастом 41–60 лет — 23,71±2,79 % (p=0,002). Аналогичные различия достоверны также среди женщин — 42,86±4,68 % по сравнению с 23,53±3,25 % (p<0,001). В то же время женщин, способных оказывать первую помощь при отравлении грибами, меньше всего в возрастной группе 61 год и старше — 13,39±3,22 %, по сравнению с возрастными до 40 лет — 24,21±4,39 % (p=0,049) и 41–60 лет — 25,29±3,33 % (p=0,011). Данные приведены в таблице 2.

Таблица 1

Распределение жителей в зависимости от наличия у них теоретических сведений о правилах оказания первой помощи при отравлении дикорастущими грибами, % (n = 500)

Наличие сведений о правилах оказания первой помощи	Возрастные группы			p _{1,2}	p _{1,3}	p _{2,3}
	До 40 лет	41–60 лет	61 год и старше			
Общая группа (мужчины + женщины)						
Сведениями располагают	31,40±4,22	33,62±3,10	20,41±3,32	> 0,05	0,042	0,004
Располагают некоторыми общими сведениями	39,67±4,45	43,10±3,25	37,41±3,99	> 0,05	> 0,05	> 0,05
Сведениями не располагают	28,93±4,12	23,28±2,77	42,18±4,07	> 0,05	0,024	< 0,001
Мужчины						
Сведениями располагают	30,76±9,05	29,03±5,76	28,57±7,64	> 0,05	> 0,05	> 0,05
Располагают некоторыми общими сведениями	34,62±9,33	43,55±6,30	37,14±8,17	> 0,05	> 0,05	> 0,05
Сведениями не располагают	34,62±9,33	27,42±5,67	34,29±8,02	> 0,05	> 0,05	> 0,05
Женщины						
Сведениями располагают	31,58±4,77	35,29±3,67	17,86±3,62	> 0,05	0,024	< 0,001
Располагают некоторыми общими сведениями	41,05±5,05	42,94±3,80	37,50±4,57	> 0,05	> 0,05	> 0,05
Сведениями не располагают	27,37±4,57	21,77±3,15	44,64±4,70	> 0,05	0,01	< 0,001

Таблица 2

Распределение жителей в зависимости от их способности в реальной обстановке оказать первую помощь при отравлении дикорастущими грибами, % (n = 500)

Способность оказать первую помощь	Возрастные группы			p _{1,2}	p _{1,3}	p _{2,3}
	До 40 лет	41–60 лет	61 год и старше			
Общая группа (мужчины + женщины)						
Способны оказать помощь	22,31±3,79	22,41±2,74	15,65±3,00	> 0,05	> 0,05	> 0,05
Не уверены в способности оказать помощь	47,11±4,54	53,88±3,27	45,58±4,11	> 0,05	> 0,05	> 0,05
Не способны оказать помощь	30,58±4,19	23,71±2,79	38,77±4,02	> 0,05	> 0,05	0,002
Мужчины						
Способны оказать помощь	15,38±7,08	14,52±4,47	22,86±7,10	> 0,05	> 0,05	> 0,05
Не уверены в способности оказать помощь	42,31±9,69	61,29±6,19	51,43±8,45	> 0,05	> 0,05	> 0,05
Не способны оказать помощь	42,31±9,69	24,19±5,44	25,71±7,39	> 0,05	> 0,05	> 0,05
Женщины						
Способны оказать помощь	24,21±4,39	25,29±3,33	13,39±3,22	> 0,05	0,049	0,011
Не уверены в способности оказать помощь	48,42±5,13	51,18±3,83	43,75±4,69	> 0,05	> 0,05	> 0,05
Не способны оказать помощь	27,37±4,57	23,53±3,25	42,86±4,68	> 0,05	0,02	< 0,001

Таким образом, только 29,20±2,03 % граждан располагают теоретическими сведениями о правилах оказания неотложной помощи пострадавшим в результате отравлений дикорастущими грибами и всего 20,40±1,80 % жителей уверены, что смогут в реальной обстановке оказать неотложную помощь пострадавшим в результате отравлений грибами. Это свидетельствует о недостаточной осведомленности населения по данной теме и отсутствии у большинства жителей практического опыта само- и взаимопомощи при отравлении грибами. Наиболее низкий уровень осведомленности в вопросах оказания неотложной помощи и самой способности оказать первую помощь пострадавшим в результате отравлений грибами наблюдается у граждан старшей возрастной группы (61 год и старше), а также молодых людей (до 40 лет).

Процентное соотношение жителей в зависимости от наличия у них случаев отравления дикорастущими грибами. Из всех опрошенных жителей факты отравления дикорастущими грибами отмечались у 6,60±1,11 % лиц, в том числе у 8,94±2,57 %

мужчин и 5,84±1,21 % женщин. Однако достоверных различий по данному факту между мужчинами и женщинами не обнаружено ($p > 0,05$).

При этом лица, которые отравились дикорастущими грибами, меньше всего в возрастной группе граждан от 61 года и старше — 2,04±1,17 %, по сравнению с группой лиц до 40 лет — 10,74±2,81 % ($p = 0,005$) и 41–60 лет — 7,33±1,71 % ($p = 0,012$). Аналогичные различия достоверны также среди женщин старшего возраста — 1,79±1,25 %, по сравнению с группой лиц до 40 лет — 9,47±3,00 % ($p = 0,02$) и 41–60 лет — 6,47±1,89 % ($p = 0,04$). Данные представлены в таблице 3.

Таким образом, более редкие случаи отравления дикорастущими грибами отмечаются среди жителей старшей возрастной группы — 61 год и старше, по сравнению с людьми более молодых возрастных групп. Это, по нашему мнению, обусловлено более значительным жизненным опытом и повышенной осторожностью при контакте с потенциальной опасностью у пожилых людей, обычно пенсионеров. Интересно, что эта

настороженность у пожилых людей реализуется на фоне достаточно низкого уровня их теоретических знаний о мерах по оказанию неотложной помощи и недостаточной способности оказать первую помощь пострадавшим в результате отравлений грибами.

Распределение жителей в зависимости от вида дикорастущих грибов, вызвавших отравление. Установлено, что из 16 видов ядовитых грибов, перечисленных в анкете, жители отметили отравление 9 определенными видами грибов (56,25 %). При этом часть лиц сообщила об отравлении другими видами грибов без указания названия, что, по-видимому, обусловлено

их неспособностью идентифицировать данный вид грибов. Сведения об отравлении определенными видами дикорастущих грибов представлены в таблице 4.

Согласно полученным данным, среди всех грибов, вызвавших отравление, в общей группе жителей (мужчины + женщины) и среди женщин 1-е ранговое место занимает мухомор пантерный, 2-е место — строчок обыкновенный, 3-е место — бледная поганка, 4-е место — шампиньон желтокожий рыжеющий и другие грибы (без названия), 5-е место — мухомор красный. Фото грибов, которые, по мнению анкетированных лиц, вызвали отравления, представлены на рисунках 1–9.

Таблица 3

Распределение жителей в зависимости от факта отравления дикорастущими грибами, % (n = 500)

Наличие факта отравления грибами	Возрастные группы			p _{1,2}	p _{1,3}	p _{2,3}
	До 40 лет	41–60 лет	61 год и старше			
Общая группа (мужчины + женщины)						
Имелся факт отравления	10,74±2,82	7,33±1,71	2,04±1,17	> 0,05	0,005	0,012
Отсутствовал факт отравления	89,26±2,82	92,67±1,71	97,96±1,17	> 0,05	0,005	0,012
Мужчины						
Имелся факт отравления	15,38±7,08	9,68±3,75	2,86±2,82	> 0,05	> 0,05	> 0,05
Отсутствовал факт отравления	84,62±7,08	90,32±3,75	97,14±2,82	> 0,05	> 0,05	> 0,05
Женщины						
Имелся факт отравления	9,47±3,00	6,47±1,89	1,79±1,25	> 0,05	0,02	0,04
Отсутствовал факт отравления	90,53±3,00	93,53±1,89	98,21±1,25	> 0,05	0,02	0,04

Таблица 4

Сведения об отравлении населения конкретными видами дикорастущих грибов, абс. ч.

Названия видов дикорастущих грибов	Количество лиц, отравившихся грибами					
	общая группа (мужчины + женщины)		мужчины		женщины	
	абс. ч.	ранг	абс. ч.	ранг	абс. ч.	ранг
Бледная поганка	9	III	1	II	8	III
Мухомор красный	4	V	-		4	V
Мухомор пантерный	19	I	2	I	17	I
Мухомор порфиновый	3	VI	2	I	1	VIII
Мухомор вонючий (белый)	4	V	1	II	3	VI
Шампиньон желтокожий рыжеющий	5	IV	-		5	IV
Лисичка ложная	2	VII	-		2	VII
Строчок обыкновенный	13	II	1	II	12	II
Говорушка восковатая (сероватая)	1	VIII	-		1	VIII
Другие грибы (без названия)	5	IV	-		5	IV

Таким образом, почти все виды грибов (89 %), вызвавших отравления, являются пластинчатыми. В группе пластинчатых дикорастущих грибов значительно больше ядовитых видов, по сравнению с трубчатыми (губчатыми) грибами.

В процессе изучения причин отравлений обращает на себя внимание тот факт, что

жители, которые отравились дикорастущими ядовитыми грибами, приняли их за съедобных двойников (рис. 1). Так, например, бледная поганка и мухомор белый напоминают сыроежку зеленую и шампиньон полевой и/или обыкновенный, строчок обыкновенный имеет сходство со сморчком и т. д.

		
Бледная поганка (<i>Amanita phalloides</i>)	Мухомор красный (<i>Amanita muscaria</i>)	Мухомор пантерный (<i>Amanita pantherina</i>)
		
Мухомор порфиновый (<i>Amanita porphyria</i>)	Мухомор вонючий, белый (<i>Amanita virosa</i>)	Шампиньон желтокожий рыжеющий (<i>Agaricus xanthodermus</i>)
		
Лисичка ложная (<i>Hygrophoropsis aurantiaca</i>)	Строчок обыкновенный (<i>Gyromitra esculenta</i>)	Говорушка восковатая, сероватая (<i>Clitocybe phyllophila</i>)

Рисунок 1 — Виды дикорастущих ядовитых грибов, принимаемые за их съедобных двойников

Следует обратить внимание на то, что по сравнению с мужчинами женщины более внимательны к определению видов грибов, употребленных в пищу и затем вызвавших отравление. Так, женщины назвали 9 видов таких ядовитых грибов, а мужчины всего 5 видов. Это может быть обусловлено двумя обстоятельствами:

– во-первых, женщины согласно традиционному распределению семейных обязанностей значительно чаще мужчин занимаются приготовлением пищи, в том числе и грибов, которые неизбежно рассматривают перед дальнейшей обработкой;

– во-вторых, женщины более внимательны по своей природе.

В то же время важно учитывать, что определение (распознавание) жителями вида дикорастущих ядовитых грибов, вызвавших отравление, в определенной мере является субъективным по следующим причинам:

1. Отравившиеся лица отметили вид ядовитых грибов уже после отравления, а значит, перед их приготовлением и употреблением не располагали информацией о ядовитых свойствах этих грибов. В противном случае люди отказались бы от употребления данных грибов. Следовательно, выявление ядовитых грибов в значительной мере является результатом их идентификации по памяти.

2. В определении конкретного вида ядовитых грибов, вызвавших отравление, не участвовали профессиональные специалисты микологи. Однако предпринятые в данной ситуации единственно возможные меры для определения вида ядовитых грибов, которые вызвали отравление, имеют важное теоретическое и практическое значение для профилактики отравлений дикорастущими грибами.

Установлено, что одновременно с анкетироваемыми лицами, которые отравились дикорастущими грибами, такое отравление было отмечено и у других людей, употреблявших с ними указанные грибы. Среди всех отмеченных случаев определено

48,48±8,70 % единичных отравлений и 51,52±8,70 % групповых с численностью пострадавших от 2 до 6 человек. В результате статистической обработки данных рассчитана средняя численность лиц, одновременно отравившихся ядовитыми дикорастущими грибами, которая составила 2,394±0,285 человек.

Распределение жителей в зависимости от тяжести проявления отравлений дикорастущими грибами и принятия соответствующих мер в данной ситуации. Среди лиц, которые отравились дикорастущими грибами, у 3,03±2,98 % из них отравления протекали тяжело, у 33,33±8,21 % отравление было средней тяжести и у 21,21±7,12 % в легкой форме. Остальные 42,43±8,60 % жителей не указали степень проявления отравления. Полученные данные свидетельствуют о том, что у каждого третьего лица, отравившегося грибами, клинические проявления данной патологии протекали в форме средней тяжести.

Установлено, что среди отравившихся лиц, 39,40±8,51 % принимали самостоятельные меры неотложной помощи, 21,21±7,12 % вызвали скорую помощь и 6,06±4,15 % обратились в больницу. Остальные 33,33±8,21 % жителей не ответили на данный вопрос. Таким образом, только менее 30 % жителей не занимались самолечением, а обращались за профессиональной медицинской помощью, то есть принимали правильные меры для спасения здоровья и жизни.

При более глубоком анализе ситуации получены данные о том, что среди лиц, у которых отравление дикорастущими ядовитыми грибами протекало тяжело или в форме средней тяжести, 33,33 % вызывали скорую помощь, 16,67 % обращались в больницу, а 50 % принимали самостоятельные меры неотложной помощи. Следовательно, в группе жителей с тяжелым и средней тяжести отравлением грибами только половина лиц принимали правильные меры неотложной помощи. Среди лиц, у которых отравление протекало в легкой форме, все

100 % принимали самостоятельные меры неотложной помощи.

По результатам проведенных исследований в целях профилактики отравлений населения дикорастущими грибами и своевременного оказания первой помощи наиболее целесообразным является практическое использование следующих рекомендаций:

1. Не осуществлять сбор, приготовление и употребление тех дикорастущих грибов, о которых точно не известно, что они съедобны.

2. Повышать уровень знаний о дикорастущих грибах, изучая соответствующую литературу и получая консультации у специалистов (биологов, микологов, ботаников, экологов и т. д.)

3. Проходить теоретические курсы оказания первой помощи пострадавшим при отравлении дикорастущими грибами.

4. Считать наиболее вероятным факт отравления именно дикорастущими грибами в том случае, если человек в последние 1–3 суток употреблял в пищу указанные грибы.

5. Человеку, отравившемуся грибами, не допускать употребление алкогольных напитков, поскольку спирт способствует более быстрому всасыванию грибных ядов.

6. В случае наличия признаков пищевого отравления после употребления дикорастущих грибов, сохранять для идентификации остатки несъеденных грибов, которые хранить в холодильнике.

7. При наличии признаков отравления дикорастущими грибами незамедлительно вызвать скорую помощь или обратиться в лечебное учреждение за медицинской помощью. Однако до вмешательства медицинского работника необходимо срочно оказать пострадавшему первую доврачебную помощь.

Выводы и направление дальнейших исследований. В результате проведенных исследований было установлено следующее:

1. Всего $29,20 \pm 2,03$ % граждан располагают теоретическими сведениями о правилах оказания неотложной помощи лицам в

результате отравлений дикорастущими грибами, и только $20,40 \pm 1,80$ % жителей уверены, что смогут в реальной обстановке оказать неотложную помощь пострадавшим. Это свидетельствует о недостаточной информированности населения по данной теме и отсутствии у большинства жителей практического опыта само- и взаимопомощи при отравлении грибами. Низкий уровень осведомленности в вопросах оказания неотложной помощи и способности оказать первую помощь пострадавшим в результате отравлений грибами обнаружен у граждан старшей возрастной группы (61 год и старше) и молодых людей (до 40 лет).

2. Более редкие случаи отравления дикорастущими грибами отмечаются среди жителей старшей возрастной группы — 61 год и старше, по сравнению с людьми более молодых возрастных групп, что можно объяснить значительным жизненным опытом и повышенной осторожностью при контакте с потенциальной опасностью пожилых людей.

3. Почти все виды грибов, вызвавших отравления (89 %), являются пластинчатыми. Среди всех грибов, вызвавших отравление, в общей группе жителей (мужчины + женщины) и среди женщин 1-е ранговое место занимает мухомор пантерный, 2-е место — строчок обыкновенный, 3-е место — бледная поганка. По сравнению с мужчинами женщины более внимательны к определению видов грибов, употребляемых в пищу, чтобы не допустить отравление.

4. Среди всех оцененных случаев $48,48 \pm 8,70$ % единичных отравлений и $51,52 \pm 8,70$ % групповых с численностью пострадавших от 2 до 6 человек. Средняя численность лиц, одновременно отравившихся ядовитыми грибами, составила $2,394 \pm 0,285$ человек.

5. У каждого третьего лица, отравившегося грибами, клинические проявления отравлений протекали в форме средней тяжести.

6. Всего менее 30 % жителей, отравившихся ядовитыми грибами, не занимались самолечением, а обращались за профессиональной медицинской помощью, то есть

предпринимали правильные меры для спасения здоровья и жизни. В группе жителей с тяжелым и средней тяжести отравлением грибами всего половина лиц принимали правильные меры неотложной помощи.

В целях профилактики отравлений населения дикорастущими грибами и оказания необходимой помощи в Алчевской городской санитарно-эпидемиологической станции (СЭС) издана книга «Грибы и здоро-

вье», которая передана в библиотеки, медицинские вузы, лечебно-профилактические и образовательные учреждения, санитарно-эпидемиологические станции (СЭС).

С учетом современных литературных данных и результатов собственных исследований в перспективе представляется целесообразным выполнить корректировку, дополнение и переиздание книги «Грибы и здоровье».

Список источников

1. Оценка уровня информированности населения о дикорастущих грибах / Г. В. Капранова [и др.] // Экологический вестник Донбасса. 2023. № 8. С. 5–15.
2. Экологические и гигиенические аспекты организации сбора дикорастущих грибов населением / Г. В. Капранова, С. В. Капранов, З. В. Мельникова, Д. В. Тарабцев // Экологический вестник Донбасса. 2023. № 9. С. 5–12.
3. Гигиенические аспекты приготовления и употребления населением дикорастущих грибов / Г. В. Капранова, С. В. Капранов, З. В. Мельникова, Д. В. Тарабцев // Экологический вестник Донбасса. 2023. № 10. С. 3–11.
4. Ванханен В. Д., Капранов С. В. Грибы и здоровье. Донецк, 1997. 95 с.
5. Васильков Б. П. Съедобные и ядовитые грибы средней полосы европейской части СССР. М.: Изд-во Академии Наук СССР, 2019. 136 с.
6. Спицин О. Н., Сацута С. В., Капранов С. В. Неотложная помощь пострадавшим. Луганск: Луганский государственный медицинский университет, 2002. 130 с.
7. Полякова Ж. А. Особенности диагностики и лечения отравлений грибами при массовых поступлениях больных: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Воронеж, 2004. 24 с.
8. Недашківський С. М. Отруєння грибами: діагностика, патофізіологія, клінічні прояви та невідкладна допомога. Сучасні підходи // Медицина неотложных состояний. 2014. № 2 (57). С. 95–101.
9. Токсичні синдроми при гострих отруєннях умовно їстівними та отруйними грибами / Н. В. Курділь [та ін.] // Медицина неотложных состояний. 2016. № 2 (73). С. 111–119.
10. Капранов С. В. Разработка комплекса эффективных мероприятий по профилактике отравлений дикорастущими грибами // Архив клинической и экспериментальной медицины. 2021. Т. 30. № 4. С. 374–380.

© Капранов С. В., Тарабцев Д. В.

© Капранова Г. В.

© Мельникова З. В.

*Рекомендована к печати к.б.н, доц. каф. ЭиБЖД ДонГТУ Щвыдченко С. С.,
зам. гл. врача по мед. части Алчевской центральной городской многопрофильной
больницы ЛНР Олейник Т. А.*

Статья поступила в редакцию 06.02.2024.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Капранов Сергей Владимирович, д-р мед. наук, главный врач
Алчевская городская санитарно-эпидемиологическая станция,
г. Алчевск, Луганская Народная Республика, Россия
e-mail: alch_ses_ok@mail.ru

Капранова Галина Викторовна, методист
Алчевский информационно-методический центр,
г. Алчевск, Луганская Народная Республика, Россия

Мельникова Злата Валентиновна, учащаяся
Научное общество «Республиканская малая академия наук»,
г. Луганск, Луганская Народная Республика, Россия

Тарабцев Денис Витальевич, инженер
Алчевская городская санитарно-эпидемиологическая станция,
г. Алчевск, Луганская Народная Республика, Россия

^{1,*}Капранов S. V., ²Капранова G. V., ³Melnikova Z. V., ¹Tarabtsev D. V. (¹Alchevsk Municipal Sanitary and Epidemiological Department, Alchevsk, Lugansk People's Republic, Russia, ²Alchevsk Information and Methodological Center, Alchevsk, Lugansk People's Republic, Russia, ³Scientific Society "Republican Small Academy of Sciences", Lugansk, Lugansk People's Republic, Russia, *e-mail: alch_ses_ok@mail.ru)

STUDYING THE READINESS TO PROVIDE FIRST AID TO VICTIMS OF WILD MUSHROOMS POISONING

The ability of residents to provide first aid to persons poisoned by wild mushrooms growing in the Donbass region has been studied theoretically and practically. The data obtained indicate insufficient awareness of the population on this issue and the lack of practical experience of self- and mutual assistance in case of mushroom poisoning among the majority of residents. Almost all types of fungi that causes poisoning are lamellar. The average number of people simultaneously poisoned by poisonous mushrooms was 2.4 people. Every third person who was poisoned by mushrooms had moderate clinical manifestations. Less than 30 % of those poisoned did not self-medicate, but sought medical help from medical professionals, that is, they took the right measures to save their health and life. In the group of residents with severe and moderate mushroom poisoning, only half of the people took the correct emergency measures.

Based on the results of the research, in order to prevent poisoning of the population with wild mushrooms and timely provision of first aid in case of mushroom poisoning, a set of practical recommendations was proposed.

Key words: wild mushrooms, adult population, mushroom poisoning, first aid to victims.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Капранов Сергей Владимирович, Doctor of Medicine, Chief Physician
Alchevsk Municipal Sanitary and Epidemiological Department,
Alchevsk, Lugansk People's Republic, Russia
e-mail: alch_ses_ok@mail.ru

Капранова Галина Викторовна, methodologist
Alchevsk Information and Methodological Center,
Alchevsk, Lugansk People's Republic, Russia

Melnikova Zlata Valentinovna, student
Scientific Society "Republican Small Academy of Sciences",
Lugansk, Lugansk People's Republic, Russia

Tarabtsev Denis Vitaliyevich, engineer
Alchevsk Municipal Sanitary and Epidemiological Department,
Alchevsk, Lugansk People's Republic, Russia

Смирнова И. В.

Донбасский государственный технический университет

E-mail: kamerton_i@mail.ru

ВРЕМЯ ДЕЙСТВОВАТЬ, ЧТОБЫ ИЗМЕНИТЬ БУДУЩЕЕ

22 марта 2024 года в Донбасском государственном техническом университете состоялась Всероссийская молодёжная научная конференция с международным участием «Планета — наш дом», неизменным инициатором и организатором которой с 2004 года является *Научный центр мониторинга окружающей среды ФГБОУ ВО «ДонГТУ»*.

Эта конференция ставила своей целью:

- повышение интереса к научной деятельности у молодых исследователей;
- вовлечение молодёжи в научно-исследовательский процесс;
- выявление талантливой молодёжи, составляющей научный потенциал Республики;
- обмен научной и практической информацией;
- обсуждение возможных путей решения современных экологических проблем и выполнения задачи:
 - стимулирования научно-исследовательской активности и создание условий для творческого самовыражения молодых ученых;
 - содействия научно-творческому сотрудничеству и укрепления внутриреспубликанских и международных научных связей.

По давно заведённой традиции участниками конференции стали преподаватели, научные сотрудники, студенты высших учебных заведений, магистры, аспиранты, работники различных сфер деятельности, обучающиеся старших классов общеобразовательных школ и учреждений профессионального образования различного уровня из Российской Федерации, Швейцарии, Анголы, США, а также Донецкой и Луганской Народных Республик.

Пленарное заседание открыл и. о. проректора по учебно-воспитательной работе ФГБОУ ВО «ДонГТУ» Веровский Александр Витальевич (рис. 1). Он поздравил

участников конференции с Международным днём Земли и выразил уверенность в том, что молодым исследователям всегда будут близки и интересны вопросы защиты природной среды и сохранения нашей планеты.

С приветственным словом к участникам конференции обратилась Капранова Галина Викторовна, кандидат педагогических наук, руководитель секции «Биология» Центра внешкольного образования г. Алчевска. (рис. 2) Она говорила о важности проведения подобных молодёжных научных мероприятий, на которых молодые учёные имеют возможность высказывать свою точку зрения, обмениваться мнениями и получают импульс к новым научным исследованиям.

Далее с докладом «Взаимосвязь моральной идентичности и экологического сознания у студенческой молодёжи» выступил руководитель Психологической службы ДонГТУ Самойленко Дмитрий Александрович (рис. 3). Он рассмотрел одну из важнейших задач человечества — защиту экосистем — с точки зрения экологического поведения, которое требует осознания важности экологических проблем и готовности предпринимать действия для их решения.



Рисунок 1 — Проректор по учебно-воспитательной работе Веровский Александр Витальевич

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ



Рисунок 2 — Капранова Галина Викторовна



Рисунок 3 — Самойленко Дмитрий Александрович

Впервые гостями конференции были сотрудники Ландшафтно-рекреационного парка «Зуевский» (ДНР). Зубкова Елена Александровна, начальник отдела рекреации и экологического просвещения, рассказала об истории и достопримечательностях Зуевского парка и предложила вниманию собравшихся видеоролик о заповеднике.

Доклад «Мониторинг окружающей среды и разливов нефти на побережье Анголы» в режиме онлайн представил Виржилио Сантуш (рис. 4), кандидат технических наук, инженер по управлению проектами Национального департамента управления космической программой Министерства телекоммуникаций, информационных технологий и связи (г. Луанда, Республика Ангола). Он рассказал о

бедственном состоянии мангровых зарослей, гибнущих из-за частых разливов нефти у берегов Анголы, о возможностях сервиса «Технология-Экология», разработанного ангольскими специалистами департамента управления космической программой, позволяющего отслеживать даже самые малые разливы нефти, оценивать экологический и экономический ущерб, а также идентифицировать субъекты нарушителей (суда, нефтяные компании и т. д.).

В завершение пленарного заседания с докладом выступила Смирнова Ирина Владимировна, руководитель Комплексной многопрофильной научно-исследовательской лаборатории (КМНИЛ) Научного центра мониторинга окружающей среды (НЦМОС) ФГБОУ ВО «ДонГТУ», председатель оргкомитета конференции, кандидат химических наук (рис. 5).



Рисунок 4 — Виржилио Сантуш



Рисунок 5 — Смирнова Ирина Владимировна

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

В своём докладе Смирнова И. В. сделала краткий обзор водных проблем, существующих на Земле, и более подробно проанализировала ситуацию с водными ресурсами в нашем регионе. Рассказала о национальном проекте «Наука и университеты», в рамках которого на базе ДонГТУ создаются две молодёжные научно-исследовательские лаборатории. Планируется, что работу одной из этих молодёжных лабораторий (условно «Лаборатория молодого химика») будет курировать НЦМОС. Смирнова И. В. выразила уверенность в том, что в ближайшем будущем появится поколение, которое сможет успешно решать не только проблемы возрождения водных ресурсов, но и

более глобальные проблемы возрождения природных экосистем нашей планеты.

После пленарного заседания работала объединённая секция, на которой было представлено 11 очных докладов и один видеодоклад (г. Базель, Швейцария).

По исчерпанию программы объединённой секции был принят проект решения конференции, а участникам вручены сертификаты (рис. 6).

И, возрождая добрые традиции конференции «Планета — наш дом», клуб самодеятельной песни «Октябрь» подарил всем участникам небольшой концерт бардовской песни (рис. 7).



Рисунок 6 — Участники конференции после вручения сертификатов



Рисунок 7 — Выступление участников клуба самодеятельной песни «Октябрь»

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Оргкомитет Всероссийской молодёжной научной конференции с международным участием «Планета – наш дом» отметил, что все представленные доклады соответствуют заявленной проблематике научного мероприятия.

© Смирнова И. В.

Статья поступила в редакцию 22.02.2024.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Смирнова Ирина Владимировна, канд. хим. наук, руководитель Комплексной многопрофильной научно-исследовательской лаборатории Научного центра мониторинга окружающей среды Донбасский государственный технический университет, г. Алчевск, Луганская Народная Республика, Россия, e-mail: kamerton_i@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Smirnova Irina Vladimirovna, Ph.D. in Chemistry, Head of the Integrated Multidisciplinary Research Laboratory of the Scientific Center for Environmental Monitoring Donbass State Technical University, Alchevsk, Lugansk People's Republic, Russia, e-mail: kamerton_i@mail.ru

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Левченко Э. П., Павленко А. Т., Ноженко А. А., Левченко М. Э., Макаревич А. Г.</i> ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ ВОДОЗАБОРА ДЛЯ ТУШЕНИЯ ЛЕСОСТЕПНЫХ ПОЖАРОВ В ПЕРЕВАЛЬСКОМ РАЙОНЕ	3
<i>Павлов В. И., Кусайко Н. П., Сергейчук О. В.</i> ОЦЕНКА СВОЙСТВ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЯДА НАБЛЮДЕНИЙ ПО ГИДРОПОСТУ РЕКА БЕЛАЯ — ИСАКОВСКОЕ ВОДОХРАНИЛИЩЕ	12
<i>Кононов К. Э., Тверетинов Н. А.</i> ВНЕДРЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ РАДИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В СИСТЕМУ СОЦИАЛЬНО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НА ТЕРРИТОРИИ ЛУГАНСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ	21
<i>Дрозд Г. Я., Хвортова М. Ю., Бизирка И. И.</i> УТИЛИЗАЦИЯ ДЕПОНИРОВАННЫХ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД В КАЧЕСТВЕ ИСКУССТВЕННЫХ ГРУНТОВ	28
<i>Капранов С. В., Капранова Г. В., Мельникова З. В., Тарабцев Д. В.</i> ИЗУЧЕНИЕ ГОТОВНОСТИ ОКАЗАНИЯ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ ПОСТРАДАВШИМ ПРИ ОТРАВЛЕНИИ ДИКОРАСТУЩИМИ ГРИБАМИ	36
КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ	
<i>Смирнова И. В.</i> ВРЕМЯ ДЕЙСТВОВАТЬ, ЧТОБЫ ИЗМЕНИТЬ БУДУЩЕЕ	46

CONTENT

<i>Levchenko E. P., Pavlenko A. T., Nozhenko A. A., Levchenko M. E., Makarevich A. G.</i> ADDITIONAL SOURCES OF WATER INTAKE FOR EXTINGUISHING FOREST-STEPPE FIRES IN THE PEREVALSK DISTRICT	3
<i>Pavlov V. I., Kusayko N. P., Sergeychuk O. V.</i> ASSESSMENT OF THE SERIES PROPERTIES OF THE HYDROLOGICAL OBSERVATIONS AT THE BELAYA RIVER — ISAKOVO STORAGE LAKE HYDROLOGICAL STATION	12
<i>Kononov K. E., Tveretinov N. A.</i> IMPLEMENTATION OF RADIATION SAFETY INDICATORS FOR ENVIRONMENTAL OBJECTS AND AS WELL AS HYGIENIC ASSESSMENT OF THE RESULTS OF RADIOLOGICAL STUDIES INTO THE SYSTEM OF SOCIAL AND HYGIENIC MONITORING ON THE TERRITORY OF LUGANSK PEOPLE'S REPUBLIC	21
<i>Drozd G. Ya., Khvortova M. Yu., Bizirka I. I.</i> UTILIZATION OF DEPOSITED SEWAGE SLUDGE AS ARTIFICIAL SOILS	28
<i>Kapranov S. V., Kapranova G. V., Melnikova Z. V., Tarabtsev D. V.</i> STUDYING THE READINESS TO PROVIDE FIRST AID TO VICTIMS OF WILD MUSHROOMS POISONING	36
BRIEF REPORTS	
<i>Smirnova I. V.</i> TIME TO ACT TO CHANGE THE FUTURE	46

UDC 504 + 556.043 + 61 + 62
EDN: XNHBKE

Ecological Bulletin of Donbass

Scientific Journal

Issue 1 (11) 2023

Establishers:
FSEI HE "DonSTU" supported by
Ministry of Natural Resources
and Environmental Safety of LPR

Registration Certificate for mass media
PI No. FS77-86349 dated 30.11.2023

Recommended by academic council
of FSEI HE "DonSTU"
(Record № 9 dated 27.03.2024)

Format 60×84 $\frac{1}{8}$
Conventional printed sheet 6,4
Order № 101
Circulation 500 copies
Publishing office is not responsible for
material content giving by an author
for publishing

Address of editorial office, publisher
and establisher:
FSEI HE "Donbass State Technical University"
Lenin avenue, 16, Alchevsk, LPR
294204
E-mail: info@dstu.education
Web-site: <http://www.dstu.education>

PUBLISHING AND PRINTING CENTER,
Room 2113, tel/fax 2-58-59
Certificate of State registration for mass
media publisher, owner and distributor
MI-SGR ID 0000055 dated 05.02.2016

Editor-in-chief

Vishnevskiy D. A. — Doctor of Technical Sciences,
Prof., Rector

Deputy chief editor

Smekalin E. S. — PhD in Engineering, Ass. Prof.,
Vice-Rector for Science

Editorial board:

Degtyaryov Yu. A. — Minister of Natural Resources
and Environmental Safety of LPR

Ladysh I. A. — Doctor of Agricultural Sciences,
Ass. Prof.

Borshchevskiy S. V. — Doctor of Technical
Sciences, Prof.

Shutov M. M. — Doctor of Economics, Prof.

Shelikhov P. V. — Ph.D. in Biology, Ass. Prof.

Zubova L. G. — Doctor of Technical 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.

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

Shvydchenko S. S. — PhD in Biology, Ass. Prof.

Kalinikhin O. N. — PhD in Engineering, Ass. Prof.

Secretary of Editorial board

Smirnova I. V. — PhD in Chemistry

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

Issue languages:
Russian, English

Computer layout
Ismailova L. M.

© FSEI HE "DonSTU", 2024

© Chernyshova N. V., graphic, 2024