



ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

ECOLOGICAL BULLETIN OF DONBASS

2

Экологический вестник Донбасса



Экологический вестник Донбасса

Научный журнал
Выходит 4 раза в год
Основан в марте 2020 г.
Выпуск 2 2021

Ecological Bulletin of Donbass

Scientific Journal
Publication Frequency: 4 times a year
Established: March, 2020
Issue 2 2021

Алчевск
2021

УДК 502:504.06

Экологический вестник Донбасса

Научный журнал

Выпуск 2 2021

**Основатели:
ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ» при поддержке
Министерства природных ресурсов
и экологической безопасности ЛНР**

*Свидетельство Министерства связи
и массовых коммуникаций ЛНР
о регистрации средства массовой
информации ПИ 000174 от 19.01.2021*

*Рекомендовано учёным советом
ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ»
(Протокол № 12 от 25.06.2021)*

Формат 60×84 $\frac{1}{8}$
Усл. печат. л. 15
Заказ № 166
Тираж 100 экз.

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

Адрес редакции, издателя и основателя:
ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ»
пр. Ленина, 16, г. Алчевск, ЛНР
94204

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

**ИЗДАТЕЛЬСКО-ПОЛИГРАФИЧЕСКИЙ
ЦЕНТР,**

ауд. 2113, т./факс 2-58-59

Свидетельство о государственной
регистрации издателя, изготовителя
и распространителя средства массовой
информации

МИ-СГР ИД 000055 от 05.02.2016.

Главный редактор

Куберский С. В. — к.т.н., проф., и.о. ректора

Заместитель главного редактора

Вишневский Д. А. — к.т.н., доц.

Редакционная коллегия:

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

Пяткова Н. П. — к.э.н., доц.

Ладыш И. А. — д.с.-х.н., доц.

Зинченко А. М. — к.э.н., доц.

Кусайко Н. П. — директор НЦМОС

Смирнова И. В. — к.х.н.

Левченко Э. П. — к.т.н., доц.

Проценко М. Ю. — к.т.н., доц.

Швыдченко С. С. — к.б.н., доц.

Секретарь редакционной коллегии

Подлипенская Л. Е. — к.т.н., доц.

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.

© ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ», 2021
© Чернышова Н. В., художественное
оформление обложки, 2021

ЭКОЛОГИЯ

ECOLOGY

УДК 616.24–008.4 + 613.84:371.7–591.42

д.м.н. Капранов С. В.

*(Алчевская городская санитарно-эпидемиологическая станция,
г. Алчевск, ЛНР, alch_ses_ok@mail.ru),*

к.п.н. Капранова Г. В.

*(Алчевский информационно-методический центр,
г. Алчевск, ЛНР, galya.kapranova.63@mail.ru),*

к.м.н. Евтушенко Е. И.

*(Городская психиатрическая больница № 1,
г. Донецк, ДНР, yevgen.yevtushenko@gmail.com),*

Тарабцев Д. В.

*(Алчевская городская санитарно-эпидемиологическая станция,
г. Алчевск, ЛНР, alch_ses_ok@mail.ru)*

ВЛИЯНИЕ КУРЕНИЯ НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ У ШКОЛЬНИКОВ

Выполнена оценка влияния курения на функциональное состояние органов дыхания у школьников. Установлено, что пассивное курение оказывает отрицательное влияние на функционирование органов дыхания учащихся, что проявляется в снижении продолжительности у них времени задержки дыхания и жизненной емкости легких.

Ключевые слова: *школьники, функционирование органов дыхания, активное и пассивное курение.*

Постановка проблемы, обоснование ее актуальности. Здоровье населения, особенно детей, подростков и молодежи, является важным критерием, характеризующим социальное благополучие общества в любом государстве. На состояние здоровья оказывает влияние комплекс факторов среды жизнедеятельности, которые разделены на следующие основные группы: природные экологические, техногенные экологические, социальные и экономические.

Согласно опубликованным данным, здоровье человека на 50–57 % зависит от образа жизни [1]. Наиболее значительную роль в формировании здоровья детей и подростков играет их образ жизни. Образ жизни – понятие, характеризующее особенности повседневной жизни людей, охватывающее труд, быт, формы использования свободного времени, удовлетворения материальных и духовных потребностей, участие в политической и общественной жизни, нормы и правила поведения людей, умения и навыки в области укрепления

собственного здоровья, медицинскую активность [2]. Одним из компонентов образа жизни является стиль жизни. Стиль жизни (социально-психологическая категория) — поведенческая особенность жизни человека, то есть определенный стандарт, под который подстраивается психология и психофизиология личности [3].

Важным аспектом сохранения и укрепления здоровья населения является соблюдение здорового образа жизни (ЗОЖ). ЗОЖ — это активная деятельность людей, направленная на сохранение и укрепление здоровья, оздоровление организма, борьбу с факторами риска для здоровья, включая вредные привычки, преодоление других неблагоприятных сторон образа жизни, формирование психологической установки на сохранение, укрепление и приумножение собственного здоровья и здоровья окружающих [4]. ЗОЖ определяет так называемая «здоровая» модель поведения, которая для конкретных условий уменьшает риск возникновения заболевания.

Одним из наиболее распространенных нездоровых проявлений поведения является курение. В табачном дыме содержатся смолы, бенз/а/пирен (БП) и нитрозамины (НА), что приводит к формированию канцерогенной нагрузки продуктов курения на организм. Суммарный канцерогенный риск, создаваемый фоновыми концентрациями канцерогенов (БП, НА, формальдегида, бензола), в 5–10 раз выше в квартирах, где курят [5].

К государствам, в которых курение распространено среди разных слоев населения, относится также Украина, где количество любителей табака достигает 10,3 млн человек. В стране активно курят 41 % работоспособного населения, кроме того 43 % мужчин и 36 % женщин ежедневно подвергаются влиянию пассивного курения. По данным исследований, курение является фактором риска развития 25 заболеваний, включая злокачественные новообразования [6].

Изучено влияние активного курения на самочувствие школьников старших классов. Согласно полученным данным, среди курящих подростков по сравнению с некурящими, достоверно выше удельный вес школьников, которые предъявляли частые жалобы на ухудшение самочувствия (бессонница, нервно-психическая усталость, раздражительность, психическая возбудимость, кашель, сухость во рту, ухудшение аппетита). Данные болезненные явления указывают на отрицательные функциональные изменения, происходящие в нервной, дыхательной, пищеварительной, сердечно-сосудистой и других системах организма [7]. Также установлено, что активное и пассивное курение вызывает у школьников старших классов угнетение эмоционального настроения. В семьях, где родители не курят, выше процент эмоционально спокойных школьников [8].

Кроме того, согласно результатам проведенных исследований, пассивное курение оказывает более выраженное отрицательное влияние на функциональное со-

стояние ЦНС школьников по сравнению с активным курением [9].

Общеизвестно, что одним из жизненно важных органов являются легкие, а дыхательная система организма выполняет важнейшую функцию газообмена, доставки в организм кислорода и выведения из него углекислого газа. Заболеваемость органов дыхания и распространенность указанной патологии у детей, подростков и взрослого населения занимает первое место в общей структуре патологии организма. Поэтому изучение влияния различных факторов среды жизнедеятельности, особенно табачного дыма, на состояние органов дыхания является актуальным и необходимым для разработки и внедрения эффективных оздоровительных мероприятий.

Постановка задачи. В связи с вредным влиянием компонентов табачного дыма на организм человека, особенно детей и подростков, представляется актуальным оценить влияние курения на функционирование органов дыхания у школьников промышленного города.

Целью настоящей работы является изучение влияния курения на функциональное состояние органов дыхания у школьников промышленного города с последующей разработкой рекомендаций по предотвращению ухудшения состояния здоровья.

Объект исследования — процесс влияния табачного дыма на функционирование органов дыхания у школьников (активного и пассивного курения).

Предмет исследования — учащиеся общеобразовательных учреждений, функциональное состояние органов дыхания, табачный дым, активное и пассивное курение.

Методика исследования. Исследования проведены в большом промышленном городе с крупными производствами черной металлургии и коксохимии.

Для оценки влияния активного и пассивного курения на функциональное состояние органов дыхания на добровольных условиях в 7 общеобразовательных учре-

ждениях города Алчевска выполнено анкетирование 389 школьников (166 мальчиков и 223 девочки) в возрасте от 14 до 17 лет. Для этой цели была разработана анкета, состоящая из следующих разделов: паспортные данные школьника, сведения о родителях, общие сведения об образе жизни школьника, результаты объективного обследования и другие.

С целью оценки активного курения все школьники были распределены на 2 группы: курящие и не курящие. Также учащиеся в зависимости от наличия фактора пассивного курения были разделены на 2 группы: первая — пассивному курению подвергались и вторая — пассивному курению не подвергались.

Выполнено сравнение распространенности курения среди школьников в 2019 г. — после внедрения в общеобразовательных учреждениях города Алчевска комплекса мероприятий по формированию культуры здоровья согласно разработанным научно-методическим рекомендациям, по сравнению с 2005 г. — до внедрения указанных рекомендаций [10].

Для оценки функционирования органов дыхания у всех школьников согласно общепринятым методикам выполнены исследования: жизненной емкости легких (ЖЕЛ), экскурсии грудной клетки (ЭГК) и времени задержки дыхания (проба Штанге). Результаты исследования ЖЕЛ сравнивали с нормами [11]. Учитывая отсутствие опубликованных средневозрастных показателей экскурсии грудной клетки и времени задержки дыхания для всех школьников, участвовавших в исследованиях (отдельно для мальчиков и девочек), проведено вычисление средних величин (M) и среднего квадратичного отклонения (σ) этих показателей. Величина $M \pm \sigma$ условно принята за норму, $<M - \sigma$ ниже возрастной нормы и $>M + \sigma$ выше возрастной нормы. Все школьники распределены на указанные подгруппы в зависимости от фактических результатов исследований ЭГК и пробы Штанге. Полученные данные

статистически обработаны с использованием общепринятых методов.

Изложение материала и его результатов. Согласно полученным данным, из общего количества школьников общей группы (мальчики + девочки) 18 человек ($4,63 \pm 1,07\%$) активно курили. При этом курящих мальчиков — 16 ($9,64 \pm 2,29\%$) достоверно больше, по сравнению с девочками — 2 ($0,90 \pm 0,63\%$), $p < 0,001$.

Из всех учащихся общей группы (мальчики + девочки) 165 человек ($42,42 \pm 2,51\%$) подвергались пассивному курению. Находившихся под влиянием пассивного курения мальчиков — 72 ($43,37 \pm 3,85\%$) и девочек — 93 ($41,70 \pm 3,30\%$), выявленные различия не достоверны ($p > 0,05$). Полученные данные указывают на то, что члены семей, в которых воспитываются подростки разного пола, активно курят вне зависимости от их половой принадлежности и родства (сыновей и дочерей, внуков и внучек, братьев и сестер).

В результате сравнения распространенности курения среди школьников в 2019 г. — после внедрения в общеобразовательных учреждениях города Алчевска комплекса мероприятий по формированию культуры здоровья согласно разработанным научно-методическим рекомендациям, по сравнению с 2005 г. — до внедрения указанных рекомендаций получены данные, приведенные в таблице 1.

Согласно полученным данным, после внедрения в общеобразовательных учреждениях предложенного комплекса мероприятий по формированию культуры здоровья в 2019 г., по сравнению с 2005 г., в г. Алчевске в 3 раза уменьшился удельный вес курящих школьников общей группы (мальчики + девочки), в том числе мальчиков — в 2,7 раза и девочек — в 6 раз ($p < 0,001$).

Также установлено, что по сравнению с 2005 г., в 2019 г. Алчевске достоверно уменьшился удельный вес учащихся, которые подвергались пассивному курению, с $55,73 \pm 1,95\%$ до $42,42 \pm 2,51\%$, то есть в 1,3 раза ($p < 0,001$).

ЭКОЛОГИЯ

Таблица 1

Распределение курящих школьников г. Алчевска в различные периоды времени, % (n = 1035)

Периоды	Распределение школьников в зависимости от фактора активного курения:	
	курили	не курили
Общая группа		
2005 г.	13,78 ± 1,36	86,22 ± 1,36
2019 г.	4,63 ± 1,07	95,37 ± 1,07
p	< 0,001	< 0,001
Мальчики		
2005 г.	26,05 ± 2,72	73,95 ± 2,72
2019 г.	9,64 ± 2,29	90,36 ± 2,29
p	< 0,001	< 0,001
Девочки		
2005 г.	5,45 ± 1,16	94,55 ± 1,16
2019 г.	0,90 ± 0,63	99,10 ± 0,63
p	< 0,001	< 0,001

Полученные данные свидетельствуют о том, что за многолетний период (15 лет) в г. Алчевске отмечается положительная тенденция в формировании у школьников, особенно среди девочек, важного элемента здорового образа жизни — отказа от курения. Также за сравниваемые периоды сократился процент учащихся, подвергавшихся пассивному курению, что в определенной мере свидетельствует о сокращении курения в семьях, где воспитываются подростки.

В результате оценки влияния пассивного курения на функциональное состояние органов дыхания у школьников обнаружена статистически достоверная связь данного фактора с продолжительностью времени задержки дыхания (проба Штанге). Данные в таблице 2.

Установлено, что школьников с продолжительностью времени задержки дыхания (проба Штанге) выше возрастной нормы меньше в группе учащихся (мальчики + девочки), подвергавшихся пассивному курению — $7,27 \pm 2,02$ %, чем у их сверстников, которые этому влиянию не подвергались — $13,39 \pm 2,28$ % ($p < 0,05$). Указанные различия также достоверны среди девочек — $7,53 \pm 2,74$ %, по сравнению с $16,92 \pm 3,29$ % ($p < 0,05$).

В результате оценки влияния пассивного курения на жизненную емкость легких (ЖЕЛ) установлено, что школьников с ЖЕЛ выше возрастной нормы больше среди тех учащихся, которые не подвергались влиянию пассивного курения, — $33,48 \pm 3,15$ %, по сравнению с теми сверстниками, которые воздействию данного фактора подвергались — $24,24 \pm 3,34$ % ($p < 0,05$).

Полученные данные указывают на то, что пассивное курение оказывает отрицательное влияние на функционирование органов дыхания у школьников, что проявляется в снижении продолжительности у них времени задержки дыхания и жизненной емкости легких.

Достоверного влияния фактора пассивного курения на экскурсию грудной клетки (ЭГК) у школьников не обнаружено.

Также в наших исследованиях не выявлено влияние активного курения на все исследуемые показатели функционального состояния органов дыхания учащихся. По-видимому, в данном случае это обусловлено малочисленностью курящих школьников, особенно девочек, в общей совокупности обследуемых учащихся.

Таблица 2

Удельный вес школьников 13–17 лет с различной продолжительностью задержки дыхания (проба Штанге) в зависимости от пассивного курения, % (n = 389)

Время задержки дыхания	Распределение школьников в зависимости от фактора пассивного курения:		p
	пассивному курению подвергались	пассивному курению не подвергались	
Общая группа			
Ниже возрастной нормы	9,09±2,24	8,04±1,82	> 0,05
В пределах возрастной нормы	83,64±2,88	78,57±2,74	> 0,05
Выше возрастной нормы	7,27±2,02	13,39±2,28	< 0,05
Девочки			
Ниже возрастной нормы	6,45±2,55	4,62±1,84	> 0,05
В пределах возрастной нормы	86,02±3,60	78,46±3,61	> 0,05
Выше возрастной нормы	7,53±2,74	16,92±3,29	< 0,05

*В группе мальчиков различия недостоверны (p > 0,05).

Выводы и направление дальнейших исследований. В результате проведенных исследований получены следующие данные:

1. Активно курящих мальчиков подростков в 10,7 раз больше, по сравнению с девочками (p < 0,001). В то же время, удельный вес находившихся под влиянием пассивного курения мальчиков и девочек статистически не отличается (p > 0,05).

2. После внедрения в общеобразовательных учреждениях предложенного комплекса мероприятий по формированию культуры здоровья в 2019 г., по сравнению с 2005 г., в г. Алчевске в 3 раза уменьшился удельный вес курящих школьников общей группы (мальчики + девочки), в том числе мальчиков — в 2,7 раза и девочек — в 6 раз. Также за сравниваемые периоды в 1,3 раза уменьшился удельный вес учащихся, которые подвергались пассивному курению (p < 0,001).

3. Пассивное курение оказывает отрицательное влияние на функционирование органов дыхания у школьников, что прояв-

ляется в снижении продолжительности у них времени задержки дыхания и жизненной емкости легких.

Результаты проведенных исследований о вредном влиянии фактора курения на организм учащихся предложено использовать как весомый аргумент для формирования в сознании детей и подростков необходимости соблюдения здоровой модели поведения, как жизненной потребности. Также полученная информация необходима для убеждения родителей и всех остальных членов семей, где воспитываются подростки, в необходимости прекращения курения не только в квартирах, но также на балконах, лоджиях, в подъездах и других местах.

Дальнейшие исследования планируется направить на более углубленное изучение влияния активного курения школьников на функционирование у них органов дыхания, а также проведение исследований по оценке влияния указанного фактора на показатели здоровья студенческой молодежи.

Библиографический список

1. Лисицын, Ю. П. *Общественное здоровье и здравоохранение [Текст] : учебник / Ю. П. Лисицын.. — [2-е изд.]. — М. : ГЭОТАР-Медиа, 2010. — 512 с.*
2. Советова, Е. В. *Оздоровительные технологии в школе [Текст] / Е. В. Советова. — Ростов н/Д, 2006. — 288 с.*

3. Психология здоровья [Текст] : учебник для вузов / под. ред. Г. С. Никифорова. — СПб. : Питер, 2006. — 607 с.
4. Роль сім'ї у формуванні здорового способу життя дітей та молоді [Текст] / О. О. Яременко, О. М. Балакірева, Г. В. Бєленька та ін. — К. : Держ. ін-т проблем сім'ї та молоді, 2005. — 192 с.
5. Зінченко, Н. О. Аерогенний канцерогенний ризик для населення від забруднення повітря житлових приміщень [Текст] / Н. О. Зінченко, І. О. Черниченко, О. П. Литвиченко // Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України : збірка тез доповідей науково-практичної конференції (восьмі марзєєвські читання), 23–24 травня 2012 р. — Київ, 2012. — Вип. 12. — С. 41–42.
6. Зінченко, Н. О. Роль пасивного куріння у формуванні канцерогенного ризику [Текст] / Н. О. Зінченко, І. О. Черниченко, О. П. Литвиченко // Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України : збірка тез доповідей науково-практичної конференції (сьомі марзєєвські читання), 15–16 вересня 2011 р. — Київ, 2011. — Вип. 11. — С. 63–64.
7. Оценка влияния активного курения на самочувствие старшеклассников промышленного города [Текст] / В. Д. Мішиєв, С. В. Капранов, Г. В. Капранова та ін. // Архів психіатрії. — 2008. — Том 14. — № 1 (52). — С. 44–48.
8. Капранов, С. В. Вплив активного і «пасивного» паління на емоційний стан і розумову працездатність старшокласників [Текст] / С. В. Капранов, Т. С. Капранова // Довкілля та здоров'я. — 2005. — № 1 (32). — С. 19–22.
9. Капранов, С. В. Разработка и внедрение программ оздоровления детского и взрослого населения в экологически неблагоприятных регионах [Текст] / С. В. Капранов // Экология промышленных регионов : материалы Всеукраинской научно-практической конференции, посвященной Всемирному дню охраны окружающей среды. — Алчевск, 2010. — С. 22–25.
10. Капранова, Г. В. Как быть здоровым и успешным школьником: научно-методические рекомендации для учителей [Текст] / Г. В. Капранова. — Алчевск, 2008. — 64 с.
11. Оценка физического развития детей школьного возраста [Текст] : методические рекомендации. — К., 1989. — 40 с.

© Капранов С. В.
 © Капранова Г. В.
 © Евтушенко Е. И.
 © Тарабцев Д. В.

**Рекомендована к печати и.о. главного врача ГС «Луганская городская СЭС» МЗ ЛНР,
 к.м.н. Гаврик С. Ю.,
 зав. КМНИЛ НЦМОС ДонГТИ к.х.н. Смирновой И. В.**

Статья поступила в редакцию 14.04.2021.

Dr. Med. Kapranov S. V. (Alchevsk Municipal Sanitary and Epidemiological Department, Alchevsk, LPR, alch_ses_ok@mail.ru), **PhD in Pedagogy Kapranova G. V.** (Alchevsk Information and Methodological Center, Alchevsk, LPR, galia.kapranova.63@mail.ru), **PhD Med. Yevtushenko E. I.** (Municipal Psychiatric Hospital No. 1, DPR Healthcare Ministry, Donetsk, DPR, yevgen.yevtushenko@gmail.com), **Tarabtsev D. V.** (Alchevsk Municipal Sanitary and Epidemiological Department, Alchevsk, LPR, alch_ses_ok@mail.ru)
THE INFLUENCE OF SMOKING ON THE FUNCTIONAL STATE OF RESPIRATORY ORGANS AMONG SCHOOLCHILDREN

The assessment of the smoking impact on the functional state of the respiratory organs among schoolchildren was carried out. It was found that passive smoking has a negative effect on functioning of the respiratory organs of students, which makes itself as a decrease in their breath holding time and the vital capacity of the lungs.

Key words: schoolchildren, functioning of the respiratory system, active and passive smoking.

УДК 639.31:626.88.004.14

к.фарм.н. Федорова В. С.
(ДонГТИ, г. Алчевск, ЛНР, fvs.valeri@gmail.com),
к.б.н. Швыдченко С. С.
(ЛГУ им. В. Даля, г. Алчевск, ЛНР, shvydchenko.1960@mail.ru),
Олейник Т. С.
(ДонГТИ, г. Алчевск, ЛНР, tanya.oleynik.1996@mail.ru)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАЛОГАБАРИТНЫХ ЯРУСНЫХ УСТАНОВОК ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ПОДРАЩИВАНИЯ МАЛЬКОВ ОСЕТРОВЫХ РЫБ

Работа посвящена созданию экспериментальной малогабаритной ярусной установки замкнутого водоснабжения, которая применяется для изучения оптимальных условий подращивания мальков осетровых и других видов рыб. Использование установок замкнутого водоснабжения требует соблюдения в них условия выращивания, которые должны быть приближены к обстановке в естественном ареале обитания гидробионтов, а также постоянного поддержания оптимальных параметров среды в течение всего технологического цикла. В статье показана технологическая схема и описание структурных элементов установок замкнутого водоснабжения.

Ключевые слова: установка замкнутого водоснабжения, аквапоника, мальки осетровых рыб, способы очистки воды, загрязнение.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Вследствие непрекращающегося воздействия антропогенных факторов различного происхождения природа и климат Земли неизменно меняются. Одновременно с этим стремительно сокращаются мировые запасы пресной воды и плодородных земель, общее количество кислорода в атмосфере, а также нарушается жизнедеятельность флоры и фауны. По данным ООН, в домах у 2,1 млрд человек, что составляет 28 % населения Земли, нет доступа к чистой воде, а по данным Всемирной организации здравоохранения 3,4 млн человек, в основном дети, ежегодно умирают от болезней, связанных с водой [1]. Хозяйственная деятельность человека приводит к деградации почв, в результате чего ежегодно с поверхности Земли исчезает до 25 млн м² пахотного слоя почвы. В связи с этим можно заключить, что данная проблема современного человечества выходит на глобальный уровень.

Постановка задачи. Тенденцией перво-степенной важности в преодолении выше-

упомянутой проблемной ситуации является отход от традиционных методов производства сельскохозяйственной продукции. Кроме того, вопросы изготовления экологически чистых продуктов выходят на первый план в современном мире научно-технического прогресса. Вследствие чего очень востребованы инновационные технологии, которые позволяют повысить чистоту продуктов питания. В качестве альтернативы можно использовать развитие вертикальных ферм по производству овощей и зелени на гидропонике, выращивание рыбы, ракообразных в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ) [2–3]. Указанные технологии позволяют перенести производство некоторых видов сельхозпродукции в городские условия. С проблемой загрязнения водных ресурсов неразрывно связана проблема сохранения и возобновления рыбных запасов, предусматривающая зарыбление водоемов Луганской Народной Республики ценными видами рыб.

Цель работы — создание экспериментальной малогабаритной ярусной УЗВ для

изучения оптимальных условий подращивания мальков осетровых и других видов рыб, культивирования хозяйственно ценных объектов аквакультуры.

УЗВ — технологический комплекс для искусственного выращивания различных видов рыб (осетровых, лососевых, карповых, сомовых и т. д.) и ракообразных (раков, креветок). Представляет собой закольцованную систему из набора резервуаров для содержания гидробионтов, а также устройств, поддерживающих определенные параметры водной среды. Современные УЗВ позволяют культивировать как пресноводные, так и солоноватоводные или морские виды водных организмов.

Выращивание рыбы в УЗВ по сравнению с другими методами рыбоводства имеет следующие преимущества:

- 1) обеспечивает круглогодичное производство;
- 2) обеспечивает высокую продуктивность (от 0,3 до 1 т/м³ рыбы в год) при затратах воды от 0,1 до 0,2 тыс. м³ в год на 1 т рыбы;
- 3) минимизирует потери кормов;
- 4) поддается механизации и автоматизации всех процессов;
- 5) позволяет создавать как крупные рыбоводные комплексы, так и компактные установки, которые могут быть использованы в подсобных хозяйствах для получения товарной рыбной продукции;
- 6) производство можно размещать непосредственно в местах потребления, что снижает транспортные расходы на доставку.

Обязательными элементами УЗВ являются резервуары для выращивания гидробионтов, блок очистки воды, системы аэрации и рециркуляции. Комплект УЗВ может также включать модули водоподготовки, стерилизации, температурной стабилизации и оксигенации. УЗВ может оборудоваться автокормушками, панелью управления, датчиками и приборами для контроля физико-химических показателей воды.

В оборотной воде УЗВ в результате жизнедеятельности содержащихся там

гидробионтов аккумулируются продукты их метаболизма, которые могут оказывать токсическое влияние на водные организмы. Это, прежде всего, — аммоний (NH₄), нитриты (NO₂) и нитраты (NO₃).

Поэтому важнейшим модулем в установках замкнутого водоснабжения являются блоки очистки, которые служат для удаления из оборотной воды взвесей и растворенных метаболитов рыб. Для удаления взвесей (экскрементов рыб, остатков корма, слизи) используют механические фильтры различной конструкции, например, барабанный фильтр. Для удаления метаболитов, прежде всего аммиака и солей аммония, применяют биологические фильтры. Широко известны следующие типы биофильтров: капельные, погружные, вертикальные и с вращающимися дисками.

Различные системы механических и биологических фильтров позволяют удалять из оборотной воды взвешенные частицы, аммоний и нитриты, но бесполезны против накопления нитратов. И хотя последние не обладают ярко выраженным токсическим влиянием, тем не менее в больших концентрациях нитраты отрицательно воздействуют на объекты аквакультуры. Для удаления нитратов из воды используют один из перечисленных ниже способов, а именно: разбавление оборотной воды добавлением свежей; комплектация УЗВ дополнительным блоком денитрификации; введение в аквакультуру блока с высшими водными растениями, которые поглощают нитраты. В последнее время эффективным способом очистки воды в УЗВ стало применение технологий и установок аквапоники.

Аквапоника — высокотехнологичный способ ведения сельского хозяйства, сочетающий аквакультуру (искусственное выращивание водных животных) и гидропонику (выращивание растений без грунта) [4–5]. В крытых помещениях установки аквапоники представляют собой УЗВ, которые интегрированы с системами гидропонных модулей.

Суть метода — использование отходов жизнедеятельности водных животных в качестве питательной среды для растений, которые наряду с бактериями участвуют в процессах самоочистки водной среды.

Использование аквапоники снижает затраты на очистку воды, дает дополнительную продукцию за счет объектов растениеводства.

На кафедре экологии и безопасности жизнедеятельности Государственного образовательного учреждения высшего образования Луганской Народной Республики «Донбасский государственный технический институт» (ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ») организована лаборатория гидроэкологии и гидробиологии, которая оборудована

комплексом действующих мини-установок замкнутого водоснабжения и аквапоники для проведения исследований по выращиванию различных видов рыб, ракообразных, культивированию стартовых живых кормов, выращиванию на оборотной воде объектов гидропоники (рис. 1).

В составе установки две функционально независимые системы.

В состав УЗВ № 1 входят: приемный бассейн объемом $0,75 \text{ м}^3$, оснащенный механическим фильтром грубой очистки оборотной воды, наружным подвесным угольным фильтром тонкой очистки свежей водопроводной воды, кассетным вертикальным сетчатым биофильтром и циркуляционным насосом (рис. 2).



Рисунок 1 Малогабаритная трехъярусная УЗВ



Рисунок 2 Вертикальный сетчатый биофильтр с подвесным угольным фильтром водоподготовки

Оборотная вода после биофильтра насосом перекачивается в четыре бассейна объемом $0,2 \text{ м}^3$, оборудованных под биоплато с высшими водными растениями для выращивания зелени и овощных культур. Бассейны занимают 3-й ярус и оснащены фитолампами для освещения растений. Назначение биоплато — дополнительная очистка оборотной воды от нитратов.

После биоплато оборотная вода с бассейнов 3-го яруса самотеком перетекает в четыре бассейна объемом $0,5 \text{ м}^3$ каждый, расположенных во 2-ом ярусе. Указанные бассейны предназначены для подращивания мальков рыб, выращивания ракообразных, культивирования живых кормов. Вода из этих бассейнов переливом поступает в сточный трубопровод, из которого самотеком сливается в приемный бассейн с биофильтром, завершая таким образом оборотный цикл в УЗВ № 1.

УЗВ № 2 располагается в 1-ом ярусе установки и представляет собой бассейны объемом по $0,5 \text{ м}^3$ в количестве пяти штук для содержания аквакультуры. Оборотная вода из этих бассейнов самотеком поступает в блок очистки воды, состоящий из двух бассейнов по $0,5 \text{ м}^3$. Над блоком очистки УЗВ № 2 расположен карантинный бассейн (рис. 3).

Вначале вода подвергается очистке в механическом фильтре, затем в биофильтре с плавающей пластиковой загрузкой, после чего перетекает в бассейн с вертикально расположенными в нем рамками с яванским мхом для доочистки воды от нитратов.

Из бассейна с яванским мхом вода циркуляционным насосом подается в бассейны с рыбой или другими объектами аквакультуры (рис. 4).

Все бассейны УЗВ № 1 и № 2 оборудованы системой принудительной аэрации. Лаборатория оборудована тремя оконными кондиционерами, которые позволяют понижать температуру воздуха в аудитории с 28°C до 18°C и поддерживать ее на таком уровне даже при температуре воздуха на улице 42°C . Для подогрева воздуха в зимнее время в аудитории установлены два

настенных обогревателя ультрафиолетового облучения (УФО).

В течение августа-сентября 2020 г. проводилось тестирование экспериментальной малогабаритной трехъярусной УЗВ. В качестве тест-организмов использовали мальков осетровых рыб (бестер).

Первоначально мальки в количестве 400 шт. были посажены в карантинный бассейн, где выдерживались в течение 2-х суток. Температура воды — 18°C . Соленость — 3‰ . Аэрация — принудительная. Водоочистка отсутствовала. После периода адаптации мальки были пересортированы и рассажены в зависимости от массы в бассейны УЗВ № 1.

Результаты взвешиваний.

Бассейн № 1 — 100 шт. средней массой $4,5 \pm 0,5 \text{ г}$.

Бассейн № 2 — 100 шт. средней массой $4,5 \pm 0,5 \text{ г}$.

Бассейн № 3 — 100 шт. средней массой $4,5 \pm 0,5 \text{ г}$.

Бассейн № 4 — 84 шт. средней массой $3,5 \pm 0,5 \text{ г}$.

Итого — 384 шт. общей массой 1,645 кг.

С 23.08.20 по 16.09.20 (25 суток) мальки бестера содержались в одинаковых условиях: температура воды 18°C , объем воды в бассейне $0,5 \text{ м}^3$, круглосуточный водообмен через механический и вертикальный сетчатый биофильтр, 4-х кратное в сутки кормление мороженым мотылем, к которому мальки были приучены ранее, из расчета 4 % от массы рыбы в бассейне. Мотыль перед кормлением рыбы измельчался вручную.



Рисунок 3 Блок очистки воды УЗВ № 2



Рисунок 4 Биофильтр с плавающей пластиковой биоагрузкой (слева) и биоплато с яванским мхом (справа) в блоке очистки воды УЗВ № 2

По окончании биотестирования мальки бестера снова сортировались по весу и были рассажены в бассейны УЗВ № 1 и УЗВ № 2.

Результаты взвешиваний.

Бассейн № 1 — 44 шт. средней массой $7,0 \pm 0,5$ г. Общая масса — 0,300 кг.

Бассейн № 2 — 42 шт. средней массой $6,0 \pm 0,5$ г. Общая масса — 0,250 кг.

Бассейн № 3 — 42 шт. средней массой $5,0 \pm 0,5$ г. Общая масса — 0,210 кг.

Бассейн № 4 — 42 шт. средней массой $4,0 \pm 0,5$ г. Общая масса — 0,160 кг.

Бассейн № 5 — 44 шт. средней массой $7,0 \pm 0,5$ г. Общая масса — 0,300 кг.

Бассейн № 6 — 42 шт. средней массой $7,0 \pm 0,5$ г. Общая масса — 0,290 кг.

Бассейн № 7 — 42 шт. средней массой $6,0 \pm 0,5$ г. Общая масса — 0,250 кг.

Бассейн № 8 — 42 шт. средней массой $5,0 \pm 0,5$ г. Общая масса — 0,205 кг.

Бассейн № 9 — 42 шт. средней массой $4,0 \pm 0,5$ г. Общая масса — 0,160 кг.

Итого — 382 шт. общей массой 2,125 кг.

Прирост живой массы за 25 суток составил 0,480 кг (22,6 %).

Ниже представлены фотографии мальков бестера, содержащихся в УЗВ лаборатории гидроэкологии и гидробиологии ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ» (рис. 5).

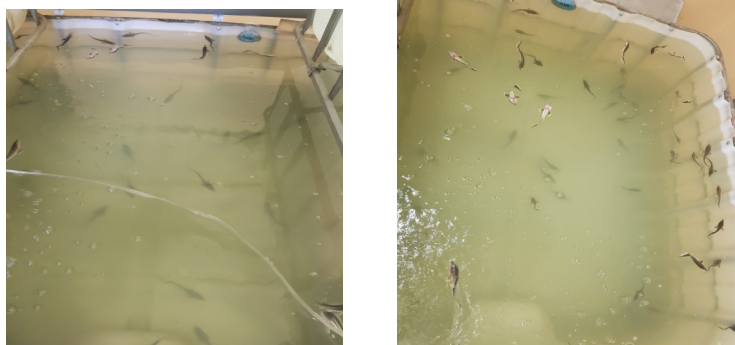


Рисунок 5 Мальки бестера в УЗВ лаборатории гидроэкологии и гидробиологии

Выводы и направление дальнейших исследований. Введенная в эксплуатацию на базе лаборатории гидроэкологии и гидробиологии ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ» трехъярусная малогабаритная аквапонная установка с системой замкнутого водоснабжения в ходе тестирования показала высокую эффективность ее использования для подращивания мальков осетровых рыб.

Способ комплектации установки позволяет проводить научно-исследовательские работы одновременно с девятью различными партиями объектов аквакультуры,

пятью объектами гидропоники или водными растениями и двумя различными видами биофильтров.

Аквапонная установка может быть рекомендована научно-исследовательским институтам рыбного хозяйства для проведения исследовательских работ на объектах аквакультуры. Может использоваться учреждениями высшего образования соответствующего профиля для проведения практических занятий и выполнения обучающимися курсовых и выпускных квалификационных работ.

Библиографический список

1. Топчий, Н. В. Бактериофаги в лечении острых кишечных инфекций [Текст] / Н. В. Топчий, А. С. Топорков // Медицинский совет. — 2015. — № 8. — С. 74–81.
2. К теории термодинамического подобия установок замкнутого водоснабжения для выращивания гидробионтов [Текст] / А. А. Недоступ, А. О. Ражев, Е. И. Хрусталева [и др.] // Известия КГТУ. — 2020. — № 57. — С. 40–50.
3. Недоступ, А. А. Обоснование масштабов подобия световых величин установок замкнутого водоснабжения для выращивания гидробионтов [Текст] / А. А. Недоступ, А. О. Ражев, Е. И. Хрусталева // Вестник Астраханского государственного технического университета. Сер.: Рыбное хозяйство. — 2020. — № 3. — С. 61–69.
4. Аквапоника как перспективное направление сельского хозяйства [Текст] / А. А. Данилова, Н. А. Юрина, Д. А. Юрин, Е. А. Максим // Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки : материалы IV международной научно-практической конференции. — 2019. — С. 36–37.
5. Основы индустриальной аквакультуры [Текст] : учебник / Е. И. Хрусталева, К. Б. Хайновский, О. Е. Гончаренко [и др.] — [2-е изд., перераб. и доп.]. — СПб. : Лань-Пресс, 2019. — 280 с.

© Федорова В. С.

© Швыдченко С. С.

© Олейник Т. С.

**Рекомендована к печати к.пед.н., методистом по учебным дисциплинам
ГУ ЛНР «Алчевский информационно-методический центр» Капрановой Г. В.,
к.т.н., доц. каф. ЭиБЖ ДонГТИ Подлипенской Л. Е.**

Статья поступила в редакцию 28.04.2021.

**PhD in Pharmacy Fedorova V.S., Oleynik T. S. (DonSTI, Alchevsk, LPR, fvs.valeri@gmail.com),
PhD in Biology Shvydchenko S. S. (V. Dahl LSU, Alchevsk, LPR, shvydchenko.1960@mail.ru)
USING OF SMALL-SIZED LONG-TIERED CLOSED WATER SUPPLY COMPLEXES FOR
STUDYING OPTIMAL CONDITIONS FOR STURGEON FRY GROWING**

The work is devoted to construction of an experimental small-sized long-tiered closed water supply complex, which is used to study the optimal conditions for sturgeon fry growing as well as other fish species. Closed water supply complex requires compliance with the conditions, which should be close to the environment in the natural habitat of aquatic organisms, as well as constant maintenance of optimal environmental parameters throughout the entire technological cycle. The article shows a technological scheme and a description of the structural elements of closed water supply installation.

Key words: closed water supply installation, aquaponics, sturgeon fry, water purification methods, pollution.

УДК 504.864.3:504.45

к.фарм.н. Федорова В. С.,
Бакуменко Ю. С.

(ДонГТИ, г. Алчевск, ЛНР, fvs.valeri@gmail.com)

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ВОДОЁМОВ КАК ОБЪЕКТОВ РЕКРЕАЦИИ

В статье приведён анализ состояния и рекреационная оценка вод водоёмов города Алчевска и Перевальского района Луганской Народной Республики. Оцениванию подвергались физические, бактериологические, гидробиологические и химические показатели качества поверхностных вод. Сделан вывод, что чрезмерная рекреационная нагрузка на водные ресурсы рассматриваемой территории при отсутствии достаточно развитой инфраструктуры увеличивает антропогенную нагрузку на водоёмы, что в ближайшей перспективе будет способствовать повышению уровня эвтрофности некоторых анализируемых водоёмов.

Ключевые слова: качество поверхностных вод водоёмов, рекреация, индекс самоочищения, физико-химические, микробиологические, гидробиологические показатели.

Проблема и её связь с научными и практическими задачами. Главными природными рекреационными ресурсами Луганской Народной Республики (ЛНР) являются водные объекты, на акваториях и побережьях которых совершаются различные виды рекреационной деятельности. Особый интерес приобретают как водохранилища, крупные и средние реки, так и малые, и даже совсем небольшие речки, ручьи или пруды [1]. Они не только приносят оживление в природный ландшафт, но и выполняют роль мест размещения отдыхающих при активных походах, пеших, конных или велосипедных прогулках.

В реализации мер, которые направлены на повышение уровня здоровья населения, необходим широкий комплекс мероприятий, охватывающий фактически все направления деятельности современного человека. Поэтому исключительную роль приобретает организация полноценного и эффективного отдыха жителей городской среды, рассматривается активная деятельность как по профилактике, так и по восстановлению и поддержанию необходимого уровня физического и психического здоровья населения.

Водные объекты имеют первостепенное значение в организации полноценного отдыха, поскольку у населения наиболее по-

пулярны рекреации, связанные с плаванием. Кроме того, возможность заниматься разнообразными видами спорта, микроклиматический комфорт, эстетическое воздействие береговых живописных ландшафтов, смена впечатлений — всё перечисленное, оказывая воздействие в комплексе, можно назвать естественными лечебными мероприятиями, которые осуществляются непосредственно благодаря водоёмам.

Вследствие активной хозяйственной деятельности человека и в меньшей степени естественных причин состав поверхностных вод зачастую не стабилен, а качество воды в водоёмах ЛНР становится неудовлетворительным, что отражается на здоровье населения. Особенно опасно попадание в водные объекты патогенных микробов, которые вызывают эпидемии кишечных инфекций [5].

Постановка задачи. Наиболее распространенными местами отдыха городского и сельского населения являются проточные и непроточные водоёмы, особенно если они расположены в районе населенного пункта. Водные объекты должны соответствовать определенным требованиям и нести соответствующую их особенностям рекреационную нагрузку. Однако часто санитарная и экологическая ситуация не учитывается

при выборе места досуга, что приводит, с одной стороны, к отрицательному воздействию на здоровье человека, а с другой — превышению в значительной степени допустимых нагрузок на рекреационные ресурсы. Вместе с тем превалирующее большинство рекреационных зон на водоёмах не подготовлены к купальному сезону и не соответствуют нормативным требованиям санитарного законодательства [4].

На берегах водоёмов в тёплый период времени всегда можно встретить отдыхающих, которые купаются, участвуют в спортивных играх, находятся в активном состоянии, наслаждаются красотами природы, отдыхают с удочкой или просто дремлют у водоёма. Это притом, что места для отдыха, а тем более для купания, весьма неподходящие.

В настоящее время для оценки комплекса факторов окружающей среды, влияющих на здоровье населения, предложено множество различного вида методических подходов. С разных сторон также рассмотрены и предложены подходы оценки рекреационной пригодности территории. Однако унифицированная методика оценки экологической пригодности рекреационных локальных территорий на данный момент отсутствует.

Исходя из указанного, **цель** настоящего исследования заключается в предоставлении экологической характеристики качества поверхностных вод водных объектов города Алчевска и Перевальского района как рекреационных зон.

Объект исследования — водоёмы Перевальского района и г. Алчевска, используемые в рекреационных целях.

Предметом исследования являются физические, бактериологические, гидробиологические и химические показатели качества поверхностных вод как индикаторов экологического состояния анализируемых водоёмов.

Задачи исследования: дать общую характеристику водных объектов, находящихся на территории ЛНР; показать рас-

пределение административных единиц по площади зеркала водоёмов; провести анализ состояния вод исследуемого водного объекта на основе комплекса показателей; осуществить оценку качества поверхностных вод анализируемых водоёмов г. Алчевска и Перевальского района, используемых в рекреационных целях.

Методика исследования. Материалом исследования служили пробы воды, которые отбирались из поверхностных водоёмов г. Алчевска и Перевальского района в соответствии с ГОСТ Р 53415–2009 Вода. Отбор проб для микробиологического анализа [3]. Ввиду того, что в отличие от других видов природных ресурсов в отношении воды пока отсутствует общепринятый унитарный качественный критерий, который характеризовал бы весь комплекс характеристик воды, оценка её качества проводится на основании системы показателей. Исследования отобранных проб проводились в аттестованной лаборатории по следующим направлениям: органолептические и физико-химические показатели (запах, цветность, pH, мутность, общая минерализация), микробиологические показатели (общие колиформные бактерии, термотолерантные колиформные бактерии, общее число микроорганизмов и колифаги) и гидробиологические (фитопланктон). По результатам последних двух групп показателей рассчитаны индексы сапробности и самоочищения. Обработка данных проводилась с использованием компьютерных программ (Microsoft Excel). Пробы отбирали согласно методическим указаниям по поверхностным водам суши и очищенных сточных вод [4].

Рекреационная ценность водных ресурсов определяется их количественными и качественными характеристиками, включая и уровень использования. Настоящие исследования проводились в разгар летнего отдыха (время максимальной нагрузки на водоёмы) на следующих водных объектах: Перевальского района (пруд «20», пруд «Долгий», пруд в посёлке городского типа Ящиково, пруд в селе Новосёловка,

Исаковское водохранилище) и г. Алчевска (Ящиковский пруд, водохранилища Верхне-Орловское и Нижне-Орловское).

Для того, чтобы уравнивать значения разных по своей ценности и информативности показателей потребовалось перевести показатели в 5-балльную шкалу оценивания: от 1 (лучшее) до 5 (худшее значение показателя). Далее показатели усреднялись:

$$W = \text{среднее}(X, Y, Z, K),$$

где W — интегральный показатель качества водоёма (рис. 1 и 2);

Y — итоговый унифицированный показатель раздела «физико-химические показатели качества воды водоёмов», приведенный в 5-балльной шкале;

Z — итоговый унифицированный показатель раздела «микробиологические показатели качества воды водоёмов», указанный в 5-балльной шкале;

K — итоговый унифицированный показатель раздела «гидробиологический показатель качества воды водоёмов (индекс сапробности)», приведенный в 5-балльной шкале;

X — итоговый унифицированный показатель индекса самоочищения водоёма, приведенный в 5-балльной шкале.

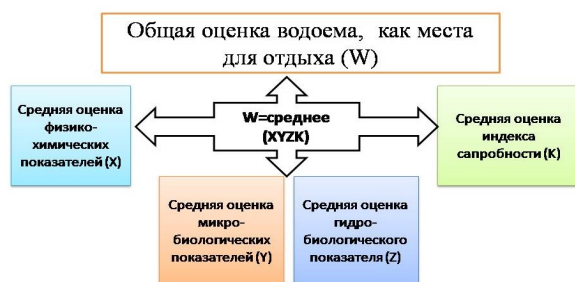


Рисунок 1 Схема общей экологической оценки водного объекта, используемого в рекреационных целях

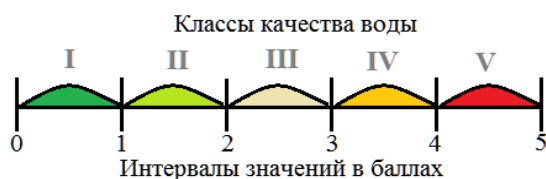


Рисунок 2 Распределение классов качества воды

Изложение материала и его результаты. Территория Луганской Народной Республики недостаточно обеспечена водными ресурсами как природного, так и искусственного происхождения (примерно 0,41 % от общей площади территории). На карте за последнее столетие кроме естественных появилось существенное количество антропогенных водных объектов. По истечении времени водоёмы, созданные искусственно, приобрели и природные признаки. Изменились и направления их целевого и нецелевого использования. Например, такой искусственный водоём, как Исаковское водохранилище изначально создавался для обеспечения нужд металлургического завода в технической воде. Со временем по его побережью стали формироваться рекреационные зоны для отдыха жителей близлежащих территорий. Сейчас ведущее место по объёму потребления воды принадлежит сельскохозяйственному производству. Кроме того, данные водные объекты используются в промышленности и производстве строительных материалов (цемента, гипса, извести и др.), в рыбоводстве и при ведении рыбного хозяйства, животноводстве, для коммунально-бытовых нужд и другой хозяйственной деятельности, а также применяются с рекреационной целью.

Так, по состоянию на 12 марта 2021 года на территории ЛНР насчитывается 518 водоёмов: 26 водохранилищ, 461 пруд, 2 озера, 18 обводненных карьеров, 14 прудовотстойников. Общая площадь водного зеркала составляет 3490,53 га.

По площади зеркала наибольшее количество водоёмов в Антрацитовском районе (890,87 га), затем Свердловский район (625,68 га), Лутугинский район (562,36 га), на четвертом месте Перевальский район (542,99 га).

Первый этап наших исследований заключался в определении органолептических и физико-химических показателей качества воды водоёмов, подвергавшихся анализу (Y), при этом рассматривали следующие показатели: pH, мутность, общая минерализация (физико-химические показатели), запах и цветность воды (органолептические).

Показатель pH свидетельствует о кислотно-щелочном балансе воды. От данного показателя зависит коррозионная скорость протекания химических реакций и степень токсичности загрязняющих веществ. В водоёмах в зонах рекреации величина pH должна находиться в интервале значений 6,5–8,5. Отклонением необходимо считать значения ниже 6,5 и выше 8,5. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Из таблицы 1 видно, что вода в исследуемых водных объектах варьируется от слабокислой до щелочной. Низкий уровень pH в водоёме означает, что происходит увеличение уровня ионов водорода, а вода при этом в пруду «Долгий» становится более кислой. Высокий уровень pH показывает, что в воде слишком много гидроксид-ионов, что делает воду более щелочной. Важно, что щелочная реакция является недопустимой для жизнедеятельности некоторых видов гидробионтов.

К органолептическим свойствам воды относятся такие показатели: запах, мутность и цветность.

Запахи необходимо различать по интенсивности от 1 до 5 баллов (табл. 2), а также по характеру (сероводородный, запах нефти и парафина, рыбный, землистый, травянистый, затхлый, плесени, гниющих растений и т. д.) Вода не должна приобретать запахи интенсивностью более 2 баллов (ПДК равна 2 баллам).

Цветность воды представляет собой природное свойство, обусловленное наличием гуминовых веществ, вымываемых в воду из почвы. Данные вещества образуются в результате нарушений микробиоло-

гического характера и синтеза нового органического вещества (гумуса). ПДК составляет 20 град. Схема определения цветности представлена в таблице 3.

В качестве следующего физико-химического показателя качества воды водоёмов проанализировали общую минерализацию, представляющую собой показатель количества содержащихся в воде растворённых веществ минерального и органического происхождения (преимущественно неорганические соли и органические вещества). Растворённые газы при вычислении общей минерализации не учитываются. Также этот показатель называют содержанием твёрдых веществ, общим солесодержанием или общим количеством растворённых частиц. ПДК равняется 1 г/дм³. Полученные результаты были занесены в таблицу 4.

Результаты, полученные в ходе анализа органолептических и физико-химических показателей, переведены в баллы и внесены в таблицу 5.

По результатам проведенного анализа получены данные, из которых следует, что по физико-химическим и органолептическим показателям лучшим водоёмом является пруд с. Новосёловка, затем пруд «Долгий». Наиболее неблагоприятные результаты показали Верхне-Орловское водохранилище и пруд, который находится в пгт. Яшиково. Немногим лучше значения показателей Исаковского водохранилища и пруда «20», однако удельный вес этих параметров недостаточен для комфортного отдыха населения. Кроме того, нужно отметить, что низкий балл водоёмов связан с частым и интенсивным их использованием.

Таблица 1

Значение водородного показателя (pH) водоёмов

Величина	Характеристика вод	Водоёмы
<3	Сильно-кислые	
3–5	Кислые	
5–6,5	Слабо-кислые	Пруд «Долгий»
6,5–7,5	Нейтральные	Пруд с. Новосёловка
7,5–8,5	Слабо-щелочные	Пруды «20» и пгт. Яшиково, Исаковское и Верхне-Орловское вдхр.
8,5–9,5	Щелочные	Пруд Яшиковский, Нижне-Орловское вдхр.
>9,5	Сильно-щелочные	

ЭКОЛОГИЯ

Таблица 2

Система балльной оценки интенсивности запахов водных объектов

Оценка в баллах	Величина показателя	Интенсивность	Характеристика воды
1	0–1	Никакого либо очень слабый	Запах не ощущается, обнаруживается только опытным наблюдением (в лаборатории), отдыхающий его не чувствует
2	2	Слабый	Запах обнаруживается только тогда, когда на него обращают внимание
3	3	Заметный	Запах, легко обнаруживаемый и дающий повод относиться к воде неодобрительно
4	4	Отчетливый	Запах привлекает внимание, заставляет отказаться от использования воды
5	5	Очень сильный	Запах настолько сильный, что делает воду непригодной для использования

Таблица 3

Критерии определения цветности воды, балл

Оценка в баллах	1	2	3	4	5
Величина показателя	до 25	>25–50	>50–80	>80–120	>120
Характеристика воды	Очень малой цветности	Малой цветности	Средней цветности	Высокой цветности	Очень высокой цветности

Таблица 4

Характеристика общей минерализации, балл

Оценка в баллах	1	2	3	4
Значение показателя, г/дм ³	до 1	>1–25	>25–50	>50
Характеристика воды	пресные	солончатые	солёные	рассолы

Таблица 5

Органолептические и физико-химические показатели водных объектов, балл

Водоем	pH	Цветность	Общая минерализация, мг/дм ³	Запах, балл	Итоговое значение
		У2	У3	У4	У
Пруд Ящиковский	выше нормы	3	2	2,00	2,33
Верхне-Орловское водохранилище	норма	4	2	4,00	3,33
Нижне-Орловское водохранилище	выше нормы	3	2	3,00	2,67
Исаковское водохранилище	норма	3	2	4,00	3,00
Пруд «20»	норма	3	2	4,00	3,00
Пруд «Долгий»	ниже нормы	1	2	1,00	1,33
Пруд пгт. Ящиково	норма	4	2	4,00	3,33
Пруд с. Новосёловка	норма	1	1	1,00	1,00
min-max		1–5	1–5	1–5	1–5

Далее нами проведён анализ санитарно-микробиологических показателей, которые считаются главными параметрами эпидемиологической безопасности воды. Исследованы нижеследующие микробиологические показатели качества воды водоемов (Z).

1. Общие колиформные бактерии (ОКБ) — интегральный показатель степени фекального загрязнения, который включает термотолерантные колиформные бактерии (ТКБ), *Escherichia coli*, и поэтому обладает индикаторной надежностью в отношении возбудителей бактериальных кишечных инфекций. ОКБ является наиболее чувствительным показателем при выявлении источников фекального загрязнения, включая небольшие.

2. ТКБ рекомендуется определять одновременно в одном и том же посеве с ОКБ для подтверждения фекального происхождения загрязнения. По мере удаления от источника загрязнения и воздействия факторов самоочищения различия в численности этих групп индикаторов возрастают. Число ТКБ характеризует степень фекального загрязнения воды водных объектов и косвенно определяет эпидемическую опасность в отношении возбудителей кишечных инфекций.

3. Колифаги являются вирусами кишечной палочки (*Escherichia coli*) и рассматриваются эпидемиологами как дополнительный, а порой и более чувствительный метод в определении загрязнения воды микроорганизмами группы кишечной палочки. Это нормируемый показатель, который предназначен для проведения текущего контроля качества воды поверхностных водоемов, служащих источником для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, водоснабжения пищевых предприятий, для рекреационного водопользования, а также в черте населенных мест в отношении возможного вирусного загрязнения.

4. Общее число микроорганизмов (ОМЧ) не нормируется в воде водоемов в

местах действующих водозаборов централизованного питьевого водоснабжения, черте населенных мест, зонах рекреации, поскольку уровень этой группы микроорганизмов в большей мере зависит от природных особенностей каждого объекта, времени года и т. п.

ОМЧ при температуре инкубации 37 °С — индикаторная группа микроорганизмов, в числе которых определяют в большей мере аллохтонную микрофлору, внесенную в водоём в результате антропогенного загрязнения, в т. ч. фекального. ОМЧ при температуре инкубации 20–22 °С — индикаторная группа микроорганизмов, в числе которых, помимо аллохтонной, определяют водную микрофлору данного водоёма (автохтонную). При температуре 22 °С, как правило, вырастает больше сапрофитных микроорганизмов, чем при температуре 37 °С. Соотношение численности этих групп микроорганизмов позволяет судить об интенсивности процесса самоочищения, активными участниками которого они являются. Эта разница более выражена при завершении процесса самоочищения (коэффициент соотношения ОМЧ 22 °С/ОМЧ 37 °С равен четырем и выше).

Баллы по микробиологическим показателям выставлялись согласно шкале, которая представлена ниже (табл. 6).

Обнаружение ОКБ, колифагов и особенно ТКБ как индикаторной группы, которые более устойчивы в окружающей среде, свидетельствует об однозначном загрязнении исследуемых водных объектов продуктами жизнедеятельности человека. Более того, коэффициент соотношения ОМЧ 22 °С/ОМЧ 37 °С указывает на то, что пруд пгт. Яшиково и пруд «20», Верхне-Орловское и Исаковское водохранилища являются местами загрязнения хозяйственно-бытовыми сточными водами.

Результаты оценивания микробиологических показателей показаны в таблице 7.

ЭКОЛОГИЯ

Таблица 6

Критерии оценки качества воды водоёмов по микробиологическим показателям, балл

Показатели/балл	1	2	3	4	5
ОКБ, КОЕ/дм ³	0–100	101–1000	1001–10000	10001–50000	>50000
ТКБ, КОЕ/дм ³	отсутствуют	1–50	51–500	501–1000	>1000
Колифаги, БОЕ/дм ³	отсутствуют	10	100	1000	>1000
ОМЧ	0–99	100–999	1000–9999	10000–99999	>100000
Характеристика воды	Отличная, желаемое качество воды	Хорошая, приемлемое качество воды	Удовлетворительная, приемлемое качество воды	Посредственная, нежелательное качество воды	Очень плохая

Таблица 7

Показатели микробиологического загрязнения водных объектов, балл

Водоем	Микробиологические показатели				Итоговый балл
	ОМЧ	ОКБ	ТКБ	Колифаги	
	Z1	Z2	Z3	Z4	
Пруд Ящиковский	3	4	5	1	3,25
Верхне-Орловское водохранилище	4	5	5	5	4,75
Нижне-Орловское водохранилище	3	4	5	4	4
Исаковское водохранилище	4	5	5	4	4,5
Пруд «20»	3	5	5	5	4,5
Пруд «Долгий»	4	2	3	1	2,5
Пруд пгт. Ящиково	3	5	5	4	4,25
Пруд с. Новосёловка	2	2	1	1	1,5

Наличие колифагов является достоверным подтверждением фекального загрязнения источника воды. Доказана прямая корреляция между содержанием колифагов в воде и опасных для человека энтеровирусов, поэтому наличие колифагов в воде указывает на вирусное заражение источника, что, как можно понять из таблицы 7, характерно для Верхне-Орловского водохранилища и пруда «20». На основании полученных данных можно предположить, что для указанных водных объектов характерно микробное загрязнение. Большое количество санитарно-показательных микроорганизмов в воде свидетельствует о высоком биологическом загрязнении воды и высокой вероятности присутствия в ней патогенных микробов.

Как видно из таблицы 7, данные микробиологического анализа демонстрируют, что

самыми безопасными водоёмами являются пруд с. Новосёловка 1,5 балла (II класс) и пруд «Долгий» 2,5 балла (III класс). Самые низкие численные значения отмечаются у Верхне-Орловского и Исаковского водохранилищ, а также пруда «20».

Согласно данным, отмеченным в таблице 8, наивысший индекс самоочищения регистрируется в пруду с. Новосёловка, что примерно в 7 раз лучше, чем в Верхне-Орловском и Исаковском водохранилищах.

Следующим этапом наших исследований стала оценка качества воды в анализируемых водоёмах по количеству и видовому разнообразию фитопланктона, обитающего в данной воде, посредством сапробиологического анализа (табл. 8).

На основании критериев, представленных в таблице 9, был оценен гидробиологиче-

ЭКОЛОГИЯ

ский показатель качества воды водоёмов — индекс сапробности водных объектов (К), который рассчитывают исходя из индивидуальных характеристик сапробности видов, представленных в различных водных сообществах (фитопланктоне, перифитоне).

Гидробиологический контроль качества воды является важнейшей составной частью экологического мониторинга поверхностных вод. По фитопланктону большинство водоёмов относятся к β -мезосапробной зоне и характеризуются как умеренно загрязненная вода, а именно: нет стойких органических веществ, произошла полная минерализация; содержание кислорода и углекислоты колеблется в зависимости от времени суток — днем избыток кислорода, дефицит углекислоты, ночью — наоборот; много организмов с автотрофным питанием, а также наблюдается цветение воды.

Немаловажно, что по степени количественной представленности гидробионтов наименьшая степень загрязнения исследуемых водоёмов характерна для прудов с. Новосёловка и «Долгий» (табл. 10), которые относятся к олигосапробной зоне — в водоёмах вода чистая, соединения азота в форме нитратов, вода насыщена кисло-

родом; малое количество диоксида углерода (CO_2), сероводород отсутствует; на дне мало детрита, автотрофных организмов и бентосных животных.

Таким образом, можно отметить, что данные водные объекты практически чистые, цветения воды не наблюдается.

В таблице 11 показано распределение классов качества воды по загрязнённости, что применяется для оценки качества воды в реках и водоёмах. Согласно представленной ниже классификации уровней загрязнения, большей степени загрязнённости воды комплексом загрязняющих веществ соответствует больший номер класса.

В соответствии с полученными результатами органолептических, физико-химических, микробиологических и гидробиологических исследований необходимо систематизировать данные, а также для наглядности объединить и скомпоновать в едином виде. Баллы, набранные каждым водным объектом, суммировались и вычислялось среднее значение. Результаты оценки водоёмов по четырем направлениям исследований, а также интегральные оценки в виде среднего значения представлены в таблице 12 и на рисунке 3.

Таблица 8

Оценка индекса самоочищения воды, балл

Балл	Индекс самоочищения	Водоёмы
1	>15,4	Пруд с. Новосёловка
2	4,4–15,4	Пруды Ящиковский и «Долгий»
3	2,8–4,4	Пруд пгт. Ящиково
4	2,2–2,8	Нижне-Орловское водохранилище, пруд «20»
5	<2,2	Верхне-Орловское и Исаковское водохранилища

Таблица 9

Критерии оценки гидробиологического показателя водных объектов, балл

Оценка в баллах	Величина показателя сапробности	Характеристика воды
1	0–0,49	ксеносапробная зона (очень чистая)
2	0,5–1,5	олигосапробная зона (чистая вода)
3	1,51–2,5	β -мезосапробная зона (умеренно загрязненная вода)
4	2,51–3,5	α -мезосапробная зона (грязная вода)
5	3,51–4,5	полисапробная зона (сильно загрязненная вода)

ЭКОЛОГИЯ

Таблица 10

Оценка гидробиологического показателя качества воды водоёмов, балл

Водоём	Индекс сапробности	Балл
		К
Пруд Ящиковский	1,77	3
Верхне-Орловское водохранилище	1,56	3
Нижне-Орловское водохранилище	1,35	2
Исаковское водохранилище	1,63	3
Пруд «20»	1,91	3
Пруд «Долгий»	1,16	2
Пруд пгт. Ящиково	1,55	3
Пруд с. Новосёловка	1,26	2

Таблица 11

Характеристики интегральной оценки воды в зависимости от степени загрязнённости водоёмов

Класс качества воды	Оценка качества воды
I	Отличная, желаемое качество воды
II	Хорошая, приемлемое качество воды
III	Удовлетворительная, приемлемое качество воды
IV	Посредственная, нежелательное качество воды
V	Очень плохая

Таблица 12

Комплексная оценка водных объектов для пляжно-купального отдыха, балл

Водоём	Y	Z	K	X	W
Пруд Ящиковский	2,33	3,25	3	2	2,65
Верхне-Орловское водохранилище	3,33	4,75	3	5	4,02
Нижне-Орловское водохранилище	2,67	4	2	4	3,17
Исаковское водохранилище	3	4,5	3	5	3,88
Пруд «20»	3	4,5	3	4	3,63
Пруд «Долгий»	1,33	2,5	2	2	1,96
Пруд пгт. Ящиково	3,33	4,25	3	3	3,4
Пруд с. Новосёловка	1	1,5	2	1	1,38

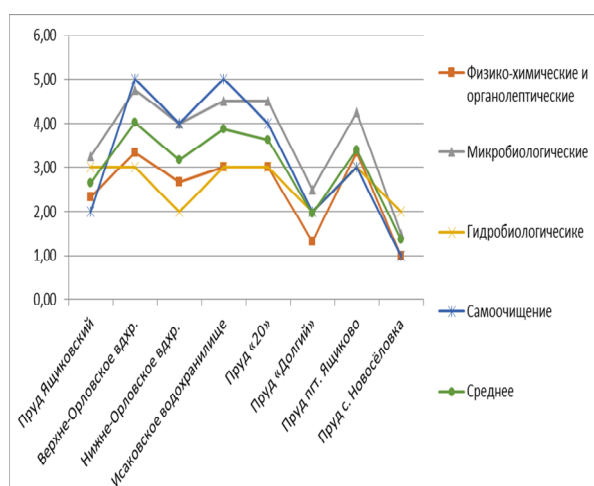


Рисунок 3 Характеристики качества воды исследуемых водных объектов по группам показателей

На основании проведенного анализа водных объектов можно сделать следующие выводы:

1. По сумме баллов наилучшими водоёмами для купально-пляжного отдыха по качеству воды являются пруд с. Новосёловка и пруд «Долгий», в которых большинство определяемых параметров благоприятны для данного вида деятельности. Самым неблагоприятным оказалось Верхне-Орловское водохранилище, анализируемые показатели которого оказались наивысшими.

2. На графике, представленном выше, отчетливо прослеживается совпадение динамики групп показателей. В исследуемом водоёме качество воды по всем группам

показателей на одном или близком уровнях. Величина показателей попадает в 2, в редких случаях 3 соседних интервала.

Можно констатировать, что Перевальский район и г. Алчевск обладают высоким рекреационным потенциалом и существенными рекреационными возможностями. Однако в целом экологическую ситуацию с загрязнением водных объектов на анализируемой территории следует охарактеризовать как сложную, требующую разработки и применения комплекса мероприятий по улучшению экологического, гидрологического и санитарного состояния.

Выводы и направление дальнейших исследований. Таким образом, изучение динамики состояния экосистем проанализированных водоёмов, расположенных в крупном промышленном районе городской территории, позволяет сделать вывод, что наилучшим из всех исследованных водоёмов является пруд с. Новосёловка, который качественно отличается по всем показателям — органолептическим, физико-химическим, микробиологическим, гидро-

биологическим. На втором месте пруд «Долгий», однако его показатели несколько отличаются. Вместе с тем необходимо отметить, что проведенные лабораторные исследования показали подверженность остальных водоёмов антропогенному загрязнению, а также по ряду микробиологических показателей они не соответствуют допустимым нормам, особенно Верхне-Орловское водохранилище. Микробиологическое загрязнение водных рекреационных объектов способно оказать отрицательное воздействие на здоровье отдыхающих. Кроме людей могут быть заражены овцы и крупный рогатый скот. Следовательно, использование таких вод в качестве источника хозяйственно-бытового водопользования и в рекреационных целях небезопасно в эпидемиологическом и эпизоотическом отношении.

Дальнейшие исследования будут направлены на углубление комплексной оценки проанализированных поверхностных водных объектов по степени благоприятности условий для пляжно-купального отдыха.

Библиографический список

1. Подлипенская, Л. Е. Оценка экологического состояния Исаковского водохранилища в современных условиях [Текст] / Л. Е. Подлипенская, Ю. С. Бакуменко // Экологический мониторинг и биоразнообразие : материалы Всероссийской (с международным участием) научно-практической конференции, г. Ишим / под. ред. А. Ю. Левых. — 2018. — С. 34–38.
2. Подлипенская, Л. Е. Исследование процессов эвтрофикации и самоочищения водоемов [Текст] / Л. Е. Подлипенская, Ю. С. Бакуменко // Экологический вестник Донбасса. — Алчевск : ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ», 2021. — Вып. 1. — С. 10–18.
3. ГОСТ Р 53415–2009. Вода. Отбор проб для микробиологического анализа. — М., 2010. — 28 с.
4. Р 52.24.353–2012. Отбор проб поверхностных вод суши и очищенных сточных вод. — Ростов н/Д : Росгидромет, ФГБУ «ГХИ», 2012. — 36 с.
5. Каталог водоемов Луганской Народной Республики по состоянию на 12.03.2021 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://mprlnr.su/video/420-katalog-vodoev-luganskoy-narodnoy-respubliki-po-sostoyaniyu-01062017.html>.

© Федорова В. С.

© Бакуменко Ю. С.

Рекомендована к печати к.т.н., доц. каф. ЭиБЖД ДонГТИ Подлипенской Л. Е., к.б.н., доц., зав. каф. ЭиБЖД ЛГУ им. В. Даля Швыдченко С. С.

Статья поступила в редакцию 27.04.2021.

PhD in Pharmacy Fyodorova V. S., Bakumenko Yu. S. (DonSTI, Alchevsk, LPR, fvs.valeri@gmail.com)

ASSESSMENT OF THE SURFACE WATER QUALITY OF WATER BODIES

AS RECREATION OBJECTS

The paper provides a condition analysis and recreational assessment of water bodies in the town of Alchevsk and the Perevalsk area of the Lugansk People's Republic. Physical, bacteriological, hydrobiological and chemical indicators of surface water quality were assessed. It has been concluded that an excessive recreational load on the water resources of the studied territory without a developed in a proper way infrastructure increases the anthropogenic load on water bodies, which within the short period will lead to eutrophicity level increase of some analyzed water bodies.

Key words: quality of surface water bodies; recreation; self-cleaning index; physical and chemical, microbiological and hydrobiological indicators.

УДК 504.75.06

к.т.н. Левченко Э. П.
(ДонГТИ, г. Алчевск, ЛНР)

ПЕРСПЕКТИВЫ УПРАВЛЕНИЯ АГРЕГАТНЫМ СОСТОЯНИЕМ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ НА ОСНОВЕ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА

Работа посвящена анализу выдвинутой гипотезы экологических изменений на планете Земля с учетом преобразований водных ресурсов. Рассмотрены вероятностная картина проявления «великого потоп» и ледникового периода, а также варианты устранения последствий древних экологических катастроф.

Ключевые слова: гипотеза, вода, облачный покров, «великий потоп», ледниковый период, экологическая катастрофа, глобальное потепление климата, ноосфера.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. В настоящий период на планете Земля наряду с глобальным потеплением климата и вызванным этим активным таянием ледниковых масс одновременно наблюдается значительная нехватка чистой пресной воды [1, 2]. При этом отчетливо заметно, что, невзирая на анонсируемые всемирно известными международными организациями мероприятия, направленные на противодействия указанным процессам, наблюдаются совершенно противоположные результаты, а это наводит на мысль о преднамеренном введении в заблуждение широких масс населения. В последнее время вообще ощущается углубление негативного отношения к этим международным организациям, в том числе ООН и Гринпис, ибо все более наглядно проявляются лишь декларативные принципы их работы при почти полном отсутствии практических действий (за исключением имитационного характера).

Активное таяние ледниковых масс, в том числе в Антарктиде, выявляет достаточно нетипичные для массового сознания элементы земной поверхности и необъяснимые классическими знаниями некоторые факты. Например, с помощью ресурса Google Планета Земля [3] в сети интернет размещены спутниковые изображения всей земной поверхности с беспрецедентно высоким разрешением фотографий некоторых регионов, где, в частности, обна-

ружены абсолютно нетипичные для этой части земли пирамиды, подобные известным пирамидам в Египте (рис. 1). Даже видимые пока из-под снега размеры одной из пирамид значительно превосходят размеры пирамиды Хеопса.



Рисунок 1 Пирамиды, оттаявшие в Антарктиде

Подобные факты вызывают множество вопросов, например, если искусственные мегалитические строения существовали и в более древние времена, то по каким причинам они возникли и почему длительное время были погребены подо льдами, песками и под водой.

К сожалению, ответов на эти вопросы современная классическая наука пока не дает, однако имеется большое количество альтернативных источников информации [2], способных в некоторой степени прояснить ранее скрытые знания.

Особенно актуальными эти знания могут быть в период глобального потепления климата на Земле, ибо позволят более полно

оценить перспективные направления движения человеческой цивилизации и, что особо важно, оперативно корректировать ее глобальную деятельность по известной в вычислительной математике и достаточно хорошо зарекомендовавшей себя схеме управления «предиктор-корректор». Это позволит более широко и открыто направлять коллективное сознание больших масс людей на эффективность выполнения поставленных техногенной цивилизацией задач путем введения системы в устойчивый балансировочный режим, после уже почти завершеного маневра управления, носящего название «короткий оверштаг» [4].

Объектом исследования являются возможные скрытые причины и цели глобального потепления климата.

Предмет исследования — особенности организации процесса управления климатом и агрегатным состоянием водных ресурсов.

Задачи исследования — выявление скрытых причин возникновения, развития и торможения деятельности современной техногенной цивилизации и перспективы ее преобразования.

Методика исследований. Методы изучения и анализа альтернативных источников информации.

Изложение материала и его результаты. Можно предположить, что причиной наличия огромного количества воды на Земле, по сравнению с территорией суши, являлось объективное следствие неких событий. Одно из таких событий описано и в Библии, и в Торе, и в Коране — «великий потоп», как причинно-следственная связь деятельности некой цивилизации, приведшей к экологической катастрофе. Кроме того, исторически и научно доказанным считается факт ледникового периода.

На рисунке 2 [5] представлена круговая диаграмма изменений среднегодовой температуры на Земле.

В связи с тем, что научно-обоснованных теорий глобального изменения климата (в древности и в наше время) практически не существует, на основе

анализа эзотерических источников информации выдвигается следующая гипотеза.

Гипотеза основана на информации, изложенной в учении Рамты [6], где указывается, что около 35 тысяч лет назад наша Земля имела сплошной облачный покров в виде огромного количества испаренной воды. Этот покров защищал Землю от космического холода, выполняя роль своеобразной термоизоляции. «Континент был похож на рай. Солнца никогда не было видно, поскольку водное облако, толща океанов, наполнявших водный слой, распространяли свет так, что он был рассеянным. Без прямых солнечных лучей жизнь бурно разрасталась, а вечера напоминали вечные сумерки. Вся Земля была Эдемским садом, поскольку была покрыта тропическими растениями» [6].

Наличие таких растений описывается даже в современном школьном курсе биологии [7] (папоротники, хвощи и плауны) и часто подтверждается найденными окаменелостями.

Далее указывается, что существовавшая в то время высокоразвитая цивилизация (по сути, Атлантида) использовала энергию лазеров не только при резке камня и строительстве пирамид. А неконтролируемое использование этой энергии и вызвало внезапный цепной процесс конденсирования влаги.

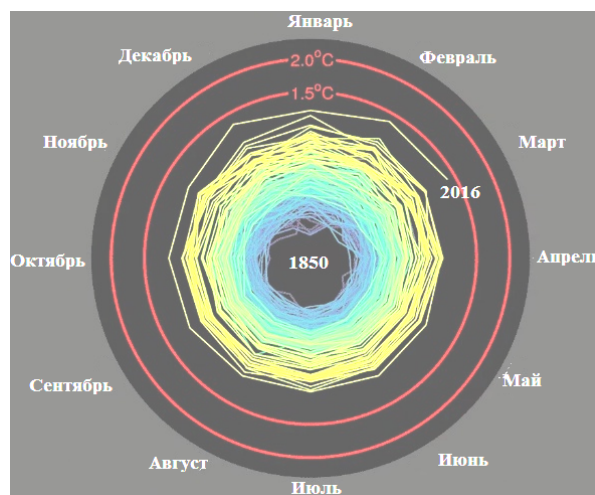


Рисунок 2 Динамика возрастания температуры

«...луч разрушил слой, и вода устремилась вниз мощным потоком. Когда водный слой был разрушен, случилось грандиозное событие. Когда вода сошла вниз и на землю полился прямой солнечный свет, температурный режим изменился в мгновение ока, и как когда-то на всем континенте Лемурии была умеренная температура, теперь она изменялась под воздействием прямых лучей, а не рассеянного света. Когда воды сошли вниз, они немедленно замерзли в северных регионах, и столь бескрайни были территории океанов Земли, что заледеневшие воды мгновенно вызвали понижение температуры, что повлекло за собой то, что вы называете Ледниковым периодом. Буквально за десять минут тропические джунгли превратились в то, что тогда называли Северным Льдом. Животные, что жили там, были заморожены и превратились в лед, так что сохранились даже цветы в их пастях» [6].

С учетом приведенной информации становится логичным, что огромное излишнее количество воды, выпавшее на Землю, было сконденсировано из имеющегося в те далекие времена сплошного облачного покрова. Разрушением облачного защитного слоя объясняется и практически мгновенная заморозка больших стад мамонтов, у которых в желудках в наше время обнаруживается свежая растительная масса.

Таким образом, учитывая грандиозный и всеобщий характер внезапного изменения климата в прошлом, можно сделать вывод о том, что в короткий промежуток времени погибло большинство видов животных на планете, а люди вынуждены были укрываться в пещерах, так как при теплом климате не имели нужды в жилье, защищающем их от окружающей среды.

В современных научных изысканиях довольно часто встречаются факты, противоречащие углеродному методу определения геологического возраста различных ископаемых и пород [8, 9]. Логичное объяснение может быть в том, что солнечная активность в те времена могла быть снижена облачным покровом.

Можно предположить, что оставшиеся в живых люди, мгновенно потерявшие все свои достижения, пребывали в глубоком шоке. Чувство вины за содеянное изменило программу дальнейшего существования выживших. Появились новые направления развития общества, во главе которого стояло жречество. Длительное время на Земле присутствовало две принципиально разные цивилизации — техногенная и живущая в гармонии с окружающим миром (пример последней — племена американских индейцев).

Жрецы стремились изъять истинные знания об устройстве мироздания методами святой инквизиции [10, 11] и всеобщего пропагандирования потребительского общества. Для управления большими массами людей были созданы товарно-денежные отношения, придуманы религии и другие механизмы, обеспечивавшие устойчивость управления.

Таким образом, становится понятным, что накопление парниковых газов в атмосфере Земли является хорошо организованным, отлаженным и строго контролируемым процессом (программой), который с развитием технического прогресса с учетом смены эпох и дал необходимый результат (рис. 3) [12].

Конечно же, даже с учетом технологий компьютерного моделирования, контроль процесса потепления в полной мере пока невозможен. Однако в эзотерической литературе описаны духовные практики [13, 14], позволяющие отслеживать и направлять как свою, так и общественную деятельность, проникая сознанием в Ноосферу в теле сновидения (оно же энергетическое тело, оно же Душа). Однако в настоящее время это известно, а тем более подвластно очень незначительному количеству людей, способных вводить себя или других в необходимое для этого состояние. На территории бывшего СССР данное направление в свое время курировал Ф. Э. Дзержинский. В наше время широкую огласку подобные вопросы получили благодаря деятельности генерал-майора запаса Федеральной службы охраны

РФ Б. К. Ратникова, занимавшегося вопросами обеспечения безопасности высших должностных лиц страны, в том числе с применением пси-технологий [15].

Трудности проникновения и считывания информации с матрицы Ноосферы связаны с уровнем развития человека, ввиду особенностей иерархичности структуры составляющих ее эгрегоров (рис. 4) [16].

Из структуры Ноосферы, приведенной на рисунке 4 следует, что индивидуум с низким уровнем нравственности вероятностным образом взаимодействует с энергоинформационными структурами, которые соответствуют его текущему духовному развитию, согласно Вселенскому закону притяжения [17].

На протяжении последнего времени все больше источников информации утверждают, что управление человеческой цивилизацией на планете Земля осуществляет некая группа людей, относящаяся к элите (масоны, Комитет 300 и др.), которым принадлежит более 50 % всех материальных благ и ресурсов. Однако имеется информация, что мировая элита, по сути, является всего лишь инструментом воздействия и регулирования техногенной деятельности в руках мирового жречества (они же иллюминаты, архонты и др.) В мировой сети Интернет выложены так называемые «Откровения инсайдера», где подтверждаются данные гипотезы, изложенные якобы одним из членов жреческой семьи [18].

С учетом различных уровней нравственного развития людей, не секрет, что помимо подавляющего большинства обычных нормальных людей, придерживающихся общепринятого в мире мировоззрения, имеются и другие, практикующие совершенно иные взгляды на жизнь. В частности, к ним относятся буддисты, толтеки, кришнаиты, каббалисты и т. п. С их точки зрения, все души во Вселенной являются целостной сутью Единого Сущего (Бога, Аллаха и т. п.) Среди воплощенных в физических телах душ всегда присутствуют более духовно продвинутые люди,

сильно отличающиеся от подавляющего большинства, которые практикуют свое дальнейшее развитие и даже ведают о настоящем устройстве мироздания. Если это так, то логично допустить, что скрытое верховное жречество в лице иллюминатов обладает всей полнотой знаний, а следовательно, отлично понимает принцип причинно-следственных связей своей управленческой деятельности. Таким образом, ввиду целостности бытия, причинение мировым жречеством непосредственного вреда всем живым существам накладывает на его представителей огромную ответственность, связанную не только с будущими программами их перевоплощений (кармическими последствиями), но и обязательным воздаянием в тонком мире после смерти физического тела.

Напрашивается вывод, что негативное воздействие на человечество через физическое и психическое влияния имеет двойственную природу. Это связано как с целостным [6], так и не полным обладанием знаниями (рис. 5), а также с наложенной кармической программой воплощения. То есть, если какие-то души, воплощенные во времена активной деятельности прошлой цивилизации Атлантиды нанесли осознанно или неосознанно существенный вред, поспособствовав глобальной экологической катастрофе в виде великого потопа и ледникового периода, то на них в последующих воплощениях возлагается особая программа исправления допущенных ранее и не отработанных ошибок [19, 20].

Таким образом, на основе научных данных о накоплении углекислого газа, способствующего глобальному потеплению, и путем анализа источников эзотерической литературы о скрытых знаниях, просматривается некая мозаичная картина единого управленческого замысла. Основная суть этой картины заключается в преднамеренном специальном развитии техногенной цивилизации с целью разогрева климата на планете Земля.

ЭКОЛОГИЯ

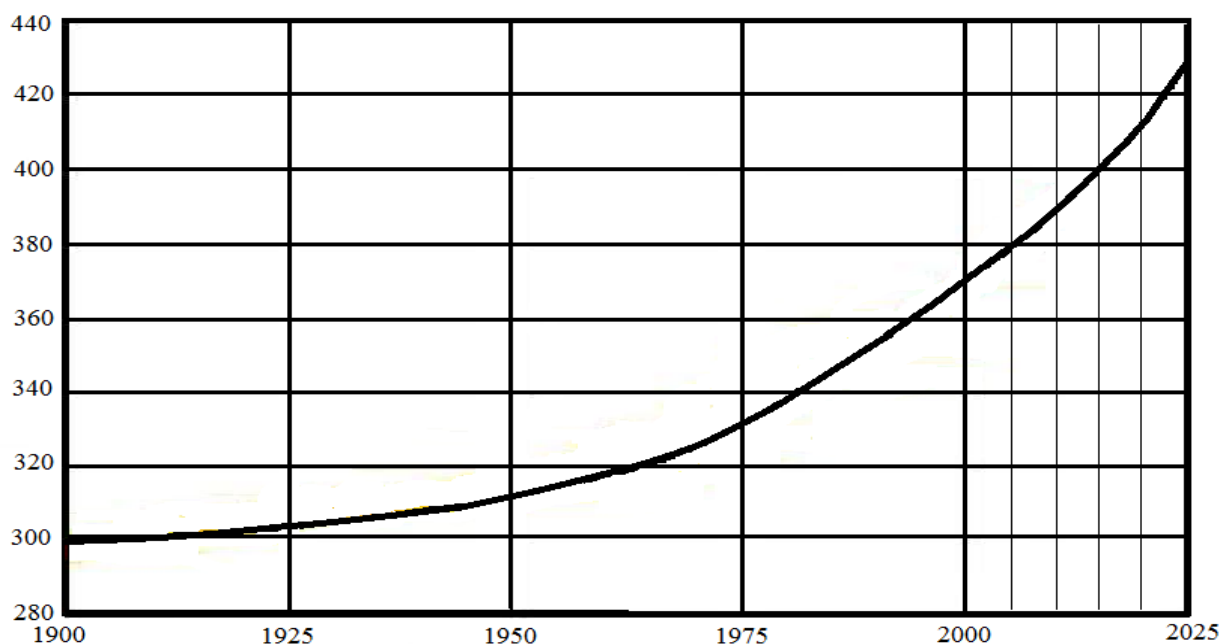


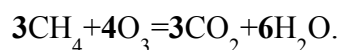
Рисунок 3 Накопление и экстраполяционное (2000–2005 гг.) прогнозирование повышения концентрации углекислого газа в атмосфере Земли (частей на миллион по годам)



Рисунок 4 Условная модель иерархии энергоинформационных человеческих полей Ноосферы (эгрегоров)

Следует отметить, что в период устойчивого потепления особую роль начинают играть процессы массового выделения метана (продукта разложения некогда живой органики). Удельный вес метана (CH_4) почти в два раза меньше удельного веса воздуха, поэтому он устремляется в верхние слои атмосферы и, достигая озонового

слоя (O_3), разрушает и без того тонкую его оболочку, т. к. в результате химической реакции этих веществ образуется вода и углекислый газ



При этом вода в верхних слоях атмосферы формируется в виде облаков, которые при значительном количестве и плотности создают еще одну дополнительную паровую оболочку, защищающую Землю от интенсивного термического обмена с космическим вакуумом (-273°C).

Следовательно, в настоящее время у планеты Земля одновременно идет активное формирование двух защитных экранов: образующегося за счет углекислого газа у поверхности земли и облачного покрова в атмосфере при одновременном преобразовании озонового слоя.

Как видно из рисунка 3, концентрация углекислого газа достигает значений, близких к асимптотическим. Поэтому в настоящее время процессы устойчивого управления климатом требуют более четких, оперативных и точных настроек.



Рисунок 5 Пирамида знаний и соответствующая ей пирамида структуры общества

В качестве точных регуляторов в наше время можно отметить проявление некоего торможения деятельности промышленности. В частности, в средствах массовой информации анонсировалось уменьшение рабочей недели до 4-х дней. Но ввиду инерционности организации такого процесса в обществе, как альтернативный и наиболее действенный вариант корректора климата была избрана мировая пандемия COVID-19. Как известно, это очень быстро обеспечило снижение загрязнений воздуха и восстановление озонового слоя.

Еще одним инструментом точной настройки регулирования глобального потепления климата выступает создание криптовалют, в частности, широко известного биткоина. Так, например, корректировка выбросов продуктов сгорания на больших предприятиях обладает большой инерционностью, когда быстрое изменение курса биткоина способно почти мгновенно ускорять или тормозить потребление электроэнергии, всего лишь играя на чувстве алчности. А так как большая часть электроэнергии вырабатывается при сжигании различных видов топлива, то влияние на выделение при этом углекислого газа просто очевидно.

В крайних случаях может применяться и другая шоковая остановка экономик мира по примеру рассмотренной выше пандемии COVID-19.

Понятно, что в организации и проведении глобального многофакторного эксперимента по изменению климата целью выступает вода. Особая роль отводится процессам ее агрегатного перехода из жидкого и твердого состояний в парообразное (рис. 6). При этом замечено [21], что ускорение процесса потепления способствует и большей испаряемости воды, увеличивая образование облачного покрова (рис. 7) [22]. Формирование большого количества плотных облаков приводит к повышенному отражению солнечного света, что может вызывать регулирование процесса глобального потепления климата.

Визуальная оценка потерь ледяного покрова, происходящего в Арктике по данным НАСА, показана на рисунке 8 [23].

При условии выполнения сценариев выбросов углекислого газа, превышающих современный уровень, Арктика (Северный полюс) может полностью освободиться ото льда в летний период к 2050 году [24]. При этом его площадь зимой будет составлять менее 1 млн км² при нынешних 6 млн км².

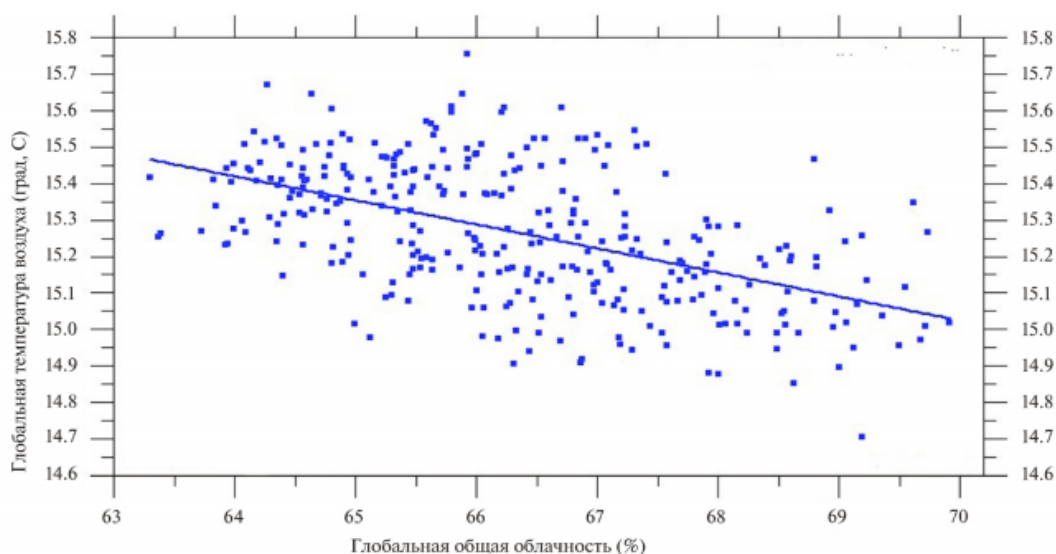


Рисунок 6 Изменение облачности в период глобального потепления



Рисунок 7 Ракурс Земли в облачном покрове

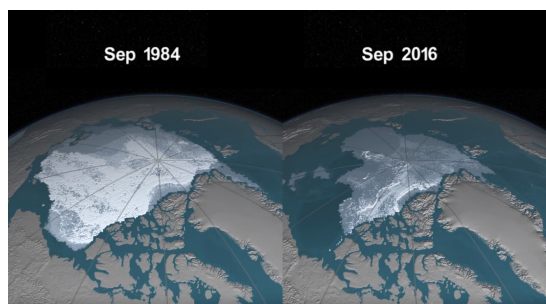


Рисунок 8 Скриншот видео НАСА о глобальном потеплении

В Антарктиде (Южный полюс) в связи с глобальным потеплением протекают сходные процессы, с той лишь разницей, что ледяной покров в основном находится на тер-

ритории суши (континент), а не в водной среде, как в Арктике. Современные фото о состоянии ледяного щита в Антарктиде в сети Интернет обнаружить не удалось, попытки рассмотреть данную территорию с помощью сервиса Google Планета Земля также не увенчались успехом ввиду ретуширования этой области, как и района Северного полюса на карте. Области ретуширования на обоих полюсах составляют правильные окружности со средним диаметром около 1500 км (рис. 9), при этом в Арктике диаметр такой окружности чуть меньше (≈ 1400 км), а в Антарктиде чуть больше (≈ 1600 км).

Логично считать, что наша цивилизация оказала огромное влияние на загрязнение мирового океана и атмосферы. Загрязненные жидкости и газы, в отличие от чистых, способны более интенсивно нагреваться с помощью солнечной радиации и, соответственно, аккумулировать тепло более длительное время. Другим примером является возможность выпаривания целых морей (например, Аральского моря), что достиглось интенсивным поливом хлопковых полей при температуре земли около 50–60 °C. Этим может объясняться имитационный характер деятельности международных экологических организаций, не дающей результатов в борьбе с глобальным потеплением климата.

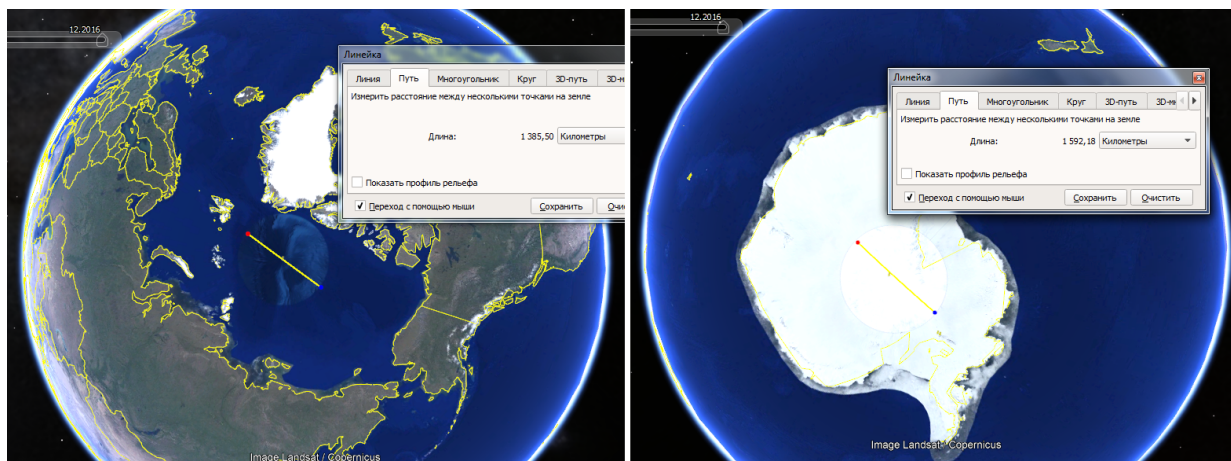


Рисунок 9 Скриншот района полюсов с сервиса Google Планета Земля

В заключение хочется отметить, что если предположить реальный характер описанной гипотезы, то очевидным становится тот факт, что техногенная цивилизация находится на грани исчерпания своего предназначения, как выполнившая миссию ликвидации последствий экологической катастрофы в древности (великий потоп, ледниковый период).

В настоящее время наблюдается активное таяние льдов на полюсах, что приводит к проявлению ранее неизвестных артефактов, например, оттаявших в Антарктиде пирамид, подобных египетским, и других, которые легко установить с помощью сервиса Google Планета Земля [3].

Таким образом, для всего человечества, в результате исчерпания его долговременной задачи, наступает очень интересное время небывалых открытий и возвращения ранее скрытых духовных знаний, что дает шанс каждому индивидууму подняться на более высокий уровень развития. С большой вероятностью в самое ближайшее время могут проявиться древнейшие знания о единости и целостности мироздания, согласно которым всё является частичками Единого Бога, растворенного в наших душах для познания своих бесконечных возможностей. Следовательно, с точки зрения Вселенной нельзя нанести вред кому-то, не нанеся его себе, ибо незнание законов Вселенной не освобождает от ответственности.

В перспективе это приведет к формированию нового общества, основанного на подлинной духовности, истине и справедливости.

В этом плане знаковой является цитата из книги «Третье открытие силы» известного преподавателя йоги и одного из переводчиков книг Карлоса Кастанеды Андрея Сидерского: «Единое — проявленный Дух — формирует в пространстве Мира центры самоосознания — точки, в которых самоосознание накапливается и кристаллизуется в упорядоченные структуры. Все живые существа как раз и есть такие точки концентрации самоосознания Единого» [25]. Нарботанное всеми нами осознание постоянно накапливается в ноосфере, по сути выполняющей функции своеобразной квантовой библиотеки.

«Мы живые существа, и смерть — наш удел, а осознание свое мы обязаны сдать туда, откуда оно получено. Но если нам удастся хоть чуть-чуть все это изменить, то какие тайны, должно быть, нас ожидают! Какие тайны!» [26].

Выводы и направление дальнейших исследований. С точки зрения предложенной гипотезы и управляемости процессами, глобальное потепление климата на Земле является четко организованным планомерным и объективным явлением, осуществляемым аналогично методу прогноза и коррекции. В качестве универсального вычис-

лительного комплекса, вероятно учитывающего все составляющие, выступает Ноосфера Земли [27], как своего рода хранилище всей информации, наработанной за время существования Солнечной системы и, в частности, планеты Земля (оно же — энергоинформационное поле). В настоящее время миссия человечества в программе разогрева климата подходит к завершению, что проявляется в ее торможении и корректировке. С большой долей вероятности в ближайшем будущем (с учетом появления огромного количества ранее скрытой информации) человечеству предстоит духовное развитие, вплоть до скачкообразного характера, что должно вызвать создание нена-

сильственного справедливого общества, основанного на принципах истины и добра, когда главным мерилom любой деятельности преимущественно будет выступать Совесть — тихий, ненавязчивый голос Души.

На нынешнем этапе рекомендуется придерживаться осознанной общей деятельности социума, перераспределяя усилия и время предпочтительно на личное духовное пробуждение.

В качестве направления дальнейших исследований предполагается проведение анализа возможных вариантов развития событий с учетом особенностей общественных изменений.

Библиографический список

1. Климатолог: нехватка пресной воды — хуже глобального потепления [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://nsn.fm/different/different-klimatolog-nekhvatka-presnoy-vody---khuzhe-globalnogo-potepleniya>.
2. ООН обеспокоена сокращением водных запасов на Земле [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://rus.postimees.ee/6929938/oon-obespoikena-sokrashcheniem-vodnyh-zapasov-na-zemle>.
3. В Антарктике найдены пирамиды [Электронный ресурс] — Режим доступа <https://www.youtube.com/watch?v=n1jb4y8T9rw>.
4. Достаточно общая теория управления [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://docs.google.com/viewer?url=https%3A%2F%2Fstorage.googleapis.com%2Fdotu-154621.appspot.com%2F20040623-DOTU.pdf>.
5. Борьба с глобальным потеплением требует технологий, которых у нас нет [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/409989/>.
6. Рамта. Жемчужина древней мудрости. Размышления Учителя об истории человечества [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://docplayer.ru/26579445-Ramta-zhemchuzhina-drevney-mudrosti.html>.
7. Пасечник, В. В. Биология. Бактерии, грибы, растения. 6 кл. [Текст] : учеб. для общеобразоват. учреждений / В. В. Пасечник. — [14-е изд., стереотип.]. — М. : Дрофа. 2011. — 301 с.
8. Насколько точен радиоуглеродный метод датирования? [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://masterok.livejournal.com/960949.html>.
9. Точность радиоуглеродного анализа поставили под сомнение [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://indicator.ru/humanitarian-science/tochnost-radiouglerodnogo-analiza-06-06-2018.htm>.
10. Святая инквизиция [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B2%D1%8F%D1%82%D0%B0%D1%8F_%D0%B8%D0%BD%D0%BA%D0%B2%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D1%86%D0%B8%D1%8F.
11. Блаватская Елена. Тайная доктрина [Текст] / Елена Блаватская. — М. : Эксмо, 2011. — 752 с.
12. Левченко, Э. П. Эколого-эзотерические причины и перспективы кризиса современной техногенной цивилизации [Текст] / Э. П. Левченко // 50 лет кафедре экологии и безопасности жизнедеятельности : сборник трудов научной конференции. — Алчевск : ГОУ ВПО ЛНР «ДонГТУ», 2018. — С. 133–146.
13. Кастанеда, К. Искусство сновидения [Текст] / К. Кастанеда. — К. : София, 1993. — 320 с.
14. Тендзин, В. Р. Тибетская йога сна и сновидений [Текст] / Вангьял Ринпоче Тендзин. — К. : София, 2013. — 256 с.

15. Генерал-майор Борис Ратников. Парасихологи на службе у президента [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://philologist.livejournal.com/7901442.html>.
16. Левченко, Э. П. Представление о Ноосфере на основе нетрадиционных источников информации [Текст] / Э. П. Левченко // Экология и безопасность жизнедеятельности — 2017 : материалы международной конференции, посвящённой 20-летию ВУО МАНЭБ. — Алчевск : ВУО МАНЭБ, ДонГТУ, 2017. — С. 75–83.
17. Хикс, Дж. Закон притяжения. Основы учения Абрахама [Текст] / Джерри Хикс, Эстер Хикс. — СПб. : Весь, 2017. — 256 с.
18. Откровения Инсайдера [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.insiderrevelations.ru/>.
19. Ньютон, М. Путешествия Души [Текст] / М. Ньютон. — М. : Будущее Земли, 2009. — 328 с.
20. Ньютон, М. Предназначение Души. Жизнь между жизнями [Текст] / М. Ньютон. — М. : Будущее Земли, 2015. — 384 с.
21. Облака замедляют процесс глобального потепления [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/398743/>.
22. Покровский, О. М. Изменения облачности в период глобального потепления по результатам международного спутникового проекта [Текст] / О. М. Покровский // Исследование Земли из космоса. — 2019. — № 1. — С. 3–13.
23. Older arctic sea ice disappearing [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=Vj1G9gqhKYA>.
24. Ученые предрекли почти полное летнее таяние морского льда в Арктике к 2050 году [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://nplus1.ru/news/2020/04/27/arctic-ice-2050>.
25. Сидерский, А. Третье открытие силы [Текст] / А. Сидерский. — К. : Ника Центр, 2005. — 544 с.
26. Кастанеда, К. Огонь изнутри [Текст] / К. Кастанеда. — К. : София Ltd, 1993. — 512 с.
27. Вернадский, В. И. Биосфера и ноосфера [Текст] / В. И. Вернадский. — М. : Айрис-пресс, 2012. — 576 с.

© Левченко Э. П.

**Рекомендована к печати к.х.н., зав. КМНИЛ НЦМОС ДонГТИ Смирновой И. В.,
к.б.н., доц., зав. каф. ЭиБЖД ЛГУ им. В. Даля Швыдченко С. С.**

Статья поступила в редакцию 18.05.2021.

PhD in Engineering Levchenko E. P. (DonSTI, Alchevsk, LPR)

PROSPECTS FOR MANAGING THE AGGREGATE STATE OF WATER RESOURCES ON THE BASIS OF GLOBAL CLIMATE WARMING

The paper analyzes the proposed hypothesis of ecological changes on the planet Earth considering the transformations of water resources. Possible preconditions for the “great flood” and ice age forthcoming, as well as global ways of their elimination are studied.

Key words: hypothesis, water, cloud cover, “great flood”, ice age, ecological catastrophe, global warming, noosphere.

ГЕОЭКОЛОГИЯ

GEOECOLOGY

УДК 551.582:551.577/.578:551.593.52

к.т.н. Подлипенская Л. Е.
 (ДонГТИ, г. Алчевск, ЛНР, lida.podlipensky@gmail.com),
 Долгих Е. Д.
 (ЛГАУ, г. Луганск, ЛНР),
 Горельников С. А.
 (ДонГТИ, г. Алчевск, ЛНР)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА СИНГУЛЯРНОГО СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА

В работе исследовались временные ряды климатических показателей по данным Центра гидрометеорологии города Луганска. Выполнен SSA анализ атмосферных осадков и показателя солнечной активности (СА) — чисел Вольфа. Определены структуры рядов и выявлены их взаимосвязи. Установлены закономерности изменения глобальных трендциклических компонент годовых осадков и чисел Вольфа. Выполнен прогноз атмосферных осадков.

Ключевые слова: климатические показатели, атмосферные осадки, солнечная активность, Луганск, Центр гидрометеорологии, метод SSA, циклические компоненты, тренды.

Проблема и её связь с научными и практическими задачами. Выявление и объяснение согласованных циклов в изменениях климатических, гидрологических показателей и факторов, их формирующих, представляет не только теоретический, но и практический интерес.

К внешним факторам, которые определяют многолетние колебания климата, относятся: солнечная (СА) и геомагнитная активности (ГА), скорость вращения Земли, земной магнетизм и их взаимосвязи и др. Степень влияния космофизических воздействий на климатические характеристики в региональном разрезе имеет свои особенности, которые необходимо учитывать при изучении экстремальных климатических ситуаций.

Постановка задачи. Луганская Народная Республика имеет значительный дефицит водных ресурсов, представленных поверхностными и подземными водами, количественное и качественное состояние которых в последнее время не удовлетворяет потребностям народного хозяйства и населения. Данные гидрологических наблюдений свидетельствуют о том, что отмечаемые за последние десятилетия климатические изменения значительно меня-

ют картину пространственно-временной изменчивости характеристик стока.

В связи с этим актуальным является изучение изменений климатических характеристик, формирующих поверхностный и подземный сток в Республике, и связь их с внешними для планеты факторами.

Цель настоящей работы заключается в исследовании временных рядов региональных климатических показателей гидрологического цикла и внешних влияющих факторов.

Объект исследования — гидрологический цикл и его проявление через климатические показатели в региональном аспекте. Особое место в исследовании занимает изучение динамики изменений осадков в регионе.

Предмет исследования — среднесрочные и долгосрочные тенденции изменения климатических характеристик гидрологического цикла.

Задачи исследования:

- поиск баз данных с многолетними рядами параметров солнечной активности и климатическими показателями гидрологического цикла;
- проведение совместного статистического анализа временных рядов парамет-

ров солнечной активности и климатических показателей и построение моделей, объясняющих их связь.

Материалы и методы исследования.

В работе использованы материалы наблюдений за среднемесячными и среднегодовыми значениями осадков и испарения, температур воздуха, показателями влагосодержания атмосферы [1], полученные в Центре гидрометеорологии г. Луганска, а также показатели космогонических факторов с официальных геофизических сайтов [2]. Для оценки солнечной активности использовались среднегодовые и среднемесячные значения чисел Вольфа. Источник данных — WDC-SILSO, Королевская обсерватория Бельгии, Брюссель [2].

В качестве основного метода, позволяющего выделить во временных рядах данных трендовые и циклические компоненты, был использован метод сингулярного спектрального анализа (SSA) в сочетании с методами математической статистики, реализованными в пакете программ STATISTICA. Для выявления циклов и осуществления разложения временных показателей на компоненты в работе использовалась компьютерная программа, созданная в ДонГТИ [3] на основе алгоритма SSA [4, 5].

Изложение материала и его результаты.

1. Статистический анализ. Гидрологический цикл в природе включает процессы испарения воды с поверхности водоемов, конденсации водных паров в атмосфере, выпадения осадков, фильтрации через почву; проникновение в подземные водоносные пласты; всасывание, транспорт и транспирацию воды растениями, включение воды в биохимические процессы живых организмов. Движение воды в климатической системе важно для жизни на земле: осадки обеспечивают увлажнение почвы и речной сток.

Климатические факторы речного стока определяют средние характеристики стока, его пространственную изменчивость и тип водного режима. Для целей исследования взяты характеристики, которые определя-

ют многолетние ритмы стока. К ним относятся суммы осадков и испарения. Последняя характеристика зависит от температурного режима.

По данным наблюдений на Луганской метеостанции (синоптический индекс по классификации ВМО — 34523) собраны климатические данные за 183 года, начиная с 1838 г. В монографии [1] авторами выполнен обширный статистический анализ климатических данных (1838–2015 гг.) с выделением трендов по ряду показателей стандартными статистическими методами.

В настоящей работе рассматривается расширенный до настоящего времени ряд климатических показателей (1838–2020 гг.), которые составляют базу данных (БД). Результаты статистического анализа в целом подтверждают выявленные ранее в [1] закономерности. Нами поставлена задача продолжить исследования и применить современные методы для установления новых закономерностей и прогноза.

Для таких показателей, как осадки, температура приземного атмосферного слоя, испарение и др. в расширенном временном диапазоне установлено следующее:

А. На основании корреляционного анализа обнаружены значимые линейные тренды во времени (по годам) для годовых осадков (коэффициент корреляции $r=0,36$), осадков для теплого времени года ($r=0,36$) и холодного времени года ($r=0,38$), годовой температуры ($r=0,5$), температуры для теплого времени года ($r=0,23$) и холодного времени года ($r=0,47$), испарений за теплое время года ($r=0,23$). Рассмотренные величины в большинстве случаев подчиняются логнормальному или гамма распределениям.

Б. Установлены статистически значимые корреляционные связи между осадками и температурой воздуха: в теплый период времени года $r=-0,42$; в холодный период времени года $r=0,47$. Эта же закономерность наблюдается и для каждого из месяцев в теплый период (r отрицательно порядка 0,37) и в холодный период (r положительно порядка 0,33).

В. Автокорреляционный анализ годовых осадков показывает существование возможных низкочастотных циклов (периодов 80–90 лет; 26–27 лет) и высокочастотных менее выраженных циклов.

Для выяснения степени регионального сходства климатических показателей и выявления их уникальности были проанализированы годовые осадки по трем синоптическим станциям городов Луганск, Дебальцево и Чертково [6]. Географически Луганск расположен между Чертково (северо-восток) и Дебальцево (юго-запад). На рисунке 1 представлены графики временных рядов осадков, построенных по данным наблюдений соответствующих метеорологических станций с 1941 по 2005 гг.

Как показывает анализ рисунка 1, региональное сходство выражается большим числом совпадений пиков и в целом похожей направленностью графиков. Уникальная особенность данных по метеостанции г. Луганска заключается в том, что уровень осадков здесь всегда ниже, а температура воздуха — выше, чем на соседних станциях. Следовательно, климатическая компонента гидрологического цикла в Луганском регионе особенно неблагоприятна и способствует развитию засух, суховея и недостаточному увлажнению территории.

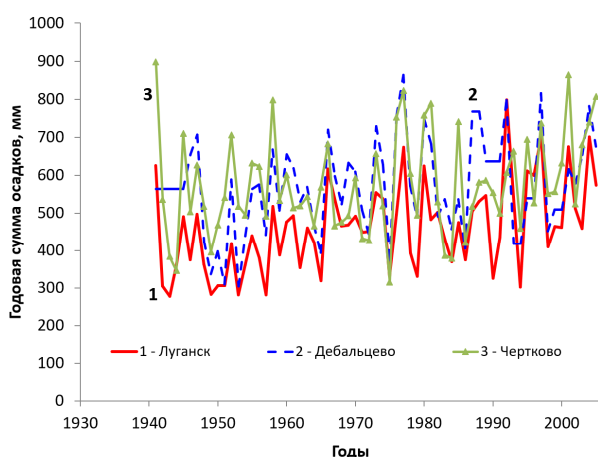


Рисунок 1 Графики годовых сумм осадков по данным наблюдений метеостанций городов Луганск (1), Дебальцево (2) и Чертково (3)

2. Солнечная активность и климат.

Влияние активности солнца на глобальные, локальные и катастрофические изменения климата изучались многими учеными [7, 8]. Российский ученый А. Л. Чижевский указал главного виновника многих климатических бедствий — наше Солнце. Он предложил формулу «Дирижирует Солнце!» и ввел понятие «гелиотараксия» — воздействие солнечной активности на оболочки нашей планеты, включая биосферу и ноосферу [8].

Опираясь на частоту встречаемости парных проявлений «сильная засуха — величина солнечной активности», авторы [9] высказывают предположение о наличии положительной статистической связи в Европейской части России между появлением сильных засух и количеством пятен на Солнце. Исходя из исторически сложившейся цикличности солнечной активности и при её сохранении в будущем, дают вероятностный сверхдолгосрочный прогноз возможности возникновения катастрофических засух в этом субрегионе на стыке 24 и 25 циклов СА около 2019–2021 гг.

Поскольку воздействие солнечной активности на климатические характеристики носит региональный характер, усиливая атмосферные процессы в одних регионах и ослабляя в других, рассмотрим в условиях Луганщины влияние солнца на элементы гидрологического цикла планеты, в частности, на атмосферные осадки.

Наиболее часто используемым индексом солнечной активности является относительное число солнечных пятен или число Вольфа, определяемое для данного дня по формуле $W = k(10g + f)$, где W — число Вольфа; f — полное число солнечных пятен независимо от их размеров на видимой полусфере, g — число наблюдаемых групп пятен, k — нормировочный коэффициент [2].

С 1849 года числа Вольфа регулярно определялись в Цюрихской обсерватории (достоверный ряд). С 1981 г. сводка всех наблюдений солнечных пятен и определение значений чисел Вольфа производится в Ми-

ровом центре данных по наблюдениям, сохранению и распространению международных относительных чисел солнечных пятен Королевской обсерватории Бельгии в Брюсселе. Кроме того, ученые сумели восстановить значения данного индекса для периода с 1700 г., а затем на качественном уровне продлить ряд данных до 1611 г. (рис. 2).

11-летние циклы СА, четко выделяющиеся по графикам чисел Вольфа, принято нумеровать, начиная с 1755 года (цикл № 1). Разные циклы СА отличаются продолжительностью (от 9 до 13,7 лет), максимумами и минимумами. Наблюдение за ними и сопоставления с климатическими характеристиками показали, что для «слабых» циклов более вероятен в определенных регионах сценарий засушливого маловодного периода, который часто проявляется в период низкой СА. Также связывают такие периоды с глобальным похолоданием. Самый известный минимум — это минимум Маундера, который длился примерно с 1645 по 1715 год. Последний зафиксированный глобальный минимум относят к периоду 1790–1830 гг. (назван минимумом Дальтона [10]).

В настоящее время 24-й цикл завершен и начат следующий 25-й цикл (рис. 3).

По оценкам специалистов, 24-й цикл характеризуется слабой активностью, и по прогнозам следующий цикл ожидается тоже слабым. Установлены и другие циклы солнечной активности: 22 года, вековой цикл 80–100 лет, 200 лет и др., которые, по оценкам разных авторов, могут иметь некоторые отличия. В научной литературе [11] имеется много данных, связывающих влияние космогонических факторов, и в том числе СА, на гидрологический цикл планеты. Солнечная активность по масштабам влияния действует глобально, а проявляется регионально в различных географических условиях и подстилающей поверхности. Поэтому в настоящее время актуальны исследования пространственно-временной изменчивости климатических данных и их связей с глобальными и региональными характеристиками.

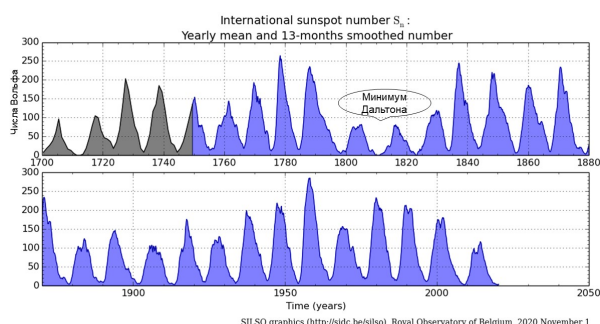


Рисунок 2 График солнечной активности на основании чисел Вольфа [2]

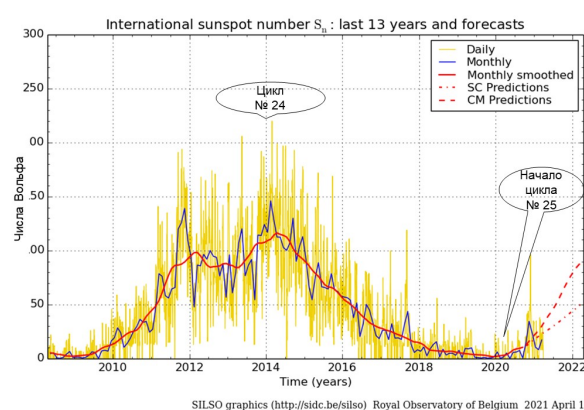


Рисунок 3 График СА на основании чисел в 24 цикле и начале 25 цикла [2]

Корреляционный анализ чисел Вольфа и климатических показателей из БД (по Луганской метеостанции) не выявил статистически значимых связей, в то время как кросс-спектральный анализ, выполненный в пакете программ STATISTICA, определил следующие периоды (ориентировочно) значимых гармоник при взаимном рассмотрении чисел Вольфа и осадков: 91; 30,3; 16,5; 10,7; 12,1 лет (по функциям когерентности и кросс-спектральной плотности). Следовательно, гармонические составляющие спектральных разложений чисел Вольфа и осадков с указанными периодами характеризуются тесной связью, что можно интерпретировать как свидетельство влияния солнечной активности на осадки в регионе.

3. Разложение показателей на компоненты. Кросс-спектральный анализ указывает на существование зависимостей кли-

матических и космогонических показателей для определенных частот (интервала частот), но эти зависимости скрыты шумовыми характеристиками, и поэтому классическим регрессионным анализом не находятся.

Выполним разложения временных рядов климатических показателей и чисел Вольфа на компоненты методом SSA (или «Гусеница») [4]. Алгоритм программы [3], реализующей данный метод, следующий:

– для исходного временного ряда показателя $F_N = \{f_0, f_1, \dots, f_{N-1}\}$, где N — длина ряда, задают длину окна («гусеницы») — величину L ;

– из ряда F_N путем сдвига скользящего окна величиной L заполняют матрицу X ;

– для матрицы $S = X \cdot X^T$ определяют собственные числа $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_L$ (запись в порядке убывания) и собственные векторы U_1, U_2, \dots, U_L ;

– находят элементарные матрицы по формуле $X_i = \sqrt{\lambda_i} U_i \cdot V_i^T$, где $V_i = X^T \cdot U_i / \sqrt{\lambda_i}$;

– записывают разложение матрицы X на элементарные: $X = X_1 + X_2 + \dots + X_d$;

– путем диагонального усреднения переходят к компонентам исходного ряда:

$$F_N = F_N^1 + F_N^2 + \dots + F_N^d; \quad (1)$$

– для практического использования выделяют в полученном разложении значимые компоненты и объединяют их в полезный сигнал \tilde{F}_N , остальные относят к шуму $\tilde{\tilde{F}}_N$. Окончательно разложение имеет вид:

$$F_N = \tilde{F}_N + \tilde{\tilde{F}}_N. \quad (2)$$

На этом программная часть разложения заканчивается, и переходят к интерпретации полученных компонент, моделированию их в виде тренда, трендциклических, циклических и экспоненциально модулированных функций.

После разложения всех исследуемых показателей проводят сравнительный анализ полученных компонент между собой для выявления скрытых закономерностей.

Далее, при необходимости, осуществляют прогноз временных рядов на M шагов вперед в предположении, что ряд \tilde{F}_N допускает продолжение с помощью линейной рекуррентной формы (ЛРФ):

$$g_i = \begin{cases} \tilde{f}_i, & i = 0, \dots, N-1, \\ \sum_{j=1}^{L-1} a_j g_{i-j}, & i = N, \dots, N+M-1, \end{cases} \quad (3)$$

где коэффициенты разложения a_j равны:

$$R = (a_{L-1}, \dots, a_1)^T = \frac{1}{1-v^2} \sum_{i=1}^r \pi_i P_i^\Delta;$$

P_1, \dots, P_r — некоторый ортонормированный базис пространства $\aleph_r \subset R^L$;

P_i^Δ — вектор, состоящий из $(L-1)$ компонент вектора P_i ;

π_i — последняя компонента вектора P_i , а коэффициент вертикальности v удовлетворяет условию $v^2 = \pi_1^2 + \dots + \pi_r^2 < 1$.

Для более точной идентификации типа аппроксимации компоненты и определения периода цикла используют корни характеристического многочлена ЛРФ [5].

4. Результаты применения метода SSA. Разложению на компоненты были подвергнуты следующие временные ряды: числа Вольфа, осадки, температура воздуха. Основные результаты представлены в таблице 1.

На рисунках 4 и 5 показаны графики фактических, модельных по сумме компонент и отдельно трендциклических компонент, построенных для временных рядов чисел Вольфа и осадков.

Совместный анализ результатов разложения чисел Вольфа и суммы осадков показал, что наиболее тесная связь наблюдается между трендциклическим компонентами, которые представлены следующими комбинациями:

$$X_{T\omega} = X_1 + X_2 + X_3 \text{ — для осадков;}$$

$$F_{T\omega} = F_1 + F_6 + F_7 \text{ — для чисел Вольфа.}$$

ГЕОЭКОЛОГИЯ

Таблица 1

Основные компоненты разложения климатических и космогонических показателей

Показатель, общие данные	Компонента	Тип функции	Периоды циклов, лет	Вклад в сигнал, %
F — числа Вольфа, 1849–2019 гг., N=171, L=88	F1	Тренд		65,08
	F2–F5	Циклическая с раскачкой амплитуды	10–11	26,22
	F6–F7	Циклическая, низкочастотная	90–100	2,34
	F8–F9	Циклическая	11–12	1,28
X — осадки, мм, 1838–2019 гг., N=182, L=87	X1	Тренд, $X=0,5349t+391,18$, $R^2=0,9948$		95,06
	X2–X3	Циклическая, низкочастотная	91–92	0,73
	X4–X5	Циклическая со структурным сдвигом, модулированная высокими частотами	3–4 17–19	0,5
	X6–X7	Экспоненциально модулированные компоненты	4–5 22–26	0,33
	X10–X11	Циклическая с раскачкой амплитуды	7–9	0,26
У — температура воздуха, °С, 1838–2019 гг., N=182, L=89	У1	Тренд, растущий, линейный		98,74
	У2	Тренд структурного сдвига с переломной точкой в 1987 году		0,06
	У3–У4	Модулированные циклические компоненты	2–3 9–11	0,1
	У5–У6	Убывающие циклические компоненты	16–17	0,09
	У9–У10	Модулированные циклические компоненты	4–5 25–26	0,07
	У11–У13	Модулированные циклические компоненты	11–12	0,1

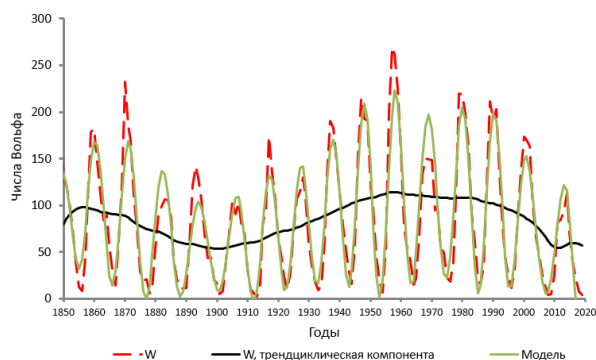


Рисунок 4 Графическое представление результатов разложения чисел Вольфа по SSA

Представление трендциклических компонент X_{Ti} и F_{Ti} в стандартизованном виде на рисунке 6 подтверждает обусловленность осадков (по метеостанции г. Луганска) солнечной активностью в глобальных масштабах, но со значительным запаздывающим сдвигом.

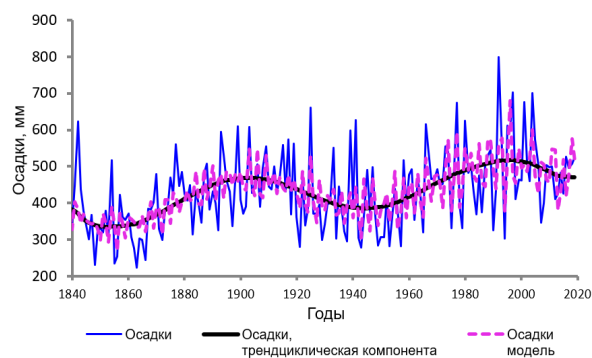


Рисунок 5 Графическое представление результатов разложения суммы осадков по SSA

Проверить выявленный на графике (рис. 6) эффект запаздывания трендовых изменений годовых осадков по отношению к тренду чисел Вольфа на данных других (соседних) метеостанций не удалось ввиду недостаточно длинных временных рядов климатических показателей. Уникальность ведущихся с 1838 г. наблю-

дений на Луганской метеостанции позволяет делать прогнозы глобальных изменений на больших временных масштабах.

На рисунке 7 показаны компоненты X_{Ti} и F_{Ti} в исходных размерностях на фазовой плоскости. Для анализа выделены поворотные точки А–К с временными отметками. Период В–Ж представляет собой полный цикл взаимного изменения показателей, а положение конечной точки К (2019 г.) отражает переход системы «солнечная активность — осадки» на новый цикл.

Для дальнейших выводов о том, будет ли новый глобальный «вековой» цикл повторением предыдущего или же пойдет по спирали, статистических данных пока недостаточно. Но в любом случае на ближайшие годы трендовая компонента осадков будет понижаться, в то время как глобальный тренд солнечной активности будет расти.

Использование метода SSA, кроме анализа компонент, позволяет сделать рекуррентный прогноз для годовых сумм осадков по формуле (3). Для прогноза взяты первые 13 компонент разложения осадков, доля вклада которых в общую дисперсию X составляет 97,5 %. Прогнозирование выполнялось в 2 этапа:

а) по данным за период 1838–2019 гг. расхождение модельных и фактических данных составило в среднем 13,6 %. Получен прогноз на 2020 г. — 367,46 мм с относительной погрешностью $\varepsilon=28\%$ (фактическое значение равно 287 мм).

б) по данным за период 1838–2020 гг. расхождение модельных и фактических данных составило в среднем 13,5 %. Получен прогноз на период с 2021 по 2050 гг.

Модель проверялась на устойчивость при изменении длины ряда фактических данных. Наибольшую устойчивость при прогнозировании показала трендциклическая компонента (расхождение между расчетными данными не более 1 % при уменьшении ряда на 13 последних лет).

На рисунке 8 показаны графики, построенные для годовых сумм осадков по временным рядам, представляющим

трендциклическую компоненту, фактические, модельные и прогнозные данные.

Результаты прогнозирования по методу SSA можно улучшить, заменив рекуррентный способ прогноза по формуле (3) на прогноз по модели в виде суммы аналитических функций отобранных компонент. Однако этот подход требует лучшей разделимости компонент с предварительной подготовкой данных.

Кроме того, авторами выполнен анализ временных рядов F и X месячных данных ($N=2184$ мес. для каждого показателя), что потребовало значительных вычислительных ресурсов. Выявлены соответствующие тренды по временной переменной, измеряемой в месяцах. После приведения результатов к годовым показателям уравнение линейного тренда совпало с найденным выше.

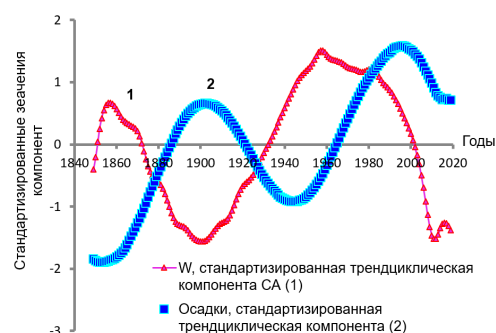


Рисунок 6 Трендциклические компоненты чисел Вольфа и осадков в динамике

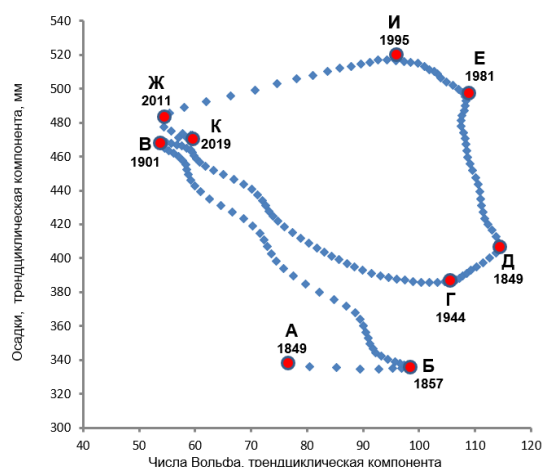


Рисунок 7 Трендциклические компоненты чисел Вольфа и осадков на фазовой плоскости

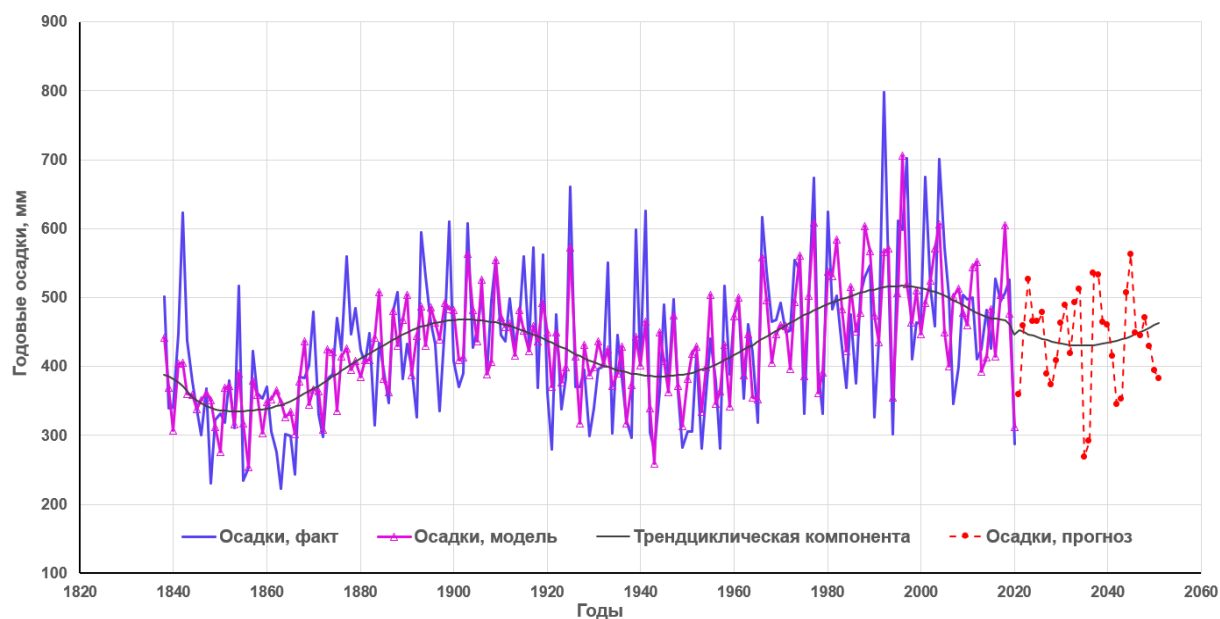


Рисунок 8 Прогноз суммарного количества осадков по рекуррентной формуле модели SSA

Выводы и направление дальнейших исследований. С помощью метода SSA было установлено влияние солнечной активности, оцениваемой числами Вольфа, на суммарные годовые осадки, которые наблюдались на Луганской метеостанции, начиная с 1838 г. Воздействие активности Солнца на осадки региона проявляется через влияние долгопериодического векового тренда СА на вековой тренд годовых осадков с запаздыванием последнего.

Прогнозирование годовых сумм осадков с помощью рекуррентной формулы метода SSA показывает, что тренд на уменьшение осадков в регионе будет продолжаться примерно до 2035 года. И хотя суммы

осадков на данной территории в разные годы прогнозируются как выше, так и ниже климатической нормы (за счет изменения других циклических компонент со значительной степенью случайной изменчивости), в целом нас ждет долгосрочный период маловодных лет, что, несомненно, отразится на уровнях поверхностных и подземных вод исследуемой территории.

Дальнейшие исследования будут направлены на уточнение моделей анализа и прогноза региональных климатических показателей за счет новых данных, проведения многомерного SSA с совместным рассмотрением изменений климатических и гидрологических показателей на территории ЛНР.

Библиографический список

1. Изменения климата Луганщины и их прогнозирование. Основания для оптимизма [Текст] / И. Д. Соколов и др. — Луганск : ФЛП Пальчак А. В., 2017. — 200 с.
2. SILSO, Мировой центр данных. Число солнечных пятен и долгосрочные солнечные наблюдения [Электронный ресурс] : Королевская обсерватория Бельгии, онлайн-каталог номеров солнечных пятен. — Режим доступа: <http://sidc.be/silso/datafiles> (22.03.2021).
3. Компьютерное моделирование динамических рядов метановыделения выемочного участка [Текст] / Подлипенская Л. Е., Хмелева А. В., Бубунец Ю. В., Долгопятенко С. И. // Сб. науч. трудов ДонГТУ. — 2008. — № 27. — С. 153–160.
4. Голяндина, Н. Э. Метод «Гусеница»-SSA: анализ временных рядов [Текст] : учеб. пособ. / Н. Э. Голяндина. — СПб. : Изд-во СПбГУ, 2004. — 76 с.

5. Голяндина, Н. Э. Метод «Гусеница»-SSA: прогноз временных рядов [Текст] : учеб. пособ. / Н. Э. Голяндина. — СПб. : Изд-во СПбГУ, 2004. — 52 с.
6. Сервер ВНИИГМИ-МЦД [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://meteo.ru/it/178-aisori> (23.03.2021).
7. Вительс, Л. А. Аномалии циклического хода солнечной активности и тенденция современных колебаний климата [Текст] / Л. А. Вительс // Труды Главной геофизической обсерватории. — 1962. — Вып. 133. — С. 33–52.
8. Чижевский, А. Л. Космический пульс жизни: Земля в объятиях Солнца. Гелиотераксия [Текст] / А. Л. Чижевский. — М. : Мысль. 1995. — 768 с.
9. Кулик, К. Н. Катастрофические засухи в степной Европейской части России, их дендрохронологическая индикация и связь с циклическостью солнечной активности [Текст] / К. Н. Кулик, А. Т. Барабанов, В. И. Панов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. — 2016. — Т. 18. — № 2-2. — С. 438–443.
10. Eddy, J. A. The Case of the Missing Sunspot [Text] // Scientific American. — 1977. — Vol. 236. — No. 5. — P.80–92.
11. Бубин, М. Н. Ритмичность многолетних колебаний стока как интегральный показатель изменчивости климата (на примере Урала) [Текст] : монография / М. Н. Бубин, Н. С. Рассказова. — Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2013. — 279 с.

© Подлипенская Л. Е.

© Долгих Е. Д.

© Горельников С. А.

**Рекомендована к печати к.х.н., зав. КМНИЛ НЦМОС ДонГТИ Смирновой И. В.,
д.с.-х.н., зав. каф. экологии и природопользования ЛГАУ Ладыш И. А.**

Статья поступила в редакцию 21.04.2021.

PhD in Technical Sciences Podlipenskaya L. E. (DonSTI, Alchevsk, LPR), Dolgikh E. D. (LSAU, Lugansk, LPR), Gorelnikov S. A. (DonSTI, Alchevsk, LPR)

STUDYING TIME SERIES OF CLIMATIC INDICATORS USING THE SINGULAR SPECTRAL ANALYSIS METHOD

The work investigated the time series of climatic indicators according to the data of the Lugansk meteorological station. SSA analysis of atmospheric precipitation and solar activity index (SA) — Wolf numbers was carried out. The structures of the rows are determined and their correlations have been found out. The regularities of changes in the global trend-cyclical components of annual precipitation and Wolf numbers have been established. The forecast of atmospheric precipitation has been made.

Key words: climatic indicators, atmospheric precipitation, solar activity, Lugansk meteorological station, SSA method, cyclic components, trends.

УДК 504.4:626(81)

к.х.н. Смирнова И. В.,
Вознюк Ю. С.
(НЦМОС ДонГТИ, г. Алчевск, ЛНР)

АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ МИРОВЫХ И РЕГИОНАЛЬНЫХ ВОДНЫХ ПРОБЛЕМ

Работа посвящена изучению и анализу некоторых водных проблем мирового и регионального уровня. Подробно рассмотрены и проанализированы результаты мониторинга воды Исаковского водохранилища, реки Белая, колодцев, родников и источников г. Алчевска и посёлков Перевальского района. Предложены тенденции рационального использования и охраны водных ресурсов Луганской Народной Республики.

Ключевые слова: водные ресурсы, водопотребление, показатели качества воды, мониторинг водных объектов.

Проблема и её связь с научными и практическими задачами. Водных запасов на планете много, но только 3 % воды можно считать пресной. Остальные 97 % — это солёные воды морей и океанов.

Пресные воды бывают подземными, поверхностными и осадочными. К подземным относятся родники и источники, к поверхностным — реки, озёра, ледники, ручьи, к осадочным — снег, град и дожди. 85 % пресных вод сосредоточено во льдах полярных зон и ледников.

Состав пресных вод неодинаков и зависит от окружающей среды, залежей ископаемых, грунтов, солей и минералов, от жизнедеятельности человека.

Круговорот воды в природе предполагает, что вода, соприкасаясь со всевозможными веществами, становится раствором этих веществ. Наименьшая концентрация растворённых веществ отмечается в атмосферных осадках, ледниках и снежниках, поскольку при испарении вода теряет большую часть растворённых в ней веществ. Но при выпадении в виде дождя или снега вода поглощает аэрозоли и пыль, которые содержатся в атмосфере. Поэтому в местах, где сильно загрязнена атмосфера, осадки становятся источниками загрязнения водных объектов.

Одним из важнейших свойств природной воды является то, что она служит «буфером», т. е. может поддерживать посто-

янное значение pH при попадании в неё определенного количества кислот или гидроксидов, которые нейтрализуются углекислым газом и гидрокарбонатами, растворёнными в природной воде. Главную роль в буферных свойствах природной воды играют гидрокарбонат-ионы.

В природных пресных водах 90 % всех растворённых солей существуют в виде ионов. Преобладающими являются три аниона (HCO_3^- , Cl^- и SO_4^{2-}) и четыре катиона (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ и K^+) — их называют главными ионами. Хлорид-ионы Cl^- придают воде солёный вкус, сульфат-ионы SO_4^{2-} , ионы кальция Ca^{2+} и магния Mg^{2+} — горький; гидрокарбонат-ионы HCO_3^- безвкусны.

До недавнего времени пресная вода считалась неиссякаемым природным ресурсом. Из школьных курсов природоведения и химии мы знаем, что, благодаря круговороту воды в природе, её запасы постоянно восстанавливаются. Но в последние 50–70 лет, в связи с изменениями климата, деятельностью человека, перенаселённостью Земли, дефицит пресных вод становится все ощутимее. Ежегодно мировая потребность в чистой пресной воде составляет 63 млн. кубометров — это привело к тому, что в настоящее время каждый шестой житель планеты испытывает нехватку питьевой воды. И с каждым годом это соотношение будет только расти [1].

Если в 70-е годы XX столетия на одного жителя планеты приходилось 11 тыс. м³ пресной воды в год, в 80-е годы — 8,7 тыс. м³ в год, в 90-е — уже 6,5 тыс. м³ в год, а к 2050 году прогнозируют, что на одного жителя планеты в год будет приходиться не более 4 тыс. м³ пресной воды.

Если человечество в ближайшее время не найдет альтернативу использованию природных запасов пресных вод, то проблема дефицита воды достигнет глобальных масштабов, что может привести к нестабильности в обществе, войнам, мировым катаклизмам и упадку экономики.

Во все времена реки были источником пресной воды. Но в современную эпоху они стали источником транспортировки отходов, которые по руслу рек стекают в моря и океаны. Большая часть использованной предприятиями речной воды возвращается в реки и водоёмы со сточными водами. Дело в том, что даже при самой совершенной очистке, примерно 80 % растворённых неорганических и до 10 % органических загрязняющих веществ остаются в очищенных сточных водах. Такая вода может стать пригодной для потребления только после многократного разбавления чистой природной водой.

Мировой водохозяйственный баланс показал, что на разбавление стоков уходит почти 20 % ресурсов пресных вод мира. Специалисты рассчитали, что, даже если нормы водопотребления уменьшатся, а очистке будут подвергаться все сточные воды, всё равно ежегодно потребуется 30–35 тыс. км пресной воды на разбавление сточных вод. Это означает, что ресурсы полного мирового речного стока близки к исчерпанию, а во многих районах мира они уже исчерпаны. Для справки: 1 км очищенной сточной воды «портит» 10 км речной воды, а не очищенной — в 3–5 раз больше. Из этого следует, что качество пресной воды резко падает и она становится непригодной для потребления.

Наиболее водоёмкие отрасли промышленности: сталелитейная, химическая,

нефтехимическая, целлюлозно-бумажная и пищевая. На них уходит почти 70 % всей используемой в промышленности воды.

Главный же потребитель пресной воды — сельское хозяйство: на его нужды уходит 70–80 % всей пресной воды.

Человечеству придётся изменить стратегию водопользования — перейти на замкнутое водоснабжение, на маловодную или малоотходную, а затем — на «сухую» или безотходную технологию с резким уменьшением объёмов потребления воды и сброса сточных вод [2].

Кроме того, необходим постоянный контроль за состоянием водных объектов, которые являются источниками водоснабжения. Эти вопросы были, являются и будут актуальными во все времена.

Постановка задачи. Для оценки масштабов водного коллапса необходим анализ водных проблем на всех уровнях — от регионального до планетарного. Конечно, объять необъятное невозможно, но рассмотреть и проанализировать хотя бы некоторые аспекты этих проблем не только вполне реально, но и ценно для дальнейших исследований и грядущих шагов в решении всеобщей мировой проблемы.

Крупнейшим в мире природным резервуаром пресной воды считается озеро Байкал, в нём содержится пятая часть всех мировых запасов пресных вод — 23000 км³.

В 1966 г., несмотря на протесты ученых, писателей и простых жителей, был пущен в эксплуатацию Байкальский целлюлозно-бумажный комбинат (ЦБК).

Необходимость ликвидировать экологический ущерб от его деятельности возникла практически одновременно с его пуском. По официальным данным за полвека работы комбината в шламонакопителях скопилось и хранится более 6,2 млн м³ отходов IV класса опасности.

В 2014 г. Байкальский ЦБК закрылся. Но на фоне переставших дымить труб стали заметнее другие экологические проблемы, угрожающие объекту Всемирного природного наследия.

Главная проблема — антропогенное воздействие на экосистему Байкала. Это организованный и неорганизованный туризм, и как следствие — мусор, бытовые стоки турбаз, уничтожение растительности, причинение вреда зверям и птицам. Но не следует обвинять в этом только туристов — жители прибрежных городов и населенных пунктов тоже не отстают: сливают стоки и оставляют твёрдые бытовые отходы.

По берегам Байкала находится много старых котельных, их отходы попадают в атмосферу и воду. А современных очистных сооружений практически нет.

Есть еще флот (туристический и рыболовецкий), который сливает в Байкал топливо и сбрасывает бытовой мусор. В год образуется 25 тыс. тонн отходов и лишь 600 тонн сдаются на переработку.

Огромный вред Байкалу наносит массовая вырубка окрестных лесов — это неизбежно приводит к пересыханию рек, ручьёв и уменьшению притока вод в Байкал.

А в 2016 году началось понижение уровня озера, которое, по мнению специалистов, связано с зарегулированием стоков ГЭС на Ангаре, вырубкой леса и многолетним глобальным маловодьем.

Эксперты РАН утверждают, что особую опасность для экосистемы озера представляет процесс скрытой эвтрофикации, то есть насыщения биогенными элементами мелководных зон. Речь идет в первую очередь об азоте и фосфоре, попадающими в озеро со сбросами неочищенных сточных вод, так как действующие коммунальные очистные сооружения не обеспечивают должной степени очистки, а ввод в эксплуатацию новых очистных сооружений и реконструкция существующих до сих пор под большим вопросом [3, 4].

Есть ещё одна большая беда — на Байкале распространяется зеленая нитчатая водоросль спирогира, которая питается отходами жизнедеятельности человека. По сведениям Всероссийского центра мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного ха-

рактера, к середине апреля 2018 года побережье Байкала почти на 60 % поросло спирогирой, которая ранее в озере практически не встречалась и вообще характерна для тёплых водоёмов.

Бурный рост спирогиры начался еще в 2015 году. Он наблюдался одновременно с появлением вредных бактерий и массовой гибелью байкальской губки, что уже было экологической катастрофой. Байкальская губка (рис. 1) — это природный фильтр воды. Она растет по 1 см в год, и одна маленькая веточка фильтрует до 60 литров воды в день.

По мнению экспертов, одним из наиболее вероятных объяснений бурного роста спирогиры стало использование туристами и местными жителями стиральных порошков с высоким содержанием фосфора и, конечно, отсутствие нормально работающих очистных сооружений.

По оценкам специалистов ЮНЭП (UNEP — United Nations Environmental Program) [5], развитие туризма и рост вокруг водоёмов населенных пунктов, в которых не строятся очистные сооружения, — явление, характерное для всех мировых акваторий.

Строители дачных (коттеджных и пр.) посёлков вокруг водоёмов об очистных сооружениях (особенно для бытовых стоков) вспоминают в последнюю очередь. Эта проблема существует давно, просто теперь она достигла таких масштабов, что бросается в глаза.



Рисунок 1 Байкальская губка

Таким образом, кроме дефицита пресной воды, актуальным остается вопрос её загрязнения и как результат — непригодности для использования.

Исследовать собственными силами мировые источники пресной воды мы не можем, поэтому нашей задачей было исследование состояния региональных водных объектов.

Целью данной работы является информационный анализ некоторых мировых водных проблем, а также исследование и анализ ситуации с водными ресурсами в нашей Республике, в нашем городе и в примыкающем к нам Перевальском районе.

Объект исследования — водные объекты ЛНР и Перевальского района.

Предмет исследования — вода Исаковского водохранилища, реки Белая, колодцев, родников и источников г. Алчевска и поселков Бугаевка, Дельта и Малоконстантиновка.

Методика исследования. Исследование физико-химического состава воды перечисленных объектов осуществлялось в соответствии с нормативными документами, ГОСТами и методиками для подземных и поверхностных вод и воды питьевого качества. Методики предполагают использование гравиметрического, титриметрического, потенциометрического и фотометрического методов анализа с последующей статистической обработкой результатов [6–8].

Изложение материала и его результаты. Проанализируем ситуацию с водными ресурсами в нашей Республике, в нашем городе и в примыкающем к нам Перевальском районе.

Начнём с того, что Донбасс всегда был и остаётся очень маловодным регионом. На одного жителя Луганской Народной Республики в зависимости от водности года приходится от 160 до 500 м³ воды в год, что в 5–10 раз ниже, чем в европейских странах.

Основными источниками поверхностных вод на территории ЛНР являются реки Миус и Северский Донец (трансграничные водные объекты).

Проблема дефицита воды для населения в нашем регионе усугубляется ещё и ее неудовлетворительным качеством в водных объектах. В большинстве из них вода классифицируется как загрязненная. Кроме того, существующие предприятия в основном используют ресурсоёмкие технологии, и практически все нарушают нормы водопотребления на единицу продукции.

В среднем ежегодно в природные водные объекты на территории ЛНР сбрасывается порядка 138 млн. м³ сточных вод, из них загрязнённых — 126 млн м³ (91 %). Сточные воды угольной промышленности составляют 77 % от общего объёма сброса. Шахтные воды из-за высокой минерализации относятся к категории «загрязнённые».

Огромные объёмы загрязнённых сточных вод сбрасывают ещё и предприятия водоканала. Основные причины — недостаточные мощности и техническая изношенность большинства очистных сооружений, а также сброс в сети городской канализации производственных сточных вод. Существующие схемы очистки сточных вод не обеспечивают должного удаления азота аммонийного и фосфатов. 90 % сооружений канализации нуждаются в реконструкции или модернизации.

Результатом такого отношения явилось ухудшение качества воды в источниках, родниках, колодцах, реках и Исаковском водохранилище, которое для нашего региона — практически Байкал.

Немного местной истории. Исаковское водохранилище создано в 1954 году для обеспечения технической водой двух предприятий города — алчевского металлургического комбината (АМК) и коксохимического завода. За последующие 2–3 десятилетия территорию вокруг водохранилища практически полностью застроили дачными участками, поэтому Исаково стало ещё и водоёмом культурно-бытового назначения [9].

Пополнение воды в водохранилище осуществляется за счёт впадающей в него реки Белой, родниковых источников и осадков.

ГЕОЭКОЛОГИЯ

Глубокие исследования состояния Исаковского водохранилища показали, что качество воды в нём ухудшается с каждым годом.

Много неприятностей водоёму доставляет неконтролируемый сброс сточных вод коммунальными и промышленными объектами Перевальского района, очистные сооружения которых морально устарели, физически изношены, требуют капитального ремонта или полной реконструкции.

Ухудшению качества исаковской воды очень способствует ещё и заиливание водоёма, которое приводит к вторичному загрязнению. Осадок на дне заливает и тампонирует родниковые источники, питающие водоём, вследствие чего нет притока чистой разбавляющей воды.

С 1993 г. население и администрация города постоянно поднимают вопрос очистки водоёма от донных отложений. Был даже разработан проект очистки, но так как выполнение этих работ требует солидных капитальных затрат, осуществление проекта было отложено на неопределённый срок.

На протяжении многих лет лаборатории ДонГТИ, АМК, Алчевской и Перевальской СЭС проводили постоянный мониторинг состояния воды и донных отложений Исаковского водохранилища.

В таблице 1 приведены данные мониторинга за 2005–2011 гг.

Проанализируем результаты мониторинга.

По значениям водородного показателя вода в водохранилище слабощелочная ($\text{pH} \approx 8,23$), что может свидетельствовать о достаточно высоком карбонатно-бикарбонатном анионном составе. Невысокие для нашего региона значения жёсткости воды ($\text{Ж}_{\text{ср}} \approx 8,25$ мг-экв/дм³) и соответственно концентрации ионов кальция и магния позволяют предположить, что относительная «мягкость» воды обусловлена наличием ионов натрия и калия.

Суммарное содержание калий-, натрий-, карбонат- и бикарбонат-ионов приведено в таблице 2.

Содержание хлоридов и сульфатов за период исследования воды Исаковского водохранилища находится в пределах СанПиН 2.1.5-980-00 [10].

По сухому остатку с 2007 года наблюдается превышение норм, предусмотренных [10], причём с тенденцией роста, — это свидетельствует о накоплении солей, т. е. об увеличении минерализации, что может привести к уровню засоления, препятствующему рыбохозяйственной деятельности.

Таблица 1

Качество воды Исаковского водохранилища за период 2005–2011 гг.

Показатель качества	Годы						
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
рН	8,24	8,62	8,58	8,42	8,28	7,82	7,64
Жестк. общая, мг-экв/дм ³	7,40	6,94	7,62	8,25	8,52	8,73	10,27
Кальций, мг/дм ³	72,75	75,35	55,71	79,16	87,78	106,81	102,10
Магний, мг/дм ³	46,09	38,67	59,58	52,23	50,1	41,30	50,54
Хлориды, мг/дм ³	74,38	70,81	107,06	107,75	84,6	156,50	174,79
Сульфаты, мг/дм ³	381,37	343,12	460,62	521,9	478,89	425,70	453,81
Азот аммонийный, мг/дм ³	0,190	0,270	0,294	0,250	0,379	0,350	0,380
Нитриты, мг/дм ³	0,053	0,0529	0,036	0,061	0,136	0,140	0,182
Нитраты, мг/дм ³	4,97	4,764	0,792	0,697	1,024	1,080	1,230
Железо, мг/дм ³	0,134	0,183	0,175	0,148	0,136	0,094	0,094
Сухой ост., мг/дм ³	884,0	824,6	1180,6	1203,4	1214,1	1227,7	1318,7
Окисляемость, мг/дм ³	4,04	3,59	4,67	5,73	9,48	20,20	13,00
БПК ₅ , мг/дм ³	4,49	5,175	4,526	5,35	5,83	6,79	5,29
Раств. кислород, мг/дм ³	12,06	10,156	11,35	9,71	15,5	7,45	7,27

ГЕОЭКОЛОГИЯ

Таблица 2

Натриево-калиево-карбонатно-бикарбонатный состав воды Исаковского водохранилища за период 2005–2011 гг.

Суммарный ионный состав воды, мг/дм ³	Годы						
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
$\Sigma C (K^+, Na^+, HCO_3^-, CO_3^{2-})$	309,5	296,7	497,6	442,3	512,7	497,4	537,5

Содержание железа общего в воде водоёма практически не изменяется и находится в пределах нормы.

Более подробно следует остановиться на изменении содержания биогенных загрязнений — азота аммонийного, нитритов и нитратов.

Наличие биогенных веществ в воде водоёма в таких количествах (табл. 1) свидетельствует о протекании процессов гниения, поскольку азотсодержащие соединения являются продуктами гниения растений, микроорганизмов и т. д. В результате происходит вторичное загрязнение водоёма ионами азота аммонийного, нитритами и нитратами. По соотношению концентраций этих трёх ионов можно судить о достаточном или недостаточном содержании кислорода для работы механизма самоочищения водоёма.

Процесс разложения (гниения) органических веществ сопровождается окислением азота аммонийного в азот нитритный, а затем в азот нитратный по схеме:



Если кислорода в воде достаточно, то преобладает содержание нитратов, а азот аммонийный должен либо отсутствовать, либо присутствовать в очень небольших количествах. В таком случае механизм самоочищения работает, и водоём справляется с органическими загрязнениями.

Если кислорода в воде недостаточно, то содержание нитратов будет минимальным по сравнению с концентрацией азота аммонийного. Значит, механизм самоочищения не работает, а водоём начинает «цвести», гнить, донные отложения накапливаются, объём заиливания увеличивается и водоём погибает.

Так, содержание азота аммонийного за семь лет увеличилось в 2 раза, в то время как содержание нитратов снизилось в 4 раза. Это значит, что кислорода для окисления азота аммонийного в нитрат-ионы не хватает.

В 2020 году мы возобновили мониторинг состояния воды Исаковского водохранилища. В таблице 3 представлены данные Комплексной многопрофильной научно-исследовательской лаборатории ДонГТИ и лаборатории Алчевской СЭС.

По жёсткости, содержанию ионов кальция и магния за последние 10 лет вода Исаковского водохранилища существенных изменений не претерпела, но почти в 2,5 раза выросло содержание хлоридов и более чем в 2 раза — содержание азота аммонийного. Норму эти показатели качества воды не превысили, но такое увеличение их концентрации говорит о многолетнем попадании в водоём бытовых и промышленных сточных вод и накоплении загрязняющих веществ. Небольшое превышение ПДК по сульфатам и почти в 1,5 раза превышение нормативного значения сухого остатка говорит о повышении общего солесодержания.

Таблица 3

Значения показателей качества воды Исаковского водохранилища в 2020–2021 гг.

pH	Ж _о , мг-экв/ дм ³	Ca ²⁺ , мг/дм ³	Mg ²⁺ , мг/дм ³	SO ₄ ²⁻ , мг/дм ³	Cl ⁻ , мг/дм ³	NH ₄ ⁺ , мг/дм ³	NO ₂ ⁻ , мг/дм ³	Сух. ост., мг/дм ³
8,4	8,9	100,2	47,4	525	237,0	0,63	0,07	1480
6,5–8,5	7 (10)	не норм.	не норм.	≤500	≤350	≤2,0	≤3,3	≤1000

ГЕОЭКОЛОГИЯ

Анализ результатов мониторинга состояния Исаковского водохранилища, как и 10 лет назад, позволяет сделать неутешительные выводы:

1. Протекание процессов гниения органических загрязнений сопровождается увеличением концентрации азота аммонийного и нитритов, что приводит к вторичному загрязнению водоёма и увеличению объёмов донных отложений, которые тампонируют родниковые источники и перекрывают подпитку водоёма чистой водой.

2. Недостаточное количество кислорода делает невозможным осуществление механизма самоочищения водоёма.

3. Продолжается загрязнение водоёма сточными водами, поступающими с водой р. Белая.

Кроме исследования состояния воды Исаковского водохранилища, мы начали мониторинг воды реки Белая, воды родников, источников и колодцев посёлков Бугаёвка, Дельта и Малокопстантиновка, расположенных вдоль правого берега водохранилища, а также родников и колодцев г. Алчевска.

Выполняя эти исследования, мы преследуем несколько целей:

1. Организовать проведение систематического мониторинга водных объектов бассейна р. Белая, а также источников, родников, колодцев г. Алчевска и некоторых посёлков Перевальского района.

2. Посчитать баланс поверхностных и подземных вод в р. Белая в пределах водосбора Исаковского водохранилища.

3. Разработать методику оценки состояния малых рек ЛНР в различных условиях водности.

4. Разработать рекомендации по оптимизации водопользования на выбранном водосборе.

В таблице 4 приведены показатели качества воды р. Белая. Пробы воды отобраны 16.03.2021.

Как видно из таблицы, р. Белая поставляет в Исаковское водохранилище воду с высокими значениями жёсткости и сухого остатка, что, в общем-то, характерно для водных объектов нашего региона.

Далее мы отобрали пробы воды родников и колодцев п. Бугаёвка и г. Алчевска в следующих точках:

п. Бугаёвка

1) ул. Красных партизан, 29 (нижний колодец);

2) ул. Красных партизан, 29 (верхний колодец);

3) ул. 8 марта, 1 (колодец);

4) ул. Красных партизан, 4 (колодец);

5) родник совхозный;

6) новостройка (родник);

7) ул. Новая колонна (колодец);

г. Алчевск

1) пер. Краснооктябрьский (родник);

2) ул. Мичурина, 133а (колодец);

3) пер. Мичурина, 2 (родник);

4) ул. Воровского, 16 (колодец);

5) ул. Воровского, р-н УТОГ (родник);

6) ул. Ушакова, 17 (родник);

7) водопроводная вода (5 корп. ДонГТИ).

Результаты анализов отобранных проб представлены в таблицах 5 и 6.

Таблица 5 (п. Бугаёвка): во всех пробах, кроме 5 (родник совхозный), наблюдается сильное превышение значений $J_{\text{о}}$ и сухого остатка, что говорит о высокой минерализации вод.

Таблица 4

Показатели качества воды р. Белая до моста п. Бугаёвка

pH	E_h , мВ	$J_{\text{о}}$, мг-экв/дм ³	Сухой остаток, мг/дм ³	СГ, мг/дм ³	NH_4^+ , мг/дм ³	NO_3^- , мг/дм ³	NO_2^- , мг/дм ³	PO_4^{3-} , мг/дм ³
8,07	218	17	1684	73,74	0,00	0,08	0,00	0,63
6,5–8,5	–	≤ 7 (10)	≤ 1000	≤ 350,0	≤ 2,0	≤ 50,0	≤ 3,3	≤ 3,5

ГЕОЭКОЛОГИЯ

Таблица 5

Результаты анализов проб воды родников и колодцев п. Бугаёвка

Место отбора пробы	pH	E _h , мВ	Ж _о , мг-экв/дм ³	Сухой остаток, мг/дм ³	СГ, мг/дм ³	NH ⁺ ₄ , мг/дм ³	NO ⁻ ₃ , мг/дм ³	NO ⁻ ₂ , мг/дм ³	PO ³⁻ ₄ , мг/дм ³
1	7,52	121	26,4	2414	293,5	0,24	0,25	0,08	2,34
2	7,73	126	16,8	1772	222,6	0,10	1,13	0,09	2,44
3	7,52	137	16,4	1771	140,4	0,07	0	0,08	2,03
4	6,81	157	23,6	2886	123,4	0,6	0,19	0,10	2,11
5	7,04	145	10,4	769	38,3	0,00	0,26	0,09	4,51
6	7,14	155	13,0	1107	109,2	0,08	0,06	0,10	2,44
7	6,95	165	19,0	1779	126,2	0,13	0,05	0,09	2,50
Норма*	6,5–8,5	–	≤7	≤1000	≤250,0	≤0,5	≤50,0	≤0,5	≤3,5
Норма**	6,5–8,5	–	≤7 (10)	≤1500	≤350,0	≤2,6	≤50,0	≤3,3	не опр.

Таблица 6

Результаты анализов проб воды родников и колодцев г. Алчевска

Место отбора пробы	pH	E _h , мВ	Ж _о , мг-экв/дм ³	Сухой остаток, мг/дм ³	СГ, мг/дм ³	NH ⁺ ₄ , мг/дм ³	NO ⁻ ₃ , мг/дм ³	NO ⁻ ₂ , мг/дм ³	PO ³⁻ ₄ , мг/дм ³
1	7,36	172	21,6	2316	306,3	0,00	0,05	0,11	2,20
2	7,75	185	26,6	2536	424,0	0,13	2,60	0,12	1,97
3	7,56	191	26,2	2526	380,0	0,36	0,04	0,03	3,03
4	7,48	190	16,6	1669	334,7	0,07	0,17	0,11	1,93
5	7,36	191	17,6	2236	372,9	0,07	0,87	0,11	2,38
6	7,38	193	14,6	1798	326,1	0,01	0,14	0,10	2,93
7	7,05	174	16,2	1788	313,4	0,22	0,13	0,13	3,15
Норма*	6,5–8,5	–	≤7	≤1000	≤250,0	≤0,5	≤50,0	≤0,5	≤3,5
Норма**	6,5–8,5	–	≤7 (10)	≤1500	≤350,0	≤2,6	≤50,0	≤3,3	не опр.

Нормативы для воды взяты из ГСанПиН 2.2.4-171–10 [7]:

*для водопроводной питьевой воды;

**для воды питьевого качества из колодцев, каптажей, источников.

В пробе 1 (ул. Красных партизан, 29, нижний колодец) — небольшое превышение содержания хлоридов — этим объясняется солоноватый вкус воды.

В пробе 5 (родник совхозный) сильное превышение содержания фосфатов — очевидно, туда попадают стоки находящейся недалеко птицефермы.

Значения окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) всех проб достаточно низкие, что может свидетельствовать о слабом протекании окислительных процессов — явление, характерное для холодного времени года.

Таблица 6 (г. Алчевск): сильное превышение показателей жёсткости и сухого ос-

татка свидетельствует о высокой минерализации вод всех анализируемых объектов (даже водопроводной воды, проба которой отобрана для сравнения).

Повышенное содержание хлоридов в пробах 2, 3, и 5 может объясняться попаданием бытовых сточных вод в исследуемые объекты.

Содержание хлоридов в пробе 7 выше норм ПДК для водопроводной воды, что недопустимо.

Значения окислительно-восстановительного потенциала всех проб воды родников и колодцев г. Алчевска выше значений ОВП воды родников и колодцев п. Бугаёвка, что может означать более интенсивное,

ГЕОЭКОЛОГИЯ

чем в Бугаёвке, протекание окислительных процессов, и характеризовать алчевские источники как менее пригодные для питьевого назначения.

По химическим показателям воду родников и колодцев Алчевска и Бугаёвки можно отнести к условно питьевой. И то — с очень большой натяжкой: пить вообще-то можно, но лучше этого не делать. Тем более, что это анализы зимнего периода. Необходимо установить, как изменятся показатели в тёплый и жаркий периоды.

В 60–80-х годах прошлого столетия многие инженеры и исследователи мира изучали свойства талой воды, утверждая, что правильная заморозка, а затем разморозка воды способствует её очистке [11].

С водой из колодцев и родников п. Бугаёвка мы провели эксперимент с заморозкой-разморозкой и последующим анализом талой воды (табл. 7).

Итак, после заморозки-разморозки pH воды смещается в щелочную область, ОВП увеличивается примерно на 20 % — это говорит об активации окислительных процессов, поэтому содержание азота аммонийного и нитритов уменьшается, а содержание нитратов увеличивается, т. е. активация окислительных процессов запускает механизм самоочищения в талой воде.

Жёсткость снижается практически вдвое, а содержание фосфатов — втрое.

Таким образом, замораживание воды дает ощутимый эффект очистки!

Таблица 7

Результаты анализов проб воды после заморозки-разморозки

Место отбора пробы	Заморозка-разморозка	pH	E _h , мВ	Ж _о , мг-экв/дм ³	NH ⁺ ₄ , мг/дм ³	NO ⁻ ₂ , мг/дм ³	NO ⁻ ₃ , мг/дм ³	PO ³⁻ ₄ , мг/дм ³
1	до	6,81	157	23,6	0,60	0,10	0,11	2,11
	после	7,01	181	13,2	0,13	0,07	0,19	1,46
2	до	7,04	145	10,4	0,00	0,09	0,26	4,51
	после	7,18	172	5,6	0,00	0,07	0,39	1,38
3	до	7,14	155	13,0	0,08	0,10	0,06	2,44
	после	7,48	173	7,2	0,00	0,07	0,38	0,84
4	до	6,95	165	19,0	0,13	0,09	0,05	2,50
	после	7,50	179	9,6	0,11	0,06	0,15	0,80
Норма*		6,5–8,5	–	≤ 7	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 50,0	3,5
Норма**		6,5–8,5	–	≤ 7 (10)	≤ 2,6	≤ 3,3	≤ 50,0	не опр.

Примечание: 1) ул. Красных партизан, 4 (колодец); 2) родник совхозный; 3) новостройка (родник); 4) ул. Новая колонна (колодец).

Выводы и направление дальнейших исследований. Конечно, глобальные выводы делать ещё рано, но уже можно обозначить тенденции рационального использования и охраны водных ресурсов.

1. Для обеспечения рационального водопользования необходимо сократить забор промпредприятиями воды и увеличить её оборотное использование.

2. Для улучшения качества воды в поверхностных объектах необходимо сокра-

тить объёмы сброса загрязняющих веществ со сточными водами.

3. Организовать учёт всех существующих скважин для оценки водного баланса.

4. Осуществлять постоянный систематический мониторинг водных объектов ЛНР.

5. Формировать у всех слоев населения, прежде всего у молодёжи, экологически ответственное мировоззрение.

6. Пропагандировать бережное отношение к использованию водных ресурсов.

Результатом воплощения в жизнь намеченных тенденций должно стать не только сохранение существующих водных ресурсов Республики, но и повышение индивидуальной экологической ответственности за ту территорию, на которой мы живём, со всеми её красотами и богатствами. При честном

отношении к Земле, её недрам, лесам, лугам, рекам, водоёмам, должно появиться новое поколение, которое сможет решить вопросы возрождения водных ресурсов.

Это обязательно будет — в будущем.

Но первый шаг должны сделать мы с вами.

Библиографический список

1. Семёнов, И. Е. Проблема нехватки пресной воды и пути её решения [Текст] / И. Е. Семёнов // Сантехника, отопление, кондиционирование. — 2015. — № 12 (168). — С. 36–41.
2. Калугин, О. А. Вода как важнейший фактор глобальной экономики [Текст] / О. А. Калугин // Вестник РГГУ. — 2010. — № 6 (49). — С. 92–94.
3. Ларионов, В. Г. Современное состояние мировых водных ресурсов и основные направления по увеличению их доступности [Текст] / В. Г. Ларионов, Е. Н. Шереметьева // Известия Байкальского государственного университета. — 2015. — № 25 (4). — С. 590–596.
4. Диденков, Ю. Н. Пресная вода как продукт эволюции байкальского рифтогенеза [Текст] / Ю. Н. Диденков, В. А. Бычинский, З. В. Чернышова // Известия Юго-Западного государственного университета. — 2012. — № 2 (2). — С. 222–227.
5. United Nations Environmental Program [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://oblasti-ekologii.ru/ecology/ekologiceskie-organizacii>.
6. Методики определения концентраций загрязняющих веществ в природных и сточных водах : сборник. — Донецк, 1994. — 280 с.
7. Государственные санитарные нормы и правила ГСанПиН 2.2.4-171-10 [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://ecosoft.ua/blog/trebovaniya-k-kachestvu-pitevoy-vody/>.
8. Качество измерений состава и свойств объектов окружающей среды и источников их загрязнения. — Киев, 1997. — 664 с.
9. История — ПАО «Алчевский металлургический комбинат» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://amk.lg.ua/kompaniya/istoriya/>.
10. СанПиН 2.1.5-980-00 Гигиенические требования к охране поверхностных вод [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200006938>.
11. Синюков, В. В. Вода известная и неизвестная [Текст] / В. В. Синюков. — М. : Знание, 1987. — 176 с.

© Смирнова И. В.

© Вознюк Ю. С.

**Рекомендована к печати и. о. главного врача ГМ «Алчевская городская СЭС» МЗ ЛНР
д.м.н. Капрановым С. В.,
директором НЦМОС ДонГТИ Кусайко Н. П.**

Статья поступила в редакцию 18.04.2021.

**PhD in Chemistry Smirnova I. V., Voznyuk Yu. S. (SCEM DonSTI, Alchevsk, LPR)
ANALYSIS OF SOME GLOBAL AND REGIONAL WATER PROBLEMS**

The paper is devoted to studying and analysing some water problems in global and regional scale. The results of water monitoring are considered and analyzed in detail for the Isakovo storage lake, the Belaya river, wells and springs in Alchevsk and the settlements of the Perevalsk area. Tendencies for rational use and protection of water resources of the Lugansk People's Republic are proposed.

Key words: water resources, water consumption, indicators of water quality, monitoring of water bodies.

УДК 621.785

Крамаренко А. А., Контева А. К., Лысенко И. Л., Сергейчук О. В.
 (Минприроды ЛНР, г. Луганск, ЛНР, minprirody@mprlnr.su),
Кусайко Н. П.
 (НЦМОС ДонГТИ, г. Алчевск, ЛНР, smalchevsk@gmail.com)

ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА НАПОЛНЯЕМОСТЬ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ЛНР НА ПРИМЕРЕ ЯНОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Работа посвящена изучению влияния основных факторов, влияющие на наполняемость водных объектов ЛНР на примере Яновского водохранилища и оценке состояния гидрологической обстановки в зонах природного питания Яновского водохранилища. Установлены причины снижения уровня и объема воды в Яновском водохранилище. В работе предложено применение балансового метода, который позволяет выявить взаимосвязи между отдельными параметрами, такими как расход реки, уровень воды в водохранилище, забор воды, объем водохранилища, а также количество осадков. Рассмотрено влияние ландшафтных изменений на распределение осадков.

Ключевые слова: расход реки, приток, уровень и объем водохранилища, нормальный подпорный уровень и уровень мертвого объема, закрытые шахты, осадки, маловодный период.

Проблема и её связь с научными и практическими задачами. Яновское водохранилище, расположенное на малой реке Миусик, используется для питьевого водоснабжения городов Вахрушево, Красный Луч и прилегающих поселков. По состоянию на 18.11.2020 Яновское водохранилище наполнено на 28 %.

В соответствии с протокольными решениями рабочего совещания Министерства природных ресурсов и экологической безопасности Луганской Народной Республики от 27.10.2020 по наработке предложений для решения вопросов, связанных с водными ресурсами Луганской Народной Республики в связи с ухудшением водохозяйственной обстановки на водных объектах питьевого и технического назначения (Елизаветовского и Яновского водохранилищ) Минприроды ЛНР совместно с Научным центром мониторинга окружающей среды ДонГТИ выполнило исследования, направленные на решение поставленных задач.

Постановка задачи:

1. Установить причины снижения уровня и объема воды в Яновском водохранилище.
2. Проанализировать взаимосвязи между отдельными параметрами водных объектов, такими как расход реки, уровень воды в во-

дохранилище, забор воды, объем водохранилища, а также количество осадков.

3. Выполнить прогнозный расчет наполняемости водохранилища в нормальных условиях и в условиях малой водности.

Целью настоящей работы является изучение основных факторов, влияющих на наполняемость водных объектов ЛНР на примере Яновского водохранилища и оценка гидрологической обстановки в зонах природного питания Яновского водохранилища.

Объект исследования — малая река ЛНР Миусик и Яновское водохранилище, расположенное на этой реке.

Предмет исследования — параметры: расход реки, уровень воды в водохранилище, забор воды, объем водохранилища, количество осадков, влияние ландшафтных изменений на их распределение и взаимосвязи между этими параметрами.

Задачи исследования:

- анализ среднегодового количества осадков по данным метеостанций Луганска и Дебальцево;
- определение среднегодового количества осадков в маловодный период;
- гидрологическое и гидрогеологическое обследование зоны питания Яновского водохранилища (рекогносцировочное обследо-

дование, ориентирование на местности и проведение замеров расхода реки Миусик, его притоков, привязка точек наблюдений GPS, замер уровня подземных вод в колодцах и скважинах, фиксирование результатов в полевом журнале и на карте);

– камеральная обработка полученных данных:

1) расчет расхода реки по результатам обследования;

2) расчет годового притока воды в водохранилище и прогноз его состояния;

3) расчет срока наполняемости водохранилища от уровня мертвого объема (УМО), до нормального подпорного уровня (НПУ);

4) подготовка графических приложений.

Методика исследования гидрологических и гидрогеологических показателей основывалась на действующем в Украине и РФ ГОСТ 19179–73 [1], а также действующего в Украине СНиП 2.01.14–83 от 15.07.1983 «Определение расчетных гидрологических характеристик» [2] и учебника «Гидрологические расчеты» [3].

Гидрологические расчеты включали расчет годового и среднемесячного притока воды в Яновское водохранилище, расчет времени достижения УМО водохранилища (графическим путем) и наполняемости от УМО до НПУ, расчет расхода реки Миусик по результатам замеров специалистами Минпроды ЛНР и Научного центра мониторинга окружающей среды ДонГТИ.

Исходные данные для расчетов получены из водохозяйственных паспортов и правил эксплуатации водохранилищ, а также по результатам наблюдений по гидропостам Минприроды ЛНР, по данным формы 2 ТП (водхоз) ГУП ЛНР «Луганск-вода»; данные по водопритокам в действующие и закрытые шахты предоставлены Минтопэнерго ЛНР.

Анализ и прогноз водности Луганской Народной Республики на ближайшее время выполнен на основе данных сайтов [4, 5], а также монографии «Изменения климата Луганщины и их прогнозирование. Основания для оптимизма» [6].

Методика анализа среднегодового количества осадков по данным метеостанции Дебальцево включала построение графика изменения количества осадков по годам способом аналитического выравнивания с использованием полусуммы уровней, расположенных рядом с интерполируемыми. Всего было выполнено 3 сглаживания.

Космический мониторинг состояния ландшафтов проводился двумя способами классификации спутниковых данных:

– визуальный — путем экспертного сравнения разновременных снимков;

– автоматизированный — выявление изменений включает широкий спектр методов, которые используются для идентификации, описания и количественного определения различий между изображением одной и той же территории в разное время [7].

Изложение материала и его результаты.

1. Анализ и прогноз водности Луганской Народной Республики на ближайшее время. По результатам наблюдений Луганской метеостанции за 178-летний период, приведенных в монографии «Изменения климата Луганщины и их прогнозирование. Основания для оптимизма» [6], среднегодовое количество осадков составляет 429,8 мм. По данным наблюдений метеостанции Дебальцево за период с 1936 г. по 2019 г. среднее годовое количество осадков составляет 572 мм.

На графике зависимости годового количества осадков от времени по Луганской метеостанции (рис. 1) хорошо прослеживаются вековые и сорокалетние циклы, которые по времени практически совпадают с графиком распределения количества осадков по годам, составленного по наблюдениям Дебальцевской метеостанции (рис. 2). Из анализа обработанных данных метеонаблюдений о количестве осадков следует, что с 2018–2019 гг. начался маловодный период векового цикла выпадения осадков. Продолжительность маловодного периода может составить 4–6 лет (обработка данных об осадках по метеостанции Дебальцево), т. е. сложившаяся водная обстановка будет сохраняться до 2022 г. и может продолжаться до 2024 г.

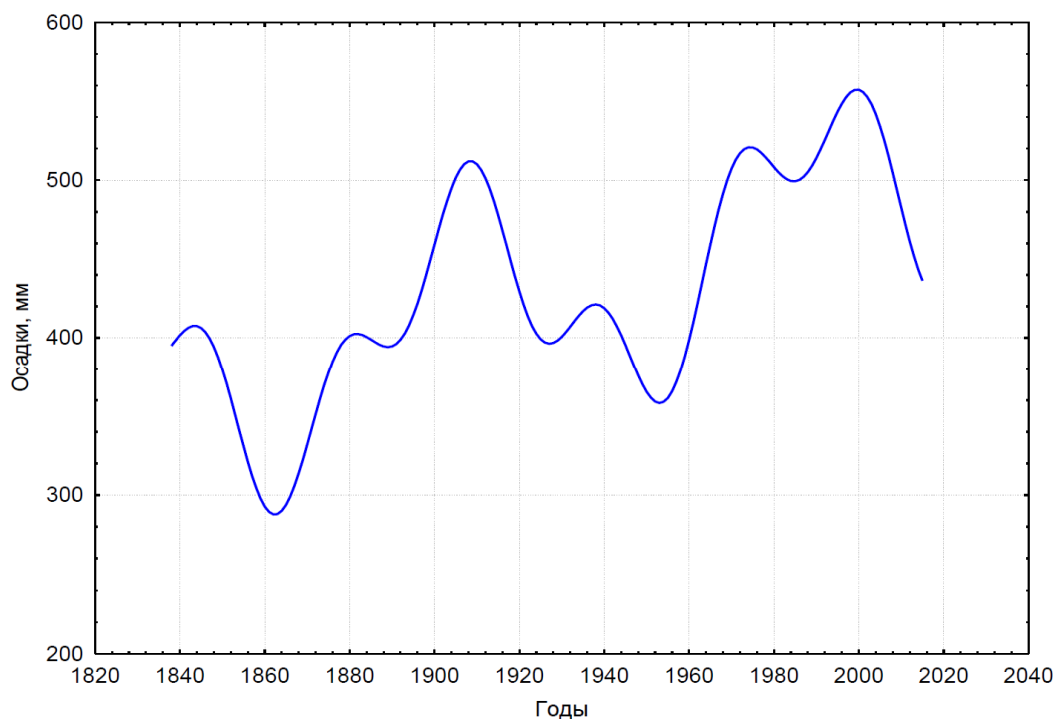


Рисунок 1 Итоговая функция, иллюстрирующая зависимость годового количества осадков от времени. [6]

Среднее количество осадков в маловодный период будет составлять 393 мм (по аналогии с маловодным периодом 1948–1954 гг.) (рис. 1).

По прогнозу на 2020–2021 гг. количество осадков не увеличится [4] (табл. 1).

2. Анализ состояния Яновского водохранилища. Яновское водохранилище расположено в Антрацитовском районе Луганской Народной Республики на реке Миусик и предназначено для питьевого водоснабжения города Красный Луч и прилегающих поселков (рис. 3). Построено в 1930–1936 гг., восстановлено в 1948 г.

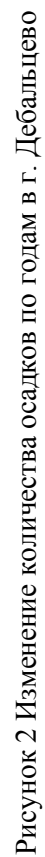
Приток воды в Яновское водохранилище формируется за счет природного питания с площади водосбора реки Миусик, подземных вод, откачиваемых водоотливными комплексами, и вод, сбрасываемых технологическим комплексом поверхности ликвидированной шахты «Краснокутской».

Протяженность водохранилища 3,5 км при средней ширине 0,21 км и глубине 4,66 м. Фактическая водоотдача

2,84 млн м³/год (по данным ОАО «Луганскводпроект» 1998 г.). Площадь зеркала водохранилища при максимальном наполнении составляет 910 тыс. м². При нормальном наполнении — 680 тыс. м². Проектная водоотдача водохранилища при 95 % обеспеченности — 2,94 млн м³/год. Площадь водосбора к створу гидроузла составляет 172,5 км² [8–10].

Уменьшение запасов воды в Яновском водохранилище наблюдается с 2018 г. На начало 2018 г. остаточный объем воды в водохранилище составлял 2,78 млн м³. В течение года забрано из водохранилища 2,88 млн м³ при годовом притоке 2,35 млн м³, остаточный объем воды на конец года составил 2,24 млн м³. Объем воды в водохранилище уменьшился на 0,54 млн м³.

На начало 2019 г. остаточный объем воды в водохранилище составил 2,24 млн м³. В течение года забрано воды из водохранилища 2,83 млн м³ при годовом притоке 2,51 млн м³, остаточный объем на конец года составил 1,92 млн м³. Объем воды в водохранилище уменьшился на 0,32 млн м³.



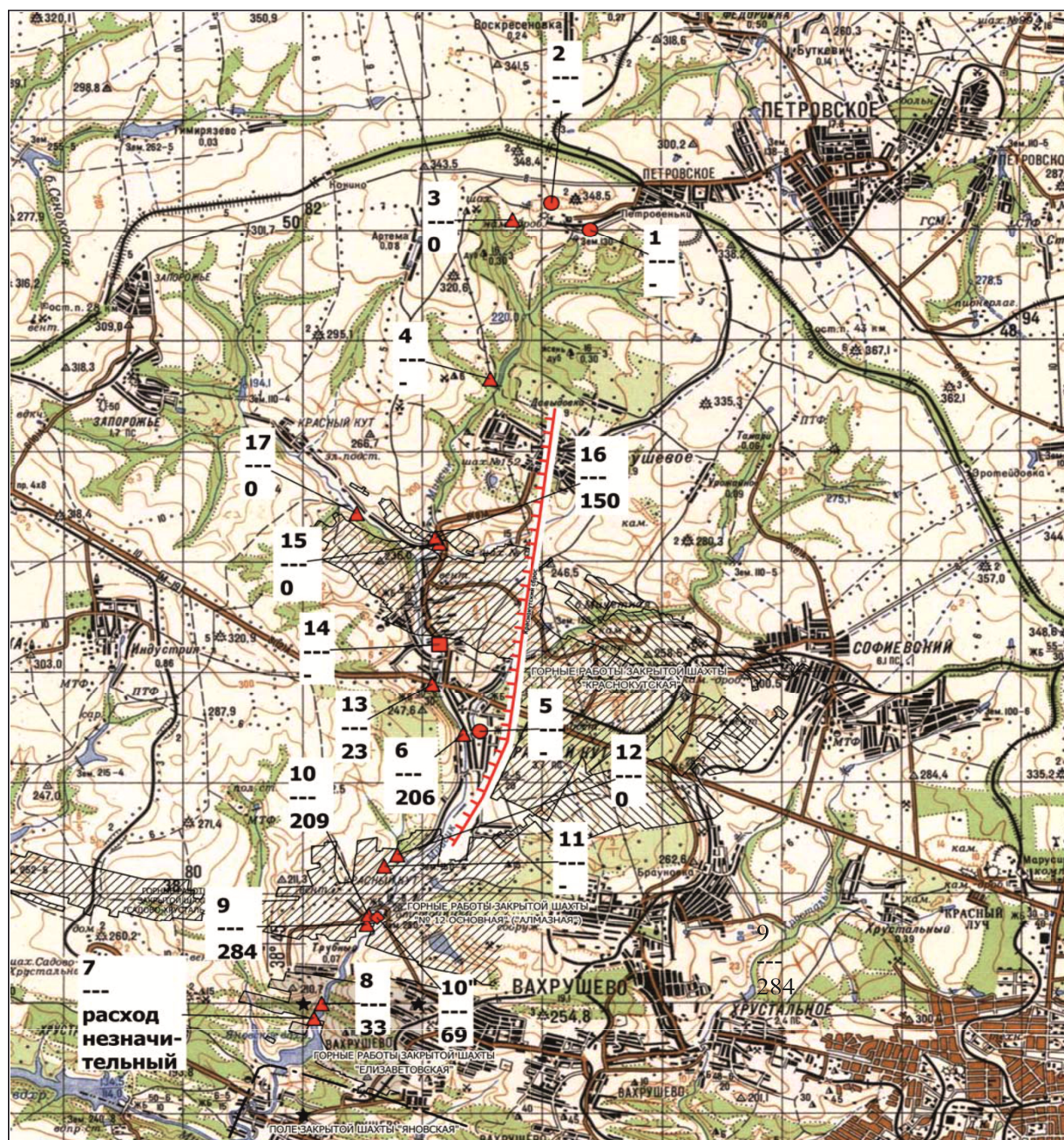
ГЕОЭКОЛОГИЯ

Таблица 1

Среднее количество осадков по месяцам и за год (мм)

Среднее количество осадков	Месяц												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
на момент восстановления вхр. (1944–1945 гг.), мм	52	42	38	49	57	65	58	43	36	30	61	67	598
по результатам наблюдений за период 1936–2005 гг. по метеостанции Дебальцево, мм (сайт http://themetograph.ru/mon/st_34524.htm)	46,92	38,7	36,47	40,5	44,55	63,62	62,43	46,30	37,67	45,27	45,98	49,17	557,57
по результатам наблюдений за период 1936–2019 гг. по метеостанции Дебальцево, мм													572
в соответствии с монографией «Изменения климата Луганщины и их прогнозирование. Основания для оптимизма», И. Д. Соколов, М. В. Орешкин и др. за период 1838–2015 гг., мм	25,6	22,4	25,9	32,9	44,3	55,9	52,5	39,7	32,6	33,1	34,2	31,1	429,8
Прогнозное среднемесячное количество осадков на 2020–2021 гг., мм	2020 г.												
(сайт meteogu.ru/ukr/Luganskaya.oblast/Luhansk)	28	22	16	15	19	2021 г.							

ГЕОЭКОЛОГИЯ



Масштаб 1:100 000

Условные обозначения

- | | | | |
|---|-------------|-----|--|
| ● | - скважины | 9 | |
| ■ | - колодец | --- | в числителе - номер водопункта; |
| ▲ | - створ | 284 | в знаменателе - расход (тыс. м ³ /мес.) |
| ◆ | - водокачка | | |

Рисунок 3 Схема гидрологического и гидрогеологического обследования зоны водосбора Яновского водохранилища

ГЕОЭКОЛОГИЯ

Остаточный объем воды водохранилища на 01.01.2020 составлял 1,92 млн м³. Приток воды за 11 месяцев 2020 г. составил 1,47 млн м³, забор воды составил 2,61 млн м³. Остаточный объем воды составил на 01.12.2020 — 0,77 млн м³.

Критическая ситуация начала развиваться с июля 2020 г. и на 14.12.2020 остаточный объем воды составляет 0,75 млн м³. Уменьшение составило –1,14 млн м³. При среднемесячном заборе воды 0,238 млн м³ водохранилище достигнет «мертвого уровня» до октября 2021 г.

С июля 2020 г. подземные воды разгружаются исключительно в р. Миусик. В 1,5 км севернее водохранилища установлен максимальный расход воды в реке в количестве 284,0 тыс. м³/мес., обеспеченный природным питанием, а именно подземным стоком и откачкой подземных вод водоотливным комплексом шахты «Краснокутская». Однако в Яновское водохранилище поступает 33,7 тыс. м³/мес. — 12 % (рис. 3, табл. 2.1, 2.2).

Таблица 2.1

Сводная таблица результатов обследования зоны водосбора Яновского водохранилища.
Створы рек

№ точки обследования на карте	Местоположение	Абсолютная отметка, м	Скорость водотока, м/сек.	Площадь живого сечения водотока, м ²	Расход водотока, м ³ /сек м ³ /час	Расход водотока, тыс. м ³ /мес.	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8
Результаты обследования 23.10.2020							
3	Верховье р. Миусик, правобережный приток	+300,0	сухо	н. з.	сухо	сухо	Балка сухая, обгорелая трава, деревья. На дне балки стволы деревьев, ветки
6	Мост через водоток балки Мечетной в пгт. Красный Кут, в районе улицы 1-й Советской	+152,0	0,4167	0,1905	$\frac{0,0794}{285,84}$	205,805	Берега крутые, высотой 2,7–3,0 м, покрытые растительностью. Дно заилено. Вода чистая, прозрачная, без запаха
7	Яновское водохранилище, правый берег, 740 м на северо-запад от северо-восточной окраины пгт. Вахрушево	+143,0	стоячая вода	н. з.	н. о.	н. о.	Вода стоячая, в виде скоплений диаметром 3–6 м
8	Река Миусик, место впадения в Яновское водохранилище, 275 м на северо-восток от т. 7, северо-восточная окраина п. Трубный	+140,0	0,1874	0,0695	$\frac{0,013}{46,8}$	33,7	Русло реки извилистое, шириной 0,8 м. Вода чистая, прозрачная, без запаха
9	Река Миусик, южная окраина пгт. Красный Кут, 1,250 км на северо-запад от северо-восточной окраины пгт. Вахрушево	+150,0	0,08	1,37	$\frac{0,1096}{394,56}$	284,083	Берега пологие, дно заилено. Вода чистая, прозрачная, без запаха

ГЕОЭКОЛОГИЯ

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8
Результаты обследования 29.10.2020							
10	Река Миусик, южная окраина пгт. Красный Кут, мост через р. Миусик со стороны пгт. Вахрушево в пгт. Красный Кут	+130,0	0,111	0,728	$\frac{0,081}{291,6}$	209,952	Берега ассиметричные, правый более пологий. Дно заилено. Вода чистая, прозрачная, без запаха
12	Правый приток р. Миусик, 260 м на юго-запад от южной окраины пгт. Красный Кут	+136,0	сухо	н. з.	сухо	сухо	Балка сухая
13	Река Миусик, пгт. Красный Кут, мост в районе трассы Ростов — Харьков	+136,0	0,083	0,108	$\frac{0,009}{32,4}$	23,328	Русло заилено, грузное, мусор, камни, ветки. Минерализация — 720 мг/дм ³
15	Левый приток р. Миусик, северная окраина пгт. Красный Кут, 1,9 км на юго-запад от юго-западной окраины п. Грушевое	+163,0	сухо	н. з.	сухо	сухо	Балка сухая
16	Река Миусик, северная окраина пгт. Красный Кут, 160 м на север от т. 15	+155,0	0,154	0,379	$\frac{0,058}{208,8}$	150,336	Дно заилено. Вода чистая, прозрачная, без запаха. Минерализация — 790 мг/дм ³
17	Правый приток р. Миусик, пгт. Красный Кут, 1,4 км на северо-запад от т. 16	+162,0	сухо	н. з.	сухо	сухо	Балка сухая

Таблица 2.2

Сводная таблица результатов обследования зоны водосбора Яновского водохранилища.
Другие точки наблюдений (скважины, колодцы и прочие)

№ точки обследования на карте	Местоположение	Абсолютная отметка, м	Глубина до воды, м	Дебит, м ³ /час	Примечание
1	2	4	5	6	7
Результаты обследования 23.10.2020					
1	Скважина № 213-ЭГ, ООО «Луч-энергоуголь», Антрацитовский р-н, пгт. Петровское, ж/д станция Петровеньки, верховье р. Миусик	н. св.	6,0	н. св.	Предприятие на сегодняшний день не работает. По сведениям сторожа уровень воды в скважине за последнее время упал на 5–6 м

ГЕОЭКОЛОГИЯ

Продолжение таблицы 2.2

1	2	4	5	6	7
2	Скважина № 217-ЭГ, ООО «Возрождение», Антрацитовский р-н, 2 км на северо-запад от п. Петровеньки, верховье р. Миусик	н.св.	7,0	н.св.	Предприятие на сегодняшний день не работает. Скважина не используется (отсутствует насос). Сведения об уровне отсутствуют. В карьере горит порода, запах сероводорода
5	Скважина № 89, ГОУ ЛНР «Краснокутская средняя школа», пгт. Красный Кут, ул. Свердлова, д. 46	н.св.	н.св.	н.св.	Сведения об уровне отсутствуют. Оголовок скважины запаян
Результаты обследования 29.10.2020					
10'	Водокачка, левый берег р. Миусик, южная окраина пгт. Красный Кут, 1,05 км на северо-запад от северо-западной окраины пгт. Вахрушево	н.св.	н.св.	96	Со слов местных жителей раньше здесь была водокачка, с помощью которой осуществляли водоснабжение пгт. Вахрушево и шахты № 7/8. Представляет собой каптаж размерами 4×4 м глубиной 9 м. Объем 144 м ³ . Самоизливающаяся. В 90-х годах воду из каптажа качали глубинными насосами. Весь объем воды выкачивали за 2,5–3 часа, после чего каптаж заполнялся полностью в течение 1,5 часов.
11	Затопленный карьер, правый берег р. Миусик, 650 м на юго-запад от южной окраины пгт. Красный Кут	+136,0	8,0	н.св.	
14	Колодец, пгт. Красный Кут, ул. Шевченко, 16	+163,0	9,3	н.св.	Со слов местных жителей, в прошлом году глубина до воды была 1 м. Минерализация — 445 мг/дм ³ .

Выводы и направление дальнейших исследований. Факторы, определяющие негативный прогноз развития ситуации с наполняемостью водохранилища в 2021 г. следующие:

1. На территории ЛНР с 2018 г. по данным ГОУ ЛНР «Луганский национальный аграрный университет» (проф. Соколов И. Д., проф. Орешкин М. В. и др.) наступил маловодный период векового цикла выпадения осадков, который продлится 4–6 лет. Среднее количество осадков в маловодный период будет составлять 393 мм (по аналогии с маловодным периодом 1948–1954 гг.) против 572 мм. Ожидаемое количество осадков в 2020 г. с учетом данных Центра гидрометеорологических наблюдений МЧС ЛНР (за 10 месяцев 240,1 мм) может составить 300 мм.

2. Наличие в водосборной площади большого количества участков, где добыча угля осуществлялась карьерами, вытянутыми по выходу пласта, фактически повторяя конфигурацию реки и притоков, существенно изменило рельеф местности и ограничило поверхностный сток [11, 12]. Так, общая длина реки Миусик и ее притоков в пределах зоны питания Яновского водохранилища составляет 75 км, а длина карьерно-отвальных комплексов по отработке угля, повторяющих конфигурацию реки и ее притоков, составляет 64 км — 85 % (рис. 4).

3. Подработка реки Миусик и зоны ее питания в среднем и нижнем течении, а также Яновского водохранилища горными работами закрытых шахт «Краснокутская», «Елизаветовская», «Алмазная». Во-

ГЕОЭКОЛОГИЯ

ды реки Миусик, наполняющие водохранилище, поглощаются в объеме 85–88 % горными работами ликвидированной шахты «Краснокутская» и затем подаются водоотливным комплексом шахты «Краснокутская» обратно в реку Миусик (рис. 3).

В сложившихся условиях маловодья и значительных ландшафтных изменений

роль поверхностного стока в питании водохранилища значительно уменьшается.

Определяющую роль в наполняемости реки и водохранилища будут иметь подземные воды, формирующиеся за счет подземного питания (подземный сток) и откачки подземных вод водоотливным комплексом ликвидированной шахты «Краснокутская».

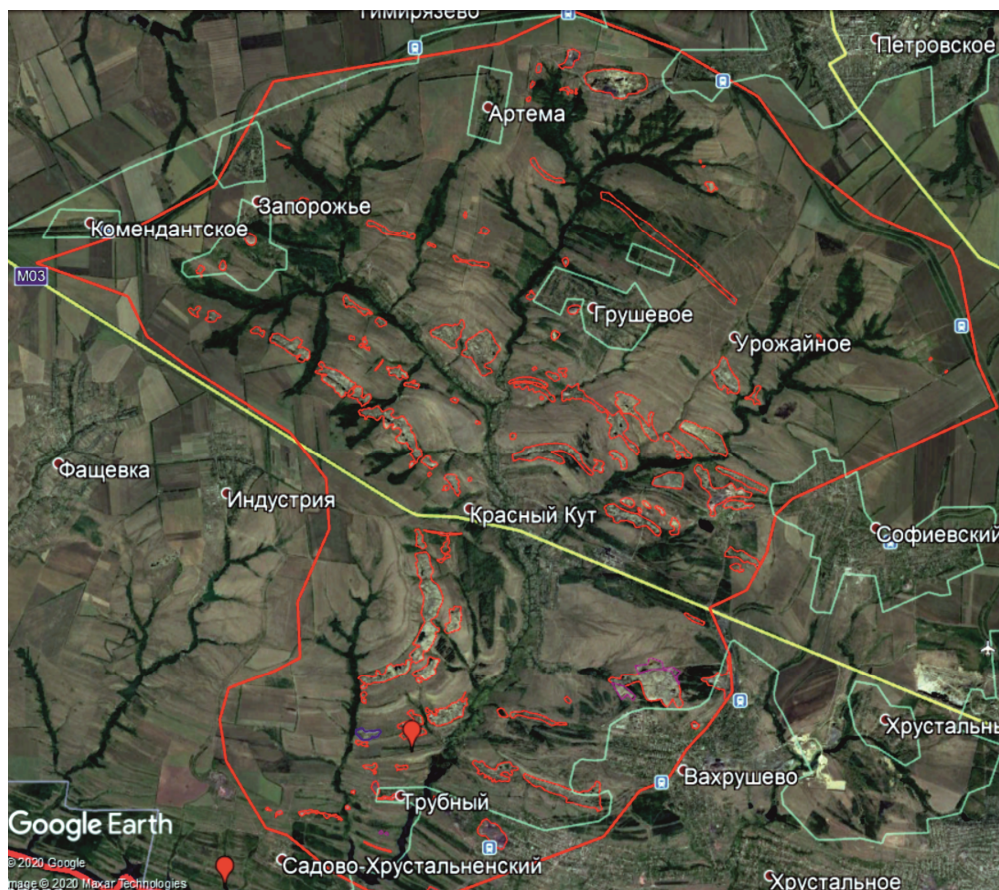


Рисунок 4 Расположение карьерно-отвалных комплексов в зоне питания Яновского водохранилища

Работа водоотливного комплекса ликвидированной шахты «Краснокутская» имеет определенное значение в питании р. Миусик, так как р. Миусик в среднем течении на 85 % поглощается старыми горными работами шахты и затем в объеме 216 тыс. м³/мес. выдается на поверхность и

возвращается в реку по балке Мечетная. Доля работы водоотлива в общем балансе расхода реки составляет около 75 %, поэтому прерывать его работу до нормализации ситуации с наполняемостью Яновского водохранилища нецелесообразно.

Библиографический список

1. ГОСТ 19179–73. Гидрология суши. Термины и определения [Текст] (переиздание). — Введ. 1975-01-01. — М. : Издательство стандартов, 1988. — 36 с.

2. СНиП 2.01.14–83. Определение расчетных гидрологических характеристик [Текст]. — Введ. 1984-07-01. — М. : Стройиздат, 1985. — 36 с.
3. Владимиров, А. М. Гидрологические расчеты [Текст] / А. М. Владимиров. — Ленинград : Гидрометеиздат, 1990 г. — 366 с.
4. Погода в Луганске [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://meteogu.ru/ukr/luganskaya_oblast/luhansk/.
5. Термограф [Электронный ресурс]. — Режим доступа: https://thermograph.ru/mon/st_34524.html.
6. Изменения климата Луганины и их прогнозирование. Основания для оптимизма [Текст] : монография / И. Д. Соколов, М. В. Орешкин и др. — Луганск : ФЛП Пальчак А. В., 2017. — 200 с.
7. Горелик, С. И. Космический мониторинг состояния лесов с применением ГИС-технологий [Текст] / С. И. Горелик, И. И. Билаш // Современные информационные технологии управления экологической безопасностью, природопользованием, мероприятиями в чрезвычайных ситуациях: тенденции 2020 года : материалы 19-й международной научно-практической конференции / под общ. ред. С. А. Долгого. — К. : Юстон, 2020. — С. 95–96.
8. Каталог-классификатор существующих прудов и водохранилищ Луганской области [Текст]. — Луганск : ОАО «Луганскводпроект», 1998.
9. Правила эксплуатации Яновского водохранилища Краснолучского департамента ГУП ЛНР «Лугансквода» [Текст]. — Луганск, 2017.
10. Ресурсы поверхностных вод СССР [Текст]. Том 6. Украина и Молдавия. Выпуск 3. Бассейн Северского Донца и реки Приазовья / под ред. М. С. Каганера. — Ленинград, Гидрометеорологическое издательство, 1967. — 492 с.
11. Дрозд, Г. Я. Технико-экологические проблемы Донбасса и их решение [Текст] : монография / Г. Я. Дрозд. — Луганск : Ноулидж, 2020. — 432 с.
12. Кандауров, В. В. К вопросу об уровнях изучения морфологической структуры угольных карьерно-отвальных комплексов северного склона Донецкого кряжа [Текст] / В. В. Кандауров // Грани познания : электронный научно-образовательный журнал. — ФГБОУ ВО «ВГСПУ», 2019. — № 6 (65). — С. 71–74.
13. Должиков, П. Н. Региональные изменения геомеханических и гидрогеологических условий на полях закрытых шахт [Текст] / П. Н. Должиков, Л. Н. Дмитриева, Р. Н. Сергиенко // 210 лет начала систематического государственного геологического исследования Донбасса : тезисы докладов научной конференции / под ред. А. А. Крамаренко. — Донецк : Донбасс, 2011. — С. 47–49.

© Крамаренко А. А., Коптева А. К., Лысенко И. Л., Сергейчук О. В.

© Кусайко Н. П.

Рекомендована к печати к.пед.н., и. о. зав. каф. географии ЛГПУ Чикиной Ю. Ю., к.т.н., доц. каф. ЭиБЖД ДонГТИ Подлипенской Л. Е.

Статья поступила в редакцию 19.03.2021.

Kramarenko A. A., Kopteva A. K., Lysenko I. L., Sergeychuk O. V. (Ministry of Natural Resources of the LPR, Lugansk, LPR, minprirody@mprlnr.su), **Kusayko N. P.** (SCEM of DonSTI, Alchevsk, LPR, smalchevsk@gmail.com)

MAIN FACTORS AFFECTING THE LPR WATER BODIES FILLING ON THE EXAMPLE OF THE YANOVSKOE RESERVOIR

The paper is devoted to studying the impact of closed mines on the state of water bodies on the example of the Miusik River. The assessment of the actual state and development forecast of the water balance of the Yanovskoye reservoir was carried out. The reasons of level and volume of water descent in the reservoir and water discharge from the river have been found out, and prompt decision options for filling the Yanovskoye reservoir have been proposed.

Key words: river discharge, inflow, reservoir level and volume, normal retaining level and dead volume level, closed mines, precipitation, dry season, landscape, quarry-dump complexes.

**РЕГИОНАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЯ
И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ**

**REGIONAL ECOLOGY
AND NATURE MANAGEMENT**

УДК 556.047

к.т.н. Павлов В. И.,
Кусайко Н. П.,
Кулакова С. И.

(ДонГТИ, г. Алчевск, ЛНР, pavlow2005@rambler.ru)

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ СОСТАВЛЯЮЩИХ ВОДНОГО БАЛАНСА БАСЕЙНА ВОДОСБОРА ИСАКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Проведено сравнительное исследование динамики изменения среднемноголетних годовых притоков в Исаковское водохранилище, нормы атмосферных осадков и температурной нормы. Установлено, что вследствие растущего повышения температуры воздуха среднее значение естественного природного стока с периодом усреднения в 20 лет потеряло свойство стационарности; в последнее десятилетие наметилась устойчивая тенденция уменьшения доли стока в водном балансе бассейна водосбора за счет увеличения доли испаряемой влаги.

Ключевые слова: водохранилище, бассейн водосбора, притоки, подземный сток, поверхностный сток, климатическая норма, среднемноголетнее значение, стационарность среднего, водный баланс, доля стока, доля испарения, изменение климата.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. В последнее время в Луганской Народной Республике возникла острая проблема водоснабжения промышленных и гражданских объектов, вызванная недопустимо большим обмелением используемых водохранилищ. Во второй половине прошедшей летней межени уровень воды в Исаковском водохранилище был ниже уровня гарантированной водоотдачи, и поэтому водозабор на нужды Алчевского металлургического комбината был ограничен. На фоне переживаемого периода малой водности рек ситуация усугубилась переходом к мокрой консервации ряда угольных шахт, в результате чего прекратилась подпитка притока водохранилища шахтной водой. Возникла реальная проблема водопользования Исаковским водохранилищем. Для принятия инженерных решений, обеспечивающих эксплуатационную наполняемость водохранилища, необходимо в первую очередь изучить гидрологические процессы, протекающие в бассейне его водосбора. Важность этих исследований заключается в следующем.

Если критическое снижение притока в водохранилище вызвано прекращением

его подпитки водоотливами шахт «Романовская» и им. Артема, а наблюдаемое снижение естественного стока является возможным отклонением в диапазоне принятой обеспеченности, то очевидным решением будет возобновление подпитки притока шахтной водой.

Если же наблюдаемая низкая величина естественного стока выходит за диапазон значений малой водности и является следствием глобального изменения климатических условий, то возобновление откачки шахтной воды будет недостаточным для решения возникшей проблемы.

Величина естественного стока может уменьшаться за счет возникновения на территории бассейна водосбора зон повышенной инфильтрации, вызванной подтоплением выработанных пространств при прекращении работы шахтных водоотливов.

Анализ исследований и публикаций. Величина естественного стока является основой для проектирования гидротехнических сооружений и рассчитывается исходя из модуля речного стока, стационарность которого является основополагающей научной концепцией гидрологии. На основе этой концепции в прошлом веке были созданы гидрологические карты для всей тер-

ритории бывшего Советского Союза. В работе К. П. Воскресенского [1] отмечено, что гидрологические сооружения на малых реках (пруды, водохранилища), как правило, проектируются исходя из данных стока ближайших средних рек. Такой подход приводит к завышенным оценкам. Для их уточнения необходимы непосредственные гидрологические исследования бассейна водосбора проектируемого сооружения. Первый вопрос, возникающий при этом, — минимально достаточная длительность наблюдений, так как накопление статистических данных весьма трудоёмко. Исходя из большого количества влияющих факторов, величина стока является величиной случайной, и поэтому увеличение длительности периода наблюдений более 10–15 лет не приводит к значимому уточнению среднегодового значения [2].

Водный баланс определяет соотношение между поступлением воды на территорию бассейна водосбора и её расходом [3]. Из уравнения водного баланса речного водосбора следует, что речной сток является результатом активного водообменного цикла и определяется прежде всего атмосферными осадками [1]:

$$Y = X - z \pm u, \quad (1)$$

где Y — сток с бассейна водосбора;

X — атмосферные осадки;

z — испарение;

u — запасы влаги на водосборе.

Научными исследованиями установлено, что вследствие потепления скорость обменного водного цикла (атмосфера — осадки — стоки — река — море и снова атмосфера) в целом по планете постоянно из года в год увеличивается [4]. Повышение температуры приводит к увеличению испарения с земной и водной поверхности мирового океана, к возрастанию количества влаги в атмосфере. В водном балансе испарение, как функция температуры воздуха, является отрицательным фактором, поэтому при увеличении осадков сток может уменьшаться [5].

Из (1) следует, что годовой сток может иметь, кроме ежегодного объёма осадков, дополнительные источники пополнения, что существенно усложняет намеченный анализ. Такими источниками могут быть шахтная вода, колодцы, скважины, которые используют воду из замедленного водообменного цикла, а также сбросы очистных сооружений населённых пунктов и предприятий.

Научной целью работы является исследование изменения основных составляющих водного баланса бассейна водосбора: поступающего объёма влаги с атмосферными осадками и притока в водохранилище, как следствие естественного стока. В конкретной климатической зоне известна климатическая норма атмосферных осадков: величина постоянная и не зависящая от времени, а наблюдаемые из года в год колебания осадков связываются с естественными случайными факторами. Наличие нормы осадков обуславливает аналогичную привязку к климатической зоне гидрологической нормы — коэффициента стока или модуля речного стока, которая также не должна зависеть от времени. Вместе с тем, согласно [6] основные гидрологические характеристики могут изменяться под влиянием климатических факторов.

Таким образом, в работе решаются такие задачи:

- анализ колебания атмосферных осадков в бассейне водосбора Исаковского водохранилища за весь период его эксплуатации;

- анализ колебаний притоков в водохранилище за этот же период;

- исследование взаимосвязи основных составляющих водного баланса водосбора: притока в водохранилище, как результат (функция Y), и влияния атмосферных осадков, как аргумент X функции Y .

Изложение материала и его результаты. Исаковское водохранилище было сдано в эксплуатацию в 1953 г., почти семь десятилетий назад. Намного раньше, уже с 1913 г. в бассейне р. Белая работали шахты и попол-

няли её шахтной водой, поэтому приток, заложенный в обоснование объёма водохранилища, был больше естественного речного стока. Следствием ведения горных работ под территорией водосборного бассейна являются зоны с повышенной техногенной инфильтрацией. Объёмы вынимаемых угольных пластов не полностью заполняются обрушенными породами. Образовавшаяся пустотность вследствие постепенного оседания подработанных породных слоев распределяется по всему массиву вплоть до земной поверхности. Во время работы шахты эта пустотность служит инфильтрационной сетью, создающей приток воды в горные выработки. После прекращения работы шахтных водоотливов по мере заполнения горных выработок и породной пустотности уровень воды повышается до уровня водоносных горизонтов активного водообмена, за счет чего увеличивается и речной сток [7]. На последних стадиях заполнения пустотности из-за влагонасыщения пород снижается их прочность и возникают масштабные оседания земной поверхности с выдавливанием накопленных объёмов воды в речные стоки. В нижних течениях рек могут происходить даже подтопления отдельных территорий. Водоотливы шахт могут пополнять приток. Шахтные поля, находящиеся за пределами бассейна водосбора, могут увеличивать приток в горные выработки шахт, подпитывающих водосборные водотоки. Создаваемые шахтами инфильтрационные зоны являются причиной потерь речного стока. Это влияние существовало весь предшествующий период эксплуатации водохранилища, постепенно убывая по мере закрытия шахт (табл. 1).

Естественный речной сток формируется активным водообменным циклом (рис. 1), включает поверхностный сток (C_n) и поверхностный сток ($\Gamma_{2л}$) подземных водоносных горизонтов. Инфильтрационные процессы перетекания осадков в более глубокие горизонты создают в водном балансе (1) запасы влаги в водосборе $и$, которые участвуют в замедленном водообменном

цикле. Для бассейна водосбора их следует принимать со знаком «минус» и трактовать как потери. Особенно значительные потери $и$ возникают в недрах, подработанных шахтами, где накапливаются застойные, мертвые объёмы воды с высоким содержанием растворенных веществ.

Естественный водообмен можно представить уравнением водного баланса

$$W_2 = C_n + \Gamma_{1-2} + И + \Gamma_{2л}, \quad (2)$$

где C_n , Γ_{1-2} — годовой поверхностный и подземный объёмы стока в водохранилище;

$И$ — годовой объём испаряющейся воды с бассейна водосбора;

$\Gamma_{2л}$ — годовой объём инфильтрации в глубокие водоносные горизонты;

W_2 — годовой объём атмосферных осадков, приходящийся на площадь водосборного бассейна:

$$W_2 = h \cdot F \cdot 10^{-3}, \text{ млн м}^3,$$

где h — годовые осадки, мм;

F — площадь бассейна водосбора Исаковского водохранилища, $F = 450 \text{ км}^2$.

Таблица 1

Шахты, изменявшие приток
в Исаковское водохранилище

№	Название шахты	Период эксплуатации	
		начало	конец
1	Украина (Романовская)	1932	2012 (2020)
2	5-бис (Перевальская)	1913	2017
3	2-бис		
4	Селезневская		1971
5	9-бис	1913	1970
6	им. Артема	1913	2020
7	Никанор		
8	Комиссаровская	1955	2003
9	им. Косиора		2001
10	Фашевская	1940	
11	153 (возле п. Запорожье)	1913	1997
12	106		
13	Штеровская	1960	1999
14	Белореченская	1957	

РЕГИОНАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

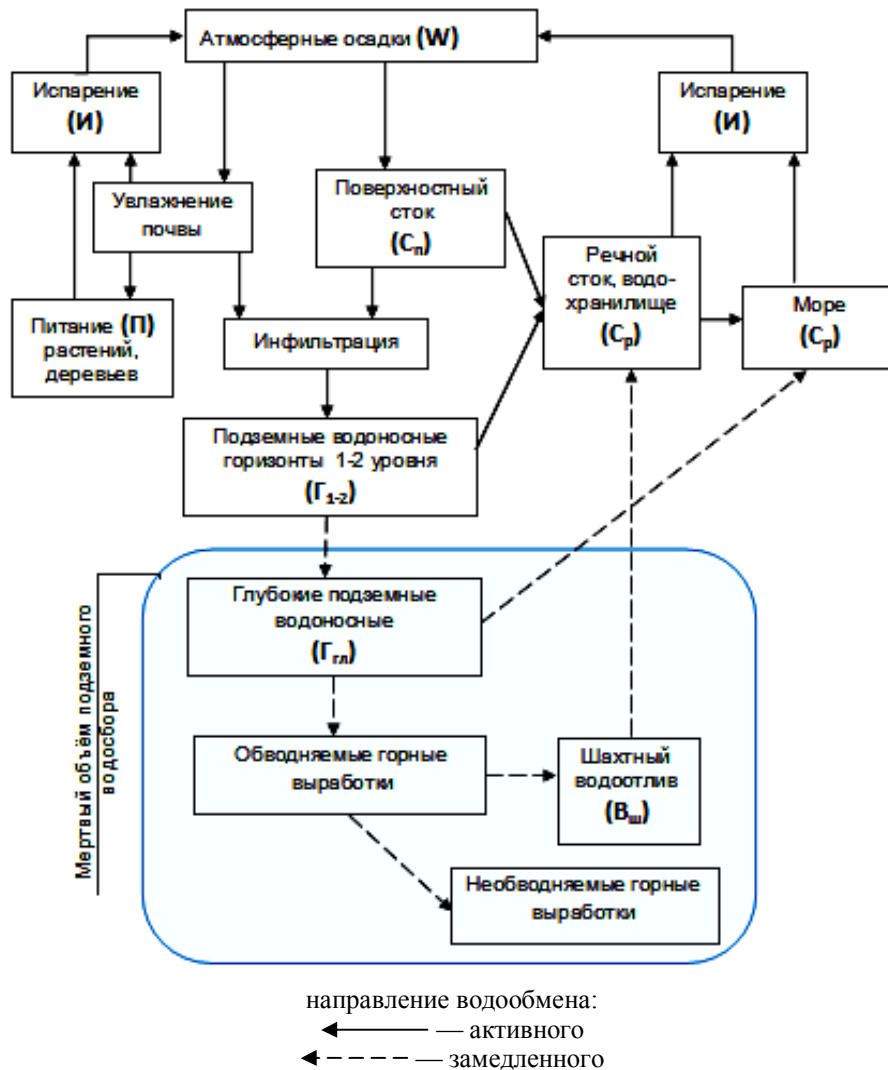


Рисунок 1 Схема активного и замедленного водообмена в бассейне водосбора

Так как норму атмосферных осадков следует считать величиной относительно постоянной и её исходная статистическая база довольно точно и систематически пополняется, то для региона водосбора важной гидрологической характеристикой будет доля речного стока в атмосферных осадках, принимаемых за 100 %. Выражение (2) примет вид

$$100 = \frac{C_p}{W_2} 100 + \frac{I}{W_2} 100 + \frac{G_{2l}}{W_2} 100, \quad (3)$$

где $\frac{C_p}{W_2} 100 = \delta_p, \%$ — доля речного стока.

Приток с бассейна водосбора содержит речной сток C_p и сбросы в основном шахтных вод $B_{ш}$ (рис. 1) и устанавливается при расчете годового водохозяйственного баланса водохранилища.

На начальном этапе анализа были составлены три временных ряда: в каждый текущий год эксплуатации водохранилища рассчитан среднееголетний годовой объём притока $\Pi_{cr,2}$ путем усреднения за прошедшие 20 лет годовых объёмов притока. Аналогично были составлены ряды нормы атмосферных осадков $W_{cr,2}$ и доли притока в атмосферных осадках $\delta_{n,cr,2}$. Текущее значение ряда $\delta_{n,cr,2}$ определялось по формуле:

$$\delta_{n,cr,z} = \frac{P_{cr,z}}{W_{cr,z}} 100, \% \quad (4)$$

Период усреднения также был принят равным 20-ти годам. Данные по осадкам предоставлены ближайшим метеорологическим постом на территории Луганского государственного аграрного университета.

Изменение показателей $W_{cr,z}$ и $P_{cr,z}$ во времени, полученное методом скользящего среднего [8] (рис. 2), отражает сопряженную динамику развития гидрологических и атмосферных процессов. Тренды этих процессов за весь период эксплуатации водохранилища, отмеченные сплошной и пунктирной линиями, свидетельствуют о противоположных тенденциях — объёмы атмосферных осадков увеличиваются, а притоки в водохранилище уменьшаются.

Такая взаимосвязь показателей $W_{cr,z}$ и $P_{cr,z}$ противоречит естественным атмосферно-гидрологическим процессам — чем больше объёмы осадков, тем больше должны быть подземные и поверхностные

стоки в поверхностные водные объекты. Если рассмотреть взаимное изменение показателей более детально, то можно выделить периоды, различающиеся по виду их общей динамики.

Весь временной интервал, представленный на рисунках 2 и 3, был разделен на шесть периодов. Периоды № 2 и № 4 характеризуются резким снижением притоков при увеличении осадков.

Причины такого падения притоков очевидны и были обусловлены негативными процессами, происходившими в угольной промышленности Донбасса. Объёмы откачиваемой шахтной воды резко уменьшались вследствие сокращения количества работающих шахт, соответственно уменьшалась подпитка ими Исаковского водохранилища. Эти негативные процессы в бассейне рассматриваемого водосбора и в целом по отрасли в период № 4 имели общие тенденции, что однозначно наблюдается на рисунке 4. Данные по количеству действующих газовых шахт взяты из работы [9].

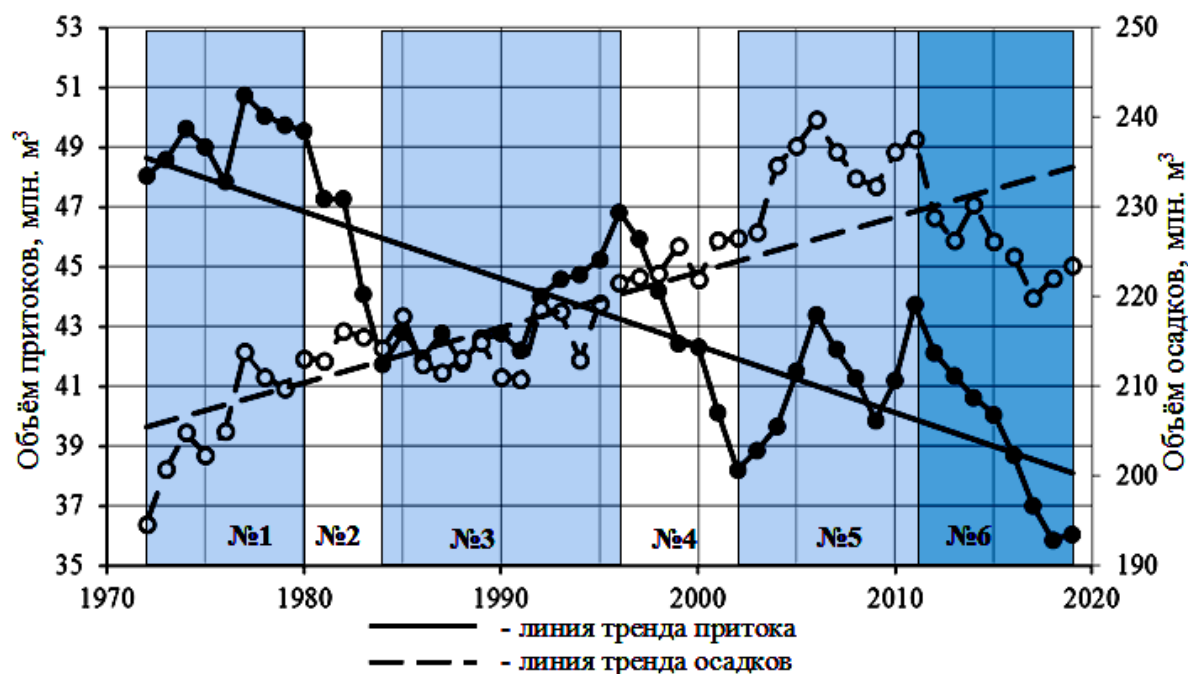


Рисунок 2 Тренды среднееголетних годовых объёмов притоков $P_{cr,z}$ в Исаковское водохранилище и осадков $W_{cr,z}$ на водосборную площадь

РЕГИОНАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

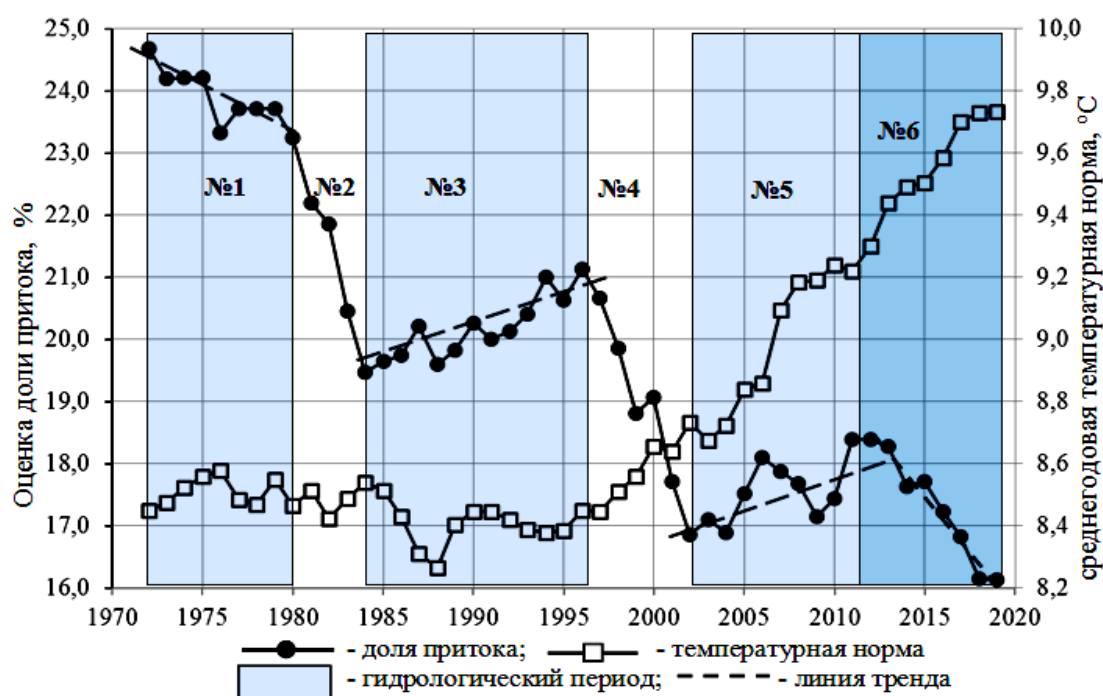


Рисунок 3 Изменение доли притока в атмосферных осадках и среднегодовой температурной нормы по гидрологическим периодам

В периодах № 1, 3, 5 и 6 (рис. 2 и 3) визуально наблюдается естественная взаимосвязь между осадками $W_{ср.г.}$, притоками $P_{ср.г.}$ и величиной $\delta_{ср.г.}$. Статистические характеристики этих показателей по выделенным периодам приведены в таблице 2. Средние, минимальные и максимальные значения осадков увеличивались с периода № 1 по № 5 (табл. 2). В последний период по всем этим характеристикам произошло снижение. Среднеквадратическое отклонение от среднего (СКО) было максимальным в период № 1, а в остальные периоды происходил рост неравномерности осадков.

Объёмы притоков по периодам постоянно снижались, что в первую очередь обуславливалось закрытием угольных шахт. Следует отметить, что в период № 1 статистические характеристики притоков были наибольшими, а характеристики осадков были наименьшими. При этом происходило развитие угольной промышленности. Период № 1 фактически охватывает среднемноголетние значения притоков с двадцатилетним диапазоном ус-

реднения от 1953 г. до 1977 г., когда большинство шахт вели работы на глубине водоносных горизонтов в зоне активного водообмена и шахтные водоотливы увеличивали скорость водообмена. В периодах № 3, 5 и 6 неравномерность (СКО) притоков и осадков росла согласованно (табл. 2). Доля притока в осадках уменьшалась по мере закрытия угольных шахт, но в последние периоды стабилизировалась.

Корреляционно-регрессионный анализ выполнялся с помощью программного приложения Statistica. Исходя из графического представления данных на рисунках 2 и 3 для зависимостей $P_{ср.г.}$ от $W_{ср.г.}$ и $\delta_{ср.г.}$ от текущего времени (T , лет) проверена линейная форма связи:

$$Y = a \cdot X + b. \quad (5)$$

Следует сразу отметить, что наличие положительной зависимости $P_{ср.г.}$ от $W_{ср.г.}$ отражает изменение притока за счет речного стока, так как доля сточных вод в притоке зависит больше от антропогенных факторов.

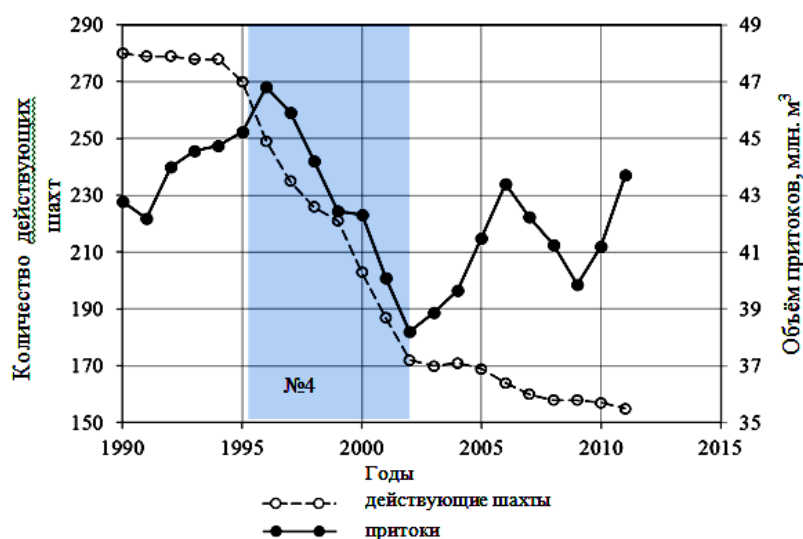


Рисунок 4 Взаимосвязь общей динамики сокращения действующих газовых шахт с притоками $P_{ср.г}$ в Исаковское водохранилище (иллюстрация причины резкого снижения притоков)

В таблицах 3 и 4 приведены основные результаты анализа:

- значимость по критерию Стьюдента (при уровне значимости 0,05) коэффициентов корреляции R и детерминации R^2 , коэффициентов регрессии (наличие значимости выделена жирным шрифтом);
- значимость установленной модели функциональной зависимости по критерию Фишера при уровне значимости 0,05;

- a и b — величины коэффициентов регрессии;

- S — среднеквадратическая ошибка вычисления функции;

- ε — коэффициент эластичности, %.

Установлены следующие зависимости (табл. 3 и 4):

для периода № 1

$$\delta_{n.ср.г} = -0,14 \cdot T + 24,6; \quad (6)$$

для периода № 3

$$P_{ср.г} = 0,33 \cdot W_{ср.г} - 28,66, \quad (7)$$

$$\delta_{n.ср.г} = 0,12 \cdot T + 19,34; \quad (8)$$

для периода № 5

$$P_{ср.г} = 0,40 \cdot W_{ср.г} - 47,80; \quad (9)$$

для периода № 6

$$P_{ср.г} = 0,45 \cdot W_{ср.г} - 63,05, \quad (10)$$

$$\delta_{n.ср.г} = -0,32 \cdot T + 19,01. \quad (11)$$

Влияние осадков на приток в водохранилище по периодам № 3, 5, 6 адекватно описывается соответственно линейными зависимостями (7, 9, 10), отражающими положительную связь, увеличение осадков приводит к увеличению притоков. Очевидно, в эти периоды были относительно стабильными сбросы шахтных вод, в результате чего проявились естественные закономерности активного водообмена. Тогда был отмечен рост доли притока в осадках (период № 3 на рисунке 3), что подтверждается зависимостями (7) и (8).

Последний период отличается от всех остальных. Тенденция роста осадков резко меняется на падение. Из уравнений (7), (9) и (10) следует, что наибольшее положительное влияние осадков на среднегодовой приток наблюдается в период № 6. Согласно коэффициенту эластичности, снижение осадков на 1 % приводит к наибольшему уменьшению притока, на 2,58 %. Вместе с тем, как следует из уравнения (11), со временем уменьшается процент притока в водном балансе.

РЕГИОНАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Таблица 2

Статистические характеристики притоков и осадков по периодам

Показатель	Период		Количество значений	Среднее	Мин.	Макс.	СКО
	№	годы					
Осадки, млн. м ³ /год	1	1972–1977	6	203,67	195,00	214,00	6,25
	3	1984–1997	14	215,64	211,00	222,00	3,93
	5	2002–2011	10	234,06	226,53	239,76	4,34
	6	2011–2019	9	226,56	220,00	238,00	5,34
Притоки, млн. м ³ /год	1	1972–1977	6	49,17	48,00	51,00	1,17
	3	1984–1997	14	43,57	41,72	46,82	1,65
	5	2002–2011	10	40,99	38,21	43,72	1,84
	6	2011–2019	9	39,50	35,90	43,70	2,78
Доля притока в осадках, %	1	1972–1977	8	23,96	23,30	24,70	0,44
	3	1984–1997	13	20,15	19,50	21,10	0,52
	5	2002–2011	10	17,51	16,90	18,40	0,51
	6	2011–2019	9	17,41	16,13	18,40	0,90

Таблица 3

Корреляционно-регрессионный анализ зависимости $W_{ср.г}$ от $П_{ср.г}$

Период		R	R^2	a	b	S	Θ	Форма связи
№	годы							$Y = aX + b$
1	1972–1977	0,80	0,64	0,15	–18,58	0,78	-	не значима
3	1984–1997	0,80	0,64	0,33	–28,66	1,03	1,66	значима
5	2002–2011	0,90	0,80	0,40	–47,80	0,87	2,17	значима
6	2011–2019	0,87	0,76	0,45	–63,05	1,46	2,58	значима

Таблица 4

Корреляционно-регрессионный анализ зависимости $\delta_{n,ср.г}$ от времени

Период		R	R^2	a	b	S	Форма связи
№	годы						$Y = aX + b$
1	1972–1977	–0,78	0,62	–0,14	24,6	0,29	значима
3	1984–1997	0,88	0,77	0,12	19,34	0,26	значима
5	2002–2011	0,63	0,40	0,11	16,92	0,42	не значима
6	2011–2019	–0,97	0,94	–0,32	19,01	0,22	значима

Причина таких изменений, скорее всего, связана с наступившими климатическими изменениями в нашем регионе, характеристику которых очень убедительно добавляет аналогичный временной ряд изменения температурной нормы воздуха (рис. 3). С третьего периода по пятый включительно среднегодовая температурная норма воздуха совпадает с ростом осадков и положительным влиянием на притоки. Дальнейший рост температуры в последний, шестой период, привел, как подтверждают климатологи, к резким негативным по-

следствиям — в водном балансе бассейна водосбора происходит существенное снижение поверхностного и подземного речного стока за счет увеличения доли осадков, приходящейся на испарение.

Изменение климатических норм во времени (среднегодовых годовых значений атмосферных осадков, годовых температурных норм), среднегодовых годовых значений в периоды № 3, 5 и 6 (рис. 2 и 3), наличие значимых связей (7, 9, 10) свидетельствует об отсутствии стационарности средних значений в используемом

двадцатилетнем периоде усреднения. Такие последствия изменения климата подтверждаются исследованиями [6]. Для практического использования результатов гидрологических исследований стандартом [6] требуется уточнение периода стационарности (квазистационарности).

Выводы. В последнее десятилетие наличие зависимостей между среднегодовыми значениями притоков и годовой нормой атмосферных осадков, между долей притока в водном балансе и временем свидетельствует об изменении климатических условий в бассейне водосбора Исаковского водохранилища, нестационарности величины средних годовых притоков.

Проявляющиеся противоположные тенденции увеличения температурной нормы и снижения нормы годовых атмосферных осадков являются причиной снижения поверхностного и подземного стока.

Дополнительным негативным проявлением климатических изменений является снижение доли притока в водном балансе бассейна водосбора за счет увеличения доли испарения.

Из полученных результатов следует, что для оценки модуля речного стока в бассейне реки Белая необходимо уточнение:

- длительности квазистационарности (неизменчивости) модуля речного стока, обеспечивающего более надёжное прогнозирование наполняемости водохранилища;
- объёмов водопотребления и сбросов в бассейне водосбора;
- зонирования повышенной глубинной инфильтрации атмосферных осадков в пределах шахтных полей на территории бассейна;
- влияния изменения климата на водный режим водотоков путем их посезонного мониторинга.

Библиографический список

1. Воскресенский, К. П. Гидрологические расчеты при проектировании сооружений на малых реках и временных водотоках. Методические основы и практика [Текст] / К. П. Воскресенский. — Ленинград : Гидрометеорологическое издательство, 1956. — 467 с.
2. Воскресенский, К. П. Норма и изменчивость годового стока рек Советского Союза [Текст] : монография / К. П. Воскресенский. — Ленинград : Гидрометеорологическое издательство, 1962. — 540 с.
3. Многолетняя динамика показателя «баланс влаги» в Луганской области [Текст] // Е. Д. Долгих, Соколов И. Д. и др. // Збірн. наукових праць ЛНАУ. — Луганськ : Елтон-2, 2006. — № 66 (89). — С. 135–142.
4. Антропогенные изменения климата в XXI веке в северной Евразии [Текст] / В. П. Мелешко, В. М. Катцов, В. А. Говоркова и др. // Метеорология и гидрология. — 2004. — № 7. — С. 5–26.
5. Изменение климата Луганины и его прогнозирование. Основания для оптимизма [Текст] : монография / И. Д. Соколов, М. В. Орешкин, О. М. Медведь и др. — Луганск : ФЛП, 2017. — 200 с.
6. СТО ГТИ 52.08.41–2017. Основные гидрологические характеристики при нестационарности временных рядов, обусловленной влиянием климатических факторов [Текст]. — СПб. : ФГБУ «ГТИ», 2010. — 42 с. — (Стандарт организации Росгидромета).
7. Ворхлик, И. Г. Технология закрытия (ликвидации) угольных шахт [Текст] : учеб. пособ. для вузов / И. Г. Ворхлик, В. И. Стрельников, И. Ф. Ярембаш. — Донецк : ДонНТУ, 2004. — 238 с.
8. Кендэл, М. Временные ряды [Текст] / пер. с англ. и предисл. Ю. П. Лукашина. — М. : Финансы и статистика, 1981. — 199 с.
9. Кочерга, В. М. Обґрунтування параметрів способу дегазації виїмкової ділянки з використанням свердловин у неконтрольованих виробках [Текст] : дис. .. канд. техн. наук / В. М. Кочерга. — Дніпро, 2018. — 254 с.

© Павлов В. И.
 © Кусайко Н. П.
 © Кулакова С. И.

*Рекомендована к печати к.э.н., зав. каф. высшей математики ДонГТИ Мельничук Д. А.,
помощником министра природных ресурсов и экологической безопасности ЛНР
Крамаренко А. А.*

Статья поступила в редакцию 22.05.2021.

**PhD in Technical Sciences Pavlov V. I., Kusayko N. P., Kulakova S. I. (DonSTI, Alchevsk, LPR,
pavlow2005@rambler.ru)**

**ANALYSIS OF CHANGES IN WATER BALANCE COMPONENTS OF THE ISAKOVO
RESERVOIR CATCHMENT**

A comparative study of the change dynamics in long-term annual inflows into the Isakovo storage lake, the norm of atmospheric precipitation and the temperature norm has been carried out. It was found that due to the growing air temperature increase, the average value of the natural inflow within averaging period of 20 years has lost its stability. For the last decade, there has been a steady tendency towards a decrease in inflow share in the water balance of the catchment due to an increase in the share of evaporated moisture.

Key words: *reservoir (storage lake), catchment basin, tributaries, underground runoff, surface runoff, climatic norm, long-term annual value, stability of the average, water balance, runoff share, evaporation share, climate change.*

УДК 504.064.3:551.577.38(477.61)

к.т.н. Подлипенская Л. Е.,
 Кусайко Н. П.
 (ДонГТИ, г. Алчевск, ЛНР, lida.podlipensky@gmail.com),
 д.с.-х.н. Ладыш И. А.
 Долгих Е. Д.
 (ЛГАУ, г. Луганск, ЛНР)

МОНИТОРИНГ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ЗАСУХ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МНОГОЛЕТНИХ ДАННЫХ ЦЕНТРА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ ГОРОДА ЛУГАНСКА

В работе рассматривается проблема эффективного выявления начала и окончания гидрологической засухи на территории Луганщины. В качестве индикатора засухи выбран стандартизированный индекс осадков (SPI), который рекомендован Всемирной метеорологической организацией в качестве отправной точки для мониторинга засух.

Для тестирования SPI как индикатора гидрологической засухи взяты водные объекты — Исаковское водохранилище и реки Лугань и Ольховая. По результатам применения программы SPI Generator application к ретроспективным метеорологическим данным с 1838 по 2021 гг. определены характеристики прошлых сильных и экстремальных засух. Для настоящего времени спрогнозировано зарождение и развитие сильной гидрологической засухи.

Ключевые слова: атмосферные осадки, мониторинг, стандартизированный индекс осадков (SPI), Центр гидрометеорологии МЧС ЛНР, гидрологическая засуха.

Проблема и её связь с научными и практическими задачами. Донбасс является территорией недостаточного увлажнения. В последние годы отмечается значительное снижение уровней поверхностных вод в регионе. Это связывают как с уменьшением количества выпадения осадков на территории Луганской Народной Республики, так и закрытием ряда шахт, сопровождающимся прекращением откачивания шахтных вод на поверхность.

Поскольку шахтные воды в свое время были существенным источником питания водотоков и водоемов в Донбассе, то с их значительным уменьшением питание водных объектов Луганщины переходит к природным источникам, прежде всего — атмосферным осадкам.

Следовательно, роль осадков в балансе водных ресурсов региона в настоящее время существенно возрастает. Ситуация зависимости пополнения водных объектов региона от такого нерегулируемого природного фактора, как атмосферные осадки, характеризуется

высокой степенью уязвимости к опасному природному явлению, называемому засухой.

В связи с этим региональные исследования, направленные на изучение засух с точки зрения влияния их на гидрологические объекты, являются актуальными. Для гидрологического сопоставления, выявления гидрологических засух в качестве тестовых водных объектов взяты:

- Исаковское водохранилище (расположено в водотоке р. Белой, правого притока р. Лугани);
- р. Ольховая (правый приток р. Лугани);
- р. Лугань (правый приток р. Северский Донец).

Цель настоящей работы — апробация возможности и эффективности использования индикаторов, основанных на гидрометеорологических наблюдениях для выявления и прогноза наступления гидрологических засух на территории Луганщины.

Объект исследования — явление гидрологической засухи и ее проявление в водных объектах региона Луганщины.

Предмет исследования — оценка и прогноз наступления гидрологических засух по результатам гидрометеорологических наблюдений.

Задачи исследования:

- рассмотреть виды засух и определить индикаторы, используемые для их диагностики и прогнозирования;
- выполнить исследование по диагностике гидрологических засух в регионе на основании метеорологических наблюдений;
- обосновать возможность использования определенных индикаторов для определения вида засухи и выявления границ начала и окончания вододефицитных периодов.

Материалы и методы исследования. В работе использованы материалы наблюдений Центра гидрометеорологии МЧС ЛНР (г. Луганск) с 1838 по 2020 гг. и за январь — март 2021 г., а также данные водохозяйственного баланса Исаковского водохранилища и среднегодовых расходов воды рек Ольховой и Лугани [1–3].

В процессе обработки результатов и моделирования применялись программы STATISTICA и SPI Generator application [4].

Изложение материала и его результаты.

1. Понятие засухи и гидрологической засухи. Засуха — природное явление, связанное с дефицитом влаги, наблюдается в разных климатических зонах и наносит огромный социально-экономический и экологический ущерб.

Засухи обычно классифицируют как метеорологические, сельскохозяйственные и гидрологические. Они отличаются по интенсивности, продолжительности и пространственной протяженности.

Понятие «гидрологической засухи», введено А. М. Владимировым в 2008 г. [5] Как отмечается автором, основным критерием, по которому устанавливается начало гидрологической засухи, является не только температура воздуха и почвы, но и резкое и длительное падение уровней подземных вод и уменьшение расходов воды в реках, уровней воды в озерах и колодцах, приводящее к высыханию малых рек и озер. Ос-

новной причиной возникновения гидрологической засухи является недостаточное пополнение водоносных горизонтов в предшествующий осенне-зимне-весенний период выпадающими на речной или озерный водосборы осадками, а также их большие затраты на испарение в теплый, особенно в жаркий, период. Поэтому гидрологическая засуха может проявляться в течение длительного времени, а в маловодный цикл — в течение нескольких лет [5].

Степень суровости гидрологической засухи определяется, как правило, для водосборов или речных бассейнов. Гидрологическая засуха обычно наступает с запаздыванием по сравнению с метеорологической и сельскохозяйственной. Поскольку регионы связаны между собой гидрологическими системами, область распространения гидрологической засухи может иметь большую протяженность, чем область вызвавшей ее метеорологической засухи.

2. Индикаторы гидрологической засухи. Мониторинг засухи является важной частью в сфере управления водными ресурсами. Для своевременного реагирования и борьбы с последствиями засухи необходимо иметь систему заблаговременного предупреждения о засухе (СЗПЗ), которая включает следующие компоненты:

- мониторинг засухи (оценка текущих климатических и гидрологических условий местности для выявления начального этапа наступления засухи);
- прогнозирование развития засухи и оценка ее продолжительности и интенсивности;
- план управления рисками засухи, включающий системы мероприятий как по предупреждению засухи, так и ликвидации ее последствий.

Всемирная метеорологическая организация (ВМО) рекомендует использовать для мониторинга различных аспектов гидрологического цикла ряд показателей и индексов [6].

В таблице 1 представлена выборка из списка показателей и индексов засушливо-

РЕГИОНАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

сти, рекомендуемых ВМО. Используются следующие обозначения:

P — количество атмосферных осадков;

T — температура воздуха;

RD — полный объем воды водохранилища;

SF — речной сток.

Для мониторинга засух рекомендовано применять несколько подходов. Это значительно увеличивает надежность полученных оценок. В данной статье для оценки гидрологических засух используется стандартизированный индекс осадков (SPI).

3. Методология расчета SPI. В 1993 г. американские ученые Т. Б. Макки, М. Дж. Доускен и Дж. Кляйст разработали стандартизированный индекс осадков SPI [7], который использует строгий аппарат математической статистики для оценки засухи по ретроспективным и текущим данным о количестве атмосферных осадков. Разработаны соответствующие компьютерные программы для расчета данного индекса [3]. В настоящее время SPI используется в более чем 70 странах мира для мониторинга засухи.

В основе метода лежит предположение, что количество атмосферных осадков подчиняется гамма-распределению. Алгоритм расчета SPI согласно [8] следующий:

а) по данным сумм осадков строится функция гамма-распределения, имеющая вид:

$$f_{\alpha,\beta} = \frac{1}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} \cdot x^{\alpha-1} \cdot e^{-x/\beta}, x > 0,$$

где α и β — положительные параметры формы и масштаба, $x > 0$ — количество осадков, $\Gamma(\alpha)$ — гамма-функция Эйлера.

Параметры данной функции определяются для каждой метеостанции с выбранным временным разрешением;

б) на основании плотности распределения строят функцию кумулятивной вероятности, после чего преобразуют ее к вероятности стандартной нормально распределенной случайной величины;

в) с помощью полученного нормального распределения приводят суммы осадков к форме индекса SPI.

Трактовка значений индекса SPI представлена в таблице 2.

Таблица 1

Показатели и индексы засушливости (составлено на основании данных [6])

№	Показатель	Входные параметры	Дополнительная информация
1	Децили	P	Легко рассчитываются, но обладают малой прогностической способностью
2	Процент от нормы осадков	P	
3	Стандартизированный индекс осадков (SPI)	P	Выделен Всемирной метеорологической организацией в качестве отправной точки для мониторинга засух
4	Индекс аридности (AI)	P, T	Может также использоваться в климатических классификациях
5	Гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК)	P, T	Легко рассчитывается, применяется в РФ и ЛНР
6	Стандартизированный индекс осадков и эвапотранспирации (SPEI)	P, T	Требуются ряды данных без пропусков; результаты сходны с SPI, но включают температурный компонент
7	Стандартизированный индекс запаса водоема (SRSI)	RD	Расчеты аналогичны SPI с использованием данных по водоему
8	Стандартизированный индекс речного стока (SSFI)	SF	Используется программа SPI наряду с данными по речному стоку

Таблица 2
Таблица градаций SPI (по материалам [6])

Интервалы значений SPI	Характеристика категории сухости территории
≥ 2	Экстремально влажно
от 1,5 до 1,99	Очень влажно
от 1,0 до 1,49	Умеренно влажно
от 0,0 до 0,99	Мягкое увлажнение
от -0,99 до 0,0	Слабая засушливость
от -1,49 до -1	Умеренно сухо
от -1,99 до -1,5	Сильно сухо
$\leq -2,0$	Экстремально сухо

Согласно руководству [6] засуха наступает каждый раз, когда SPI опускается до -1 и ниже. Засуха заканчивается, когда SPI достигает положительных значений.

На аномалии осадков различные природные компоненты реагируют по-разному:

- изменение влажности почвы откликается на аномалии осадков в кратковременном масштабе;

- состояния подземных вод, речного стока водоемов отражают долговременные аномалии осадков.

Поэтому для определения наступления разных видов засух берут накопления осадков в следующих масштабах:

1–2 месяца — для метеорологической засухи;

1–6 месяцев — для сельскохозяйственной засухи;

6–24 месяца и более — для гидрологической засухи. При этом 9-ти месячный SPI связывает сезонную засуху с долгосрочными засухами, которые могут стать гидрологическими, а 12-ти месячный SPI и более связан с существенным уменьшением речных потоков, уровней водохранилищ и даже уровней подземных вод.

4. Особенности оценивания гидрологической засухи по региональным гидрометеорологическим данным. Оценка уровня обеспеченности осадками в качестве источников питания водных объектов и связи индекса SPI с динамикой изменения параметров, характеризующих водность

водоемов и водотоков, выполнялась на примере Исаковского водохранилища и рек Лугани и Ольховой.

Данные притока воды в Исаковское водохранилище использовались в годовом временном масштабе в виде ряда из 68 значений (в млн м³). Рассматриваемый период — с начала создания водохранилища (1953 г.) и по настоящее время [2].

Среднегодовые расходы стока рек брались по [3] за периоды:

- 1964–2010 гг. для р. Лугани, (створ «Луганск»);

- 1961–2010 гг. для р. Ольховой (створ «Луганск»).

Исходные метеорологические данные представлены временным рядом атмосферных осадков (в мм) за каждый месяц с января 1838 г. по март 2021 г., наблюдаемых на Луганской метеостанции. Всего 2199 значений месячных осадков. Также в оценках участвовали другие показатели, такие как температура воздуха, испарение и др.

Индексы SPI рассчитывались при помощи программы SPI Generator application [4] для временных масштабов 6–12, 18, 24 месяца по всему исходному временному ряду месячных сумм осадков (1838–2021 гг.) После обработки результатов вычисления программы сформированы комплекты файлов для каждого временного масштаба, включающих рассчитанные для каждого месяца индексы SPI, выборки периодов сухости согласно классификации таблицы 2 и результаты усреднения в Excel при помощи модуля «Сводная таблица».

Для сравнительного анализа часть показателей приводилась к безразмерному виду со шкалой значений [0, 1].

Адекватность оценки использования индекса SPI для прогнозирования гидрологической засухи устанавливалась сравнением временных рядов SPI и гидрологических характеристик тестовых объектов.

5. Результаты расчетов и оценок.

Представим цепочку результатов решаемых частных задач, конечной целью которых является диагностика гидрологиче-

ской засухи, в виде соответствующих графиков и таблиц, формируемых поэтапно.

А. Тестовые водные объекты. Рисунок 1 демонстрирует на общей временной шкале графики зависимостей среднегодовых расходов рек Лугани и Ольховой и годовых притоков воды в Исаковское водохранилище, которые предварительно преобразованы к безразмерному виду шкалы [0, 1]. Также в безразмерном виде на графике приведены годовые суммы осадков. Для лучшей читаемости графики 2, 3, 4 смещены по вертикальной оси вверх соответственно на 1, 2 и 3 единицы.

На рисунке 2 представлены кривые, построенные так же и на тех же данных, что и кривые рисунка 1, но сглаженные методами спектрального анализа с выделением по 5 главных компонент.

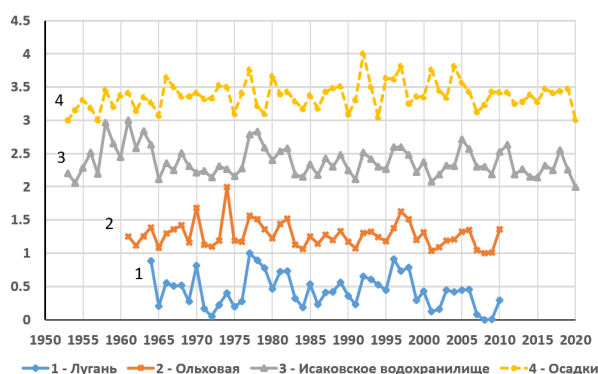


Рисунок 1 Динамика изменения приведенных расходов воды тестовых объектов и годовых сумм осадков в унифицированном виде



Рисунок 2 Результат выделения главных компонент характеристик водности

Из рисунка 1 видно, что изменения среднегодовых расходов рассматриваемых водных объектов в значительной степени синхронизированы и зависят от изменений осадков, но с некоторой задержкой по времени.

Графики рисунка 2 имеют настолько близкие тенденции изменения, что правомочна гипотеза об управляемости водностью исследуемых объектов внешними факторами, а именно — природными. Шахтные воды дают нерегулярные отклонения от трендов, способствующие некоторому рассогласованию кривых (рис. 1). В настоящее время при значительном уменьшении сброса шахтных вод в гидрографическую сеть региона ожидается еще большее согласование тенденций изменения водности гидрологических объектов.

Наиболее обоснованным природным фактором, способствующим увеличению потоков воды в водных объектах, являются атмосферные осадки. Следовательно, использование критерия засухи, основанного на анализе осадков, вполне обосновано.

Б. Результаты вычисления индексов SPI по данным Луганской метеостанции. Наиболее информативными показателями для диагностики засухи являются индексы SPI, рассчитанные по месячным суммам осадков. Для сопоставления индексов с гидрологическими характеристиками водных объектов данные SPI свели к годовым показателям.

На рисунке 3 представлены графики приведенных к годовым SPI для временных масштабов усреднения 9, 12 и 24 месяца. Там же показаны значения годовых притоков в Исаковское водохранилище (млн куб., уменьшенные в 20 раз).

Отрицательные значения SPI рисунка 3 сигнализируют о наступлении гидрологической засухи разной тяжести, и в большинстве случаев они соответствуют падению значений притоков воды в водохранилище, а некоторые несовпадения или несоразмерные изменения значений графика 1 объясняются, как правило, увеличением или уменьшением сброса шахтных

РЕГИОНАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

вод в разные годы, а также эффектом усреднения данных к годовым показателям. В целом, ансамбль из трех индексов SPI своевременно сигнализирует об увеличении или уменьшении водности объекта.

Для рек Лугани и Ольховой картина аналогична. Отсюда делаем вывод, что SPI адекватно отражает ситуацию с гидрологической засухой. Однако годовые показатели дают усредненный иллюстративный результат. Для определения характеристик засухи необходимо анализировать данные по каждому месяцу.

В. Диагностирование гидрологической засухи. Для диагностики начала, конца и тяжести засухи используем месячные данные, полученные при накоплении осадков в масштабе 6, 9, 12 и 24 месяца. Результат представлен на рисунке 4 для двух индексов SPI_12 и SPI_24. Время на оси абсцисс измеряется в месяцах, начало отсчета соответствует январю 1838 г., последняя точка — март 2021 г. Отметим, что графики рисунка 4 диагностируют гидрологическую засуху, какой бы она была при отсутствии сбросов шахтных вод в водные объекты.

На графиках рисунка 4 заметны глобальные циклы изменения индекса SPI с проявлением сильных гидрологических засух. Применение программы SPI Generator application дает возможность об-

наружить эти засухи и идентифицировать их параметры. В таблице 3 представлены данные анализа трех экстремальных засух с гидрологическими последствиями, выявленные за весь период по SPI_24 со значениями ниже отметки -2 .

Последняя крупная засуха, начавшаяся в мае 1950 г. и длившаяся 69 месяцев, прошла для рассматриваемого региона, в частности Исаковского водохранилища, в облегченном виде, ввиду активного восстановления и введения в строй угольных шахт, сбрасывавших в поверхностную гидрологическую сеть большие объемы шахтных вод (рис. 3).

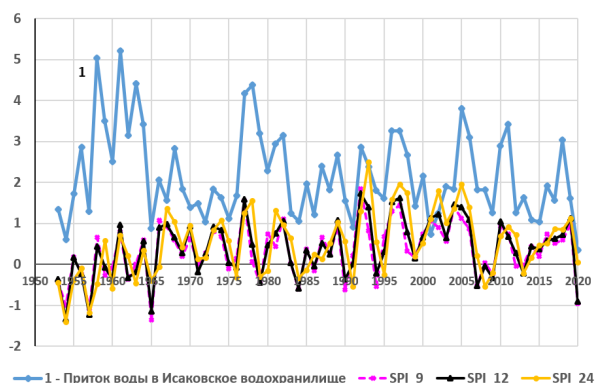


Рисунок 3 Анализ согласованности данных об объемах притоков воды в Исаковское водохранилище и индексов SPI

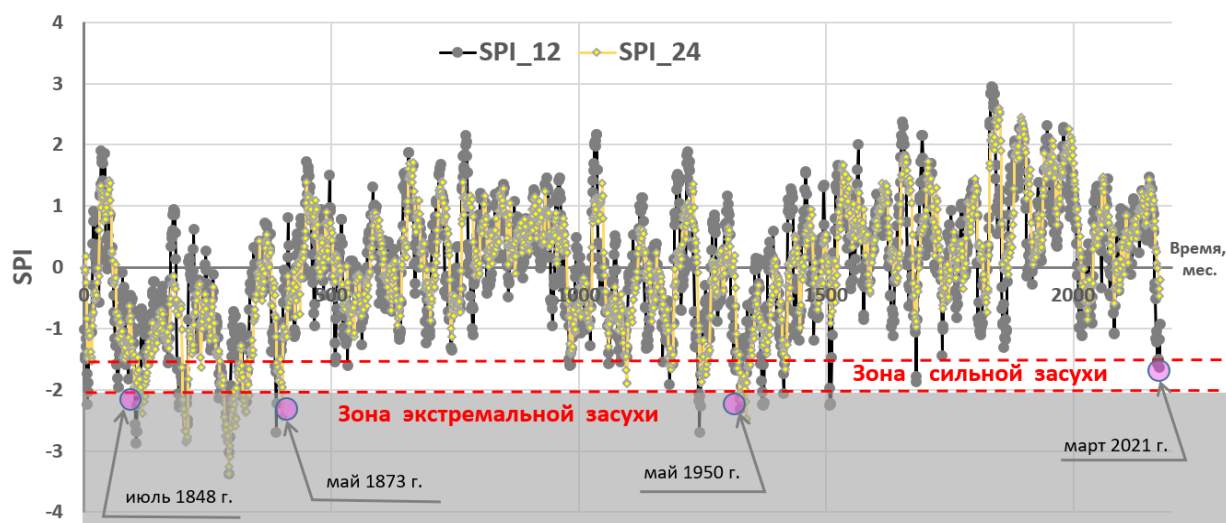


Рисунок 4 Диагностирование гидрологических засух по индексам SPI

РЕГИОНАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Таблица 3

Параметры экстремальных гидрологических засух, выявленных по SPI с временным масштабом 24 месяца

Начало засухи	Конец засухи	Длительность засухи, мес.	SPI _{мин}	Магнитуда (сумма SPI)	SPI _{средн}
07.1848	07.1869	252	-3.37	-352.09	-1.4
05.1873	12.1875	31	-2.44	-22.77	-0.73
05.1950	02.1956	69	-2.47	-85.94	-1.25

Последующий период, характеризовавшийся как преимущественно влажный, с редкими засухами, не переходящими в гидрологические, завершился.

В настоящее время, согласно трактовке индекса SPI₁₂, значение которого оказалось в зоне сильной гидрологической засухи (март 2021, рис. 4), подготавливавшейся постепенно в течение 12 месяцев, намечается тенденция к развитию более тяжелой засухи. Возможно, по масштабам и последствиям она будет более катастрофичной, чем предыдущая, учитывая практически полное прекращение вывода шахтных вод на поверхность и переход водоемов и водотоков региона на естественные источники питания.

В таблице 4 представлены значения SPI за 2020–2021 гг. При внимательном изучении таблицы можно заметить, как постепенно происходит переход от дефицита влаги в почве (SPI₆) к значительным сезонным долгосрочным засухам (SPI₉) и существенному уменьшению стоков рек, уровней водохранилищ, а также уровней подземных вод (SPI₁₂). Окончание засухи устанавливается при достижении соответствующими индексами положительных значений.

Индексы SPI₆ и SPI₉ в ноябре 2020 года опустились ниже критической отметки (-2), что позволяет диагностировать экстремальную сельскохозяйственную засуху, переходящую в гидрологическую. Подтверждением адекватности прогноза засухи по индексу SPI является множество фактов, наблюдаемых повсеместно на территории ЛНР, начиная с августа 2020 года: исчезновение малых водо-

токов, пересыхание колодцев и скважин и, самое главное, катастрофическое обмеление Исаковского водохранилища.

Из таблицы 4 вытекает, что гидрологическая засуха в настоящий момент не закончена (по SPI₆ и SPI₉ — значения отрицательны). Возможно, глобальная тенденция на снижение SPI, заметная на рисунке 4, будет продолжена, и в ближайшее время нас ждет четвертая длительная экстремальная гидрологическая засуха с непредсказуемыми экономическими и социальными последствиями.

Таблица 4

Значения SPI за 2020–2021 гг.*

Дата	SPI ₆	SPI ₉	SPI ₁₂
01.01.2020	-1.07	-0.21	0.39
01.02.2020	0.21	-0.16	0.87
01.03.2020	0.15	0	0.58
01.04.2020	-0.41	-0.98	-0.26
01.05.2020	0.09	-0.11	-0.35
01.06.2020	-0.47	-0.55	-0.51
01.07.2020	-0.65	-0.8	-1.16
01.08.2020	-1.66	-1.08	-1.05
01.09.2020	-1.81	-1.28	-1.22
01.10.2020	-1.68	-1.53	-1.52
01.11.2020	-2.33	-2.14	-1.57
01.12.2020	-1.78	-1.98	-1.5
01.01.2021	-1.11	-1.3	-1.18
01.02.2021	-0.68	-1.64	-1.63
01.03.2021	0.54	-0.49	-0.93

*Полужирным шрифтом выделены индексы, входящие в промежутки сильных засух для каждого временного масштаба.

6. Неопределенности в данных исследования. Используемая в исследовании информация содержит в себе ряд неопределенностей, разрешение или уточнение которых может способствовать повышению надежности используемых моделей. К ним относятся:

- отсутствие систематической информации об объемах сбрасываемых шахтных вод. Использование такой информации позволило бы количественно оценить степень потерь поверхностного стока от прекращения откачки на поверхность шахтных вод и спрогнозировать более точно тяжесть гидрологической засухи в регионе;

- недостаточно подробные данные о динамике изменения стока поверхностных водных объектов, что не дает возможности связать более надежной связью гидрологию региона с индексами SPI;

- отсутствие пространственно распределенных регулярных данных гидрологического, морфологического, метеорологического характера, соответствующего программного обеспечения для применения наряду с SPI, других показателей (табл. 1), совместное использование которых в системе заблаговременного предупреждения засухи может значительно повысить надежность прогноза и способствовать принятию своевременных управленческих решений.

Выводы и направление дальнейших исследований. Эффективное управление в системе противодействия последствиям

экстремальных засух в условиях маловодного цикла нуждается как в проведении максимально подробных текущих гидрологических и метеорологических наблюдений, так и диагностике ситуаций с помощью действенных современных инструментов.

Для смягчения последствий экстремальных засух должна быть создана государственная система заблаговременного предупреждения о засухе, разработаны программы, работающие на опережение данного опасного явления.

В работе представлен индекс SPI как эффективный инструмент мониторинга гидрологических засух. На примере метеорологических данных региона выполнена диагностика видов и сроков сильных и экстремальных засух. Выявлено зарождение и развитие в настоящее время сильной гидрологической засухи.

Показано, что природные факторы, влияющие на водность гидрологических объектов региона, в настоящее время являются решающими и определяющими сроки возникновения и тяжесть последствий гидрологических засух.

Дальнейшие исследования авторов будут направлены на создание и научное обоснование системы выявления гидрологических засух, основанной на применении большинства доступных индикаторов, и использующей статистические методы прогноза неблагоприятных событий.

Библиографический список

1. Изменения климата Луганщины и их прогнозирование. Основания для оптимизма [Текст] / И. Д. Соколов и др. — Луганск : ФЛП Пальчак А. В., 2017. — 200 с.
2. Разработка водохозяйственных балансов Исаковского водохранилища на р. Белая Луганской области [Текст] / рук. Жуков И. И. — Донецк : ЦКИПИВЛ, 2004. — 10 с.
3. Зубов, А. Р. Гидрологические особенности рек бассейнов Азовского и Черного морей [Текст] : монография / А. Р. Зубов, Л. Г. Зубова. — Луганск : ФЛП Пальчак А. В., 2017. — 230 с.
4. SPI Program [Electronic resource]. — Режим доступа: <https://drought.unl.edu/droughtmonitoring/SPI/SPIProgram.aspx/> (05.04.2021).
5. Владимиров, А. М. Солнечно-земные связи и цикличность колебаний экстремальных расходов воды [Текст] / А. М. Владимиров // Ученые записки РГТМУ. — 2013. — № 29. — С. 7–16.
6. Svoboda, M. Handbook of Drought Indicators and Indices / M. Svoboda, B. A. Fuchs [Text] // World Meteorological Organization (WMO) and Global Water Partnership (GWP). Integrated Drought

Management Programme (IDMP), Integrated Drought Management Tools and Guidelines Series 2. — Geneva, 2016.

7. McKee, T. B. *The relationship of drought frequency and duration to time scales [Text]* / T. B. McKee, N. J. Doesken, J. Kleist // *In Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology (Anaheim, CA, USA, 17–22 January 1993)*. — P. 179–184.

8. Edwards, D. C. *Characteristics of 20th century drought in the United States at multiple time scales [Text]* / D. C. Edwards, T. B. McKee // *Climatology Report*. — Fort Collins : Colorado State University, 1997. — No. 97–2. — 155 p.

© Подлипенская Л. Е.

© Кусайко Н. П.

© Ладыш И. А.

© Долгих Е. Д.

*Рекомендована к печати к.т.н., проф. каф. ПГМ ДонГТИ Левченко Э. П.,
помощником министра природных ресурсов и экологической безопасности ЛНР
Крамаренко А. А.*

Статья поступила в редакцию 26.04.2021.

**PhD Podlipenskaya L. E., Kusayko N. P. (DonSTI, Alchevsk, LPR, lida.podlipensky@gmail.com),
Doctor of Agricultural Sciences Ladysh I. A., Dolgikh E. D. (LSAU, Lugansk, LPR)**

MONITORING OF HYDROLOGICAL DROUGHT ON THE RESULTS OF LONG-TERM DATA FROM LUGANSK CENTER OF HYDROMETEOROLOGY

The paper deals with the problem of effective identification of the beginning and finishing of hydrological drought in the Lugansk region. The Standardized Precipitation Index (SPI), which is recommended by the World Meteorological Organization as a starting point for monitoring droughts, was selected as a drought indicator.

To test the SPI as an indicator of hydrological drought the below water bodies were taken as the Isakovskoye reservoir and the Lugan and the Olkhovaya rivers. Based on the results of the SPI Generator application program for retrospective meteorological data from 1838 to 2021 the characteristics of previous severe and extreme droughts have been determined. For the present time, the origin and development of a severe hydrological drought has been predicted.

Key words: atmospheric precipitation, monitoring, standardized precipitation index (SPI), Center for Hydrometeorology of the Ministry of Emergency Situations of the LPR, hydrological drought

УДК 332.1+691.2

д.т.н. Дрозд Г. Я.
(ЛГУ им. В. Даля, г. Луганск, ЛНР, drozd.g@mail.ru)

ПЕРСПЕКТИВЫ СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА И ЖКХ ДОНБАССА В УСЛОВИЯХ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА

Рассмотрена непростая экономическая и хозяйственная ситуация республик Донбасса в условиях военного конфликта с Украиной. Приведены сведения об экономическом ущербе хозяйственному комплексу Донбасса, оценено его реальное физическое состояние, численность населения и размеры территории. Надежда на возрождение региона возлагается на строительную отрасль, которая также сократилась в 4,5 раза. Отмечено, что локомотивом восстановления и развития всего хозяйственно-промышленного комплекса региона является строительная отрасль. Проанализировано современное состояние строительной отрасли республик, выполнен прогноз развития в условиях их политической неопределенности. Предложены пути возрождения отрасли и развития с учетом не только существующей сырьевой базы, но и путем вовлечения в хозяйственный оборот отходов от разрушенных войной строительных объектов и отсортированных фракций ТБО. Показаны возможности влияния строительной отрасли на восстановление и развитие региона.

Ключевые слова: строительный комплекс, строительные материалы, сырьевая база, восстановление, развитие.

Актуальность проблемы. Война в Донбассе привела к колоссальным разрушениям и потерям жилого фонда и инфраструктуры. Так, на 1 мая 2017 г. в результате военных действий в Донбассе пострадало: в ДНР — более 24700 частных и 4750 многоэтажных домов, в ЛНР — более 17000 домов (только в Станично-Луганском районе повреждено около 3700 домов, из которых 300 (8 %) не подлежит восстановлению) [1]. Кроме того, в Донбассе повреждено или разрушено 217 объектов образования, 45 — здравоохранения, 51 — культурного и спортивного назначения, 81 административное здание, 14 крупных объектов торговли и 132 промышленных объекта. Подверглись разрушениям 962 км автомобильных дорог общего пользования (250,5 км — в Донецкой области и 711,5 км — в Луганской области), 24 моста и путепроводы длиной более 2394 погонных метров. В результате боевых действий полностью разрушена инфраструктура международного аэропорта Донецк им. С. Прокофьева и международного аэропорта Луганск. По информации Минэнергоугля (Киев), в резуль-

тате боевых действий нанесены повреждения объектам инфраструктуры (здания, коммуникации) всех ТЭС Донбасской энергосистемы. Из 93 шахт региона, подчиненных Минэнергоуглю, 24 работают в нормальном режиме, 58 — в режиме жизнеобеспечения (вентиляция и водоотведение), 11 — полностью обесточены. Убытки **(полный экономический ущерб за 5 лет войны)** в Донбассе на данный момент оцениваются суммой в 197 млрд долларов [2].

В результате выполненных предварительных расчетов получены следующие итоговые и округленные величины **прямого** ущерба населению, сферам экономики и хозяйственному комплексу Донбасса (ДНР и ЛНР) в результате пятилетних военных действий, млрд руб.:

- жилой сектор и имущество граждан — 173,0;
- затраты на реагирование — 1,4;
- транспортная инфраструктура — 91,3;
- энергетика, энергетическая инфраструктура — 4,6;
- ЖКХ и коммунальная инфраструктура — 35,9;

РЕГИОНАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

– экономика — 5713,0;
 – экологический ущерб — 520,0.
ИТОГО: 6538 млрд руб. ≈ 102 млрд дол-
ларов.

Территория республик уменьшилась на 68 %, с 53200 км² до 17235 км², а население примерно на 48 %, с 7,4 млн. до 3,88 млн. человек (рис. 1, 2).

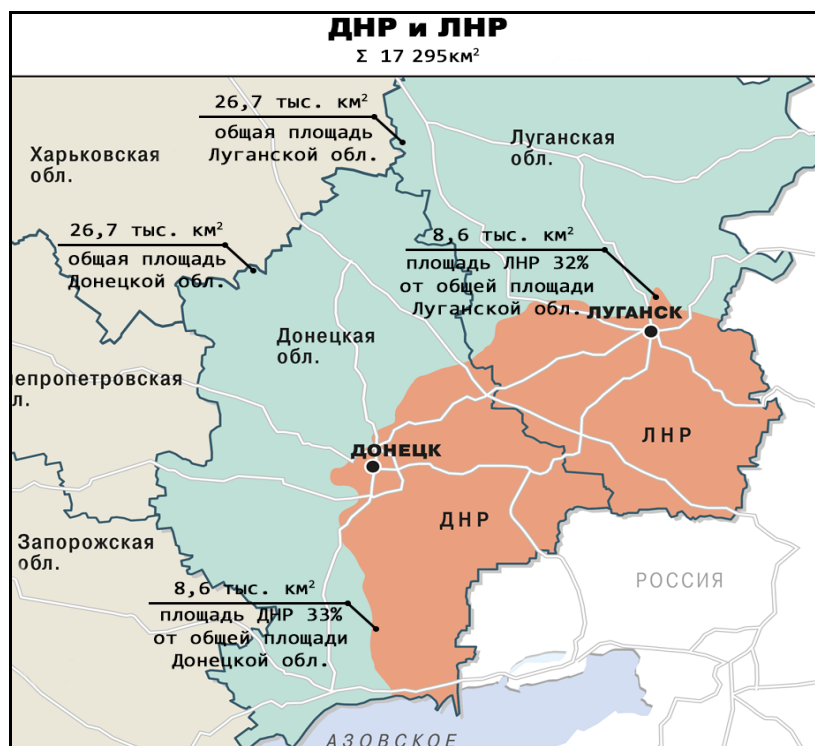


Рисунок 1 Территория Донбасса (ДНР и ЛНР)



Рисунок 2 Население республик

РЕГИОНАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

В Немецком институте экономических исследований (DIW Berlin) подсчитали, насколько упал валовой региональный продукт (ВРП) Донбасса в результате войны. Так, согласно исследованию немецких экономистов, ВРП в расчете на душу населения Донецкой области сократился в 2013–2016 гг. в среднем

на 43 %, в Луганской области — на 52 %. Для Донецкого региона ВРП на душу населения упал на \$4630. Для Луганского — на \$3326. В предвоенный период 2012–2013 гг. он составлял \$4800 [3]. Состояние экономики Донбасса в предвоенный и современный период иллюстрируют рисунки 3 и 4.

Структура промышленности Донбасса, %



Рисунок 3 Показатели довоенного периода

Структура промышленности Донбасса, % (2020)

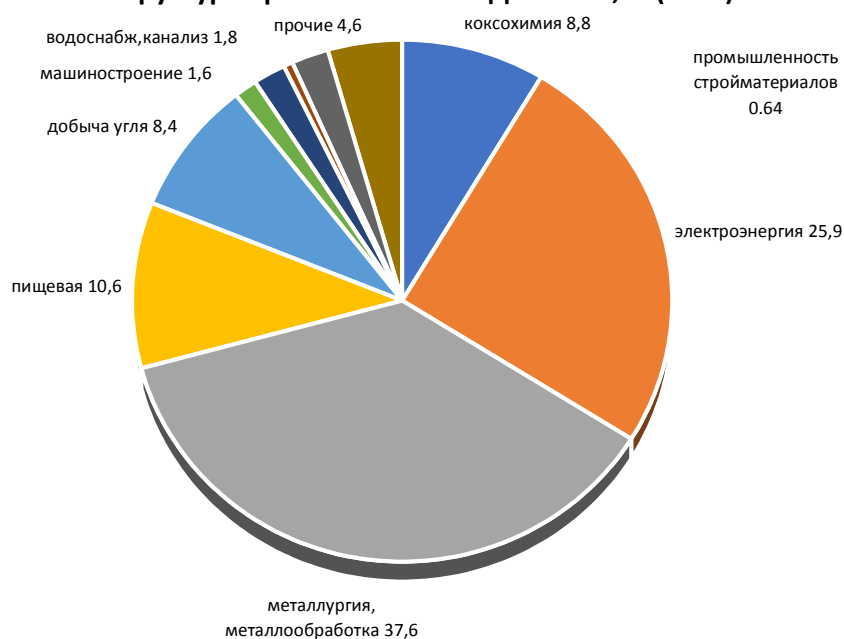


Рисунок 4 Современная экономика Донбасса в границах ЛНР и ДНР

Как следует из рисунков, резкий спад экономики Донбасса обусловлен спадом во всех отраслях промышленного производства на проценты и десятки процентов, а в строительной отрасли — более чем в 4,5 раза (с 2,9 % до 0,64 %). Для оживления экономики региона и его скорейшего восстановления необходимо уделить пристальное внимание строительной отрасли, являющейся, как известно, локомотивом развития экономики и лидером по созданию новых рабочих мест.

Цель работы — обосновать стратегию и пути развития строительного комплекса и ЖКХ Донбасса в условиях развития региона.

На протяжении последних шести лет в условиях продолжающегося военного противостояния в республиках проводятся первоочередные мероприятия по восстановлению инженерной инфраструктуры. При этом, как правило, используются материалы и оборудование, направленные в качестве гуманитарной помощи. Поэтому так актуальна долгосрочная и стабильная работа по восстановлению предприятий, производящих строительные материалы.

Судя по тому, что большинство разработанных в республиках программ по восстановлению ограничиваются 2023 годом, то этот этап можно расценивать как период восстановления. Далее должна разрабатываться программа среднесрочного и долгосрочного развития Донбасса.

Сложность этой задачи усугубляется политической неопределённостью, необходимостью государственного строительства (законотворчества) и непрекращающимися боевыми действиями.

Политическая неопределённость республик делает возможным **несколько вариантов развития событий**:

1. Заморозка текущего состояния: республики в нынешних границах, ни мира, ни войны, экономическая блокада продолжается.

2. Военные действия закончились. Республики восстановились в границах бывших областей. Напряжение в отношениях

с Украиной сохраняется. Экономическая блокада продолжается.

3. Военные действия закончились. Республики восстановились в границах бывших областей. С Украиной нормализовались отношения и восстановились экономические связи.

4. Республики объединяются в один субъект.

5. Республики входят в состав РФ.

Конечно, возможны и другие пути развития событий, но, скорее всего, они будут лишь вариациями предложенных.

В первом случае продлится этап бесконечного восстановления как хозяйственных объектов, так и самой скудной строительной отрасли. Все другие варианты событий — прогрессивные.

Как было отмечено выше, в результате боевых действий и последовавших за ними Минских соглашений Республики потеряли две трети своей территории. Многие объекты инфраструктуры оказались полностью или частично разрушенными, либо к ним был утрачен доступ. Блокада региона разрушила кооперационные и технологические связи. По сути перед республиками стоит задача, как перед вновь созданными независимыми государствами, по созданию единого хозяйственного комплекса из тех индустриальных осколков, в которые превратились промышленные предприятия после разрыва кооперационных связей. Замечания к уже существующим промышленным предприятиям: экономика Донбасса всегда была экспортно ориентированной. И это главная и общая проблема всех предприятий. Во-первых, экспорт из «серой зоны» непризнанных государств всегда является проблемным. А во-вторых, все они в той или иной степени являются конкурентами аналогичных российских компаний. С другой стороны — Россия единственный крупный партнёр республик в ближайшей и среднесрочной перспективе. Перспективным вариантом для донбасских предприятий будет их включение в производственные цепочки российских компаний, где ко-

РЕГИОНАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

нечным продавцом будут именно российские компании. Это тем более важно, поскольку производственные цепочки, в которые эти предприятия были встроены раньше, сейчас разрушены по тем или иным причинам.

Создание единого строительного комплекса в независимых республиках должно основываться на современных мировых тенденциях. Исходя из определения, что строительный комплекс — это сложная межотраслевая система, каждая отрасль которой является совокупностью предприятий и организаций, которые производят строительные материалы, и осуществляет промышленное, культурно-бытовое, жилищное и другие виды строительства, необходимо «осовременить» каждый ее компонент.

Развитие промышленности строительных материалов связано с наличием строительного сырья. Строительная индустрия Донбасса опирается на собственное сырье, которое представлено 124 месторождениями, 25 из которых эксплуатируются. На терри-

тории Луганщины определены еще 82 перспективных участка для проведения поисковых работ на разные виды нерудного сырья.

Донбасский регион богат естественным строительным сырьем: огнеупорные глины, каолины, кварциты, строительный камень и другое. Для развития строительной промышленности используют как минеральные ресурсы (известняк, гипс, глину, песок, камни и др.), так и отходы других отраслей промышленности (золу, шлаки). Так, шлаки металлургических заводов и электростанций используют для производства цемента, шлакоблока, шлаковаты, легких наполнителей для бетонных и железобетонных изделий.

Добыча природного сырья осуществляется на всей территории региона.

Реалии Донбасса позволяют расширить сырьевую базу для строительного комплекса за счет переработки разрушенных войной строительных объектов (объем до 1,5 млн т) коммунальных и накопленных твердых бытовых отходов (рис. 5–7) [4].

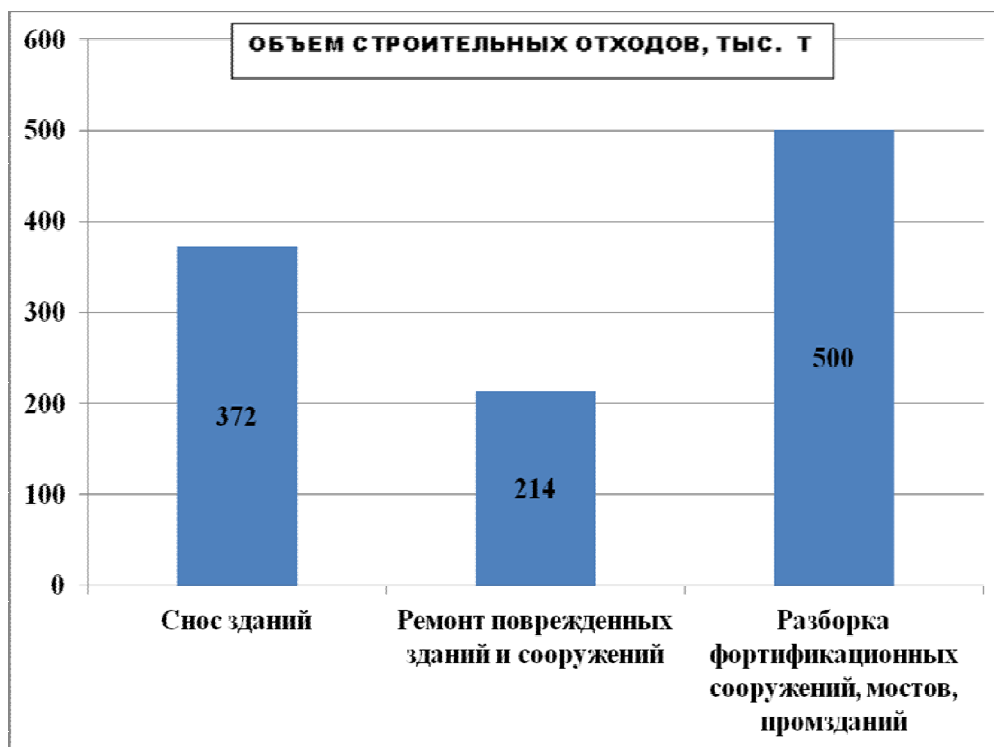


Рисунок 5 Объемы привнесенных войной разрушений в Донбассе

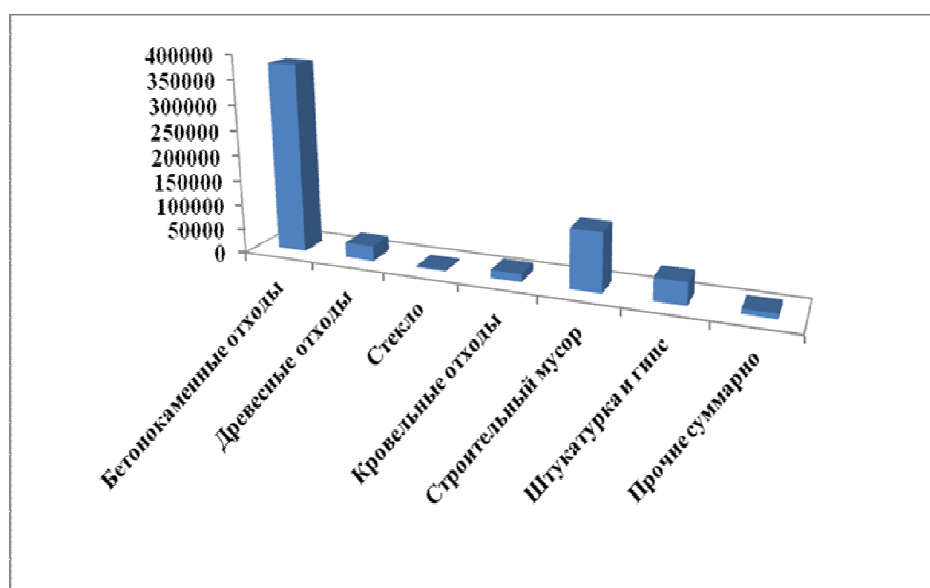


Рисунок 6 Структура и суммарные объемы отходов (т) от сноса и ремонта зданий

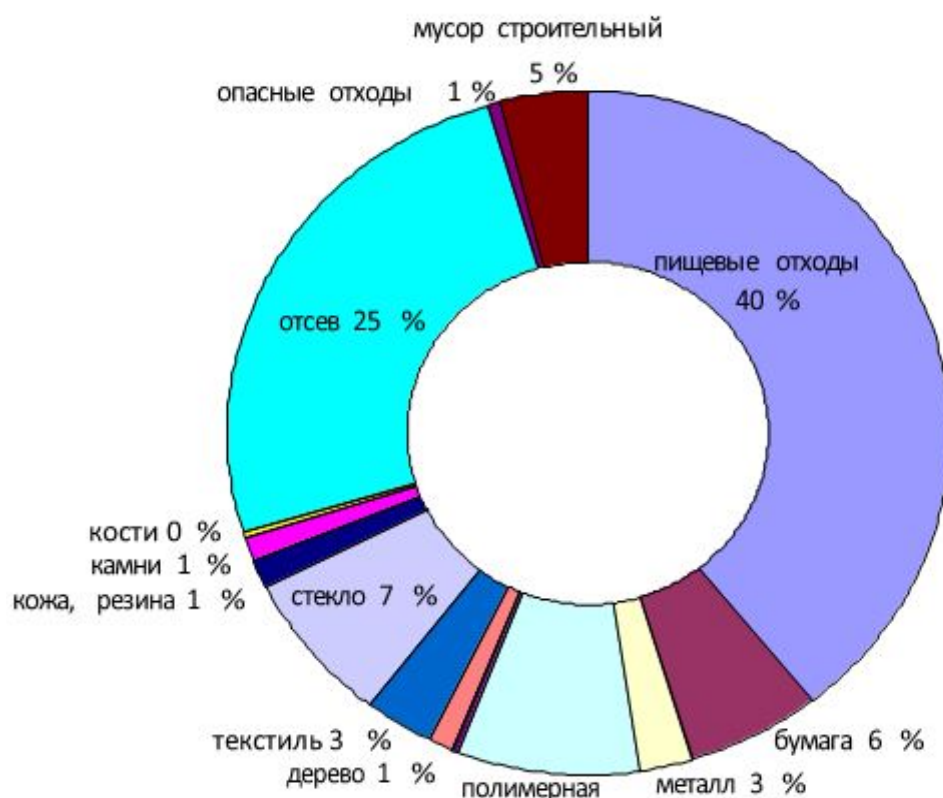


Рисунок 7 Структура ТБО в Донбассе

Современное строительство использует строительные материалы, которые производит химическая промышленность – пластмассы, смолы, клейкие вещества, линолеум, полистирольные плиты и другое. В

строительстве применяют детали из литого камня, минеральную вату, которую получают из расплавленного базальта, и новые виды продукции деревообрабатывающей промышленности, например, древесно-

стружечные плиты, клееную фанеру. Отрасль производит материалы, детали и конструкции для всех видов строительства.

Основная продукция:

- стеновые материалы — кирпич, бетонные и гипсобетонные панели, шлакоблоки;
- вяжущие — цемент, известь, строительный гипс;
- кровельные — черепица, шифер, толь, рубероид;
- отделочные, облицовочные;
- изоляционные материалы;
- строительное стекло;
- сборный железобетон и бетон;
- кровельная керамика и фаянс;
- санитарно-технические изделия и другое.

Проблемы и перспективы развития отрасли.

Проблемы:

1. Устаревшие технологии и очистные сооружения.
2. Загрязнение окружающей среды.
3. Небезопасные предприятия по производству цемента.

Перспективы:

1. Реконструкция и обновление технологической базы.
2. Дальнейшая механизация и автоматизация технологических процессов.
3. Расширение производства новых строительных материалов.
4. Комплексное использование сырья.

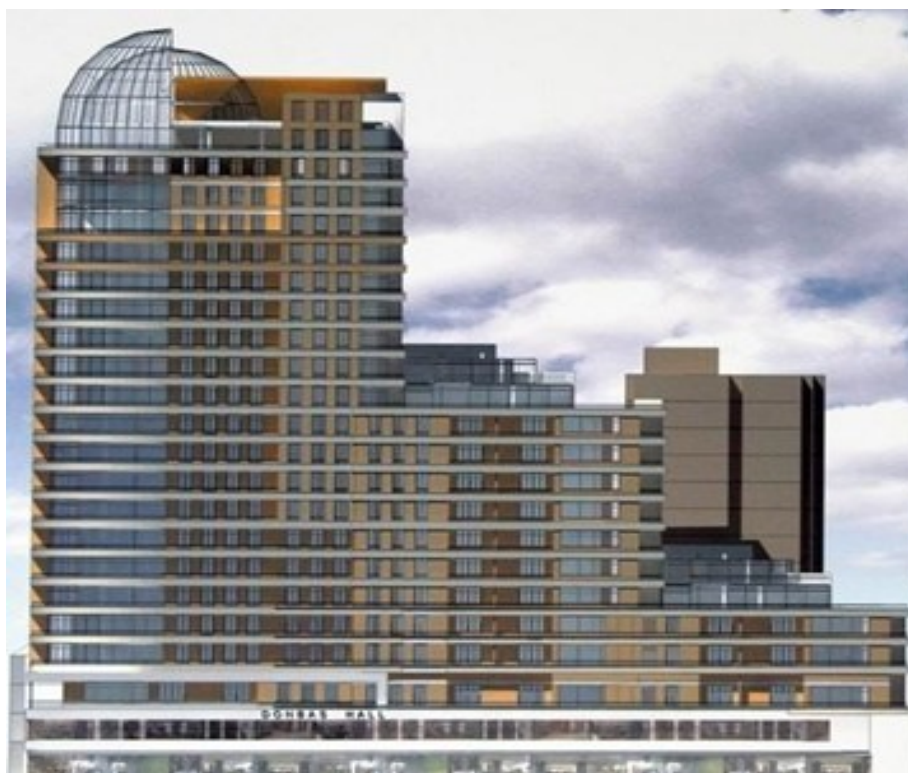
5. Повышение качества изделий для строительства.

Выводы. В Программе о развитии строительной отрасли необходимо учесть следующие вопросы:

- основные производственные фонды некоторых предприятий отработали 100–300 % нормативного срока и требуют замены;
- физический износ практически всех коммунальных трубопроводов, а это несколько тысяч километров, составляет 70–90 %. Как показала практика, аварийные и планово-предупредительные ремонты коммуникаций по затратам в 2–3 раза превышают строительство новых объектов, что делает целесообразным их полную замену по новым бестраншейным технологиям. Это ставит вопрос о развитии нового строительного направления – производства полимерных труб различных видов и диаметров;
- при восстановлении и развитии хозяйственного комплекса региона начнется неизбежная реэмиграция населения, всплеск потребности в жилье, оживление депрессивных населенных пунктов с последующим их развитием, расширением и обновлением;
- морально устаревший архитектурный облик зданий и городов заменят объекты, созданные региональной архитектурной и проектной школами (рис. 8) [5].



Рисунок 8 Перспективные проекты жилья для Луганщины



Продолжение рисунка 8

Традиционная экспортная ориентация экономики региона требует определенной коррекции в пользу внутреннего потребления. Именно в этом направлении и видятся большие инвестиционные возмож-

ности Донбасса с населением, сравнимым с населением стран Прибалтики. Внутреннее потребление способно стать хорошим инвестиционным драйвером, что поможет развитию молодых республик.

Библиографический список

1. Единый Реестр ущерба инфраструктуры Донбасса [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.реестр.укр/ru>.
2. Дрозд, Г. Я. Об экономическом ущербе Донбассу от военных действий [Текст] / Г. Я. Дрозд // Вести автомобильно-дорожного института. — 2020. — № 1 (32) — С. 49–53.
3. Как упала экономика Донбасса [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://dnr-live.ru/kak-upala-ekonomika-donbassa>.
4. Дрозд, Г. Я. Переработка и утилизация разрушенных войной строительных объектов в Донбассе [Текст] / Г. Я. Дрозд // Сборник научных трудов ДонГТУ. — Алчевск : ДонГТУ, 2017. — № 7 (50). — С. 111–118.
5. Каким будет новый Луганск: проекты архитекторов [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://lg.vgorode.ua/news/123712/>.

© Дрозд Г. Я.

Рекомендована к печати к.т.н., проф. каф. ГСХ ЛГУ им. В. Даля, с.н.с. Назаровой А. В.,
к.х.н., зав. КМНИЛ НЦМОС ДонГТИ Смирновой И. В.

Статья поступила в редакцию 02.04.2021.

Doctor Sc. G. Ya. Drozd (*V. Dahl LSU, LPR, drozd.g@mail.ru*)

PROSPECTS OF THE CONSTRUCTION COMPLEX AND HOUSING AND UTILITIES OF DONBASS IN THE CONDITIONS OF FURTHER DEVELOPMENT OF THE REGION

The difficult economic situation of the Donbass republics in the conditions of the military conflict with Ukraine is considered. Information is given about the economic damage of Donbass, and its real physical state, population and size of the territory are estimated. Expectations for the region's revival are pinned on the construction industry, which was also decreased 4,5 times. It is noted that the locomotive of the restoration and development of the entire economic and industrial complex of the region is the construction industry. The current state of the construction industry in the republics is analyzed and a forecast of its development in the context of their political uncertainty is made. The ways of its revival and development are proposed, considering not only the existing raw material base, but also by involving waste from construction objects destroyed by the war and sorted fractions of solid waste into the economic circulation. The possibilities of the construction industry to influence the restoration and development of the region are shown.

Key words: *building complex, building materials, raw material base, restoration, development.*

**ПРИРОДООХРАННОЕ
ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВО**

**ENVIRONMENTAL
LEGISLATION**

УДК 351/354(075.8)

к.т.н. Проскурина И. В.,
Шелков С. А.

(Отдел экологической безопасности управления по вопросам ЧС и ЭБ
Администрации города Алчевска, г. Алчевск, ЛНР, ms.irina.proskurina@mail.ru)

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕРРИТОРИЙ — ПРИОРИТЕТНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МЕСТНЫХ ОРГАНОВ ВЛАСТИ

Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов являются стратегическими направлениями государственной политики. Современные условия предъявляют новые требования к правовому регулированию отношений в сфере окружающей среды, которые реализуются в рамках экологической политики Луганской Народной Республики.

Достижение целей экологической безопасности осуществляется путем проведения единой государственной политики, направленной на предотвращение и ликвидацию внутренних и внешних вызовов и угроз экологической безопасности, которая в свою очередь является частью национальной безопасности. В статье рассматривается имплементация основных положений экологической концепции ЛНР в условиях г. Алчевска. Анализируются особенности организации местными органами власти мероприятий по созданию для населения города благоприятной окружающей среды и комфортных условий проживания.

Ключевые слова: экологическая безопасность, управление, город Алчевск, экологическая концепция, план природоохранных мероприятий.

Постановка проблемы, обоснование ее актуальности. Безопасность жителей Луганской Народной Республики является главным приоритетом государственной политики. Основополагающая формула безопасности жизни человека — это предупреждение любой потенциальной опасности, в том числе и опасности, связанной с загрязнением окружающей среды и истощением природных ресурсов.

Анализ состояния окружающей природной среды показывает, что Луганской Народной Республике, обладающей большим природно-ресурсным потенциалом, присущи характерные для современной цивилизации проблемы загрязнения атмосферного воздуха, обезвреживания и утилизации промышленных и бытовых отходов, загрязнения поверхностных и подземных вод, сохранения плодородия почв и предотвращения загрязнения земель, истощения биоразнообразия.

Природа Республики подвержена колоссальному антропогенному воздействию на протяжении длительного времени.

Многие столетия недра Донбасса были одним из основных поставщиков энергоресурсов и сырья для становления и развития многих отраслей промышленности. Само возникновение и развитие региона связано с освоением угольных месторождений. Растительность нашего края подверглась влиянию человека. Большая часть территории распаханна, лишь на небольших участках сохранилась первозданная лесная растительность. Луганская Народная Республика относится к степному зоогеографическому округу и не богата лесами. Более 2/3 лесов созданы искусственно, в порядке реализации плана преобразования природы. Все леса региона относятся к категории защитных.

Боевые действия в Донбассе также нанесли существенный вред экологии региона. Ущерб связан как с загрязнением окружающей среды разрушенными объектами промышленности, так и с тем, что применяемое оружие причиняет природе вред, превышающий ее возможности к самовосстановлению. Вследствие артиллерийских

ударов наносится прямой урон ландшафту, происходит загрязнение воды, воздуха и почвы выделяемыми при взрыве веществами. Поэтому оценка экологической безопасности территории ЛНР в настоящее время является актуальным направлением деятельности органов власти.

Цель данной работы — анализ имплементации основных положений экологической безопасности Луганской Народной Республики в условиях города Алчевска и поиск новых форм для решения экологических проблем.

Изложение материала. Конструктивное решение вопросов реализации Конституции Луганской Народной Республики [1], Законов Луганской Народной Республики от 17.06.2016 № 100-П «Об охране окружающей среды» [2] и от 10.06.2016 № 98-П «Об отходах производства и потребления» [3], иных нормативных правовых актов Луганской Народной Республики, снижение внешних и внутренних угроз возможно только при концептуальном рассмотрении и объединении усилий между всеми исполнительными органами государственной власти. В 2019 году принята Концепция государственной политики в сфере экологической безопасности и рационального природопользования Луганской Народной Республики на период до 2023 года, которая является документом стратегического планирования в сфере обеспечения национальной безопасности Республики, определяющим основные вызовы и угрозы экологической безопасности, цели, задачи и механизмы реализации государственной политики в сфере обеспечения экологической безопасности. Данный документ является основой для формирования и реализации государственной политики в сфере обеспечения экологической безопасности на государственном, региональном и отраслевом уровнях.

Механизм поддержания благоприятного качества окружающей природной среды возможен при объединении усилий всех исполнительных органов государственной

власти, особенно территориального уровня и общественности.

С целью выполнения мероприятий по реализации экологической концепции, обеспечения благоприятной окружающей среды и экологической безопасности, качественного проведения природоохранных мероприятий распоряжением Главы Администрации города Алчевска ежегодно утверждается план природоохранных мероприятий города (далее — План).

Реализация мероприятий Плана осуществляется коммунальными предприятиями и учреждениями с участием неравнодушных жителей города.

План природоохранных мероприятий состоит из шести основных разделов: охрана атмосферного воздуха; охрана и рациональное использование водных ресурсов; охрана почвы, недр и обращение с отходами; мероприятия по озеленению и благоустройству территории города; экологический мониторинг и экологическое просвещение; образование и повышение экологической культуры населения.

Основными задачами при выполнении Плана являются:

- реализация природоохранных мероприятий;
- соблюдение природоохранного законодательства в процессе деятельности предприятий города;
- озеленение и благоустройство территории города Алчевска;
- пропаганда природоохранных и экологических знаний среди населения и обучающихся;
- обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения города.

Развитие дорожной инфраструктуры, своевременный ремонт, восстановление дорожного покрытия в асфальтобетоне и уборка автомобильных дорог, восстановление и расширение парка городского электротранспорта, осуществление контроля качества моторного топлива, оптимизация транспортного движения для сокращения выбросов от работающего авто-

транспорта позволяет сократить нагрузку на окружающую природную среду [4].

На территории города ежегодно проводятся работы по высадке зеленых насаждений и уходу за ними, способствующие обогащению воздуха кислородом и оздоровлению городской воздушной среды за счет частичного поглощения промышленных и транспортных выбросов.

Для снижения нагрузки на растительный и животный мир, улучшения комфорта среды обитания жителей в сквере 2-го Сентября организована новая рекреационная зона с высадкой кустарников магонии и бирючины, разбивкой альпийских горок, установлены садовые лавочки, урны, проведен монтаж детского оборудования, спортивных турникетов, комплекса спортивных тренажеров, выполнены работы по освещению территории сквера.

Дни экологической безопасности — это одно из важнейших природоохранных событий Луганской Народной Республики. Их проведение стало доброй традицией, которая отражает стремление людей жить в согласии с природой.

В ходе проведения дней экологической безопасности на протяжении месяца в городе проводятся всевозможные экологические мероприятия, охватывающие все направления природоохранной деятельности.

Администрация города в условиях сложившейся ситуации предпринимает все меры для сохранения водных объектов, расположенных на городской территории.

По инициативе Администрации города Алчевска постоянно проводится природоохранная акция «Чистый берег». В уборке принимают участие сотрудники администрации города, бюджетных учреждений, активисты Молодежного совета, представители казачества и просто неравнодушные жители.

Также поддержана инициатива Главы Луганской Народной Республики по экологическому оздоровлению поверхностных вод.

Формирование определенного отношения общества к проблемам в сфере эко-

логической безопасности обеспечивается путем организации и проведения в Алчевске круглых столов, панорамных дискуссий, вебинаров с привлечением учащихся, молодежи и жителей города.

Участники данных мероприятий вырабатывают дальнейшие направления совместной деятельности в области природоохранной работы, санитарной очистки и благоустройства города.

Для решения вопросов экологически безопасного обращения с отходами, предотвращения загрязнения окружающей среды, вовлечения дополнительных объемов отходов как вторичного сырья в хозяйственный оборот в городе Алчевске установлены специальные контейнеры для сбора пластиковой тары в микрорайонах города.

Ведется активный поиск новых технологий и решений экологических проблем. Так, впервые в городе и в Луганской Народной Республике введена в эксплуатацию линия по утилизации люминесцентных ламп.

Формирование экологической культуры жителей города, повышение уровня экологического воспитания и образования населения, особенно детей и подростков, являются залогом ответственного отношения граждан к окружающей среде. При этом без информирования населения обо всех аспектах охраны окружающей среды и рационального природопользования, без реализации права граждан на получение достоверной информации о состоянии окружающей среды не произойдет радикальных изменений в сознании и поведении. С этой целью на официальном сайте Администрации города Алчевска открыта рубрика «Экология», в свободном доступе работает интерактивная экологическая карта, которая стала визитной карточкой нашего города. За период функционирования интерактивной карты были обнаружены и отмечены на карте 286 несанкционированных свалок, из них впоследствии ликвидированы 261. Работы по ликвидации несанкционированных свалок продолжаются и находятся на постоянном контроле.

В решении главных задач экологического просвещения большая роль отводится школе и образованию в целом.

Предметом гордости является сформированный на базе управления образования эколого-биологический центр для детей и юношества, который работает над проблемой повышения экологической культуры населения, активно пропагандирует экологические знания и занимает ведущее место в экологическом образовании и воспитании подрастающего поколения. Дополнительное внешкольное образование в центре осуществляется по направлениям: эколого-биологическое, художественно-эстетическое, научно-исследовательское.

На базе центра работает 51 группа кружков и творческих объединений по 26 направлениям, 10 научных секций алчевского научного общества Малой академии наук.

Разными формами экологонатуралистической работы в городе охвачены дети всех образовательных учреждений. Организована работа кружков и творческих объединений на базе отдаленных школ «Росток» и «Надежда», дошкольных учреждений, духовной лечебницы для детей с ограниченными физическими возможностями. В результате привлечения учащихся к решению задач сохранения окружающей природы происходит повышение интереса к экологической работе и, как следствие, формирование экологически грамотной личности.

В общеобразовательных учреждениях создаются «зеленые классы» для обучения на природе, валеологические тропы. Это новые решения в учебном и воспитательном процессе.

Библиографический список

1. Конституция Луганской Народной Республики [Электронный ресурс] : с изменениями, внесенными законами Луганской Народной Республики от 03.06.2020 № 168-III. — Режим доступа: <https://glava-lnr.info/sites/default/files/documents/pdf/rasporyazhenie-glavy-luganskoy-narodnoy-respubliki-ob-utverzhdenii-plana-meropriyatiy-po-realizacii-koncepcii-gosudarstvennoy-politiki-v-sfere-ekologicheskoy-bezopasnosti-i-racionalnogo-prirodopolzovaniya-luganskoy-narodnoy-resp.pdf> (25.03.2021).

Выводы. Проблема охраны окружающей среды в настоящее время является одной из наиболее актуальных и глобальных проблем человечества. Поэтому давно назрела настоятельная потребность проведения широкомасштабных комплексных мероприятий по предотвращению, нейтрализации или хотя бы существенному сокращению вредного воздействия на природную среду.

В статье выполнен анализ природоохранной деятельности местных органов власти города Алчевска, которая является весьма разнообразной и направлена прежде всего на создание комфортных условий для жизни в экологически безопасной городской среде.

Принятие концептуальных решений в сфере экологической безопасности на государственном уровне позволяет объединить усилия органов власти на местах в решении задач природоохранного законодательства, направленных на повышение качества окружающей среды, оздоровление и сохранение благоприятной экологической обстановки в Луганской Народной Республике.

Взаимодействие местных органов власти и общественности Республики играет ключевую роль в решении задач улучшения состояния экологической безопасности, ведь каждый гражданин должен осознавать свою ответственность за сохранение природной среды, принимать посильное участие в мероприятиях, направленных на улучшение экологической обстановки.

Только совместными усилиями, изменив сознание людей, можно создать благоприятные условия для проживания в нашем городе и в Луганской Народной Республике.

ПРИРОДООХРАННОЕ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВО

2. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс] : Закон Луганской Народной Республики от 17.06.2016 № 100-II — Режим доступа: <https://nslnr.su/zakonodatelstvo/normativno-pravovaya-baza/3086/> (25.03.2021).

3. Об отходах производства и потребления [Электронный ресурс] : Закон Луганской Народной Республики от 10.06.2016 № 98-II — Режим доступа: <https://nslnr.su/zakonodatelstvo/normativno-pravovaya-baza/3060/> (25.03.2021).

4. Об утверждении Плана мероприятий по реализации Концепции государственной политики в сфере экологической безопасности и рационального природопользования Луганской Народной Республики на период до 2023 год [Электронный ресурс] : Распоряжение Главы Луганской Народной Республики от 31.10.2019 № 757-пз/19. — Режим доступа: <https://glava-lnr.info/sites/default/files/documents/pdf/rasporyazhenie-glavy-luganskoy-narodnoy-respubliki-ob-utverzhenii-plana-meropriyatiy-po-realizacii-koncepcii-gosudarstvennoy-politiki-v-sfere-ekologicheskoy-bezopasnosti-i-racionalnogo-prirodopolzovaniya-luganskoy-narodnoy-resp.pdf> (25.03.2021).

© Проскурина И. В.

© Шелков С. А.

**Рекомендована к печати и. о. главного врача ГМ «Алчевская городская СЭС» МЗ ЛНР
д.м.н. Капрановым С. В.,
к.т.н., доц., нач. НИЧ ДонГТИ Проценко М. Ю.**

Статья поступила в редакцию 16.04.2021.

PhD in Technical Sciences Proskurina I. V., Shelkov S. A. (Alchevsk Municipality, Alchevsk, LPR, ms.irina.proskurina@mail.ru)

ENVIRONMENTAL SAFETY OF TERRITORIES IS A PRIORITY AREA OF ACTIVITIES FOR LOCAL AUTHORITIES

Environmental protection and rational use of natural resources are strategic directions of state policy. Modern conditions impose new requirements for the legal regulation of relations in the field of the environment, which are implemented within the framework of the environmental policy of the Lugansk People's Republic.

Achievement of environmental safety goals is carried out through the implementation of a unified state policy aimed at preventing and eliminating internal and external challenges and threats to environmental safety, which in turn is part of national security. The paper discusses the implementation of the main provisions of the ecological concept of the LPR in the conditions of Alchevsk. The paper analyzes the peculiarities of organizing events by local authorities to create a favorable environment and comfortable living conditions for the population.

Key words: environmental safety, management, the town of Alchevsk, ecological concept, plan of environmental protection measures.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

BRIEF REPORTS

УДК 504(063)

*к.х.н. Смирнова И. В.
(ДонГТИ, г. Алчевск, ЛНР)*

НАУЧНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ

1. 26 марта 2021 года Научный центр мониторинга окружающей среды (НЦМОС) провел очередной научный семинар, посвященный Международному дню воды.

На семинаре были представлены доклады: «Мировые и региональные проблемы водных ресурсов» (канд. хим. наук И. В. Смирнова) и «Анализ трендов изменения составляющих водного баланса бассейна водосбора Исаковского водохранилища» (канд. техн. наук В. И. Павлов).

Участники семинара обсудили вопросы, связанные с проблемами Исаковского водохранилища и бассейна реки Белая. Проанализированы результаты многолетнего мониторинга вод Исаковского водохранилища, представлены и прокомментированы результаты обследования воды р. Белая, а также воды родников и колодцев г. Алчевска и п. Бугаевка. На основании собранного материала сделаны выводы об ухудшении качества воды Исаковского водохранилища, определены направления дальнейших исследований в области определения гидрологических характеристик стока водного бассейна водохранилища и предложены тенденции рационального использования и охраны водных ресурсов Луганской Народной Республики.

На семинаре было принято решение об участии в Международной акции «Час Земли» с привлечением студентов и сотрудников института.

Акция носит символический характер и призвана привлечь внимание на необходимость ответственного отношения к природе и ресурсам планеты.

Тема акции — Открытость экологической информации, лозунг — Откройся: бизнес, государство и общество должны вовремя информировать друг друга об

экологической обстановке, чтобы снижать воздействия на окружающую среду, избегать катастроф или вовремя устранять их последствия.

2. 22 апреля 2021 года в ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ» состоялась XIII Международная молодежная научная конференция «Планета — наш дом».

Конференция, как и в 2020 году, проходила в заочном формате, согласно указу Главы ЛНР «О введении режима повышенной готовности» от 13 марта 2020 г. № УГ-160/20.

Организаторами конференции выступили МОН ЛНР, Министерство природных ресурсов и экологической безопасности ЛНР, ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ», ГОУ ВПО ЛНР «ЛНАУ», ГОУ ВПО ЛНР «ЛНУ им. В. Даля».

Конференция проводилась с целью стимулирования научно-исследовательской активности, создания условий для творческого самовыражения молодых ученых, содействия научно-творческому сотрудничеству и укрепления внутриреспубликанских и международных научных связей.

В конференции приняли участие преподаватели, научные сотрудники, работники промышленных предприятий, обучающиеся старших классов общеобразовательных школ и учреждений профессионального образования различного уровня из Российской Федерации, Донецкой Народной Республики, Германии, Швейцарии и Луганской Народной Республики.

С приветствиями в адрес конференции выступили проректор по научной работе ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ» канд. техн. наук Вишневский Д. А. (рис. 1) и присутствующие на пленарном заседании руководители школьных научных работ: руководитель ГУДО ЛНР «Алчевский эколого-биологический центр детей и юношества»

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Алиакбарова Т. В и преподаватель биологии ГОУ ЛНР «АСШ № 17» Ващенко И. В.

Руководитель Комплексной многопрофильной научно-исследовательской лаборатории (КМНИЛ) Научного центра мониторинга окружающей среды (НЦМОС) ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ», канд. хим. наук Смирнова И.В в своем докладе изложила ретроспективный взгляд на появление отходов человеческой жизнедеятельности и возникновение их ощутимого влияния на природу. Участники виртуального пленарного заседания конференции (рис. 2) заполнили анкеты для расчета индивидуального экологического следа.

В адрес оргкомитета конференции поступило 28 работ, часть которых была представлена в видеоформате.

По материалам конференции издан сборник. Электронная версия сборника размещена на сайте ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ» <https://www.dstu.education/ru/>.

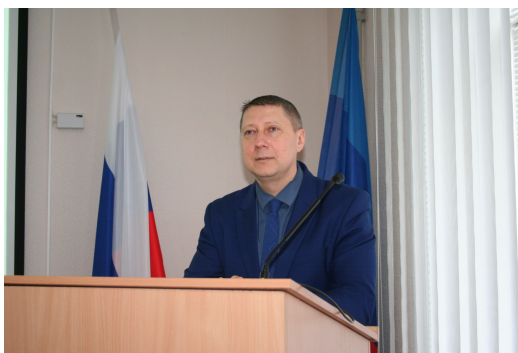


Рисунок 1 Проректор по научной работе ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ» Вишневский Д. А.



Рисунок 2 Пленарное заседание конференции

3. С 31 мая по 6 июня 2021 года в рамках XVII Международного форума-конкурса студентов и молодых учёных «Актуальные проблемы недропользования» в Санкт-Петербургском Горном Университете с научным докладом, представленном на английском языке, выступил аспирант, младший научный сотрудник Научного центра мониторинга окружающей среды Кузьмин Глеб. Его доклад «Средство для гидрологических измерений на основе аппаратно-программного комплекса» был представлен на секции «Поиски и разведка месторождений твердых полезных ископаемых, минералогия, петрография, гидрогеология, инженерная геология и методы геофизических исследований» и показывает актуальность проведения гидрогеологических исследований на территории Луганской Народной Республики (рис. 3).



Рисунок 3 Сертификат участника форума

Форум в этом году принял 1073 участника и эксперта из 51 страны. Он проходил в очном формате с возможностью дистанционного участия с использованием

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

сервиса Zoom. Это позволило участникам из любой точки мира выступить с докладом и транслировать презентацию в режиме реального времени, а слушателям — задавать вопросы, как в формате текстовых сообщений, так и в прямом эфире. Этот всемирно известный международный

форум проводится в целях мультикультурного развития и обмена опытом в образовательном пространстве, а также обсуждения актуальных вопросов по развитию минерально-сырьевого и топливно-энергетического комплексов стран мира.

© Смирнова И. В.

ТРЕБОВАНИЯ

к рукописям статей в научный журнал «Экологический вестник Донбасса»

Научные статьи, предоставляемые в редакцию, должны соответствовать требованиям, составленным на основании требований ВАК МОН ЛНР и базового издательского стандарта по оформлению статей ГОСТ 7.5–98 «Журналы, сборники, информационные издания».

Научный журнал «Экологический вестник Донбасса» издаётся 4 раза в год. Научный журнал формирует редакционная коллегия: 94204, г. Алчевск, ул. Чапаева, 51г, ауд. 219, ДонГТИ; тел.: (072)-180-54-84; (072)-137-20-51; e-mail: eco.donbass@mail.ru; секретарь редакционной коллегии Подлипенская Лидия Евгеньевна.

Тематика разделов:

- Экология.
- Геоэкология.
- Региональная экология и природопользование.
- Природоохранное законодательство.
- Краткие сообщения.

Представляемые в статье материалы должны быть актуальными, отвечать новым достижениям науки и техники, иметь практическую значимость, соответствовать направленности журнала и представлять интерес для широкого круга специалистов.

Название статьи должно быть лаконичным и понятным, включать в себя объект и предмет исследований, иметь прямое отношение к области исследований и её результатам.

Обязательные элементы статьи:

- 1) постановка проблемы, обоснование её актуальности;
- 2) анализ последних исследований и публикаций по данной проблеме, вскрытие их недостатков и противоречий;
- 3) выделение нерешённых ранее частей общей проблемы, которым посвящается данная статья;
- 4) формулирование цели, идеи, объекта и предмета исследований, постановка задач исследований;
- 5) описание и обоснование принятой методики исследований;
- 6) изложение основного материала теоретических и (или) экспериментальных исследований с обоснованием достоверности полученных научных результатов;
- 7) выводы о научной новизне и практической ценности результатов, направление дальнейших исследований.

По решению редколлегии в каждом номере журнала может быть опубликовано не более одной статьи обзорного характера, включающей большую часть рекомендованных выше основных элементов.

Редакция оставляет за собой право отклонять рукописи обзорного и компилятивного характера с нечётко сформулированными научными результатами, новизна и достоверность которых недостаточно обоснованы.

Результаты работы не должны предоставляться в виде тезисов.

Ответственность за нарушение авторских прав, несоблюдение действующих стандартов и недостоверность приведённых в статье данных полностью несут авторы статьи.

Текст статьи предоставляется на электронном носителе и в печатном виде, сопроводительная документация только в печатном виде (скан-копия).

Статья должна сопровождаться:

- внутренней рецензией члена редколлегии и внешней рецензией, заверенной печатью организации;

– лицензионным договором с автором(и).

Рекомендуемое количество авторов статьи — до 3-х человек. При необходимости, по решению редколлегии, количество авторов может быть увеличено до 5-ти.

Языки предоставления статей: русский, английский.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ

Текст рукописи статьи от 5 до 10 страниц в книжной ориентации на белой бумаге формата А4 (210×297 мм) с полями: верхнее, нижнее — 27 мм; левое, правое — 24 мм. Различать колонтитулы чётных и нечётных страниц: от края до верхнего колонтитула — 2 см; от края до нижнего колонтитула — 2 см. Страницы не нумеруются. Рукопись статьи оформляется с применением редактора **MS Word в формате, полностью совместимом с Word 97–2003**: шрифт — Times New Roman, размер — 12 пт, интервал — одинарный, выравнивание — по ширине, абзацный отступ — 0,5 см.

Функция «Автоматическая расстановка переносов» должна быть **активирована**. Весь материал подаётся в чёрно-белом оформлении (без градиентов серого или цветовой палитры).

Не допускается использование списков (маркированных и нумерованных) и элементов «Надпись». **Запрещено использование стилей!**

Оформление статей

Статья подаётся отдельным файлом «*Статья.doc*».

УДК проставляется вверху, выравнивание по левому краю, шрифт полужирный, без абзацного отступа. УДК можно определить самостоятельно с помощью классификатора <https://teacode.com/online/udc>. Проверить корректность расшифровки известного УДК можно здесь — <http://scs.viniti.ru/udc/Default.aspx>.

Через один интервал — учёная степень, фамилия, инициалы, разделённые пробелом. С новой строки в круглых скобках через запятую — название организации, название города, страны, e-mail автора. Шрифт полужирный, курсив, выравнивание по правому краю, без абзацного отступа.

С новой строки — название статьи. Выравнивание по центру, шрифт Arial, полужирный, видоизменение — все прописные, без абзацного отступа, интервал перед и после абзаца — 12 пт, с запретом автоматического переноса слов в абзаце. **Не допускается** набор всего названия заглавными буквами (Caps Lock).

С новой строки — краткая аннотация на языке публикации: размер шрифта — 11 пт, курсив. В аннотации сжато излагается формулировка задачи, которая решена в статье, и приводятся полученные основные результаты.

После аннотации с новой строки — ключевые слова (6–8 слов на языке статьи), курсивом, размером 11 пт, интервал после абзаца — «Авто». Фраза «Ключевые слова:» выделяется полужирным начертанием.

С новой строки — текст статьи в **две колонки** одинаковой ширины, промежуток между колонками — 0,5 см.

Слова «рисунок» и «таблица» при упоминаниях в тексте пишутся полностью (пример: «... на рисунке 2 ...»), а в ссылках в конце предложения — сокращённо в скобках (примеры: «... схема инвертора (рис. 2).», «... получены экспериментальные данные (табл. 4).»).

После текста статьи полужирным шрифтом размером 11 пт располагается заголовок «Библиографический список»: интервал перед абзацем — 12 пт, после абзаца — 8 пт, выравнивание по левому краю.

Библиографический список оформляется согласно ГОСТ 7.1–2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления» размером 11 пт, курсивом и должен быть составлен в порядке упоминания в тексте. Ссылки на литературу в тексте статьи заключаются в квадратные скобки. Рекомендованное количество ссылок — не более восьми источников. Для статей обзорного характера — количество ссылок принимается по решению редколлегии.

Через один интервал — учёная степень, фамилия, инициалы, полное название организации, название статьи, аннотации и ключевые слова на оставшемся языке из двух (русский, украинский), размером шрифта 11 пт.

Учёная степень, фамилия, инициалы оформляются полужирным шрифтом, без абзацного отступа, выравниванием по левому краю. В круглых скобках курсивом через запятую — название организации, название города, страны, e-mail автора.

С новой строки, без абзацного отступа, выравниванием по левому краю — название статьи заглавными буквами.

С новой строки — краткая аннотация курсивом.

С новой строки — ключевые слова курсивом. Фраза «Ключевые слова:» выделяется полужирным начертанием.

Оформление аннотаций отдельным файлом

Аннотация и ключевые слова дополнительно подаются отдельным файлом «*Аннотация.doc*», размером шрифта 11 пт.

Учёная степень, фамилия, инициалы оформляются полужирным шрифтом, без абзацного отступа, выравниванием по левому краю. В круглых скобках курсивом через запятую — название организации, название города, страны, e-mail автора. С новой строки, без абзацного отступа, выравниванием по левому краю — название статьи заглавными буквами.

С новой строки — краткая аннотация курсивом.

С новой строки — ключевые слова курсивом. Фраза «Ключевые слова:» выделяется полужирным начертанием.

Не допускается внедрение в текст аннотации объектов (формул, рисунков и т. д.).

Оформление рефератов отдельным файлом

Реферат подаётся отдельным файлом «*Реферат.doc*»: размер шрифта — 11 пт, без абзацного отступа, выравнивание — по левому краю. Функция «Автоматическая расстановка переносов» должна быть **выключена**.

Фамилия, имя, отчество оформляются полужирным шрифтом.

С новой строки — учёная степень, должность.

С новой строки — название подразделения.

С новой строки через запятую — название организации, название города, страны, e-mail автора, AuthorID автора (при наличии регистрации в РИНЦ).

Через интервал повторить данные для каждого автора.

Через интервал — название статьи (полужирным начертанием).

Через интервал — текст реферата. Реферат объёмом от 200 до 300 слов исключительно общепринятой терминологии должен быть структурированным и содержать следующие элементы: цель, методика, результаты, научная новизна, практическая значимость. Фразы «Цель.», «Методика.», «Результаты.», «Научная новизна.», «Практическая значимость.» (на русском языке), «Мета.», «Методика.», «Результати.», «Наукова новизна.», «Практична значущість.» (на украинском языке), «Aim.», «Technique.», «Results.», «Scientific novelty.», «Practical significance.» (на английском языке) размещаются с новой строки и выделяются полужирным начертанием. Реферат не должен повторять название статьи.

Через интервал — ключевые слова курсивом. Фраза «Ключевые слова:» выделяется полужирным начертанием.

Не допускается внедрение в текст реферата объектов (формул, рисунков, и т. д.).

Рисунки

Рисунки вставляются в текст единым объектом и могут быть представлены:

— *растровыми форматами* — gif, tiff, jpg, bmp и им подобными (качество 300 dpi);

– векторными форматами — emf, wmf (графики, диаграммы).

Рисунки, выполненные в программах Corel, CAD, Word и др., переводятся в один из описанных выше форматов, предпочтительно векторный.

Графический материал следует располагать непосредственно после текста, в котором он упоминается впервые, или на следующей странице. Все позиции, обозначенные на рисунке, должны быть объяснены в тексте и нанесены слева направо, сверху вниз. Перед рисунком интервал 12 пт. Выравнивание по центру, ширина в одну колонку (большие рисунки располагают на ширину страницы вверху или внизу). Рисунки размещают в тексте (не в таблицах), обтекание рисунка — «в тексте». Все рисунки подаются дополнительно отдельными файлами.

Допускается размещение пояснительных данных под иллюстрацией (подрисуночный текст) с выравниванием по центру, без абзацного отступа, размером 10 пт.

Под каждым рисунком (подрисуночным текстом) располагается надпись в формате «Рисунок № Название» с выравниванием по центру без абзацного отступа, интервалом перед и после абзаца — «Авто», размером шрифта 11 пт, с запретом автоматического переноса слов в абзаце. Статья не должна заканчиваться рисунком. Рекомендуется, чтобы площадь, занятая рисунками, составляла не более 25 % общего объема статьи.

Формулы

Абзац, содержащий формулы, должен иметь следующие параметры: выравнивание по левому краю, без абзацного отступа, интервал перед и после абзаца 6 пт, позиции табуляции — 3,93 см по центру (для расположения формулы) и 7,85 см по правому краю (для расположения номера формулы). Формулы целиком (включая размерности) выполняются с помощью редактора формул **Microsoft Equation 3** или **MathType** математическим стилем, обычное начертание шрифта (нормальный), со следующими размерами:

Full (обычный).....	12 pt
Subscript/Superscript (крупный индекс)	9 pt
Sub-Subscript/Superscript (мелкий индекс)	7 pt
Symbol (крупный символ).....	14 pt
Sub-Symbol (мелкий символ).....	12 pt
Формат	по центру
Междустрочный интервал	200 %

Недопустимо масштабирование и размещение формул в табличном формате. В одном блоке формулы, попадающем на границу колонок, допускается только одна строка (многострочные формулы разбиваются на блоки). Упоминание элементов формул в тексте статьи также выполняется в редакторе формул.

Таблицы

Все таблицы располагаются после упоминания в тексте и должны иметь нумерационный заголовок и название (размер шрифта 11 пт). Нумерационный заголовок (*Таблица 1*) выравнивается по правому краю над таблицей, курсив, интервал перед абзацем — 12 пт. С новой строки помещают название выравниванием по центру, без абзацного отступа, с запретом автоматического переноса слов в абзаце; интервал после абзаца — 6 пт.

Таблица выравнивается по центру контейнера, в книжной ориентации, шириной в 1 колонку (большие таблицы располагаются на ширину страницы вверху или внизу). Текст в таблице оформляется размером шрифта 11 пт или 12 пт без абзацного отступа. **Не допускается** заливка ячеек таблицы цветом. **Запрещается** располагать таблицу в альбомной ориентации. После таблицы отступается один интервал.

СОДЕРЖАНИЕ

Экология

<i>Капранов С. В., Капранова Г. В., Евтушенко Е. И., Тарабцев Д. В.</i> ВЛИЯНИЕ КУРЕНИЯ НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ У ШКОЛЬНИКОВ	5
<i>Федорова В. С., Швыдченко С. С., Олейник Т. С.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАЛОГАБАРИТНЫХ ЯРУСНЫХ УСТАНОВОК ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ПОДРАЩИВАНИЯ МАЛЬКОВ ОСЕТРОВЫХ РЫБ	11
<i>Федорова В. С., Бакуменко Ю. С.</i> ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ВОДОЁМОВ КАК ОБЪЕКТОВ РЕКРЕАЦИИ ...	17
<i>Левченко Э. П.</i> ПЕРСПЕКТИВЫ УПРАВЛЕНИЯ АГРЕГАТНЫМ СОСТОЯНИЕМ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ НА ОСНОВЕ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА	28

Геоэкология

<i>Подлипенская Л. Е., Долгих Е. Д., Горельников С. А.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ КЛИМАТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА СИНГУЛЯРНОГО СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА	41
<i>Смирнова И. В., Вознюк Ю. С.</i> АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ МИРОВЫХ И РЕГИОНАЛЬНЫХ ВОДНЫХ ПРОБЛЕМ	50
<i>Крамаренко А. А., Коптева А. К., Лысенко И. Л., Сергейчук О. В., Кусайко Н. П.</i> ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА НАПОЛНЯЕМОСТЬ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ЛНР НА ПРИМЕРЕ ЯНОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА	60

Региональная экология и природопользование

<i>Павлов В. И., Кусайко Н. П., Кулакова С. И.</i> АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ СОСТАВЛЯЮЩИХ ВОДНОГО БАЛАНСА БАССЕЙНА ВОДОСБОРА ИСАКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА	73
<i>Подлипенская Л. Е., Кусайко Н. П., Ладыш И. А., Долгих Е. Д.</i> МОНИТОРИНГ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ЗАСУХ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МНОГОЛЕТНИХ ДАННЫХ ЦЕНТРА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ ГОРОДА ЛУГАНСКА	83
<i>Дрозд Г. Я.</i> ПЕРСПЕКТИВЫ СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА И ЖКХ ДОНБАССА В УСЛОВИЯХ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНА	92

Природоохранное законодательство

<i>Проскурина И. В., Шелков С. А.</i> ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕРРИТОРИЙ — ПРИОРИТЕТНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МЕСТНЫХ ОРГАНОВ ВЛАСТИ	103
--	-----

Краткие сообщения

<i>Смирнова И. В.</i> НАУЧНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ	111
---	-----

CONTENT

ECOLOGY

<i>Kapranov S. V., Kapranova G. V., Yevtushenko E. I., Tarabtsev D. V.</i> THE INFLUENCE OF SMOKING ON THE FUNCTIONAL STATE OF RESPIRATORY ORGANS AMONG SCHOOLCHILDREN	5
<i>Fyodorova V. S., Shvydchenko S. S., Oleynik T. S.</i> USING OF SMALL-SIZED LONG-TIERED CLOSED WATER SUPPLY COMPLEXES FOR STUDYING OPTIMAL CONDITIONS FOR STURGEON FRY GROWING	11
<i>Fyodorova V. S., Bakumenko Yu. S.</i> ASSESSMENT OF THE SURFACE WATER QUALITY OF WATER BODIES AS RECREATION OBJECTS	17
<i>Levchenko E. P.</i> PROSPECTS FOR MANAGING THE AGGREGATE STATE OF WATER RESOURCES ON THE BASIS OF GLOBAL CLIMATE WARMING	28

GEOECOLOGY

<i>Podlipenskaya L. E., Dolgikh E. D., Gorelnikov S. A.</i> STUDYING TIME SERIES OF CLIMATIC INDICATORS USING THE SINGULAR SPECTRAL ANALYSIS METHOD	41
<i>Smirnova I. V., Voznyuk Yu. S.</i> ANALYSIS OF SOME GLOBAL AND REGIONAL WATER PROBLEMS	50
<i>Kramarenko A. A., Kopteva A. K., Lysenko I. L., Sergeychuk O. V., Kusayko N. P.</i> MAIN FACTORS AFFECTING THE LPR WATER BODIES FILLING ON THE EXAMPLE OF THE YANOVSKOE RESERVOIR	60

REGIONAL ECOLOGY AND NATURE MANAGEMENT

<i>Pavlov V. I., Kusayko N. P., Kulakova S. I.</i> ANALYSIS OF CHANGES IN WATER BALANCE COMPONENTS OF THE ISAKOVO RESERVOIR CATCHMENT	73
<i>Podlipenskaya L. E., Kusayko N. P., Ladysh I. A., Dolgikh E. D.</i> MONITORING OF HYDROLOGICAL DROUGHT ON THE RESULTS OF LONG-TERM DATA FROM LUGANSK CENTER OF HYDROMETEOROLOGY	83
<i>Drozd G. Ya.</i> PROSPECTS OF THE CONSTRUCTION COMPLEX AND HOUSING AND UTILITIES OF DONBASS IN THE CONDITIONS OF FURTHER DEVELOPMENT OF THE REGION	92

ENVIRONMENTAL LEGISLATION

<i>Proskurina I. V., Shelkov S. A.</i> ENVIRONMENTAL SAFETY OF TERRITORIES IS A PRIORITY AREA OF ACTIVITIES FOR LOCAL AUTHORITIES	103
---	-----

BRIEF REPORTS

<i>Smirnova I. V.</i> SCIENTIFIC AND ENVIRONMENTAL EVENTS	111
--	-----

UDC 502:504.06

Ecological Bulletin of Donbass

Scientific Journal

Issue 2 2021

Establishers:
SEI HE "DonSTI" (LPR) supported by
Ministry of Natural Resources
and Environmental Safety of LPR

*Certificate of Ministry of Communications
and Mass Media of the LPR
for mass media registration
III 000174 dated 19.01.2021*

*Recommended by academic council
of SEI HE "DonSTI"
(Record № 12 dated 25.06.2021)*

Format 60×84 $\frac{1}{8}$
Conventional printed sheet 15
Order № 166
Circulation 100 copies
Publishing office is not responsible for
material content giving by author
for publishing

Address of editorial office, publishing
and establishing:
SEI HE "Donbass State Technical Institute"
Lenin avenue, 16, Alchevsk, LPR
94204
E-mail: info@dstu.education
Web-site: <http://www.dstu.education>

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

Editor-in-chief

Kuberskyi S. V. — PhD in Engineering, Prof.,
Acting Rector

Deputy chief editor

Vishnevskiy D. A. — PhD in Engineering, Ass. Prof.

Editorial board:

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

Pyatkova N. P. — PhD in Economics, Ass. Prof.

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

Zinchenko A. M. — PhD in Economics, Ass. Prof.

Kusayko N. P. — Head of SMCE

Smirnova I. V. — PhD in Chemistry

Levchenko E. P. — PhD in Engineering, Ass. Prof.

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

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

Secretary of Editorial board

Podlipenskaya L. Ye. — PhD in Engineering,
Ass. Prof.

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

Issue language:
Russian, English

Computer layout
Ismailova L. M.

© SEI HE "DonSTI", 2021
© Chernyshova N. V., graphic, 2021