



ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ECOLOGICAL BULLETIN OF DONBASS

# Экологический вестник Донбасса

№2 (12)



# **Экологический вестник Донбасса**

Научный журнал  
Выходит 4 раза в год  
Основан в марте 2020 г.  
Выпуск 2 (12) 2024

# **Ecological Bulletin of Donbass**

Scientific Journal  
Publication Frequency: 4 times a year  
Established: March, 2020  
Issue 2 (12) 2024

Алчевск  
2024

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

**УДК 556.51 + 61 + 62**  
**EDN: TIYABF**

**Экологический вестник Донбасса**

**Научный журнал**

Выпуск 2 (12) 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 № 12 от 28.06.2024)*

Формат 60×84 $\frac{1}{8}$   
Усл. печат. л. 6,88  
Заказ № 238  
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](mailto: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**

Вишневский 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.

Капранов С. В. — д.м.н.

Зинченко А. М. — к.э.н., доц.

Кусайко Н. П. — директор НЦМОС

Подлипенская Л. Е. — к.т.н., доц.

Левченко Э. П. — к.т.н., доц.

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

*\*Ластков Д. О., Остренко В. В., Ченцова И. О., Божко И. Ю.*

*Донецкий государственный медицинский университет*

*\*E-mail: lastkov.donmu@list.ru*

## **ЗАКОНОМЕРНОСТИ И ОСОБЕННОСТИ ПАТОЛОГИИ КРОВИ И КРОВЕТВОРНЫХ ОРГАНОВ У ПОДРОСТКОВ ДОНБАССА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ. ЧАСТЬ I. ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И СТРЕССОВЫХ ФАКТОРОВ РИСКА НА ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ БОЛЕЗНЯМИ КРОВИ И КРОВЕТВОРНЫХ ОРГАНОВ У ПОДРОСТКОВ**

*Цель работы состоит в оценке неспецифического влияния тяжелых металлов на заболеваемость болезнями крови и кроветворных органов у подростков техногенного региона, в т.ч. в условиях последствий военного и эпидемического дистресса. С началом военного конфликта ведущим фактором риска становится дистресс. Последствия стресс-индуцированных состояний усугубили неблагоприятное действие тяжелых металлов и обусловили рост данной патологии.*

*Ключевые слова:* болезни крови и кроветворных органов, заболеваемость у подростков, тяжелые металлы, локальный военный конфликт.

**Проблема и её связь с научными и практическими задачами.** В научной литературе освещены разнообразные факторы риска болезней крови и кроветворных органов: нарушения обмена веществ, инфекционные и аллергические заболевания, нерациональное питание, наследственность и др. [1–2]. Однако в развитии данной патологии недостаточно внимания уделено экологическим факторам и последствиям стресс-индуцированных состояний [3].

**Постановка задачи.** Цель работы заключается в оценке неспецифического влияния тяжелых металлов на заболеваемость болезнями крови и кроветворных органов у подростков экокризисного региона, в т. ч. в условиях последствий военного и эпидемического дистресса.

**Материалы и методы.** В качестве объекта окружающей среды была выбрана почва г. Донецка, а моделью — концентрация 12 тяжелых металлов и металлоидов (далее — ТМ). Период полувыведения, например, для Pb составляет от десятков до 5900 лет [4]. При улучшении в ДНР качества атмосферного воздуха и ухудшении показателей питьевой воды почва является наименее мигрирующим объектом. По данным ВОЗ до 95 % ТМ поступают в организм по трофическим цепочкам из

почвы с растительной пищей и продуктами животного происхождения [5]. Поэтому также анализировалось содержание ТМ в биомаркерах (волосах жителей).

Выполнены расчет и сравнительный анализ уровней заболеваемости болезнями крови и кроветворных органов среди подросткового населения с учетом гендерных различий по всем районам и группам районов в сравнении со среднегородскими показателями в течение 5-ти временных периодов: довоенного (I — 2012–2013 гг.), переходного военного — начала боевых действий (II — 2014–2016 гг.), стабильного военного (III — 2017–2019 гг.), пандемии (IV — 2020–2021 гг.) и СВО (V — 2022–2023 гг.). Группы районов формировались с учетом степени загрязнения почвы, их вовлеченности в локальный военный конфликт и локализации, что позволило снизить влияние межрайонной миграции: 1 — контрольный («чистый») центральный район В., не пострадавший от боевых действий; 2 — загрязненные окраинные, не пострадавшие районы Б. и Пр.; 3 — загрязненные центральные, пострадавшие районы Ка., Ки. и Л.; 4 — загрязненные окраинные районы Кир., Ку. и П., оказавшиеся в зоне военного конфликта; 5 — среднегородские показатели. Для рас-



чета интенсивных показателей использовались официальные учетно-статистические документы (форма № 12), данные о среднегодовой численности различных групп подростков, которые обслуживались учреждениями здравоохранения по районам.

Статистическая обработка проведена общепринятыми методами с помощью лицензионного пакета прикладных программ MedStat. Различия между уровнями довоенного и военных периодов, гендерными группами подростков, городскими районами оценивались методом множественных сравнений Шеффе. Рассчитаны коэффициенты линейной и ранговой корреляции ( $p < 0,05$ ) между максимальной кратностью превышения концентрации тяжелых металлов в почве каждого района и показателями заболеваемости патологией среди детей.

**Изложение материала.** С началом боевых действий численность городских подростков начала уменьшаться, преимущественно за счет центральных районов (в первую очередь контрольного), в III периоде (с 2018 г.) отмечались минимальные показатели во всех районах, в периоды пандемии и СВО наблюдалась стабилизация с постепенным восстановлением во всех районах численности подросткового населения до уровня военного стабильного периода. Достоверных межрайонных различий в динамике процесса не выявлено.

Наибольшие показатели заболеваемости (тенденция) анализируемой патологией в довоенный период определялись в самом загрязненном районе Б. (рис. 1), а также районах Ка. и Ки., наименьшие — в районе Пр., контрольном районе В. и районах, в дальнейшем подвергшихся обстрелам, тогда как на протяжении всех военных периодов максимальные уровни были характерны для 2-х районов — Пр. и Ка., минимальные — в районе Б. и районах из зоны военного конфликта. Противоположная динамика уровней патологии в близлежащих районах (Б. и Пр.; Ки. и Л.; Кир., Ку. и П.), очевидно, объясняется миграционными процессами (внутри группы районов и

извне). В целом отмечается четкая тенденция к росту уровней патологии в военные периоды, наиболее выраженная начиная с III периода, обратная зависимость наблюдается в районах Б. и Л. В последние два периода значимое снижение показателей определяется в районах В., Ки., Ку. и П.

Гендерные различия характеризуются превалированием уровней патологии у девушек над юношами, единичные случаи противоположной тенденции зафиксированы в районах Ка., Ку. и П. (рис. 2, 3).

При сравнении групп районов наибольшие показатели патологии наблюдались в группах загрязненных окраинных, не пострадавших районов (Б. и Пр.) и загрязненных центральных, пострадавших районов (Ка., Ки. и Л.): значимые различия по сравнению с группой загрязненных окраинных районов, оказавшихся в зоне военного конфликта (Кир., Ку. и П.), отмечены по группе (Б. и Пр.) у девушек в III периоде, по группе (Ка., Ки. и Л.) у подростков и юношей в III периоде. Незначительное количество достоверных различий в указанных группах районов обусловлено выраженной вариабельностью показателей по годам и разнонаправленными тенденциями в районах в пределах каждой группы.

В то же время среднегородские уровни значительно превышают таковые в группе районов (Кир., Ку. и П.) в III–IV периодах у подростков, юношей и девушек, по распространенности — во II–V периодах у подростков и девушек, а в III периоде — у юношей. Гендерные различия характеризуются достоверным преобладанием показателей у девушек (обусловленных анемиями): в среднем по городу — во II–IV периодах; в контрольном районе — в I и V.

Только в довоенный период выявлены корреляции показателей заболеваемости изучаемой патологией с максимальной кратностью превышения концентрации ТМ в почве районов. Отмечена значимая связь заболеваемости патологией с содержанием в почве меди (у подростков  $R=0,725$ ,  $p < 0,001$ , у юношей  $R=0,727$ ; у девушек

R = 0,664, p < 0,03; у подростков Таи = 0,596, p < 0,03, у юношей Таи = 0,671, p < 0,01; у юношей показатель Спирмена = 0,745, p < 0,03) и кадмия (у девушек R = 0,660, p < 0,03). От-

сутствие корреляций во все военные периоды обусловлено миграцией населения вследствие военного и эпидемического дистресса.

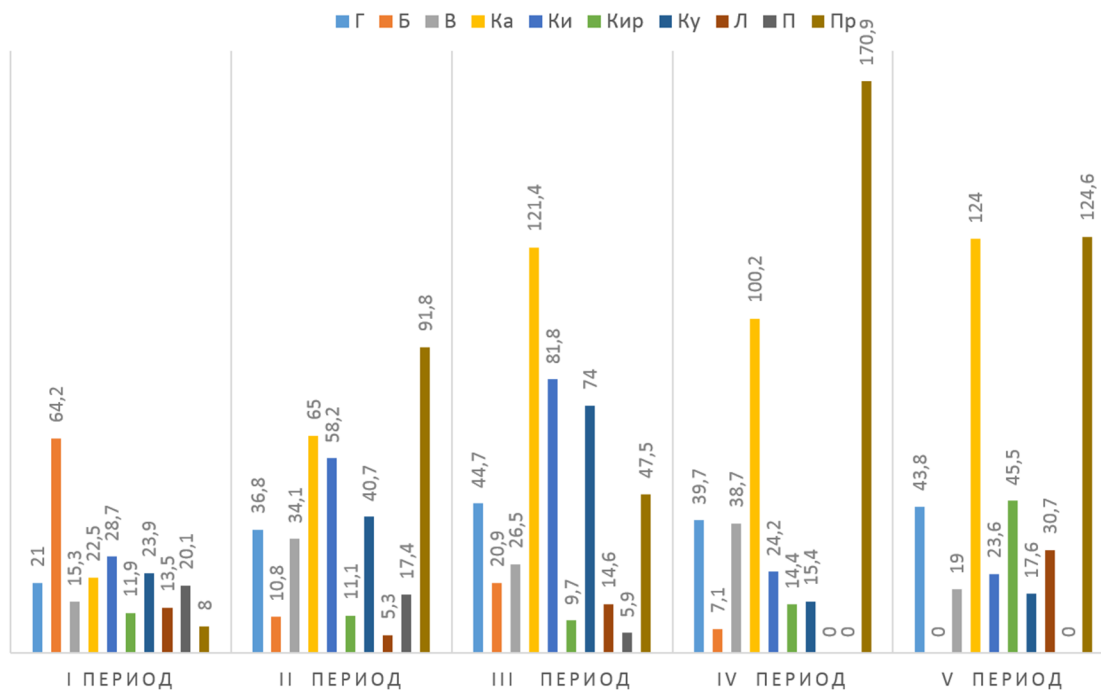


Рисунок 1 — Заболеваемость болезнями крови и кроветворных органов среди подростков г. Донецка (‰) по периодам

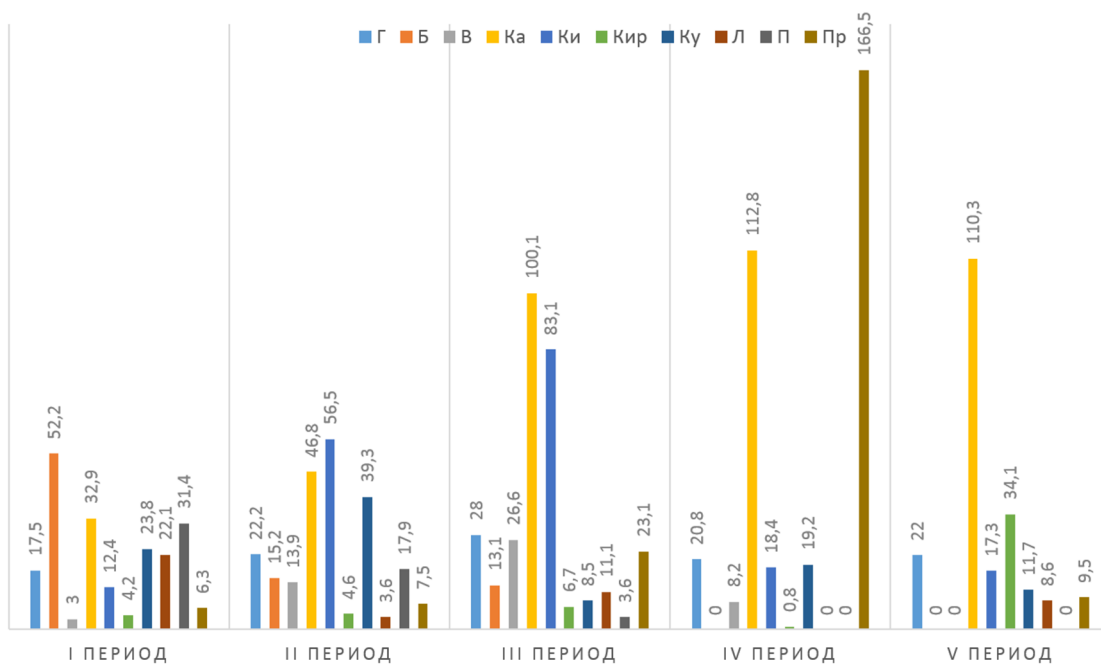


Рисунок 2 — Заболеваемость болезнями крови и кроветворных органов среди юношей г. Донецка (‰) по периодам

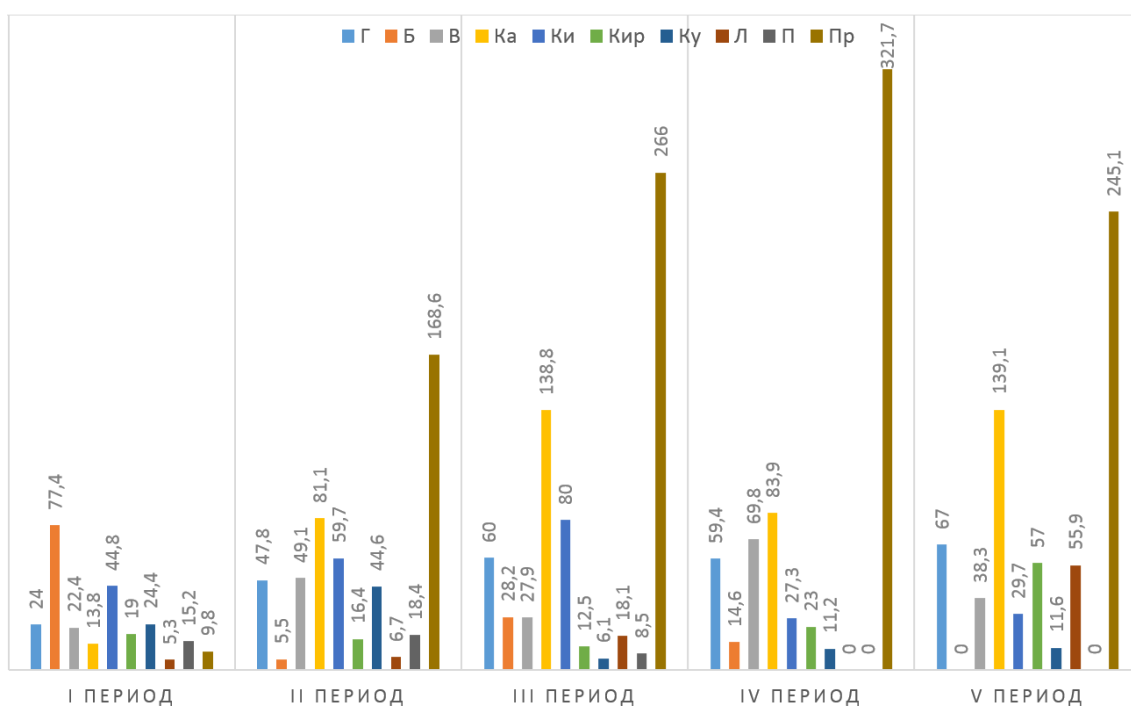


Рисунок 3 — Заболеваемость болезнями крови и кроветворных органов среди девушек г. Донецка (‰) по периодам

Поэтому корреляционный анализ также проведен по группам районов, что позволило снизить вариабельность показателей по районам и годам за счет нивелирования межрайонной миграции в пределах каждой группы. Выявлены корреляции заболеваемости патологией с содержанием меди в I периоде (у подростков  $R = 0,762$ ,  $p < 0,04$ , у девушек  $R = 0,794$ ,  $p < 0,01$ ), фосфора (у подростков в I периоде  $R = 0,800$ ,  $p < 0,001$ , у юношей в IV периоде  $R = 0,764$ ,  $p < 0,05$ , у девушек — слабая связь в I, III и V периодах). Помимо этого, определялась слабая связь с концентрацией стронция и свинца у подростков в последнем периоде.

Выявленные зависимости подтверждаются исследованиями содержания ТМ в биомаркерах подростков [3]. Слабая связь установлена между максимальной кратностью превышения содержания свинца в почве каждого района и процентом лиц с превышением допустимой концентрации данного ТМ в биомаркерах подросткового населения районов. В случае превышения допустимого содержания комбинаций токсичных (в т. ч.

свинца, кадмия и др.) и потенциально токсичных (в т. ч. стронция) ТМ, доля подростков в самом загрязненном районе Б. значимо ( $p < 0,01$ ) больше, чем в контрольном районе В. Аналогичные достоверные различия по сравнению с «чистым» районом у подростков районов из зоны военного конфликта: К. (по стронцию) и П. (по свинцу и кадмию).

Представленные показатели позволяют сделать следующие **выводы**:

1. Выполненные исследования подтверждают неблагоприятное неспецифическое действие ТМ на уровни заболеваемости подростков экокризисного региона болезнями крови и кроветворных органов.

2. С началом локального военного конфликта ведущими факторами риска анализируемой патологии становятся военный и эпидемический дистресс.

3. В условиях антропогенного воздействия последствия стресс-индуцированных состояний усилили неблагоприятное влияние ТМ, что привело к росту заболеваемости крови и кроветворных органов.

4. Установлено значительное влияние ТМ как факторов риска на уровни заболеваемости подросткового населения болезнями крови и кроветворных органов (Cu, Cd, P в сочетании с военным и эпидемическим дистрессом).

#### Список источников

1. Ермолицкая М. З., Кику П. Ф., Абакумов А. И. Статистический анализ взаимосвязи социально-гигиенических факторов с уровнем заболеваемости болезнями крови и кроветворных органов населения Приморского края // *Ekologiya cheloveka (Human Ecology)*. 2021. Т. 11. С. 33–40.
2. Гайфуллина Р. Ф., Галиуллин А. Н., Бурыкин И. М. Факторы риска возникновения и развития гематологических злокачественных новообразований (обзор литературы) // *Специализированные службы здравоохранения*. 2024. С. 16–25.
3. Медико-экологические аспекты здоровья человека / Г. А. Игнатенко [и др.] // *Влияние загрязнения окружающей среды на состояние здоровья населения: взаимосвязь дисэлементоза с различной патологией сердечно-сосудистой системы : монография / под ред. С. Т. Кохана, Г. А. Игнатенко, А. В. Дубовой ; Забайкальский государственный университет. Чита : ЗабГУ, 2021. С. 47–60.*
4. Загрязнение почвы г. Донецка тяжелыми металлами / Д. О. Ластков [и др.] // *Загрязнение окружающей среды и здоровье населения экокризисного региона в условиях военного и эпидемического дистресса: оценка, прогноз и управление рисками дисэлементоза : монография / под общей редакцией Г. А. Игнатенко ; Донецкий национальный медицинский университет им. М. Горького. Донецк : ГОО ВПО «ДонНМУ им. М. Горького», 2023. С. 35–37.*
5. Об информативности биомаркеров как индикаторов влияния тяжелых металлов на здоровье подростков / Д. О. Ластков [и др.] // *Вестник гигиены и эпидемиологии*. 2022. Т. 26. № 3. С. 225–231.

© Ластков Д. О., Остренко В. В., Ченцова И. О., Божко И. Ю.

*Рекомендована к печати д.м.н.,  
деканом медико-фармацевтического факультета ДГМУ Ежелевой М. И.,  
д.м.н., гл. врачом филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии  
в Луганской Народной Республике» в г. Алчевске Капрановым С. В.*

Статья поступила в редакцию 17.06.2024.

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Ластков Дмитрий Олегович**, д-р мед. наук, профессор, зав. каф. гигиены и экологии  
им. проф. О. А. Ласткова  
Донецкий государственный медицинский университет,  
г. Донецк, Россия  
e-mail: lastkov.donmu@list.ru

**Остренко Владислав Владимирович**, канд. мед. наук, ассистент каф. гигиены и экологии  
им. проф. О. А. Ласткова  
Донецкий государственный медицинский университет,  
г. Донецк, Россия

**Ченцова Ирина Олеговна**, студентка 3-го курса  
Донецкий государственный медицинский университет,  
г. Донецк, Россия

**Божко Иоланта Юрьевна**, студентка 3-го курса  
Донецкий государственный медицинский университет,  
г. Донецк, Россия

**\*Lastkov D. O., Ostrenko V. V., Chentsova I. O., Bozhko I. Yu.** (*Donetsk State Medical University, Donetsk, Russia, \*e-mail: lastkov.donmu@list.ru*)

**REGULARITIES AND FEATURES OF BLOOD AND HEMATOPOIETIC ORGANS PATHOLOGY IN ADOLESCENTS OF DONBASS REGION IN MODERN CONDITIONS. PART I. THE INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL AND STRESS RISK FACTORS ON THE INCIDENCE OF THE BLOOD AND HEMATOPOIETIC ORGANS DISEASES IN ADOLESCENTS**

*The aim of the work is to assess the non-specific influence of heavy metals on the incidence of blood and hematopoietic diseases in adolescents in a technogenic region, including in the context of the consequences of military and epidemic distress. With the outbreak of a military conflict, distress becomes the leading risk factor. The consequences of stress-induced conditions aggravated the adverse effects of heavy metals and caused the growth in this pathology.*

**Key words:** *blood and hematopoietic diseases, incidence in adolescents, heavy metals, local military conflict.*

**INFORMATION ABOUT THE AUTHORS**

**Lastkov Dmitry Olegovich**, MD, Professor, Head of Department of Hygiene and Ecology named after prof. O. A. Lastkov  
Donetsk State Medical University,  
Donetsk, Russia,  
e-mail: lastkov.donmu@list.ru

**Ostrenko Vladislav Vladimirovich**, PhD, Assoc. of Department of Hygiene and Ecology named after prof. O. A. Lastkova  
Donetsk State Medical University,  
Donetsk, Russia

**Chentsova Irina Olegovna**, 3rd-year student  
Donetsk State Medical University,  
Donetsk, Russia

**Bozhko Iolanta Yuriyevna**, 3rd-year student  
Donetsk State Medical University,  
Donetsk, Russia

*\*Долгих В. П., Рыбалка С. В., Боблева И. С.  
Донбасский государственный технический университет  
\*E-mail: geocolab@dstu.education*

## КРАТКОСРОЧНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВОДНОГО РЕЖИМА РЕК И ВОДОХРАНИЛИЩ МЕТОДОМ БРАУНА

*Для описания краткосрочного прогнозирования водного режима рек и водохранилищ Донбасса предложена модель Брауна, которая на основании малого количества наблюдений дает приемлемый для математических расчетов прогноз параметров временного ряда. Для рассмотренной линейной интерполяции зависимости изменения уровня шахтных вод от величины шахтного водоотлива были выбраны значения коэффициента сглаживания равные 0 и 0,25. Предложенная модель Брауна с указанными коэффициентами сглаживания обладает минимальной погрешностью прогнозирования (7÷19 %), рассчитанной для последних точек ряда.*

**Ключевые слова:** речной сток, водный режим, временной ряд, математическое моделирование, прогнозирование стока, метод скользящей средней.

**Финансирование:** Исследования выполнены за счет средств федерального бюджета (код темы: FRRU-2024-0004 в ЕГИСУ НИОКТР).

**Постановка проблемы, обоснование ее актуальности.** Современные схемы получения прогнозных характеристик водного режима рек и водохранилищ должны обладать необходимым уровнем точности и заблаговременности [1]. Как известно, заблаговременность выполнения прогноза определяется разностью между сроком, к которому рассматриваемая характеристика может быть определена (часы, сутки, месяц, сезон, квартал), и периодом составления самого прогноза. На ее выбор влияет время, необходимое для принятия мер по использованию водных ресурсов и обеспечению требуемого уровня защиты от опасных проявлений водного режима. Для небольших населенных пунктов актуальным может быть период в несколько часов, что позволит минимизировать потери при объявлении затопления. Использование комплексных водохозяйственных систем, которые располагают статистическими материалами наблюдения, позволит своевременно выполнить работы по регулированию водного режима рек и водохранилищ [2–4].

К тому же остается открытым вопрос, касающийся точности прогнозирования водного режима рек и водохранилищ. Сезонные, квартальные и месячные величины

прогноза должны строиться на основании достаточной гидрометеорологической изученности водосборов и предлагать оценку ситуации за любой период времени [5, 6].

К традиционным методам прогнозирования временных рядов, которые получили наибольшее распространение при прогнозировании водного режима рек и водохранилищ, относятся трендовые регрессионные модели [7]. Линейные и нелинейные интерполяции определяются согласно накопленной статистической базе. Далее главные тренды (тенденции) экстраполируются на выбранный период времени. К главным условиям, которые влияют на применимость трендовых моделей при прогнозировании временных рядов, относятся:

- независимость значений;
- стационарность;
- наличие ранее накопленной статистики.

При рассмотрении временных рядов природных процессов, которые зачастую являются быстропротекающими, имеет место небольшое количество статистических данных. При этом часто наблюдается нестационарность и персистентность (сохранение состояния объекта в течение длительного времени). Особенностью рассматриваемых процессов

является наличие «тяжелых хвостов», т. е. появление участка, находящегося, как правило, справа и вне известного закона распределения (чаще всего экспоненциального), получаемого на основании статистической обработки заданного временного ряда [8]. При этом наблюдаются отклонения значений временного ряда от математического ожидания более, чем на три среднеквадратических отклонения (правило трех сигм или  $3\sigma$ ). Из теории вероятностей и статистики известно, что среднеквадратическое отклонение (СКО) является распространённым показателем рассеивания значений случайной величины относительно её математического ожидания. Согласно правилу трех сигм в пределах одного СКО лежит 68,26 % значений, в пределах двух СКО — 95,44 %, а в пределах трех — 99,72 %. Это означает, что вероятность того, что случайная величина временного ряда примет значение, отклоняющееся от математического ожидания больше чем на три СКО, не превышает 0,28 %.

При рассмотрении распределения временного ряда с тяжелыми хвостами построение линейной или нелинейной регрессионной модели наблюдается неприемлемая ошибка прогнозирования. На рисунке 1 приведен пример графика линейной интерполяции зависимости изменения уровня шахтных вод от величины шахтного водоотлива [9], где: сплошная ломаная линия — значения временного ряда; жирная пунктирная линия посередине — линейный тренд, который имеет аналитическую зависимость  $\hat{H} = -218,68 + 0,04Q$ ; верхняя пунктирная прямая линия —  $\hat{H} + 3\sigma$ ; нижняя пунктирная линия —  $\hat{H} - 3\sigma$ .

Как видно из рисунка 1, правило  $3\sigma$  не выполняется для нескольких точек сверху и снизу. Следовательно, можно сделать вывод, что для прогнозирования краткосрочных временных рядов, которые обладают свойствами нестационарности и персистентности, трендовые регрессионные модели дают неприемлемую ошибку и ограничивают возможность их применения на практике.

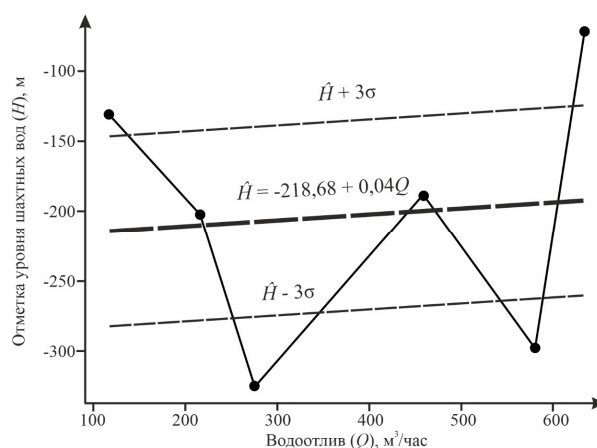


Рисунок 1 — Линейная интерполяция временного ряда и проверка выполнения правила  $3\sigma$

В связи с этим **целью** настоящей работы является установление возможностей применения модели Брауна для описания краткосрочного прогнозирования водного режима рек и водохранилищ Донбасса.

**Объект исследования** — быстротечные процессы изменения водного режима рек и водохранилищ, которые характеризуются нестационарностью и персистентностью.

**Предмет исследования** — количественные значения спрогнозированного гидрологического ряда, характеризующие возможность его использования в дальнейших гидрологических расчетах.

**Задачи** исследования:

- анализ известных математических подходов, которые используются для краткосрочного прогнозирования временных рядов;
- установление значений спрогнозированного временного ряда, полученного с помощью модели Брауна и с учетом малого количества наблюдений.

**Методы исследования.** В качестве математического инструментария, подходящего для анализа и прогнозирования нестационарных персистентных временных рядов, могут быть использованы методы теории детерминированного хаоса. В работе [10] предложена методика поведения сложной динамической системы, которая функционирует в режиме динамического

хаоса. Данная методика включает следующие этапы:

1. Построение фазового портрета системы и восстановление аттрактора, т. е. восстановление моделируемой системы согласно экспериментальному временному ряду. При этом рассматривается полученный в результате эксперимента временной ряд с равномерным изменением точек отсчета, рассчитываемым по формуле:

$$t = \Delta t \cdot k, \quad (1)$$

где  $\Delta t$  — длительность экспериментальной реализации,  $k$  — номер точки.

Система в  $n$ -мерном пространстве характеризуется фазовым портретом с определенной последовательностью точек, которые определяются по формуле:

$$x_k = (s_k, s_{k+\tau} \dots s_{k+(n-1)\tau}), \quad (2)$$

$$k \in [0, m-1], \quad m = M - (n-1)\tau,$$

где  $m$  — временная задержка,  $n$  — размерность вложения.

Чтобы восстановить аттрактор, необходимо правильно подобрать временную задержку  $m$ . Можно выделить следующие способы ее определения:

– на основании автокорреляционной функции ( $m$  равняется времени первого пересечения с нулем);

– на основании преобразования Фурье (при обнаружении в спектре мощности кратных пиков  $m$  выбирается равной четверти периода самой высокой из доминирующих частот);

– на основании расчета показателя Херста (если показатель Херста находится в пределах от 0,5 до 1,0, то процесс считается персистентным примерно в продолжении  $m$ ). Данный показатель определяется в терминах асимптотического поведения масштабированного диапазона как функции отрезка времени временного ряда.

2. Выполняется расчет стохастических характеристик аттракторов, находящихся в режиме динамического хаоса. При этом определяются характеристики: корреляци-

онная размерность аттрактора  $D_2$  и корреляционная энтропия  $K_2$ .

В случае, когда аттрактор  $D_2$  конечен, то рассматриваемый временной ряд описывается конечномерной системой обыкновенных дифференциальных уравнений (ДУ). Для прогнозирования достаточно представить полученные ДУ в явном виде.

Для определения корреляционной размерности следует рассмотреть корреляционный интеграл, который представляется следующим образом:

$$C(r) = \frac{1}{m(m-1)/2} \times \times \sum_{i=0}^{m-2} \sum_{j=i+1}^{m-1} \theta(r - \rho(x_i, x_j)), \quad (3)$$

где  $\theta$  — функция Хевисайда,  $\rho$  — расстояние между точками в  $n$ -мерном фазовом пространстве,  $n$  — число точек  $x_i$  на аттракторе.

Если  $C(r) \sim r^{D_2}$ , то  $D_2$  является корреляционной размерностью аттрактора. Значение  $D_2$ , чаще всего, находят по результатам построения графика зависимости  $\ln C(r)$  от  $\ln r$ . Для этого вычисляют значение  $D_{2k}$  для различных  $k$ , начиная с  $k=1$ . Начиная с некоторого номера, величина  $D_{2k}$ , т. е. характерный наклон графика зависимости  $\ln C(r)$  от  $\ln r$ , перестает возрастать с увеличением  $k$ . Значение  $k$  дает размерность вложения аттрактора, а предельный тангенс угла наклона — корреляционную размерность  $D_2$  рассматриваемого аттрактора.

При рассмотрении хаотичной системы следует отметить, что характерное время, которое определяет продолжительность поведения системы, обратно пропорционально энтропии Колмогорова. Значение энтропии принято считать количественной характеристикой классов функций. Она определяет меру сложности функции, минимальное количество знаков, необходимое для задания рассматриваемой функции с необходимой точностью. При вычислении корреляционной энтропии  $K_2$



необходимо определить корреляционный интеграл. Формула зависимости корреляционной энтропии от расстояния  $r$  и размерности фазового пространства  $n$  представлена ниже:

$$C(r, n) \sim r^{D_2} e^{-nK_2}, \quad (4)$$

$$K_2(r, n) = \ln \frac{C(r, n)}{C(r, n+1)}. \quad (5)$$

3. Прогнозирование поведения всей системы. На этом этапе предполагается взаимосвязь показателей Ляпунова с энтропией Колмогорова. Для одномерного случая она равна единственному положительному показателю Ляпунова, что дает основания применять последний в качестве меры предсказуемости поведения хаотической системы, которая обладает непериодичностью, затухающей корреляцией, положительной энтропией или другими признаками хаоса. Процесс расчета максимального характеристического показателя Ляпунова начинается с выбора произвольной стартовой точки, которая определяется по формуле:

$$\{x(t_0), x(t_0 + 1), \dots, x(t_0 + [n - 1]t)\}. \quad (6)$$

Движение данной точки отслеживается по фазовому пространству. Далее определяется точка, которая находится наиболее близко к стартовой. Расстояние между ними обозначается как  $L(t_0)$ . По прошествии некоторого времени  $t_1$  при движении выделенной пары точек по аттрактору расстояние между ними примет значение  $L'(t_1)$ . После чего находят точку, которая удовлетворяет следующему критерию: расстояние  $L(t_1)$  и угловое отклонение  $\varphi_1$  между точками являются минимальными. Это является основанием для подстановки ее вместо второй точки в паре. Данную процедуру повторяют до тех пор, пока не будут выбраны и просчитаны все значения из анализируемого временного ряда. Полученные результаты используются при определении максимального характеристического показателя Ляпунова:

$$\lambda \frac{1}{t_M - t_0} \sum_{k=1}^M \log_2 \frac{L'(t_k)}{L(t_{k-1}) \max}, \quad (7)$$

где  $M$  — общее число шагов.

Полученная оценка  $\lambda_{\max}$  (итерация) переводится в размерную величину (секунда) путем деления ее на время между шагами при замене точек.

Описанная методика анализа и прогнозирования поведения динамической системы в режиме динамического хаоса обладает рядом положительных особенностей, но требует повышенного внимания к количеству точек в фазовом пространстве. В случае их недостаточности восстановление аттрактора будет происходить с погрешностью.

К современным формализованным методам прогнозирования коротких временных рядов, которые свойственны водному режиму рек и водохранилищ, относятся адаптивные модели [11]. Их главное достоинство — способность перестраивать математическую структуру и взаимосвязь между переменными к изменению исходных данных. Классические адаптивные модели прогнозирования подразделяются на два вида: скользящая средняя (СС-модели) и авторегрессия (АР-модели). В первой схеме в качестве оценки текущего значения выступает взвешенное среднее всех предшествующих значений. Значения весов при последовательном наблюдении уменьшаются по мере удаления от последнего отсчета. При этом принимается, что чем они ближе к концу интервала наблюдения, тем большей информационной ценностью обладают. Такие модели получили широкое распространение по причине оперативного регулирования при изменениях, происходящих в общем тренде, однако в чистом виде не позволяют учитывать колебания параметров.

Реакция на ошибку производимого прогноза и распределение уровней временного ряда в моделях, в основе которых лежит схема СС-модели, находится с помощью среднего взвешенного коэффициента

сглаживания (адаптации)  $\alpha$ . Его величина находится в пределах от нуля до единицы. В АР-модели в качестве оценки текущего значения выступает взвешенная сумма нескольких ранее полученных значений. Сами же весовые коэффициенты считаются неранжированными. В этом случае играет роль теснота связи между ними, а не их близость к моделируемому уровню. Представленные модели различаются по применению: скользящая средняя наиболее пригодна для нестационарных процессов со свойством персистентности, а авторегрессия — для стационарных колебательных процессов [12].

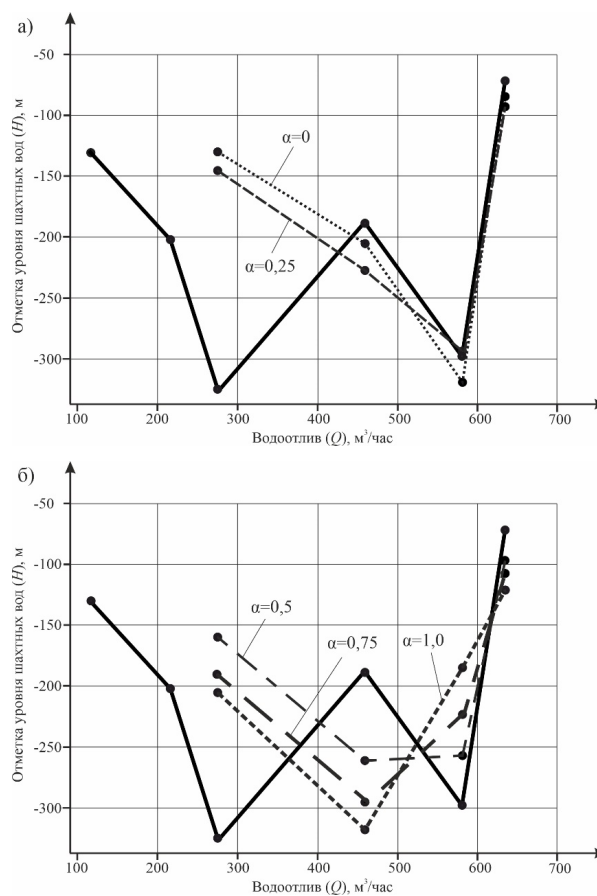
В моделях, в которых используется скользящая средняя, за основополагающую принимается модель Брауна. Ее интерпретация записывается следующим образом:

$$\hat{x}_{n+1} = \alpha x_n + (1 - \alpha)x_{n-1}. \quad (8)$$

Прогнозное значение  $\hat{x}_{n+1}$  определяется с учетом среднего взвешенного коэффициента сглаживания.

На рисунке 2 приведены результаты прогнозирования временного ряда, представленного ранее на рисунке 1, методом Брауна. Зависимости построены с использованием различных значений среднего взвешенного коэффициента сглаживания, находящегося в пределах от нуля до единицы. Для проверки наименьшей погрешности с исходным временным рядом выбран шаг дискретизации  $\alpha$  равный 0,25. Черная жирная ломаная линия представляет собой исходный временной ряд.

Из рисунка 2 видно, что для временного ряда прогнозная линия, полученная согласно методу Брауна, повторяет общую тенденцию исходного временного ряда. Минимальная средняя ошибка прогнозирования по последним трем точкам для случаев  $\alpha=0$  и  $\alpha=0,25$  находится в пределах 7÷19 %. Дальнейшее увеличение коэффициента сглаживания приводит к росту ошибки и снижению точности прогноза до 63 % при  $\alpha=1,0$ .



а) коэффициент сглаживания  $\alpha$  равен 0 и 0,25;  
б) коэффициент сглаживания  $\alpha$  равен 0,5, 0,75 и 1

Рисунок 2 — Прогнозирование временного ряда методом Брауна

**Выводы и направление дальнейших исследований.** В прогностических моделях, которые строятся согласно теории о скользящей средней, может быть использована модель Брауна. Ее применение оправдывается при прогнозировании быстропротекающих природных процессов, которые характеризуются небольшим диапазоном наблюдений. Для рассмотренной линейной интерполяции зависимости изменения уровня шахтных вод от величины шахтного водоотлива подходящими были выбраны значения коэффициента сглаживания  $\alpha=0$  и  $\alpha=0,25$ , что нашло свое подтверждение в минимальной погрешности прогнозирования (7÷19 %) по последним точкам ряда.

При использовании модели Брауна следует обращать внимание на выбор подходящего диапазона изменения коэффициента сглаживания, а также на точность экспериментального подбора данного коэффициен-

та. Более надежный прогноз с увеличенным временным диапазоном наблюдений позволит своевременно подготовить силы и средства для предотвращения или минимизации последствий природных явлений.

#### Список источников

1. Стреблянская Н. В., Копытов В. В., Тебуева Ф. Б. Оценка риска наступления чрезвычайной ситуации гидрологического характера // *Перспективы науки*. 2016. № 6 (81). С. 18–21.
2. Руководство по гидрологическим прогнозам. Вып. 2. Краткосрочный прогноз расхода и уровня воды на реках. Л. : Гидрометеиздат, 1989. 245 с.
3. Георгиевский Ю. М. Краткосрочные гидрологические прогнозы. М. : ЛПИ, 1982. 100 с.
4. Симонов Ю. А. Прогнозирование стока рек России: научно-методические основы и практическая реализация диссертация : автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. М., 2023. 45 с.
5. Краткосрочное прогнозирование стока рек Черноморского побережья Кавказа / П. А. Белякова, С. В. Борщ, А. В. Христофоров, Н. М. Юмина // *Труды Гидрометеорологического научно-исследовательского центра Российской Федерации*. 2013. Вып. 349. С. 122–141.
6. Краткосрочный прогноз притока воды в Бурейское водохранилище на основе модели ЕСОМАГ с использованием метеорологических прогнозов / Мотовилов Ю. Г. [и др.] // *Водное хозяйство России*. 2017. № 1. С. 78–102.
7. Гибридные модели прогнозирования коротких временных рядов / А. Н. Пылькин, Л. А. Демидова, С. В. Скворцов, Т. С. Скворцова. М. : Горячая линия — Телеком, 2012. 206 с.
8. Мандель А. С. Метод аналогов в прогнозировании коротких временных рядов: экспертно-статистический подход // *Автоматика и телемеханика*. 2004. № 1. С. 143–152.
9. Оценка фактического состояния и развития водного баланса территорий горных отводов гидрозакритных (ликвидируемых) шахт Краснолучского ТГК («Хрустальская», им. Газеты «Известия», «Краснолучская», «Краснокутская», «Княгининская», «Центральная») с учетом возможности использования шахтных вод для хозяйственных нужд с разработкой оптимальной схемы расположения водоотливных систем : отчет о НИР (закл.). В 2-х книгах. Книга 1 / исполн. : Рыбникова Л. С. Екатеринбург, 2020. 268 с.
10. Лебедева И. В. Моделирование нелинейных экономических систем с помощью динамических рядов // *Современные наукоемкие технологии*. 2009. № 4 С. 69–70.
11. Лукашин Ю. П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов. М. : Финансы и статистика, 2003. 416 с.
12. Орлов Ю. Н. Кинетические методы исследования нестационарных временных рядов. М. : МФТИ, 2014. 217с.

© Долгих В. П., Рыбалка С. В., Боблева И. С.

**Рекомендована к печати к.т.н., доц. каф. ММК ФГБОУ ВО «ДонГТУ» Козачишным В. А., начальником службы экологической безопасности и производственной санитарии управления охраны труда и промышленной безопасности ЮГМК Красноносом Н. Н.**

Статья поступила в редакцию 22.05.2024.

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Долгих Виталий Павлович**, канд. техн. наук, руководитель Молодежной научно-исследовательской лаборатории геоэкологии и прикладной химии  
Донбасский государственный технический университет,  
г. Алчевск, Россия,  
e-mail: geocolab@dstu.education

**Рыбалка Светлана Викторовна**, зав. лабораторией Молодежной научно-исследовательской лаборатории геоэкологии и прикладной химии  
Донбасский государственный технический университет,  
г. Алчевск, Россия

**Боблева Инесса Сергеевна**, инженер Молодежной научно-исследовательской лаборатории геоэкологии и прикладной химии  
Донбасский государственный технический университет,  
г. Алчевск, Россия

**\*Dolgikh V. P., Rybalka S. V., Bobleva I. S.** (Donbass State Technical University, Alchevsk, Russia,  
\*e-mail: [geoecolab@dstu.education](mailto:geoecolab@dstu.education))

### **SHORT-TERM FORECASTING OF THE WATER REGIME OF RIVERS AND RESERVOIRS USING THE BROWN METHOD**

To describe the short-term water regime forecasting of the rivers and reservoirs of the Donbass, the Brown model is proposed, which, based on a small number of observations, gives a forecast of the time series parameters acceptable for mathematical calculations. For the considered linear interpolation of the change dependence in the level of mine waters on the value of mine drainage, the smoothing coefficient values of 0 and 0.25 were chosen. The proposed Brown model with the specified smoothing coefficients has a minimum forecasting error ( $7 \div 19\%$ ), calculated for the last points of the series.

**Keywords:** river runoff, water regime, time series, mathematical modeling, runoff forecasting, moving average method.

**Funding:** the research was carried out at the expense of the federal budget (subject code: FRRU-2024-0004 in the USISU of R&D).

#### **INFORMATION ABOUT THE AUTHORS**

**Dolgikh Vitaliy Pavlovich**, PhD, Head of Youth Research Laboratory of Geoecology and Applied Chemistry  
Donbass State Technical University,  
Alchevsk, Russia,  
e-mail: [geoecolab@dstu.education](mailto:geoecolab@dstu.education)

**Rybalka Svetlana Viktorovna**, Manager of Youth Research Laboratory of Geoecology and Applied Chemistry  
Donbass State Technical University,  
Alchevsk, Russia

**Bobleva Inessa Sergeevna**, Engineer, Youth Research Laboratory of Geoecology and Applied Chemistry  
Donbass State Technical University,  
Alchevsk, Russia

<sup>1,\*</sup>Левченко Э. П., <sup>1</sup>Смирнова И. В., <sup>2</sup>Павленко А. Т., <sup>2</sup>Левченко М. Э.

<sup>1</sup>Донбасский государственный технический университет,

<sup>2</sup>Луганский государственный университет им. В. Даля

\*E-mail: levchenckoeduard@yandex.ru

## ВЕТРОГЕНЕРАТОРЫ. ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ

*Работа посвящена анализу преимуществ и недостатков получения электроэнергии с помощью ветра. Рассмотрены основные конструкции ветрогенераторов и перспективы их применения с соблюдением экологических требований.*

**Ключевые слова:** ветер, ветрогенерация, лопасти, композиционные материалы, захоронение, экологичность.

**Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.** Как известно, основной причиной повышения концентрации углекислого газа в атмосфере Земли, способствующего глобальному потеплению климата, является сжигание углеродного топлива. С развитием производства альтернативных источников энергии все больше внимания уделяется источникам энергии, способным существенно сократить или полностью исключить выделение углекислого газа.

Одним из широко применяемых способов производства электроэнергии становится ветрогенерация, наиболее распространенная в европейских странах и в странах Американского континента. В Луганской Народной Республике на сегодняшний день имеется два действующих ветропарка (Лутугинский и Краснодонский), которые были запланированы для ввода в действие еще в 2010 году [1].

По данным Statistical Review of World Energy всемирное производство электрической энергии в 2014 году составило 23127 ТВт·ч. Из них на долю возобновляемых источников энергии приходится 1234,3 ТВт·ч, в том числе ветровой — 628,2 ТВт·ч, солнечной — 124,8 ТВт·ч, а био- и геотермальной — 481,3 ТВт·ч [2].

**Постановка задачи.** Принято считать, что к основным преимуществам ветроэнергетики относятся ее неисчерпаемость и экологичность [3]. Главным недостатком

считается дороговизна (по сравнению с традиционной электроэнергией), что может существенно отразиться на стоимости производимых с её помощью товаров и услуг. Возможность получения дополнительной прибыли вероятно и послужила основой широкого распространения и оптимистических перспектив использования возобновляемой энергетики за рубежом.

Поэтому практически во всех развитых странах сегодня разрабатываются и реализуются программы, связанные с альтернативной энергетикой, которая характеризуется неисчерпаемостью ресурсов, независимостью от конъюнктуры цен на мировых рынках энергоносителей и относительной экологической чистотой.

В связи с этим **целью** настоящей работы явилось выявление преимуществ и недостатков ветрогенерирующей отрасли получения электрической энергии на основе анализа наиболее широко применяемых установок.

**Объект исследования** — устойчивое обеспечение электроэнергией на основе ветровой генерации.

**Предмет исследования** — особенности получения электроэнергии с помощью ветра.

**Задачи исследования:** анализ возможностей рационального применения ветровой генерации и экологических рисков их воздействия на окружающую среду.

**Методика исследования.** Аналитические методы изучения технических, экономических и экологических особенностей

позитивного и негативного воздействия ветрогенераторов на окружающую среду.

**Изложение материала.** Согласно статистическому обзору мировой энергетики, технологии возобновляемой энергии в 2013 году заменили примерно 279,3 млн. тонн нефти в год [3]. При этом общая установленная мощность ветроэнергетических станций составила 319907 МВт, солнечных установок 139637 МВт, био- и геотермальных установок 11709 МВт [3].

Выработка электроэнергии ведущими производителями в 2012–2013 гг. показана на рисунке 1 [4].

Указанные страны имеют четкую программу развития ветроэнергетики при государственной поддержке, инвестициях в производство и научных исследованиях, связанных с возобновляемыми источниками энергии, в частности, с ветроэнергетикой.

Среди лидирующих стран по использованию малых ветроустановок в конце 2010 года отмечались Китай, США, Великобритания, Канада, Германия, Испания и Польша (табл. 1) [5].

Поддержка отрасли на законодательном уровне предусматривает принятие законов,

регулирующих производство возобновляемой энергии. Кроме того, для компаний, выпускающих оборудование для такой отрасли, предоставляются различные льготы, в том числе по налогообложению.

В США суммарная мощность ветрогенераторов достигает 179 МВт, в Китае — 166 МВт, в Великобритании — 42,97 МВт, в Германии — 15 МВт, в Канаде — 12,60 МВт [5].

Около 300 компаний мира выпускают оборудование для малой ветроэнергетики. Большинство из них размещены в Китае, США, Германии, Канаде и Соединенном Королевстве.

Способы получения возобновляемой электроэнергии в 2013 году позволили сэкономить 279,3 млн. т. нефти, причём за счёт ветроэнергетики — 142,2 млн. тонн, солнечной энергетики — 28,2 млн. тонн, био- и геотермальной энергетики — 108,9 млн. тонн.

Масштабы распространения электроветрогенерирующих установок иллюстрирует рисунок 2 [5]. Следует отметить, что 1 МВт мощности такого оборудования создает до семнадцати рабочих мест.

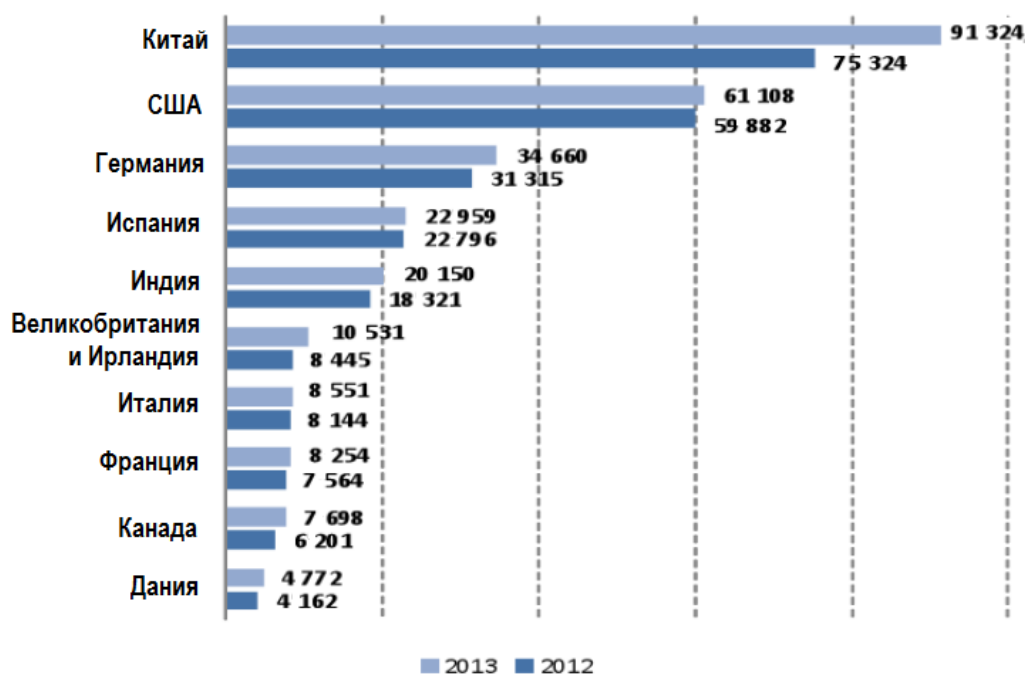


Рисунок 1 — Выработка электроэнергии (МВт) ведущими производителями

Таблица 1  
Использование малых ветроустановок

Лидеры по малым ветроустановкам	Количество, шт.
Китай	450000
США	144000
Великобритания	21610
Канада	11000
Германия	10000
Испания	7020
Польша	7000

Ориентировочные данные по удельным показателям расхода электроэнергии на единицу продукции в различных отраслях промышленности приведены в таблице 2.

Однако представленная выше оптимистичная картина применения ветрогенерирующих установок не учитывает некоторых нюансов их длительного применения.

Лопастей ветрогенераторов, как правило, изготавливают из сложных композиционных материалов, которые практически не поддаются переработке [6]. По истечении срока службы их подвергают захоронению. А так как они имеют довольно значительные размеры и массу (длина до 50 м и мас-

са около 7 т), то полигоны их захоронения занимают большие территории (рис. 3).

Несложно представить, какой ущерб — только за один год (!) — был нанесён окружающей среде.

Несмотря на явные достоинства ветроэнергетики, развитие этого направления создаёт серьёзные проблемы [7–8]. В частности, расположение ветряных генераторов вблизи жилых застроек повышает уровень шума, что оказывает угнетающее воздействие на состояние человеческого организма. Это проявляется в бессонницах, головных болях, головокружениях, аритмиях, депрессиях, нарушениях нормального функционирования вестибулярного аппарата при воздействии шумов низкой частоты и т. д. А неравномерное отражение солнечного света от вращающихся лопастей негативно влияет на органы зрения, что приводит к отклонениям в работе мозга.

Кроме того, высокая цена «зелёного электричества» провоцирует некоторые организации и частные лица к различным видам мошенничества с целью получения большой прибыли за счёт манипуляций с госбюджетом.

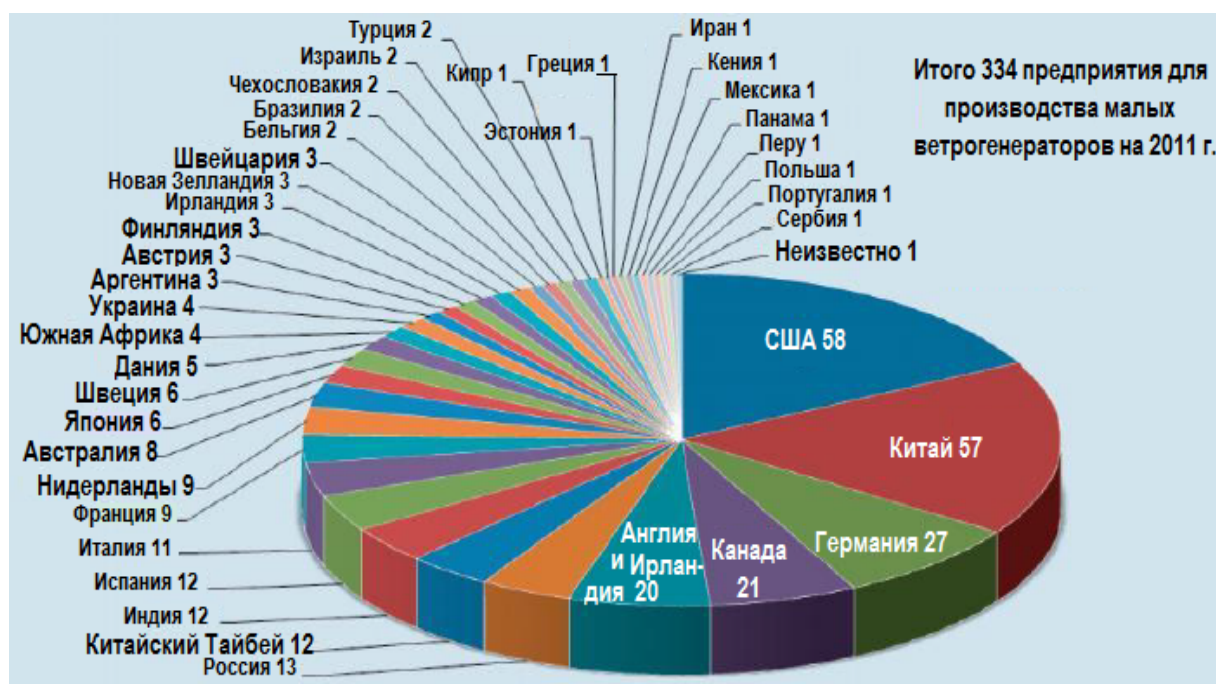


Рисунок 2 — Распространение ветроэлектрогенерирующих установок в мире



Таблица 2

Удельный расход электроэнергии на единицу продукции

Вид промышленности	Производство	Единица измерения продукции	Минимальный удельный расход электроэнергии на единицу продукции, кВт ч	Максимальный удельный расход электроэнергии на единицу продукции, кВт ч
Топливная промышленность	Добыча каменного угля закрытая	1 т угля	35	70
Топливная промышленность	Добыча каменного угля открытая	1 т угля	7	8
Топливная промышленность	Добыча бурого угля закрытая	1 т угля	10	15
Топливная промышленность	Обогащение угля	1 т угля	5	10
Топливная промышленность	Брикетирование угля	1 т брикетов	15	40
Топливная промышленность	Производство кокса	1 т кокса	8	10
Топливная промышленность	Добыча фрезерного торфа	1 т	1	5



Рисунок 3 — Неэкологическая технология захоронения лопастей



Например, в головной генерационный модуль устанавливаются дизельные или бензиновые электростанции, вырабатывающие ток посредством обычного генератора [9]. При этом сами лопасти для имитации работы отключаются от ветрогенератора и вращаются в режиме холостого хода.

Основные преимущества и недостатки получения электроэнергии с помощью ветра в промышленных масштабах приведены в таблице 3.

В последнее время появляются новые технические решения усовершенствования ветрогенераторов [10]. Так, американская компания Airloom Energy развивает трековые

установки (рис. 4), где отсутствуют вращающиеся части, а лопасти под действием ветра движутся по замкнутой траектории.

В таких устройствах электроэнергия вырабатывается двигающимися по направляющим лопастями, что увеличивает скорость их вращения. Это позволяет снизить материалозатраты и себестоимость устройства. Разработчик утверждает, что при наличии двадцати пяти столбов и десятиметровых лопастей затраты на изготовление составят 225 тыс. американских долларов при мощности генератора 2,5 МВт. Для обычного ветрогенератора с башней высотой 85 м и диаметром лопастей 100 м — цена на изготовление в 10 раз выше.

Таблица 3

Основные преимущества и недостатки ветрогенерации

	Экономические	Политические	Социальные
Преимущества	<p>Возобновляемый источник энергии</p> <p>Относительно недорогое обслуживание</p> <p>Рациональное использование свободных территорий</p>	<p>Повышение энергоне­зависимости</p>	<p>Отсутствие газообразных и твёрдых загрязняющих веществ</p> <p>Возможность компенсации пиковых нагрузок электроэнергии</p> <p>Автономный источник энергии</p>
Недостатки	<p>Неустойчивость ветряных потоков</p> <p>Вероятность выхода из строя при воздействии неблагоприятных метеоусловий (гроза, ураган, снегопад)</p> <p>Относительная дороговизна</p> <p>Необходимость организации дополнительных электрокоммуникаций</p> <p>Длительный срок окупаемости</p>	<p>Удорожание электроэнергии</p> <p>Вероятность провокации социальной напряжённости из-за возможной коррупционной составляющей</p> <p>Неработоспособность программы поддержки «зелёной энергии» в период дестабилизации общества (военные действия, революции и пр.)</p> <p>Зависимость от нормативно-правовой базы</p>	<p>Недовольство населения (шум, вибрация, инфразвук)</p> <p>Опасность для летательных аппаратов и обитателей воздушной среды</p> <p>Визуальная непрезентабельность</p> <p>Отчуждение земель</p> <p>Электро-, радио- и телевизионные помехи</p> <p>Загрязнение литосферы продуктами захоронения лопастей</p>

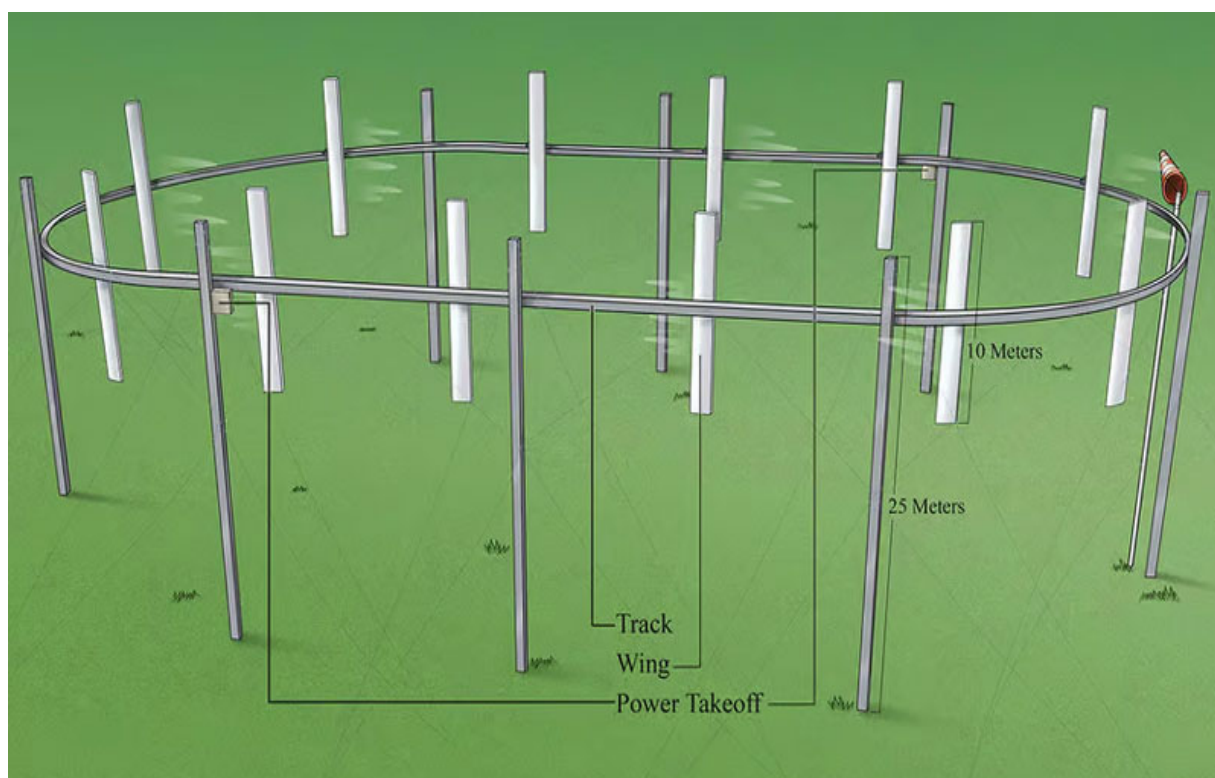


Рисунок 4 — Трековый ветрогенератор

Следует отметить, что при повышенных скоростях движения может увеличиться износ лопастей и других рабочих органов, что потребует их более частой замены и утилизации.

**Выводы и направление дальнейших исследований.** В настоящее время производство электроэнергии с помощью ветрогенераторов еще не может конкурировать с традиционными способами получения электроэнергии из-за относительно малых мощностей. Следовательно, требуется увеличение производства ветрогенераторов.

Однако экологичность и полезность современной ветроэнергетики должны способствовать удешевлению зелёной энергии и снижению цен на производство товаров и услуг с её использованием.

Слабыми местами ветроэнергетики всё ещё остаются проблемы больших размеров и переработки отслуживших свой срок лопастей.

Решение этих проблем может стать направлением дальнейших исследований в области ветроэнергетики с применением выходящих на пик природоподобных технологий.

#### Список источников

1. Кабанова М. А., Левченко Э. П. Мировые тенденции развития возобновляемых источников энергии ветра // *Материалы 4-й международной научно-практической конференции. Том 4. Перспективные направления развития экологии и химической технологии. Донецк, 2018. С. 92–96.*
2. *Statistical Review of World Energy June 2014 [Electronic resource] // BP : [website]. [2024]. URL: <http://www.bp.com/statisticalreview/> (date of treatment: 04.09.2024).*
3. Кабанова М. А., Левченко Э. П. Влияние развития ветроэнергетики на решение мировой проблемы глобального потепления климата // *Сборник научных работ студентов ДонГТУ. Алчевск : ГОУ ВПО ЛНР «ДонГТУ», 2018. Вып. 11. Ч. 1. С. 417–423.*

4. Design and Research of Dual axis solar tracking system in condition of town Almaty / Sh. Sadyrbayev, A. Bekbayev, S. Orynbayev, Zh. Kaliyev // Middle-East Journal of Scientific Research. 2013. Vol. 17 (12). P. 1747–1751.

5. Small Wind World Report Summary 2012 [Electronic resource] // World Wind Energy Association (WWEA) : [website]. [2024]. URL: [http://small-wind.org/wp-content/uploads/2014/12/Summary\\_SWWR2015\\_online.pdf](http://small-wind.org/wp-content/uploads/2014/12/Summary_SWWR2015_online.pdf)/ (date of treatment: 04.09.2024).

6. Гладунова О. Утилизация лопастей турбин: ахиллесова пята ветроэнергетики [Электронный ресурс] // Композитный мир : научно-популярный журнал : [сайт]. [2024]. URL: <https://compositeworld.ru/articles/market/id61a108718606de0019d9207f/> (дата обращения: 04.09.2024).

7. Ветроэнергетика: состояние, проблемы и перспективы развития / Д. С. Галич [и др.] // Инновации и инвестиции. 2022. № 4. С. 228–231.

8. Ганиев Р. Ветряные электростанции могут навредить здоровью. Чем они опасны? [Электронный ресурс] // Hi-News : [сайт]. [2024]. URL: <https://hi-news.ru/eto-interesno/vetryanye-elektrostantsii-mogut-navredit-zdorovyu-chem-oni-opasny.html> (дата обращения: 04.09.2024).

9. Внутри шотландских ветряков обнаружили дизель-генераторы [Электронный ресурс] // Национальная ассоциация нефтегазового сервиса : [сайт]. [2024]. URL: <https://nangs.org/news/renewables/wind/vnutri-shotlandskikh-vetryakov-obnaruzhili-dizel-generatory> (дата обращения: 04.09.2024).

10. Детинич Г. Билл Гейтс инвестировал в трековые ветрогенераторы, которые могут втрое снизить стоимость получения энергии [Электронный ресурс] // 3ДНьюс : электронное периодическое издание : [сайт]. [2024]. URL: <https://3dnews.ru/1095657/bill-geyts-investiroval-v-neobichniy-vetrogenerator-kotoriy-moget-vtroe-snizit-stoimost-polucheniya-energii/> (дата обращения: 04.09.2024).

© Левченко Э. П., Смирнова И. В.

© Павленко А. Т., Левченко М. Э.

**Рекомендована к печати д.т.н., проф. ЛГУ им. В. Даля Филатьевым М. В.,  
к.э.н., зав. каф. ТОМП ДонГТУ Зинченко А. М.**

Статья поступила в редакцию 15.06.2024.

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

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

**Смирнова Ирина Владимировна**, канд. хим. наук, зав. комплексной многопрофильной научно-исследовательской лабораторией научного центра мониторинга окружающей среды  
Донбасский государственный технический университет,  
г. Алчевск, Россия

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

**Левченко Максим Эдуардович**, студент 4-го курса института гражданской защиты  
Луганский государственный университет им. В. Даля,  
г. Луганск, Россия

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

#### **WIND TURBINES. ADVANTAGES AND DISADVANTAGES**

*The work is devoted to the analysis of advantages and disadvantages of electricity production using wind. The main designs of wind generators and the prospects for their use in compliance with environmental requirements are considered.*

**Key words:** *wind, wind generation, blades, composite materials, burial, environmental friendliness.*

#### **INFORMATION ABOUT THE AUTHORS**

**Levchenko Eduard Petrovich**, Ph.D., Associate Professor of the Department of Ecology and Life Safety Donbass State Technical University, Alchevsk, Russia, e-mail: [geoecolab@dstu.education](mailto:geoecolab@dstu.education)

**Smirnova Irina Vladimirovna**, Ph.D., Associate Professor, Head of the Integrated Multidisciplinary Research Laboratory of the Scientific Center for Environmental Monitoring Donbass State Technical University, Alchevsk, Russia

**Pavlenko Aleksandr Timofeevich**, Deputy Director of the Institute of Civil Defense Vladimir Dahl Lugansk State University, Lugansk, Russia

**Levchenko Maxim Eduardovich**, 4th year student of the Institute of Civil Defense Vladimir Dahl Lugansk State University, Lugansk, Russia

**Капранов С. В.**

*Алчевская городская санитарно-эпидемиологическая станция*

*E-mail: alch\_ses\_ok@mail.ru*

## **К ВОПРОСУ СТРАТЕГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В СФЕРЕ ОХРАНЫ СРЕДЫ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ЗАЩИТЫ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ**

*Исследованы с различных точек зрения причины относительно низких показателей популяционного здоровья населения в Российской Федерации и других государствах бывшего Советского Союза по сравнению с наиболее развитыми странами мира. Для оценки демографической ситуации и других показателей общественного благополучия использован исторический метод исследования, позволяющий понять и объяснить исторические события и процессы. В работе также применены социологические, общенаучные гигиенические и медико-статистические методы. Выполнен анализ основных причин неудовлетворительного состояния среды жизнедеятельности, снижения численности населения и сравнительно низкой средней продолжительность жизни жителей Российской Федерации, как важного интегрального показателя здоровья нации.*

*С использованием международного опыта природоохранной и здоровьесберегающей деятельности определены и предложены для внедрения в Российской Федерации основные принципиально важные направления по улучшению среды обитания и состояния здоровья российского народа.*

*Отмечено, что природоохранные и здоровьесберегающие предложения с успехом могут быть применены для разработки и реализации программ по охране окружающей среды, рациональному использованию природных ресурсов и улучшению состояния здоровья населения не только в Луганской Народной Республике, но и в целом в Российской Федерации с учетом определенных особенностей отдельных регионов.*

**Ключевые слова:** стратегия деятельности, среда обитания, здоровье населения.

**Постановка проблемы и обоснование ее актуальности.** Здоровье — это высшее благо, достояние не только каждого человека, его семьи, но и общества в целом. Здоровье является главным условием длительной счастливой жизни, успешной жизнедеятельности, наиболее полной реализации творческих и других возможностей.

Состояние здоровья населения — один из самых значимых социальных показателей, характеризующих уровень общественно-политического и интеллектуального развития общества, социального и духовного благополучия жителей государства.

Здоровье населения формируется под влиянием комплекса факторов: природных экологических, техногенных экологических, социальных и экономических. Значительное влияние на здоровье населения, в первую очередь в промышленных регионах, оказывают факторы депрессивной социальной и техногенной экологической среды жизнеде-

ятельности. Это проявляется в нарушении функций органов и систем организма, снижении иммунитета, ухудшении показателей физического развития, повышении заболеваемости, инвалидности и смертности и, как следствие, снижении средней продолжительности жизни населения.

В течение тысячелетней истории развития мировой цивилизации человечество постоянно находилось под влиянием различных неблагоприятных условий среды обитания.

Наиболее негативное влияние на среду жизнедеятельности и здоровье населения оказывают чрезвычайные ситуации социально-политического и военно-политического характера. Особенно опасными из них являются вооруженные конфликты и войны, которые сопровождаются нанесением ущерба экономике, аграрному сектору, социальным объектам; уничтожением жилья; большими санитарными и безвозвратными поте-

рями людей. Жители умирают от невылеченных ранений, гибнут и становятся инвалидами от болезней, которые развиваются по причине ослабления иммунитета из-за голода, эпидемий и проживания в нечеловеческих условиях. У населения, пережившего военные действия, снижается средняя продолжительность жизни, что обусловлено воздействием на организм психогенного стресса и другими причинами.

Серьёзное влияние на состояние здоровья населения и условия его проживания оказывает загрязнение среды обитания вредными веществами, образующимися в результате деятельности промышленных предприятий (особенно металлургии, коксохимии, нефтехимии и т. д.), объектов энергетики и транспортных средств.

Колоссальный ущерб человечеству наносят эпидемии. В наше время от новой коронавирусной инфекции COVID-19 в мире скончалось почти 7 млн. человек.

Отрицательное влияние на состояние здоровья населения практически постоянно оказывает неправильный образ жизни, проявления которого являются нарушение режима жизнедеятельности (сна, питания, отдыха и т. д.), недостаточная физическая активность, нерациональное питание, наличие вредных привычек (курение, злоупотребление алкоголем, наркомания и токсикомания), отсутствие полноценного отдыха, неблагоприятный психологический климат в социальной среде (стрессовые ситуации), отсутствие полезной для общества цели в жизни, что тормозит формирование защитных сил организма. Негативную роль в формировании показателей здоровья играют низкий уровень жизни, неблагоприятные жилищные условия и недостаточное медицинское обслуживание населения.

Комплексное влияние перечисленных и других факторов среды жизнедеятельности на организм каждого отдельного человека и населения в целом определяет индивидуальное и коллективное (общественное, популяционное) здоровье. Важными

интегральными критериями общественного здоровья являются: заболеваемость, распространенность заболеваний, инвалидизация, смертность и средняя продолжительность жизни населения.

К сожалению, после распада СССР уровень популяционного здоровья населения в бывших советских республиках постепенно снижался. Согласно данным Организации Объединённых Наций, за пятилетний период (2010–2015 гг.) Украина, Латвия, Грузия и Российская Федерация вошли в список стран с высокими уровнями смертности. В то же время в перечень государств с самыми низкими уровнями смертности включены Катар, Объединённые Арабские Эмираты, Бахрейн, Оман и другие.

По официальным данным Глобальной обсерватории здравоохранения, средняя ожидаемая продолжительность жизни населения планеты в настоящее время (2023 г.) составляет 72 года. На основании сведений CIA World Factbook, выделена средняя продолжительность жизни во всех странах мира в 2023 году. И по данному показателю республики бывшего Советского Союза также отстают от большинства государств мирового сообщества. Так, из 226 стран по средней продолжительности жизни населения Таджикистан находится на 177 месте (69,06 лет), Туркменистан — на 163 месте (71,54 лет), Кыргызстан — на 160 месте (72,07 лет), Молдова и Российская Федерация заняли 157 и 158 места (72,16 лет), Казахстан — 154 место (72,25 лет), Украина — 148 место (73,18 лет), Азербайджан — 143 место (73,88 лет), Беларусь — 139 место (74,01 лет).

В список стран с наиболее высокой продолжительностью жизни включены из перечня крупных стран Сингапур — 2-е место (86,19 лет), Япония — 4-е место (84,54 лет), Канада — 6-е место (83,62 лет), Гонконг — 8-е место (83,41), Израиль — 10-е место (83,15 лет). При этом на 1-м месте находится маленькое государство Монако (89,40 лет).

Вполне возможно, что размещаемые в сети Интернет некоторые сведения о демо-

графических показателях (в том числе средней продолжительности жизни населения) приводятся с определенной погрешностью. Однако в целом не может вызывать сомнения тот факт, что уровень популяционного здоровья населения Российской Федерации и других государств бывшего СССР значительно уступает аналогичным показателям в наиболее развитых и благополучных странах мирового сообщества. А попытку замалчивания данной проблемы в нашем Отечестве следует рассматривать как серьезное препятствие деятельности по улучшению ситуации.

**Постановка задачи.** Изучить и оценить с различных точек зрения причины относительно низких по сравнению с наиболее развитыми странами мира показателей популяционного здоровья населения в Российской Федерации и других государствах бывшего Советского Союза.

**Целью** настоящей работы является анализ причин относительно низких показателей здоровья жителей Российской Федерации и других государств бывшего СССР с последующей разработкой эффективных мероприятий по охране среды жизнедеятельности и защите здоровья населения.

**Объект исследования** — закономерность формирования популяционного здоровья населения в различных государствах мирового сообщества.

**Предмет исследования** — факторы, влияющие на состояние среды жизнедеятельности и уровень популяционного здоровья населения.

**Методика исследования.** Для оценки демографической ситуации и других показателей общественного благополучия в различных странах мирового сообщества в работе использованы различные подходы. Одним из них является основанный на анализе источников и изучении прошлого исторический метод исследования, который позволяет понять и объяснить исторические события и процессы. Осознание прошлого помогает нам объяснить, почему произошли определенные события, как

они были взаимосвязаны и как повлияли на ситуацию в действительности.

В работе использованы социологические и общенаучные методы исследования. Кроме того, для оценки социально-экономических, техногенных факторов уровня и динамики различных показателей здоровья населения применялись гигиенические и медико-статистические методы.

Наряду с анализом событий, характерных для мировой истории, в работе выполнен анализ исторических событий, произошедших в России за многолетний период. При этом определенное внимание уделено анализу деятельности по обеспечению благоприятной среды обитания и защиты здоровья населения, особенно детей и подростков, в Луганской Народной Республике.

**Изложение материала.** В истории развития человечества на протяжении многих тысячелетий происходили различные события, которые влияли положительно либо отрицательно на качество среды жизнедеятельности и состояние здоровья населения. К положительным событиям относятся: благоприятные природно-климатические условия (способствующие хорошим урожаям, разведению скота и т. д.), мирное сосуществование социумов, отсутствие эпидемий и стихийных бедствий, высокий уровень санитарии и другие. Характерными примерами отрицательных являются: эпидемии, стихийные бедствия, войны, загрязнение окружающей среды, неправильный образ жизни, низкий материально-жилищный уровень и другие. Жители всех государств и территорий на протяжении многовековой истории находились в различных условиях существования, что коренным образом отражалось на демографических показателях населения.

Это обстоятельство в полной мере относится и к Российскому государству. В домонгольские времена происходило активное становление и развитие древнерусского государства, строились города, проводилось их благоустройство, развивалась

торговля, укреплялись связи с государствами Запада — Скандинавией, Францией, Германией, Польшей и другими, в том числе путем заключения различных союзов и династических браков.

В результате нашествия Батия и установления монголо-татарского ига были разорены многие русские земли и города. Из 74 русских городов, известных до 1237 года, 49 были разрушены, в 14 жизнь так и не возобновилась. В результате гибели людей и угона в рабство произошло резкое сокращение численности населения Руси. Это привело к резкому упадку хозяйства и культуры русских земель. Страшное нашествие отразилось на всех сферах жизни Руси, включая профилактику заболеваний.

После окончательного свержения монголо-татарского ига в 1480 г. началось постепенное восстановление, расширение и развитие государства. Происходило возрождение прежних и создание новых городов, увеличение численности населения. В период правления Петра I и последующее время были предприняты решительные меры по преодолению отставания России от западных стран. Деятельность государства в области здравоохранения в этот период была направлена на борьбу с эпидемиями, расширение сети лечебных учреждений в городах и рост численности медицинских кадров. В дальнейшем происходило развитие промышленности и сельского хозяйства, благоустройство городов, строительство водопроводов, увеличилась численность населения.

Однако политический и хозяйственный кризис, возникший в связи с Первой мировой войной, недостаток продуктов питания, ухудшение жилищных условий и появление многих других проблем тяжело отразились на общем состоянии страны, в том числе и санитарном. Первая мировая война привела не только к огромным экономическим, но и человеческим потерям: гибели на фронтах и смерти от ран около 1,7 млн. человек, потери территорий с населением 56 млн. жителей.

Первая мировая война явилась одной из причин Октябрьской революции. Последовавшая за этим Гражданская война (1917–1922 гг.) привела к гибели на фронте около 2 миллионов жителей России. Санитарные потери были гораздо выше. По имеющимся сведениям, только сыпным тифом переболело 30 миллионов человек, из которых 3 миллиона умерли. В октябре 1918 г. в Россию проникла пандемия гриппа «испанка», которая в течение двух лет унесла жизни сотен тысяч человек. Послевоенная разруха, а затем раскулачивание и насильственная коллективизация привели к голоду (1929–1933 гг.), гибели многих миллионов людей и резкому снижению рождаемости. Кроме того, по причине этих неоправданных действий в стране появилось большое количество противников советской власти, что в дальнейшем отрицательно сказалось на обороноспособности страны после вторжения немецко-фашистских захватчиков.

Огромный ущерб населению нанесли массовые политические репрессии в период конца 1920-х — начала 1950-х годов [1]. Только в 1937–1938 гг., согласно документально подтвержденным данным, по политическим мотивам было осуждено 1344923 человека, из которых 681692 приговорено к высшей мере наказания [2].

Однако самой большой трагедией для страны явилась Великая Отечественная война (1941–1945 гг.). Согласно современным данным, в этот период демографические потери СССР составили 25–27 млн. человек. Материальные потери СССР составили около 30 % всего национального богатства [3].

Однако и после страшной войны страдания населения страны не закончились. В 1946–1947 гг. в СССР разразился массовый голод, возникший вследствие Великой Отечественной войны, который привёл к дефициту рабочих рук, скота и техники и был отягощён засухой и не всегда верной экономической политикой руководства СССР. В результате голода и сопутствующей



щих ему болезней умерло, по разным оценкам, от нескольких сотен тысяч до 1,5 миллиона человек [4].

Затем во времена оттепели периода правления Н. С. Хрущева и эпохи построения развитого социализма периода нахождения у власти Л. И. Брежнева произошло постепенное повышение уровня благосостояния советского народа, что положительно отразилось на демографических показателях населения (увеличение рождаемости и средней продолжительности жизни). Однако и в этот относительно благополучный период уровень жизни населения СССР значительно отставал от уровня жизни жителей наиболее развитых западных стран. Это было связано с вовлечением Советского Союза в гонку вооружений, нерациональным выделением в ущерб собственному населению огромных финансовых и материальных ресурсов на поддержку стран социалистического лагеря и многих развивающихся стран, правительства которых обещали выбрать демократический путь развития и т. д.

Постсоветский период после распада СССР характеризовался тяжелым экономическим кризисом, резким снижением производства, курса рубля, потерей прежней системы ценностей, спадом трудового потенциала, уровня жизни населения, имущественным расслоением жителей страны. Огромный экономический, морально-политический и социальный ущерб был нанесен постсоветскому обществу в результате военных конфликтов между бывшими республиками СССР и национальными образованиями внутри Российской Федерации. Приобщение России к капиталистическому пути развития сопровождалось хищнической приватизацией, разгулом организованной преступности (включая рэкет) и распространением наркомании. Все эти и другие факторы привели к демографическому кризису, когда естественный прирост населения сменился убылью по причине снижения рождаемости и увеличения смертности. Одно-

временно в России снизилась средняя продолжительность жизни населения как интегральный показатель общественного здоровья.

Еще одной из существенных причин снижения численности населения Российской Федерации является миграция — выезд жителей в различные страны мира. По состоянию на 2021 год, по оценкам ООН, за границей проживает более 10,65 миллионов выходцев из России (6,8 % населения); это третий по величине показатель в мире после Индии (17,79 млн. чел. или 1,3 % населения) и Мексики (11,07 млн. чел. или 7,9 % населения) [5].

В результате население Российской Федерации до начала специальной военной операции (СВО) в начале 2022 г. составило 146980061 человек, а средняя продолжительность жизни — 70,06 лет. Следует отметить, что на указанный показатель повлияла также эпидемия коронавирусной инфекции COVID-19.

Таким образом, Россия — самая большая страна в мире с богатой историей, уходящей корнями в глубину веков, с великими трудовыми и военными победами, победитель в самой страшной войне (Великой Отечественной и Второй мировой), с успехами в освоении космического пространства и другими мировыми достижениями в последние десятилетия потеряла существенную часть населения с отставанием средней продолжительности жизни жителей страны от многих развитых стран мира.

Анализируя сложившуюся ситуацию, следует отметить, что причины данного явления определенным образом являются следствием потрясений, страданий и бедствий российского народа, что во многом обусловлено принципиальными ошибками правителей нашей страны в разные исторические периоды, а также враждебными действиями западных и других государств, желающих покорить Россию и завладеть ее огромными природными богатствами.

Тяжелые испытания, которые выпадали на долю нашей Родины на протяжении

многих десятилетий, негативно отразились на психологическом состоянии населения и привели к традиционной недооценке значимости здоровья, как высшей человеческой ценности, по сравнению с наиболее развитыми странами.

К тяжелым историческим последствиям следует отнести снижение численности населения Российской Федерации и его сравнительно низкую среднюю продолжительность жизни (особенно мужчин), как важного интегрального показателя здоровья нации.

Можно выделить следующие основные причины ситуации, сложившейся в СССР и затем в Российской Федерации, которая различается в разных регионах и населенных пунктах. Причины изложены без учета степени их отрицательного влияния на здоровье.

1. Неудовлетворительная экологическая обстановка, особенно в промышленных регионах, характеризующаяся повышенным содержанием вредных экзогенных химических веществ в средах обитания (атмосферный воздух, почва, вода и продукты питания). Огромное количество природных ресурсов (каменного угля, железной и других руд, нефти, древесины, водных запасов и т. д.) в течение многих десятилетий не способствовало их бережному, экономному (в том числе вторичному) использованию и приводило к загрязнению окружающей среды.

2. Наличие значительного количества людей, работающих во вредных и опасных условиях труда, по одному или нескольким параметрам не соответствующих требованиям техники безопасности, охраны и гигиены труда (шахтеры, металлурги, коксохимики, строители, военные и другие), что является фактором риска для здоровья и самой жизни.

3. Низкое (не отвечающее физиологически оптимальным требованиям) качество потребляемой населением питьевой воды централизованного и нецентрализованного питьевого водоснабжения. Повышенное

содержание в воде солей общей жесткости, минерализации (сухого остатка), сульфатов, хлоридов, на отдельных территориях нитратов и некоторых микроэлементов природного и техногенного происхождения. Использование в Российской Федерации стандартов качества питьевой воды менее строгих, чем в наиболее развитых странах. Отсутствие в различных регионах России эффективных мероприятий по улучшению качества водопроводной воды, подаваемой населению. Проблемы с соблюдением водоохраных зон и прибрежных защитных полос водных объектов.

4. Традиционная недооценка в сознании жителей, проживающих на территориях бывшего Советского Союза, по сравнению с населением наиболее развитых стран мира, значимости здоровья, как высшей человеческой ценности, что отрицательно сказывается на стиле жизни и поведении людей.

5. Относительно низкий уровень среди населения поведенческой дисциплины, проявляющийся в различных ситуациях: на производстве, при пользовании транспортом, в процессе занятия спортом, увлечениями, в быту, во время общения с другими людьми и т. д., что нередко приводит к неблагоприятным последствиям для здоровья и жизни.

6. Высокий уровень распространенности среди населения, включая молодое поколение, вредных привычек (активное и пассивное курение, злоупотребление алкогольными напитками, прием наркотических и психотропных веществ). Упрощенный доступ жителей к наркотикам по сравнению с советским периодом.

7. Несоблюдение жителями различных возрастных, социальных и профессиональных групп определенных элементов здорового образа жизни (ЗОЖ): режима жизнедеятельности (сна, отдыха, питания, работы), низкий уровень двигательной активности и т. д.

8. Неудовлетворительный психологический климат в социуме, значительная подверженность населения стрессовым ситуа-

циям в семье, коллективе, прочих местах в связи с социальными, экономическими, политическими и другими причинами. Недостаточная способность жителей противостоять негативным психогенным факторам среды обитания.

9. Уровень жизни определённой части населения, являющийся по экономическим и другим причинам недостаточным для удовлетворения основных жизненных потребностей, включая сохранение и укрепление здоровья.

10. Недооценка на государственном, региональном и местных уровнях практической значимости профилактической деятельности по обеспечению высоких показателей популяционного здоровья населения. Упразднение санитарно-эпидемиологической службы, которая, по мнению передовых отечественных ученых, была самой эффективной организацией, действовавшей в советский период.

11. Отсутствие в стране реально действующего механизма возмещения ущерба, причиненного здоровью населения в результате допущенных экологических правонарушений (что противоречит ст. 42 Конституции Российской Федерации). Это является одной из причин торможения деятельности по улучшению состояния среды обитания и здоровья жителей.

12. Относительно низкие по сравнению с наиболее развитыми странами затраты на здравоохранение в виде процента ВВП на душу населения, низкий уровень заработной платы медицинских работников и незначительный размер надбавок в оплате труда за более высокую квалификацию. Это в определенной мере снижает мотивацию в повышении профессионализма (получении новых теоретических знаний). Важно отметить, что почти во всех странах мирового сообщества (высоко развитых и развивающихся) труд врача традиционно являлся наиболее высокооплачиваемым. В Советском Союзе и государствах постсоветского пространства он для основного большинства специалистов ни-

огда не превышал среднего уровня по сравнению с зарплатой представителей других профессий.

13. Нерациональное использование под влиянием «насильственной» рекламы (по телевидению, в сети интернет и т. д.) определенным контингентом жителей лекарственных средств, обладающих выраженными побочными действиями и противопоказаниями. Эти средства приобретаются в аптеках без рецепта, нередко принимаются не по назначению врача и без учета индивидуальных показателей здоровья пациентов. Крайне ограниченное употребление жителями различных средств, предназначенных не для лечения, а с целью профилактики заболеваний.

14. Недостаточное изучение, распространение и практическое использование в Российской Федерации передового международного опыта деятельности (особенно из перечня недружественных государств) в сфере охраны окружающей среды, рационального использования природных ресурсов и защиты здоровья населения. Отсутствие практики изучения причин высокой продолжительности жизни и активной жизнедеятельности жителей определенных стран (Япония, Сингапур, Канада и т. д.) и отдельных регионов для последующей разработки и внедрения в Российской Федерации соответствующих рекомендаций по улучшению популяционного здоровья населения.

15. Недостаточное использование возможностей для осуществления в детских организованных коллективах деятельности по оценке различных показателей здоровья детей и подростков с использованием современных методик, средств контроля, информационных технологий с последующей разработкой и внедрением эффективных оздоровительных мероприятий, в том числе с использованием средств, повышающих неспецифический иммунитет.

В настоящее время Правительство Российской Федерации вынуждено решать чрезвычайно сложные проблемы для со-

хранения России, обеспечения безопасности и благополучия населения.

Поэтому с целью преодоления негативных исторических последствий крайне необходимы разработка и реализация эффективных государственных программ по различным направлениям. Одним из этих направлений является улучшение среды обитания и состояния здоровья российского народа. И в этом деле для повышения престижа в мировом сообществе Российской Федерации необходимо добиться такого же успеха, который был ранее достигнут в освоении космического пространства.

***Стратегия деятельности Российской Федерации в сфере охраны среды жизнедеятельности и защиты здоровья населения заключается в достижении максимальных результатов улучшения среды обитания и оптимальных показателей здоровья детей, подростков и взрослых жителей за счет эффективного использования прогрессивного отечественного опыта и передовых достижений, полученных в различных государствах мирового сообщества.***

При этом важно учитывать, что с точки зрения последствий влияния на организм различают факторы риска и антириска. Факторы риска оказывают безусловно вредное влияние на организм при отсутствии признаков положительного влияния, а факторы антириска оказывают положительное влияние на организм при отсутствии признаков отрицательного влияния. В успешной деятельности по обеспечению высоких показателей здоровья принципиально важным является максимальное ослабление влияния на организм вредных для здоровья факторов риска и активизация полезных для организма факторов антириска.

Нами определены основные принципиально важные направления деятельности Российской Федерации по улучшению среды обитания и состояния здоровья народа.

1. В национальных интересах разработать и внедрить в государстве комплекс мероприятий по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов, основываясь на опыте развитых стран с ограниченными запасами природных ресурсов (например, Япония, Сингапур, Израиль и т. д.).

2. По опыту развитых стран с целью предотвращения загрязнения окружающей среды с использованием современных технологий повсеместно организовать переработку и утилизацию твердых коммунальных и других отходов, являющихся вторичным сырьем.

3. Внедрить в Российской Федерации мировую практику надзора за предотвращением загрязнения среды обитания различными отходами и обеспечением соблюдения чистоты населенных мест с обязательным участием правоохранительных органов.

4. Обеспечить строгое соблюдение водоохраных зон и прибрежных защитных полос водных объектов с ликвидацией (снос, перенос) в их пределах объектов и сооружений, нахождение которых противоречит действующему законодательству. Особое внимание уделить восстановлению поясов зон санитарной охраны (ЗСО) водных объектов, являющихся источниками питьевого водоснабжения.

5. Учитывая отрицательное влияние на здоровье населения и хозяйственную деятельность воды с повышенными общей минерализацией (сухой остаток) и общей жесткостью по опыту развитых стран внедрить более строгие нормативы максимально допустимого содержания в питьевой воде веществ, например, сухого остатка — 500 мг/дм<sup>3</sup>, сульфатов — 250 мг/дм<sup>3</sup>, хлоридов — 250 мг/дм<sup>3</sup>, а также общей жесткости — 5 мг-экв/дм<sup>3</sup>. Кроме того, для каждого нормируемого показателя химического состава воды установить не только допустимую, но и физиологически оптимальную для здоровья величину в узком диапазоне значений.

6. При организации централизованного питьевого водоснабжения населенных пунктов и отдельных объектов обеспечить доведение качества воды до физиологически оптимальных параметров с применением современных методов очистки, основанных на мембранных технологиях. Для дезинфекции питьевой воды отдавать предпочтение обеззараживанию ультрафиолетовым (УФ) облучением.

7. Обеспечить доведение содержания всех ксенобиотиков (чужеродных для организмов или их сообществ химических соединений) в среде обитания (воздухе, воде, почве, продуктах питания) до наиболее низких параметров, не превышающих уровень ПДК с учетом эффектов суммации биологического действия на организм человека.

8. По опыту наиболее развитых стран выполнить комплекс организационных, юридических, административных, экономических и медико-профилактических мероприятий, направленных на принципиальное повышение материальной и другой заинтересованности жителей всех возрастных групп в сохранении здоровья своего и близких людей.

9. Формировать здоровый образ жизни (ЗОЖ) как жизненную потребность у жителей всех возрастных, профессиональных и социальных групп (отказ от вредных привычек, оптимальная физическая активность, соблюдение режима жизнедеятельности и т. д.).

10. С использованием американского опыта успешной антитабачной компании внедрить в Российской Федерации полный комплекс эффективных мероприятий, аналогичных США и другим странам, направленных на значительное сокращение масштабов курения и количества курящих людей.

11. Разработать и внедрить комплекс эффективных мер профилактики психических заболеваний, предупреждения стрессов, как одного из наиболее опасных для организма факторов риска формирования сердечно-сосудистых, эндокринных, онкологических и других заболеваний. Использовать все эффективные средства (убежде-

ние, спорт, увлечение, религия и т. д.) для формирования у детей, подростков и взрослых жителей способности противостоять различным психогенным факторам среды жизнедеятельности.

12. Учитывая то обстоятельство, что согласно опубликованным данным, здоровье человека всего на 10–15 % зависит от качества здравоохранения (имеется в виду оказание медицинской помощи), определить наиболее важным направлением деятельности государства и общества в целом предупреждение заболеваний (то есть профилактическое направление) с использованием наиболее передового отечественного и зарубежного опыта. С целью реализации опыта деятельности санитарно-эпидемиологической службы советского периода — наиболее прогрессивной в мире организации — предусмотреть корректировку деятельности Министерства здравоохранения Российской Федерации, Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор) и при необходимости других министерств, служб и ведомств.

13. С использованием материальных, моральных и прочих стимулов повысить заинтересованность врачей и других работников здравоохранения в повышении квалификации, увеличении эффективности лечения и профилактики заболеваний. Уделить максимальное внимание усовершенствованию направлений оказания медицинской помощи населению, для получения которой жители Российской Федерации вынуждены обращаться в зарубежные медицинские учреждения.

14. Разработать и организовать реализацию практического механизма возмещения ущерба, причиненного здоровью населения в результате допущенных экологических правонарушений, что предусмотрено ст. 42 Конституции Российской Федерации. В качестве одной из форм возмещения такого ущерба внедрить оздоровление населения, особенно детей и подростков, посещающих организованные коллективы.

15. Прекратить рекламу в средствах массовой информации (телевидение, интернет и т. д.) лекарственных средств, обладающих выраженными побочными действиями и противопоказаниями, бесконтрольное (без назначения врача) применение которых представляет определенный риск для здоровья населения. Еще одним вариантом решения данной проблемы является запрет реализации аптечными учреждениями указанных лекарственных средств без рецепта врача.

16. Внедрить в детских организованных коллективах систему управления здоровьем (СУЗ) детского населения, предусматривающую:

– сбор в установленные сроки, автоматизированную обработку и оценку показателей здоровья (результатов исследований физического развития, функционального состояния органов кровообращения и дыхания, крови, заболеваемости и т. д.) всех детей и подростков;

– определенный механизм реагирования на источники факторов риска, пути их передачи и состояние организма ребенка;

– оценку эффективности и рекомендации по усовершенствованию методологии оздоровления с целью оптимизации достигнутых результатов.

Для успешного осуществления данной деятельности оснастить все детские учреждения современными средствами контроля показателей здоровья и обеспечить обученными медицинскими работниками.

17. Обеспечить в течение года, особенно весной и осенью, массовое оздоровление детей и подростков организованных коллективов с использованием средств, повышающих неспецифический иммунитет (хлопья из зародышей пшеницы, пивные дрожжи, витамины и т. д.), что реально обеспечивает значительное снижение заболеваемости.

18. В целях профилактики острых инфекционных и предупреждения обострения хронических заболеваний, особенно в период эпидемий, рекомендовать повсе-

местное использование населением всех возрастных, социальных и профессиональных групп эффективных средств, повышающих неспецифический иммунитет. Организовать производство достаточного количества указанных средств и рекламу в СМИ их применения с участием авторитетных медицинских работников.

19. Подготовить и поэтапно реализовать с помощью современных информационных технологий программу комплексной оценки качества среды обитания и показателей здоровья каждого жителя с учетом анализа основных факторов риска и антириска (в первую очередь условий образа жизни) с последующей разработкой и выполнением индивидуальных мероприятий по профилактике ухудшения здоровья.

20. Оказывать на всех уровнях максимальное содействие изучению в Российской Федерации передового международного опыта деятельности (в том числе недружественных государств) в сфере охраны окружающей среды, рационального использования природных ресурсов и защиты здоровья населения. Всеми доступными способами регулярно информировать об указанном опыте соответствующих специалистов и население. Полученные данные рационально использовать для разработки и внедрения в России оптимальных научно обоснованных мероприятий по защите среды обитания и здоровья нации.

21. Выполнить анализ и установить причины выезда за границу на работу и постоянное жительство граждан (особенно трудоспособного возраста) РФ. С целью снижения побудительных мотивов выезда граждан за рубеж разработать и реализовать в стране комплекс мероприятий по улучшению условий жизнедеятельности: коммунального благоустройства, социального обеспечения, труда, медицинского обслуживания, страхования, кредитования, финансовой безопасности, отдыха, спорта и развлечений.

Улучшение качества среды обитания и состояния здоровья населения Российской

Федерации — это важная задача не только правительства, различных министерств, ведомств и служб, но в первую очередь самих жителей России и других государств постсоветского пространства.

Мы — народ с богатой историей, уходящей корнями в глубь веков, с великими трудовыми и военными победами — уверены в справедливом и светлом будущем и не должны отставать по качеству жизни и уровню общественного здоровья от стран мирового сообщества. Забота о среде обитания и здоровье людей — общенациональная задача.

В городе Алчевск (в настоящее время Луганская Народная Республика Российской Федерации) в течение многих лет осуществлялась разработка предложений общегосударственного значения по улучшению состояния окружающей среды и защите здоровья населения. Указанные многочисленные предложения были сформулированы по отдельным разделам и опубликованы в различных научных и популярных изданиях.

Так, например, в разделе «Экологическая безопасность» [6] было предложено обеспечить возмещение ущерба, нанесенного здоровью граждан, вследствие нарушения предприятиями, организациями, учреждениями и гражданами природоохранного и санитарного законодательства. Предусмотреть такое возмещение в денежной форме, с предоставлением бесплатных или на льготных условиях медикаментов, лечебно-профилактических процедур, путевок для отдыха и укрепления здоровья в экологически чистых районах, комплексное оздоровление по специальным программам детей в детских дошкольных учреждениях, школах и т. д. А в разделе «Как улучшить систему охраны здоровья населения» предлагается обеспечить приоритетное развитие профилактики различных заболеваний. На предупреждение заболеваний предусматривать не менее 10 % средств, выделяемых на здравоохранение и охрану здоровья [6].

Разработаны и периодически использовались в практической деятельности методические рекомендации по массовому оздоровлению детей и подростков, посещающих организованные коллективы, с использованием средств, повышающих неспецифический иммунитет [7]. Предложенная оздоровительная программа обеспечивает высокий эффект снижения частоты и продолжительности заболеваний.

В монографии «Вода и здоровье» и публикациях в научных журналах предложено с определенного периода внедрить более строгие нормативы максимально допустимого содержания в питьевой воде сухого остатка, сульфатов, хлоридов и солей общей жесткости, а также для каждого показателя установить не только допустимую максимальную, но и оптимальную для здоровья величину в узком диапазоне колебаний [8, 9]. Позже аналогичные подходы предложены в отношении нормируемых показателей в водных источниках [10].

В издании «Растения в ноосфере и здоровье населения» предложено организовать и внедрить на всех уровнях мониторинг пыльцы растений и спор плесневых грибов, утвердить научно обоснованные критерии (стандарты) допустимого содержания этих биологических агентов в воздушном бассейне [11]. В монографии «Почва, отходы и здоровье человека» сформулированы основные направления деятельности по охране почвы и обращению с отходами и внесено предложение внедрить надзор за предотвращением загрязнения среды обитания различными отходами и обеспечением чистоты населенных мест с обязательным участием правоохранительных органов [12].

В изданиях, посвященных профилактике коронавирусной инфекции COVID-19, с целью снижения риска возникновения указанной инфекции, других заболеваний и появления более тяжелых форм их течения предложено обеспечить повышение неспецифического иммунитета с использованием иммуностимулирующих средств [13–15].

Разработаны факторы антириска возникновения различных заболеваний, в том числе отдельно патологии системы кровообращения, предложены рекомендации по соблюдению здорового образа жизни [16–17].

Для обеспечения оптимальных параметров здоровья детей и подростков в Донбассе предложено оснастить все детские учреждения современными средствами контроля показателей здоровья, укомплектовать учреждения обученными медицинскими работниками, организовать научно обоснованный мониторинг здоровья и систему эффективного реагирования, то есть систему управления здоровьем (СУЗ).

При разработке различных предложений по защите среды обитания и здоровья населения наряду с передовыми отечественными идеями использован современный опыт различных стран мирового сообщества, независимо от их политической направленности.

#### **Выводы:**

1. Выполнен анализ основных причин неудовлетворительного состояния среды жизнедеятельности, снижения численности населения и сравнительно низкой средней продолжительность жизни жителей Российской Федерации, как важного интегрального показателя здоровья нации.

2. С использованием международного опыта природоохранной и здоровьесберегающей деятельности определены и предложены для внедрения в РФ основные принципиально важные направления мероприятий по улучшению среды обитания и состояния здоровья российского народа,

3. Изложены некоторые основные предложения по улучшению среды обитания и защите здоровья населения, особенно детей и подростков, разработанные в городе Алчевске за многолетний период.

Перечисленные ранее предложения природоохранного и здоровьесберегающего содержания могут быть успешно использованы для разработки и реализации программ по охране окружающей среды, рациональному использованию природных ресурсов и улучшению состояния здоровья населения не только в Луганской Народной Республике, но и в целом в Российской Федерации с учетом определенных особенностей отдельных регионов.

Достижение на государственном уровне высоких показателей качества среды обитания и здоровья жителей России имеет не только национальное значение, но и способствует повышению престижа нашей Родины во всём мире.

#### **Список источников**

1. Степанов М. Г. Политические репрессии в СССР периода сталинской диктатуры (1928–1953 гг.): обзор современных историографических исследований // Вестник Челябинского государственного университета. 2009. № 12. С. 145–149.

2. Земсков В. Н. О масштабах политических репрессий в СССР: Сквозь дебри спекуляций, извращений и мистификаций // Мир и политика. 2009. № 6 (33). С. 89–105.

3. Минобороны уточнило потери СССР в Великой Отечественной войне [Электронный ресурс] // Интерфакс : [сайт]. [2024]. URL: <https://www.interfax.ru/russia/479070>.

4. Элман М. Голод 1947 г. в СССР. // Экономическая история. Обзорение / под ред. Л. И. Бородкина. 2005. Вып. 10. С. 197–199.

5. Эмиграция 2000-х [Электронный ресурс] // Если быть точным : [сайт]. [2024]. URL: <https://tochno.st/materials/emigratsiya-2000-kh>.

6. Зуйко С. Я., Капранов С. В., Набоков Н. И. Что делать? Луганск : Світлиця, 1997. 72 с.

7. Манолова Э. П., Капранов С. В. Организация оздоровления детей, проживающих в экологически неблагоприятных регионах : методические рекомендации. К., 2004. 16 с.

8. Капранов С. В. Сравнение стандартов качества питьевой воды в Украине и Соединенных Штатах Америки // Довкілля та здоров'я. 2005. № 4 (35). С. 65–69.

9. Капранов С. В., Титамир О. Н. Вода и здоровье. Луганск : Янтарь, 2006. 184 с.



10. Капранов С. В., Федорова В. С. Характеристика поверхностных вод и здоровье населения. Алчевск : ФГБОУ ВО «ДонГТУ», 2023. 250 с.
11. Капранов С. В., Капранова Г. В., Пенская Л. А. Растения в ноосфере и здоровье населения. Луганск : Янтарь, 2008. 256 с.
12. Капранов С. В., Шулика В. М. Почва, отходы и здоровье человека. Луганск : Янтарь, 2010. 488 с.
13. Капранов С. В., Бойченко П. К. Профилактика коронавирусной инфекции COVID-19. Луганск, 2022. 116 с.
14. Капранов С. В., Бойченко П. К. Профилактика коронавирусной инфекции COVID-19. Луганск, 2022. 124 с.
15. Kapranov S. V., Boychenko P. K. Prevention of coronavirus infection COVID-19. Lugansk, 2024. 116 p.
16. Капранов С. В., Капранова Г. В. Как сохранить здоровье и продлить жизнь. Алчевск, 2020. 16 с.
17. Капранов С. В. Комплексный подход в профилактике сердечно-сосудистых заболеваний у детского и взрослого населения // Актуальные проблемы гигиены и эпидемиологии в Луганской Народной Республике : сборник научных трудов Государственной санитарно-эпидемиологической службы Луганской Народной Республики (с международным участием). 2021. Вып. 2. С. 62–78.

© Капранов С. В.

**Рекомендована к печати к.х.н., зав. КМНИЛ НЦМОС ДонГТУ Смирновой И. В., к.т.н., доц. каф. химии и инновационных технологий ЛГУ им. В. Даля Верех-Белюсовой Е. И.**

Статья поступила в редакцию 03.05.2024.

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

**Капранов Сергей Владимирович**, д-р мед. наук, главный врач  
Алчевская городская санитарно-эпидемиологическая станция,  
г. Алчевск, Россия  
e-mail: alch\_ses\_ok@mail.ru

**Kapranov S. V.** (Alchevsk Municipal Sanitary and Epidemiological Department, Alchevsk, Russia,  
e-mail: alch\_ses\_ok@mail.ru)

#### ON THE ISSUE OF THE STRATEGY OF THE RUSSIAN FEDERATION IN THE FIELD OF PROTECTING THE LIVING ENVIRONMENT AND PUBLIC HEALTH

*The causes of relatively low population health indicators in the Russian Federation and other states of the former Soviet Union compared to the most developed countries of the world are studied from various points of view. To assess the demographic situation and other indicators of public well-being, a historical research method is used, which allows us to understand and explain historical events and processes. The work also uses sociological, general scientific hygienic and medical-statistical methods. An analysis of the main causes of the unsatisfactory state of the living environment, population decline and relatively low average life expectancy of residents of the Russian Federation, as an important integral indicator of the health of the nation, is carried out.*

*Using international experience in environmental and health-preserving activities, the main fundamentally important directions for improving the living environment and health of the Russian people are defined and proposed for implementation in the Russian Federation. It is noted that environmental and health-preserving proposals can be successfully applied to the development and implementation of programs for environmental protection, rational use of natural resources and improvement of public health not only in the Lugansk People's Republic, but also in the Russian Federation as a whole, taking into account certain features of individual regions.*

**Key words:** strategy of activity, living environment, public health.

**INFORMATION ABOUT THE AUTHOR**

***Kapranov Sergey Vladimirovich***, *Doctor of Medicine, Chief Physician  
Alchevsk Municipal Sanitary and Epidemiological Department,  
Alchevsk, Russia*

*e-mail: alch\_ses\_ok@mail.ru*

**Смирнова И. В.**

*Донбасский государственный технический университет*

*E-mail: kamerton\_i@mail.ru*

## КЛАССИФИКАЦИЯ И АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ВОДЫ

*В работе дан краткий обзор современных методов очистки воды от загрязнений, предложена классификация и выполнен анализ применяемых технологий водоподготовки. Подчёркнута необходимость использования комплексных методов очистки воды с соблюдением принципов экологического совершенства. Представлена классификация примесей, технологий их устранения и методов обезвреживания и утилизации образующихся шламов.*

**Ключевые слова:** *методы очистки воды, классификация, экологическое совершенство, коэффициент эмиссии загрязнений, комплексная система очистки воды.*

**Финансирование:** *исследования выполнены за счёт средств федерального бюджета (код темы: FRRU-2024-0004 в ЕГИСУ НИОКТР).*

**Проблема и её связь с научными и практическими задачами.** Начиная со второй половины XX века, среди глобальных экологических проблем наиболее остро обозначилась проблема чистой воды. Эта проблема касается практически всех стран мира, в том числе и России, где дефицит чистой питьевой воды во многих регионах наблюдается уже более сорока лет с тенденцией ухудшения положения.

По официальным данным, наша страна находится на втором месте в мире после Бразилии по валовым запасам пресной воды. Но проблема заключается в том, что европейской части достаётся всего 20 % водных запасов, хотя здесь проживает 80 % населения и находится большая часть предприятий. Калмыкия, Краснодарский край, Крым, Ставропольский край, Астраханская, Ростовская, Волгоградская, Курганская и Оренбургская области — это в основном степи. Здесь количество осадков снижается с запада на восток от 600 до 200 мм в год, а континентальность нарастает. Рельеф способствует беспрепятственному перемещению ветров во всех направлениях, поэтому в степи часто бывают засухи, бураны и пыльные бури. А проникающий арктический воздух приносит длительные похолодания. Все эти явления характерны и для маловодного Донбасса.

Ситуация осложняется тем, что вода очень часто расходуется неразумно и расточительно как в быту, так и на предприятиях. Бытовые и промышленные сточные воды сбрасываются в природные водоёмы либо недоочищенными, либо без всякой очистки. Стремительно развивающиеся различные производственные фирмы и фермерские хозяйства потребляют воды гораздо больше, чем её существует в данном районе. Плюс катастрофическое состояние старых очистных сооружений и, как правило, отсутствие новых. Применяемые методы очистки воды недостаточно эффективны и не универсальны. А шлам, который образуется после очистки, создает дополнительные загрязнения почв. В результате этого увеличивается количество различных заболеваний от использования воды низкого качества и употребления продуктов, выращенных на загрязнённых почвах. Кроме того, при сбросе неочищенных вод происходит загрязнение и гибель водоёмов. Картина складывается удручающая, а комплекс давно назревших водных проблем требует принятия кардинальных решений.

**Целью** данной работы является классификация и анализ существующих методов очистки воды от различных видов загрязнений.

**Объект исследования** — технологии обработки (очистки, кондиционирования) воды.

**Предмет исследования** — методы очистки воды от загрязнений.

**Методика исследования.** В работе использована методика сравнительного анализа характеристических показателей процессов технологий очистки воды с критериальным подходом к оценке качества комплексных систем водоподготовки.

**Изложение материала и его результаты.** Известно несколько видов классификации методов и способов очистки воды от различных примесей (загрязнений). Собственно примеси и определяют критерии классификации. Традиционно методы очистки воды в соответствии с используемыми принципами действия подразделяют на четыре группы:

- физические методы;
- химические методы;
- физико-химические методы;
- биологические методы.

Перечисленные методы очистки воды в свою очередь имеют внутреннюю классификацию в зависимости от конкретного способа удаления тех или иных загрязнителей.

Мы избрали иной подход, который позволяет существующие методы очистки вод условно разделить на три группы:

- реагентные методы;
- безреагентные методы;
- комплексные методы.

**Реагентные методы** обеспечивают умягчение (устранение солей жесткости), обессоливание (снижение общей минерализации), обезжелезивание (снижение концентрации железа) и обеззараживание (удаление ядовитых веществ и очистка от радиоактивных загрязнений) воды [1].

Применение **реагентных методов** для очистки воды предполагает использование коагулянтов (сульфат железа (II)  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , сульфат алюминия  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$  и др.), флокулянтов (на основе полиакриламида ПАА), кислот, щелочей и других обеззараживающих веществ (хлорная известь, гипохлорит натрия, озон и т. д.).

Умягчение воды реагентами основано на связывании содержащихся в воде катионов кальция и магния в малорастворимые соединения. Например, при обработке воды известью  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  происходит образование нерастворимых в воде карбоната кальция  $\text{CaCO}_3$  и гидроксида магния  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ . Для интенсификации осаждения  $\text{CaCO}_3$  и  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  в воду вводят коагулянт. Так как процесс умягчения происходит при значениях  $\text{pH} > 9$ , соли алюминия в качестве коагулянта применять нельзя (образуются растворимые алюминаты). Поэтому роль коагулянта могут выполнять соли железа.

Зная соотношения концентраций кальция, магния и бикарбонат-ионов в воде, на практике удобно пользоваться расчётными формулами для определения необходимых доз извести и коагулянта [2]:

при  $\frac{\text{Ca}^{2+}}{20} > \frac{\text{HCO}_3^-}{61}$  в  $\text{мг/дм}^3$  доза извести рассчитывается по формуле:

$$D_{\text{и}} = 28 \left[ \frac{\text{CO}_2}{22} + \frac{\text{HCO}_3^-}{61} + \frac{D_{\text{к}}}{e} + 0,5 \right] \frac{100}{C_{\text{и}}},$$

где  $D_{\text{и}}$  — доза технической извести,  $\text{мг/дм}^3$ ;

$(\text{CO}_2)$  — содержание в исходной воде свободной углекислоты,  $\text{мг/дм}^3$ ;

$(\text{HCO}_3^-)$  — концентрация в исходной воде бикарбонат-ионов,  $\text{мг/дм}^3$ ;

$D_{\text{к}}$  — доза коагулянта ( $\text{FeCl}_3$  или  $\text{FeSO}_4$ ) в пересчёте на безводное вещество,  $\text{мг/дм}^3$ ;

$e$  — эквивалентная масса активного вещества коагулянта (для  $\text{FeCl}_3$  — 54  $\text{мг/мг-экв}$ , для  $\text{FeSO}_4$  — 76  $\text{мг/мг-экв}$ );

$C_{\text{и}}$  — содержание  $\text{CaO}$  в применяемой извести, %.

При  $\frac{\text{Ca}^{2+}}{20} < \frac{\text{HCO}_3^-}{61} < \left( \frac{\text{Ca}^{2+}}{20} + \frac{\text{Mg}^{2+}}{12} \right)$

концентрация гидрокарбоната магния равна  $\left( \frac{\text{HCO}_3^-}{61} - \frac{\text{Ca}^{2+}}{20} \right)$   $\text{мг-экв/дм}^3$ .

В этом случае доза извести определяется по формуле:

$$D_{\text{и}} = 28 \left[ \frac{\text{CO}_2}{22} + 2 \frac{\text{HCO}_3^-}{61} - \frac{\text{Ca}^{2+}}{20} + \frac{D_{\text{к}}}{e} + 1 \right] \frac{100}{C_{\text{и}}},$$

где  $\text{Ca}^{2+}$  — концентрация катионов кальция в исходной воде, мг/дм<sup>3</sup>.

Доза коагулянта рассчитывается по эмпирической формуле:

$$D_{\text{к}} = 3\sqrt[3]{M},$$

где  $D_{\text{к}}$  — доза коагулянта в пересчете на безводное вещество  $\text{FeCl}_3$  или  $\text{FeSO}_4$ , мг/дм<sup>3</sup>;

$M$  — содержание в умягчённой воде взвешенных веществ, мг/дм<sup>3</sup>.

Кроме извести и коагулянтов, для умягчения воды можно использовать соду (карбонат натрия) и фосфаты натрия.

Применение различных вариантов реагентных методов умягчения воды обуславливается качеством исходной воды и необходимой степенью умягчения.

Обезжелезивание и обеззараживание воды реагентными методами осуществляется при обработке воды перманганатом калия  $\text{KMnO}_4$ , хлором, полученным из гипохлорита натрия, или озоном.

Реагентные методы очистки воды давно известны и надёжны, но обладают некоторыми неудобствами. Использование реагентов предполагает их приобретение и хранение, а, следовательно, специальные складские помещения, ёмкости для приготовления необходимых растворов и квалифицированный обслуживающий персонал. Всё это усложняет применение реагентных методов очистки и влечёт дополнительные материальные затраты. Поэтому в настоящее время предпочтение отдаётся разработкам безреагентных и комплексных методов очистки воды.

**Безреагентные методы** классифицируются как методы очистки от механических и растворённых в воде примесей.

Для очистки воды от механических примесей применяют отстаивание, фильтрацию, флотацию и центрифугирование.

Обычно эти методы используют для предварительной грубой очистки воды. Существует множество типов отстойников, центрифуг, фильтров и фильтрующих устройств отечественного и зарубежного производства. Параметры этих устройств подбираются в зависимости от показателей качества исходной воды (природа взвешенных веществ, размер частиц и т. д.) и требований к очищенной воде.

Для более тонкой (глубокой) очистки воды от растворённых примесей применяют ионный обмен, электрокоагуляцию, электродиализ, обратный осмос, дистилляцию [3].

Ионный обмен основан на способности некоторых веществ (ионитов) обменивать находящиеся в их составе ионы на катионы и анионы обрабатываемой воды. По характеру ионного обмена иониты подразделяются на катиониты и аниониты. Наиболее часто применяются отечественные катиониты марок КУ-2, КУ-2-8, КУ-23С (с бактерицидным действием) и аниониты марок АВ-17, АВ-27, АН-31, АВ-17-8чС либо их зарубежные аналоги [4]. В промышленности эта технология позволяет производить обработку воды с исходным содержанием не более 3 г/дм<sup>3</sup> и применяется в основном для подготовки воды технического назначения. Достоинством ионообменной технологии является простота и компактность аппаратного исполнения, относительная долговечность ионитов и удовлетворительное качество очищенной воды. Но применение концентрированных кислот, щелочей и других реагентов для регенерации и очистки ионообменных устройств является недостатком данной технологии.

Среди существующих безреагентных методов очистки воды одним из наиболее эффективных является метод электрокоагуляции. Он заключается в образовании коагулянта (гидроксидов железа, алюминия и т. д.) при электролизе очищаемой воды с последующей седиментацией (осаждением) адсорбированных на нём примесей [5]. Этот метод применяется для удаления из воды растворённых ионов кальция и магния,

тяжёлых металлов, органических веществ и нефтепродуктов. При использовании многоступенчатой системы электрокоагуляции можно добиться достаточно высокой степени очистки воды. Достоинствами метода являются компактность и простота аппаратного исполнения, а также использование вторичного сырья в качестве электродного материала. К недостаткам относится необходимость утилизации образующихся шламов и сравнительно высокое энергопотребление.

При высоком солесодержании (до 15 г/дм<sup>3</sup>) рекомендуется использовать электродиализ [6]. Этот метод заключается в пропускании очищаемой воды через ионоселективные мембраны в электрическом поле. К недостаткам метода относится необходимость предварительной очистки воды от органических веществ и железа. Электродиализ применяется только для умягчения и обессоливания.

Для глубокого умягчения воды используется технология обратного осмоса (гиперфильтрация) [5], которая заключается в прохождении воды через полупроницаемые мембраны под действием осмотического давления. Метод обратного осмоса, как и электродиализ, требует предварительной очистки воды от органических веществ, ионов хлора и железа. Таким образом, мембранные технологии (обратный осмос и электродиализ) могут быть использованы только после предварительной очистки воды.

К безреагентным методам относится и дистилляция. Однако этот метод по причине высокой энергоёмкости и малой производительности используется в основном для специальных целей (в химических лабораториях, в фармацевтической промышленности и т. д.).

К специфическим безреагентным методам относится биохимическая очистка воды. Эта технология основана на способности гетеротрофных микроорганизмов использовать разнообразные неорганические и органические соединения в качестве источников питания. А так как органические

соединения, образующиеся в результате жизнедеятельности различных организмов, не накапливаются на Земле, утилизации отходов после биохимической очистки не требуется. Микроорганизмы обладают многогранной активной ферментативной способностью, позволяющей в природных условиях обеспечивать круговорот биогенных элементов — азота, углерода, серы, фосфора и т. д. Микроорганизмы расщепляют комплексные органические вещества вплоть до самых простых производных, которые затем вновь ассимилируются растениями и животными [7].

Однако использованием только какого-либо одного из существующих методов невозможно добиться максимальной степени очистки воды, поэтому в промышленности часто прибегают к сочетанию нескольких технологий, т. е. очистку воды проводят **комплексно**.

Наиболее распространённая схема комплексной очистки воды включает следующие стадии:

- предварительная обработка воды (реагентная или безреагентная);
- отстаивание;
- фильтрация;
- специфическая обработка (хлорирование, озонирование и т. д.).

Достоинством комплексных технологий обработки воды является возможность достижения высокой степени очистки по физико-химическим и химическим показателям. К существенным недостаткам этих технологий относятся громоздкость сооружений, сложность технологического обслуживания, практически полное отсутствие теоретической базы для выбора оптимальных параметров проведения всего технологического процесса. Следовательно, необходима разработка универсальной теоретической модели процесса очистки воды комплексными методами.

Следует отметить, что проблема сброса вод, содержащих отходы производства, большей частью решается разобщённо между отдельными отраслями промышленности без

учёта возможности утилизации отходов. Это усложняет технологический процесс переработки стоков и увеличивает затраты на его осуществление.

В области водоподготовки (кондиционирования) с экономической и экологической точек зрения является важным выбор таких технологических схем очистки природной воды и переработки стоков, которые обеспечивают как утилизацию стоков с дебалансом или сбросом определённого типа реагентов, так и утилизацию шламов, образующихся в результате работы систем кондиционирования воды. И всё это с учётом максимально бережного отношения к природе и минимального негативного воздействия на окружающую среду.

Для описания идеального состояния природы, когда все её элементы находятся в гармонии и равновесии, используется термин **совершенство природы**. Это понятие относится практически ко всем областям науки и техники. В частности, **экологическое совершенство** подразумевает отсутствие загрязнения окружающей среды и сохранение биоразнообразия.

Для оценки экологического совершенства удобно пользоваться критериями сбора стоков —  $K_c$ , их переработки —  $K_n$  и повторного использования — рециркуляции очищенных стоков —  $K_p$  [8]. Каждый из критериев изменяется от 0 до 1 и характеризует совершенство процесса или этапа (стадии). При этом  $K_p = K_c \cdot K_n$ .

Не менее важным показателем экологического совершенства процесса является эмиссия (выброс) загрязнений на тонну очищенной воды, которая оценивается коэффициентами эмиссии загрязнений (КЭЗ). Так, например, для ионитной схемы очистки воды

$$КЭЗ_{uo} = C_o (\bar{d} + 1),$$

где  $C_o$  — концентрация солей в обрабатываемой воде, г-экв/т;  $\bar{d}$  — усреднённый удельный расход реагентов на регенерацию фильтров, г-экв/г-экв.

Для мембранных (электродиализ, обратный осмос), электрохимических (электрокоагуляция) и других комбинированных с ионитной технологией схем кондиционирования воды

$$КЭЗ_k = C_o (\bar{d} + 1 - \bar{d}\gamma),$$

где  $\gamma$  — это степень кондиционирования воды по выбранной технологии.

Коэффициенты эмиссии загрязнений необходимо учитывать при разработке комплексных систем очистки воды.

Поведение примесей в водной среде и их реакция на вводимые для очистки вещества определяются размерами частиц, а также их способностью образовывать с водой однородную (гомогенную) или неоднородную (гетерогенную) системы. Эти свойства определяют фазово-дисперсную характеристику примесей в воде.

Сравнительный анализ практикуемых методов очистки от различного вида загрязнений показал, что каждому фазово-дисперсному состоянию примесей соответствуют определенные технологии обработки воды.

Все виды загрязнений природных и промышленных вод можно условно объединить в четыре группы [9].

Способность примесей к изменению фазово-дисперсного состояния под воздействием химических, физических и физико-химических факторов (солевой состав, температура, pH и др.) позволяет переводить вещества (примеси) из одной группы в другую и этим варьировать технологические приёмы и методы регулирования процессов кондиционирования систем водоподготовки.

При использовании различных методов и технологий кондиционирования воды образуются отходы — шламы, содержащие значительные количества ценных минеральных компонентов: металлов (железа, меди, никеля, цинка, хрома и т. д.) и минеральных солей. Только на предприятиях химической промышленности количество железосодержащих шламов составляет около 120 тыс. т/год; цинксодержащих — 70 тыс. т/год; медьсодержащих — 13 тыс. т/год; никельсодержащих — 500 т/год [10].

Большинство шламов загрязнено органическими примесями, в том числе высокотоксичными. Размещение этих отходов в шламонакопителях требует значительных капитальных затрат, при этом не устраняется угроза загрязнения окружающей среды и в то же время безвозвратно теряются ценные компоненты. Использование металлов, извлечённых из шламов, позволяет экономить природное сырьё для производства дорогостоящих цветных металлов (никель, хром, медь, цинк и т. д.) и характеризуется высокими технико-экономическими показателями [11].

Выбор технологии обезвреживания и утилизации отходов определяется их химическим составом и физическими свойствами.

По агрегатному состоянию отходы делят на жидкие, твёрдые, пастообразные (шламы, илы, осадки) и газообразные, а по составу обезвреживаемых веществ — на пять условных групп.

К группе I относятся отходы, содержащие органические и неорганические вещества, обезвреживание которых сопровождается образованием безвредных газов, не требующих дополнительной очистки.

К группе II относятся отходы, содержащие вещества группы I и соединения азота, при обезвреживании которых образуется оксид азота (II) NO.

К группе III относятся отходы, содержащие вещества групп I и II и соединения серы, фосфора и галогенов, при обезвреживании которых образуются кислоты или их ангидриды (SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub>, P<sub>4</sub>O<sub>10</sub>, HCl, HF и др.).

К группе IV относятся отходы, содержащие вещества групп I и II и минеральные соединения, при обезвреживании которых образуется минеральный остаток (шлак).

К группе V относятся отходы, которые содержат вещества III и IV групп отходов.

В зависимости от состава и физико-химических свойств шламов разрабатывают и применяют различные методы их обезвреживания и переработки: химические, физико-химические, термические и комбинации этих методов [12].

В таблице 1 представлена классификация примесей, технологий их устранения и методов обезвреживания и утилизации образующихся шламов.

Данная классификация может служить базой для составления общей схемы процесса комплексного кондиционирования воды.

При разработке систем кондиционирования воды специалисты руководствуются положениями теории и технологии накопления, транспортировки, обработки и распределения веществ и энергии. К информации тоже можно применять те же самые понятия, тем более что в настоящее время во всех сферах деятельности широко используются цифровые технологии накопления, транспортировки, обработки и распределения информации (при проектировании, при оценке функционирования предприятий и т. д.).

Приведём основные вещества, виды энергии и информации, имеющие важное значение при разработке систем кондиционирования воды.

#### **Вещества**

1. Загрязняющие неорганические (ионы тяжёлых металлов, нитраты, нитриты, фосфаты и др.) и органические примеси (фенолы, нефтепродукты, СПАВ и др.).

2. Материалы, из которых изготовлены трубопроводы.

3. Химические вещества, дополнительно вносимые при водоподготовке, обработке сточных вод и других видах кондиционирования воды.

#### **Энергия**

1. Энергия, затрачиваемая на транспортировку воды к сооружениям кондиционирования.

2. Утилизация энергии для обработки сточных вод, включая производство энергии непосредственно на сооружениях кондиционирования.

3. Сравнение альтернативных процессов по требуемым энергетическим затратам.

#### **Информация**

1. Характеристика (химический состав) исходной воды.



2. Требования (показатели качества), предъявляемые к очищенной воде.  
 3. Расход очищаемой воды.  
 4. Уровень воды в накопительных резервуарах (для автоматического распределения).  
 5. Эффективность выбранной технологии кондиционирования.

Таблица 1

Классификация примесей, технологий их устранения и методов обезвреживания и утилизации образующихся шламов

Фазовая характеристика	Гетерогенные системы		Гомогенные системы	
	I	II	III	IV
<b>Группа</b>	Взвеси	Золи и высокомолекулярные соединения	Молекулярно-растворимые вещества	Вещества, диссоциированные на ионы
<b>Формы нахождения примесей в воде</b>				
<b>Размер, см</b>	$10^{-3} \div 10^{-4}$	$10^{-5} \div 10^{-6}$	$10^{-6} \div 10^{-7}$	$10^{-7} \div 10^{-8}$
<b>Характерные представители загрязнений</b>	Крупная взвесь Тонкая взвесь Планктон Бактерии	Органоминеральные комплексы Гумусовые вещества Вирусы	Летучие вещества и газы Органические вещества Вещества, продуцируемые микроорганизмами	Катионы и анионы минеральных и органических соединений
<b>Технологии устранения примесей из воды</b>	<b>Механическое разделение</b> Адгезия на гидроксидах, зернистых и высокодисперсных материалах Агрегация при помощи флокулянтов (анионитных и катионитных) Флотация Электролиз сине-зеленых водорослей Бактерицидное воздействие	Ультрафильтрация Коагуляция Флотация Окисление хлором Адсорбция на гидроксидах и дисперсных минералах Электрофоретические методы Вирулицидное воздействие	<b>Гиперфильтрация</b> Десорбция газов и летучих веществ, эвапорация труднолетучих в-в озонем, перманганатом Адсорбция на активированных углях и др. материалах Ассоциация молекул Экстракция органическими растворителями Биохимический распад	<b>Гиперфильтрация</b> Перевод ионов в малорастворимые соединения Фиксация на твердой фазе ионитов Моляризация и комплексообразование Сепарация ионов при различном фазовом состоянии воды Использование подвижности ионов в электрическом поле
<b>Методы обезвреживания и утилизации образующихся шламов</b>	<b>Огневой метод</b> Полное превращение органических и неорганических примесей при высоких температурах в безвредные продукты полного сгорания	<b>Жидкофазное окисление</b> «Мокрое» сжигание, метод Циммермана Окисление кислородом воздуха органических и элементорганических примесей	<b>Гетерогенный катализ</b> Парофазное каталитическое окисление Перевод органических примесей в парогазовую фазу с последующим каталитическим окислением кислородом воздуха Утилизация нефтепродуктов и масел штаммами олигозотрофных микроорганизмов	<b>Комбинированная утилизация</b> Выпаривание или вымораживание с последующей термообработкой для извлечения ценных компонентов (минеральные соли, цветные металлы)

Состояние материи (вещество, энергия) в конкретный момент времени описывается функцией  $f(C, E)$ , где  $C$  и  $E$  — качественные и количественные характеристики химических элементов и энергий, обеспечивающих функционирование системы [13]. Изменение состояния материи описывается изменением функции состояния  $\Delta f(C, E)$ .

А скорость перехода материи из одного состояния в другое описывается общей для всех систем закономерностью:

$$V = \frac{\Delta f(C, E)}{\tau},$$

где  $V$  — это скорость перехода материи из одного состояния в другое;  $\tau$  — время, в течение которого материя совершает этот переход.

При сравнении путей достижения желаемого результата устанавливают критерии оценки полезности системы.

Для оценивания систем обычно используют следующие критерии: функционирование, стоимость, надёжность, время, требования к обслуживанию и гибкость [14].

Прогноз функционирования системы может быть сделан на основании физических и/или математических моделей [15].

Оценка стоимости требует разработки экономической модели, включающей конструирование системы, стоимость строительства и эксплуатации, а также политику налогообложения.

Надёжность — это вероятность того, что система и её подсистемы будут работать в соответствии с прогнозом (расчётом, проектом и т. д.). Время является оценкой расчёт-

ного периода работы или ожидаемой продолжительности полезной жизни системы. Требования к обслуживанию предполагают удобство, простоту и быстроту, обеспечивающие надёжность работы системы.

Гибкость необходима для того, чтобы приспособить систему к любым неожиданным ситуациям, обусловленным временными переменами (ужесточение водных стандартов, прогресс соответствующей технологии, политические изменения и т. д.).

Для оптимизации системы критерии оценки качества обобщаются в единый критерий, который определяет общую цель системы.

После проведения всех перечисленных процедур переходят непосредственно к математическому моделированию и далее — к разработке и проектированию собственно систем комплексной очистки воды.

**Выводы и направление дальнейших исследований.** Таким образом, анализ методов очистки воды от различных видов загрязнений, классификация примесей по фазово-дисперсному состоянию, а также систематизация и анализ технологий их устранения, методов обезвреживания и утилизации образующихся шламов дают достаточно полную информацию для математического моделирования систем комплексного кондиционирования воды.

Дальнейшие исследования могут быть посвящены созданию математических моделей отдельных этапов и всего многостадийного процесса комплексной очистки природных, промышленных и сточных вод от любых видов загрязнений с целью доведения степени очистки до 100 % и максимального приближения к экологическому совершенству разрабатываемых систем.

### Список источников

1. Миклашевский Н. В., Королькова С. В. *Чистая вода. Системы очистки и бытовые фильтры.* СПб. : БХВ — Санкт-Петербург, Арлит, 2000. 240 с.
2. *Основы водоподготовки в целлюлозно-бумажной промышленности и теплоэнергетике : учеб.-метод. пособ. / А. А. Комиссаренков [и др.].* СПб. : ФГБОУ ВПО «СПб ГТУРП», 2012. 85 с.
3. *Водоподготовка : справочник / под ред. д.т.н., действительного члена Академии промышленной экологии С. Е. Беликова.* М. : Аква-Терм, 2007. 240 с.
4. *СТО ВТИ 37.002-2005. Основные требования к применению ионитов на водоподготовительных установках тепловых электростанций. Технологические рекомендации по диагностике их*

качества и выбору [Электронный ресурс] //NORIAQUA : [сайт]. [2024]. URL : <https://norიაqua.ru/files/normiruushchie-dokumenty/СТО%20ВТИ%2037.002-2005/> (дата обращения: 03.09.2024).

5. Мосин О. В. Технологический расчет установок электрокоагуляции воды // Сантехника, отопление, кондиционирование. 2014. Вып. 4. С. 28–34.

6. Справочник по свойствам, методам анализа и очистке воды / Л. А. Кульский, И. Т. Гороновский, А. М. Когановский, М. А. Шевченко. К. : Наукова думка, 1980. Ч. 1. 674 с.

7. Ковалева Н. Г., Ковалев В. Г. Биохимическая очистка сточных вод предприятий химической промышленности. М. : Химия, 1987. 160 с.

8. Справочный документ по общим принципам мониторинга. URL : [https://www.mnr.gov.ru/upload/iblock/fd7/monitoring\\_1303.pdf](https://www.mnr.gov.ru/upload/iblock/fd7/monitoring_1303.pdf) (дата обращения: 22.08.2024).

9. Рудник В. А. Фабрики чистой воды. К. : Техніка, 1984. 159 с.

10. Санфиоров Е. С., Бернадинер М. Н. Термическая переработка металлосодержащих шламов химических производств с извлечением ценных компонентов : обзорн. информ. // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов. М. : НИИТЭХИМ, 1987. Вып. 3 (70). 28 с.

11. Ситтиг М. Извлечение металлов и неорганических и неорганических соединений из отходов : справочник / пер. с англ. под ред. Н. М. Эмануэля. М. : Металлургия, 1985. 408 с.

12. Бернадинер М. Н., Шурыгин А. П. Огневая переработка и обезвреживание промышленных отходов. М. : Химия, 1990. 340 с.

13. Бобух Л. В., Бобух К. А. Влияние факторов окружающей среды на биосистемы // Экология и ресурсосбережение. 2001. № 5. С. 74–76.

14. Джеймс А. Математические модели контроля загрязнения воды / пер. с англ. под ред. Ю. М. Свирежева. М. : Мир, 1981. 472 с.

15. Математические модели, описывающие процесс загрязнения воды / С. Г. Курень, Г. В. Мишугова, А. П. Мул, Г. Ю. Рябых // Современные проблемы естественных наук. 2014. Т. 1 (2). С. 119–121.

© Смирнова И. В.

**Рекомендована к печати к.т.н, доц. каф. химии и инновационных технологий  
ЛГУ им. В. Даля Верех-Белоусовой Е. И.,  
директором НЦМОС ДонГТУ Кусайко Н. П.**

Статья поступила в редакцию 12.06.2024.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

**Смирнова Ирина Владимировна**, канд. хим. наук, зав. комплексной многопрофильной научно-исследовательской лабораторией Научного центра мониторинга окружающей среды Донбасский государственный технический университет, г. Алчевск, Россия  
e-mail: [kamerton\\_i@mail.ru](mailto:kamerton_i@mail.ru)

**Smirnova I. V.** (Donbass State Technical University, Alchevsk, Russia, [kamerton\\_i@mail.ru](mailto:kamerton_i@mail.ru))

## CLASSIFICATION AND ANALYSIS OF MODERN WATER TREATMENT METHODS

The paper provides a brief overview of modern methods of water purification from contaminants, proposes a classification and analyzes the applied water treatment technologies. The need to use complex methods of water purification in compliance with the principles of environmental excellence is emphasized. A classification of impurities, technologies for their elimination, and methods for neutralizing and utilizing the resulting sludge is presented.

**Key words:** water purification methods, classification, environmental excellence, pollutant emission factor, integrated water purification system.

**Funding:** the research was carried out at the expense of the federal budget (subject code: FRRU-2024-0004 in the USISU of R&D).

**INFORMATION ABOUT THE AUTHOR**

*Smirnova Irina Vladimirovna, Ph.D., Associate Professor, Head of the Integrated Multidisciplinary Research Laboratory of the Scientific Center for Environmental Monitoring  
Donbass State Technical University,  
Alchevsk, Russia  
e-mail: kamerton\_i@mail.ru*

**Андреевкова Е. В.**

*Центр гигиены и эпидемиологии в Луганской Народной Республике*

*E-mail: evazam124@mail.ru*

## ЦЕНТР ГИГИЕНЫ И ЭПИДЕМИОЛОГИИ В ЛУГАНСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКЕ: ФУНКЦИИ И ЗАДАЧИ

У большинства людей санитарно-эпидемиологические службы ассоциируются с организациями, которые занимаются исключительно проверкой ресторанов, магазинов, детских учреждений. Но на самом деле эти службы предоставляют широкий спектр услуг и могут быть полезны как для обычных граждан, так и для представителей бизнеса.

Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Луганской Народной Республике» (далее по тексту — Учреждение) создано согласно Распоряжению Правительства Российской Федерации от 15.12.2022 № 3922-Р. Является организацией, подведомственной Роспотребнадзору и выполняющей работы в целях обеспечения реализации предусмотренных законодательством РФ ее полномочий по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

До декабря 2022 года функции государственного санитарно-эпидемиологического надзора на территории нашей Республики исполняли 22 городские и районные санэпидстанции, а также республиканская санитарно-эпидемиологическая станция. После вхождения ЛНР в состав Российской Федерации произошла реорганизация санитарно-эпидемиологической службы и появились две новые структуры — Управление Роспотребнадзора по Луганской Народной Республике и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Луганской Народной Республике» (рис. 1). Учредителем обеих структур является Роспотребнадзор. За Управлением закреплены контрольно-надзорные функции, за Учреждением — оформление экспертиз, различного рода оценок, проведение лабораторных

исследований, обследований, расследований, гигиенического обучения декретированного контингента и других видов работ, обозначенных в Уставе.

Основное подразделение Учреждения расположено по адресу: г. Луганск, ул. Даля, 5 (рис. 2).

Учреждение имеет 6 филиалов, благодаря которым достигается оперативность в работе и доступность оказания услуг (табл. 1).



Рисунок 1 — Руководитель Управления Роспотребнадзора по Луганской Народной Республике Д. А. Докашенко и главный врач ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Луганской Народной Республике» Е. В. Андреевкова в момент получения мобильной лаборатории

**КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ**

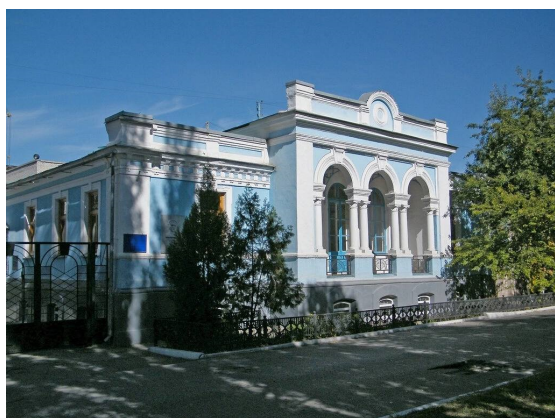


Рисунок 2 — Основное подразделение Центра гигиены и эпидемиологии в Луганской Народной Республике

Для достижения поставленных целей, согласно Уставу, утвержденному приказом Роспотребнадзора от 24.03.2023 № 135, Учреждение выполняет следующие функции:

- проведение санитарно-эпидемиологических экспертиз, расследований, обследований, исследований, испытаний и иных оценок соблюдения санитарно-эпидемиологических и гигиенических требований;
- учет инфекционных заболеваний, профессиональных заболеваний, массовых неинфекционных заболеваний (отравлений) в связи с вредным воздействием факторов среды обитания человека;

- обеспечение ведения социально-гигиенического мониторинга в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения;
- рассмотрение обращений потребителей, информирование и консультирование потребителей об их правах и необходимых действиях по защите этих прав;
- проведение экспертиз и исследований в рамках осуществления федерального государственного надзора в области защиты прав потребителей;
- сбор и обработка статистической информации;
- проведение консультирования, профилактических визитов, наблюдения за соблюдением обязательных требований, выездного обследования в случаях, предусмотренных статьей 44 Федерального закона от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», и в порядке, установленном положением о федеральном государственном санитарно-эпидемиологическом контроле (надзоре) и статьей 40 Закона Российской Федерации от 7 февраля 1992 г. № 2300-1 «О защите прав потребителей», и в порядке, установленном положением о федеральном государственном контроле (надзоре) в области защиты прав потребителей.

Таблица 1

Филиалы ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Луганской Народной Республике»

№	Полное название филиала	Территория обслуживания	Место нахождения	Руководитель
1	Филиал ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Луганской Народной Республике в г. Луганске»	г. Луганск, Славяносербский р-н, Лутугинский р-н, Станично-Луганский р-н	291031, Луганская Народная Республика, г. Луганск, ул. Андрея Линёва, 100	Главный врач Щербаков Андрей Анатольевич +7959 158 53 63
2	Филиал ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Луганской Народной Республике в г. Алчевске»	г. Алчевск, г. Красный Луч, г. Антрацит, Перевальский р-н	294207, Луганская Народная Республика, г. Алчевск, ул. Чапаева, 158	Главный врач Капранов Сергей Владимирович +7959 153 55 20
3	Филиал ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Луганской Народной Республике в г. Кировске»	г. Стаханов, г. Брянка, г. Кировск, г. Первомайск, г. Лисичанск, Попаснянский р-н	293800, Луганская Народная Республика, г. Кировск, ул. Циолковского, 8	Главный врач Бобык Александр Петрович +7959 127 46 98

**КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ**

*Продолжение таблицы 1*

№	Полное название филиала	Территория обслуживания	Место нахождения	Руководитель
4	Филиал ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Луганской Народной Республике в г. Свердловске»	г. Краснодон, г. Свердловск, г. Ровеньки	294800, Луганская Народная Республика, г. Свердловск, ул. Энгельса, 52а	Главный врач Мирошников Геннадий Григорьевич +7959 112 03 73
5	Филиал ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Луганской Народной Республике в г. Новоайдаре»	г. Северодонецк, г. Рубежное, Новоайдарский р-н	293500, Луганская Народная Республика, п.г.т. Новоайдар, ул. Пролетарская, 13	Главный врач Рыбалка Ольга Ивановна +7959 520 10 02
6	Филиал ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Луганской Народной Республике в г. Старобельске»	Старобельский р-н, Белокуракинский р-н, Новопсковский р-н, Беловодский р-н, Марковский р-н, Меловской р-н, Сватовский р-н, Троицкий р-н	292700, Луганская Народная Республика, г. Старобельск, ул. Фрунзе, 18а	Руководитель Бондарь Татьяна Николаевна +7959 529 38 62

Учреждение принимает участие в осуществлении федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора за соблюдением санитарно-эпидемиологических требований, выполнением санитарно-противоэпидемических мероприятий, качеством и безопасностью среды обитания человека. Устанавливает причины и выявляет условия возникновения и распространения инфекционных заболеваний и массовых неинфекционных заболеваний (отравлений). Ведет учет инфекционных заболеваний и условий, приведших к их возникновению. Проводит работы по изучению зоолого-эпидемиологических характеристик территорий, изучает циркуляцию возбудителей опасных и особо опасных инфекций с целью прогнозирования эпидемической ситуации.

В структуре Учреждения два крупных подразделения: испытательный лабораторный центр (ИЛЦ) и орган инспекционной деятельности (ОИД).

ИЛЦ представлен лабораториями микробиологического, санитарно-гигиенического, токсикологического профилей, а также отделением по изучению факторов

внешней среды ионизирующей и неионизирующей природы. Функционируют лаборатория особо опасных инфекций и лаборатория вирусологических исследований (рис. 3).

Лаборатории микробиологического профиля осуществляют деятельность в области использования возбудителей инфекционных заболеваний человека и генно-инженерно-модифицированных организмов III и IV степеней потенциальной опасности. Исследования проводятся как с диагностической, так и с противоэпидемической и профилактической целью.

Наряду с классическими методами бактериологии (выделение и идентификация культур микроорганизмов), в деятельности лабораторий используется высокоточный метод полимеразных цепных реакций. На вооружении Учреждения для работы в условиях открытой местности имеется передвижная мобильная лаборатория, предназначенная для оперативного реагирования на вспышки особо опасных инфекций бактериальной и вирусной природы (холера, малярия, лихорадка Денге и желтая лихорадка, корь, ВИЧ и других).



**КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ**



Рисунок 3 — Лаборатория вирусологических исследований ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Луганской Народной Республике». На снимке фельдшер-лаборант О. А. Дубовская и лаборант Е. И. Кобзарь

В соответствии планом-графиком эпизотологического обследования, утвержденным приказом Роспотребнадзора от 07.03.2023 № 105 «Об организации эпизотологического обследования на территории Донецкой Народной Республики, Луганской Народной Республики, Запорожской и Херсонской областей», Учреждение проводит сбор полевого материала с последующей лабораторной работой.

В ИЛЦ разработана Система менеджмента качества в соответствии с ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий».

ИЛЦ постепенно оснащается современным оборудованием (рис. 4, 5), реализующим принятые в мировой практике методы испытаний. В числе такого оборудования:

- программно-аппаратные комплексы газожидкостной хроматографии, высокоэффективной жидкостной хроматографии;
- аппаратура метода атомно-абсорбционной спектроскопии;
- оборудование капиллярного электрофореза;
- мобильное оборудование исследований воздушной среды;
- анализатор электромагнитных излучений;
- газоанализаторы ГАНК-4 и ГАНК-6;

- анализаторы вольтамперометрические АВА;
- шумоизмерительное оборудование;
- спектрометрические, радиометрические, радонметрические исследования, а также дозиметрия генерирующих источников ионизирующего излучения (рентгеновских установок);
- измеритель уровней электромагнитных излучений ПЗ-42;
- приборы для изучения физических факторов окружающей среды и многое другое.



Рисунок 4 — Лабораторные исследования на приборе «Капель» проводят химики-эксперты Е. Г. Цуканова и Н. В. Кудакаева



Рисунок 5 — Лаборатория санитарно-химических исследований. Атомно-абсорбционный спектрометр «Квант.Z». На снимке химики-эксперты Н. В. Кудакаева, Д. В. Мазур, Е. Г. Цуканова, О. В. Гордеева



## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

ОИД осуществляет полномочия по поручениям Управления Роспотребнадзора по Луганской Народной Республике и по заявлениям юридических лиц и индивидуальных предпринимателей.

Специалисты ОИД предоставляют следующие услуги:

– санитарно-эпидемиологическая экспертиза видов деятельности (работ, услуг), в том числе для целей получения санитарно-эпидемиологических заключений и целей лицензирования;

– санитарно-эпидемиологическая экспертиза продукции, в том числе для целей государственной регистрации;

– санитарно-эпидемиологическая экспертиза нормативно-технической документации на продукцию;

– санитарно-эпидемиологическая экспертиза деятельности с источниками ионизирующих и неионизирующих излучений;

– санитарно-эпидемиологическая экспертиза промышленных зданий, сооружений, помещений, промышленных объектов (в том числе производственных и технологических процессов);

– санитарно-эпидемиологическая экспертиза общественных зданий и сооружений, помещений (в том числе технологических процессов);

– санитарно-эпидемиологическая экспертиза жилых домов, помещений;

– санитарно-эпидемиологическая экспертиза проектной и иной документации, в том числе для целей получения санитарно-эпидемиологических заключений;

– санитарно-эпидемиологическая экспертиза результатов лабораторных исследований, испытаний, измерений;

– санитарно-эпидемиологическая экспертиза почв городских и сельских поселений и сельскохозяйственных угодий;

– санитарно-эпидемиологическая экспертиза водных объектов, используемых в целях питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, а также в лечебных, оздоровительных и рекреационных целях (в том числе водные объекты, расположенные в

границах городских и сельских населенных пунктов), питьевой воды централизованных систем горячего и холодного водоснабжения;

– санитарно-эпидемиологическая экспертиза воздуха (атмосферного воздуха в городских и сельских поселениях, на территориях промышленных организаций, воздуха в рабочих зонах производственных помещений, жилых и других помещениях, воздуха рабочей зоны);

– санитарно-эпидемиологическая экспертиза отходов производства и потребления.

Количественные и качественные показатели деятельности Учреждения отражаются в Государственном задании, которое схематически делится на 6 видов работ.

1. Проведение санитарно-эпидемиологических экспертиз и иных видов оценок соблюдения санитарно-эпидемиологических и гигиенических требований.

2. Осуществление гигиенического воспитания и обучения населения, пропаганда здорового образа жизни.

3. Проведение социально-гигиенического мониторинга в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

4. Учет инфекционных заболеваний, профессиональных заболеваний, массовых неинфекционных заболеваний (отравлений) в связи с вредным воздействием факторов среды обитания человека.

5. Проведение экспертиз и исследований в рамках обеспечения федерального государственного надзора в области защиты прав потребителей.

6. Рассмотрение обращений потребителей, информирование и консультирование потребителей об их правах и необходимых действиях по защите этих прав.

С целью своевременного установления факторов среды обитания, способных привести к ухудшению условий жизни, проводится социально-гигиенический мониторинг, включающий в себя исследования питьевой воды, атмосферного воздуха, почвы, радиационной обстановки, шумовой нагрузки.

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Находясь сегодня на этапе интеграции в законодательное поле Российской Федерации, персоналом Учреждения с высшим медицинским и немедицинским образованием, а также со средним профессиональным образованием пройдены курсы профессиональной переподготовки и повышения квалификации по вопросам санитарно-гигиенических и микробиологических исследований на базе Казанской государственной медицинской академии, АНО ДПО «Единый центр подготовки кадров», учебного центра ООО «Купол» г. Санкт-Петербург, ЧОУ ДПО «Региональная академия делового образования» г. Тольятти, АНО ДПО «Университет профессионального образования и развития» г. Нижневартовск, а также по основам и практическому применению газовой хроматографии и

хромато-масс-спектрометрии на базе ФБУЗ ФЦГ и Э Роспотребнадзора г. Москва.

Сегодня проводится работа по изучению и внедрению новых методов лабораторных исследований факторов окружающей среды. Сотрудники лаборатории приняли участие в VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Инновационные технологии пищевых производств», а также в конкурсе молодых ученых конгресса «Эрисмановские чтения — 2023. Новое в гигиене, токсикологии и обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения» с постерным докладом на тему «Мониторинг исследований токсических элементов в пищевой продукции, реализуемой на территории Луганска».

© Андреенкова Е. В.

*Статья поступила в редакцию 05.06.2024.*

### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

*Андреенкова Елена Вениаминовна, главный врач  
Центр гигиены и эпидемиологии в Луганской Народной Республике,  
г. Луганск, Россия,  
e-mail: evazam124@mail.ru*

### INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

*Andreyenkova Yelena Veniaminovna, Chief Physician  
Center for Hygiene and Epidemiology in the Lugansk People's Republic,  
Lugansk, Russia,  
e-mail: evazam124@mail.ru*

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Ластков Д. О., Остренко В. В., Ченцова И. О., Божко И. Ю.</i> ЗАКОНОМЕРНОСТИ И ОСОБЕННОСТИ ПАТОЛОГИИ КРОВИ И КРОВЕТВОРНЫХ ОРГАНОВ У ПОДРОСТКОВ ДОНБАССА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ. ЧАСТЬ I. ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И СТРЕССОВЫХ ФАКТОРОВ РИСКА НА ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ БОЛЕЗНЯМИ КРОВИ И КРОВЕТВОРНЫХ ОРГАНОВ У ПОДРОСТКОВ .....	3
<i>Долгих В. П., Рыбалка С. В., Боблева И. С.</i> КРАТКОСРОЧНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВОДНОГО РЕЖИМА РЕК И ВОДОХРАНИЛИЩ МЕТОДОМ БРАУНА .....	9
<i>Левченко Э. П., Смирнова И. В., Павленко А. Т., Левченко М. Э.</i> ВЕТРОГЕНЕРАТОРЫ. ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ .....	16
<i>Капранов С. В.</i> К ВОПРОСУ СТРАТЕГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В СФЕРЕ ОХРАНЫ СРЕДЫ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ЗАЩИТЫ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ .....	24
<i>Смирнова И. В.</i> КЛАССИФИКАЦИЯ И АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ВОДЫ .....	38

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

<i>Андреенкова Е. В.</i> ЦЕНТР ГИГИЕНЫ И ЭПИДЕМИОЛОГИИ В ЛУГАНСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКЕ: ФУНКЦИИ И ЗАДАЧИ .....	48
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

## CONTENT

<i>Lastkov D. O., Ostrenko V. V., Chentsova I. O., Bozhko I. Yu.</i> REGULARITIES AND FEATURES OF BLOOD AND HEMATOPOIETIC ORGANS PATHOLOGY IN ADOLESCENTS OF DONBASS REGION IN MODERN CONDITIONS. PART I. THE INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL AND STRESS RISK FACTORS ON THE INCIDENCE OF THE BLOOD AND HEMATOPOIETIC ORGANS DISEASES IN ADOLESCENTS .....	3
<i>Dolgikh V. P., Rybalka S. V., Bobleva I. S.</i> SHORT-TERM FORECASTING OF THE WATER REGIME OF RIVERS AND RESERVOIRS USING THE BROWN METHOD .....	9
<i>Levchenko E. P., Smirnova I. V., Pavlenko A. T., Levchenko M. E.</i> WIND TURBINES. ADVANTAGES AND DISADVANTAGES .....	16
<i>Kapranov S. V.</i> ON THE ISSUE OF THE STRATEGY OF THE RUSSIAN FEDERATION IN THE FIELD OF PROTECTING THE LIVING ENVIRONMENT AND PUBLIC HEALTH .....	24
<i>Smirnova I. V.</i> CLASSIFICATION AND ANALYSIS OF MODERN WATER TREATMENT METHODS .....	38

### BRIEF REPORTS

<i>Andreyenkova Ye. V.</i> CENTER FOR HYGIENE AND EPIDEMIOLOGY IN THE LUGANSK PEOPLE'S REPUBLIC: FUNCTIONS AND TASKS .....	48
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

**UDC 556.51 + 61 + 62**  
**EDN: TIYABF**

**Ecological Bulletin of Donbass**

**Scientific Journal**

Issue 2 (12) 2024

**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 № 12 dated 28.06.2024)*

Format 60×84 $\frac{1}{8}$   
Conventional printed sheet 6,88  
Order № 238  
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](mailto: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 Editor-in-chief**

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