

ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЗДАНИЙ. ПРОБЛЕМЫ ЖКК. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ. БЕЗОПАСНОСТЬ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. ЭКОЛОГИЯ

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ / RESEARCH PAPER

УДК 556:004.9

DOI: 10.22227/2305-5502.2025.2.7

Состояние природно-технической системы бассейна реки Грузской Еланчик Донецкой Народной Республики

Татьяна Викторовна Иванкова¹, Лев Николаевич Фесенко¹,
Виталий Сергеевич Рожков²

¹ Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) им. М.И. Платова;
г. Новочеркасск, Россия;

² Донбасская национальная академия строительства и архитектуры (ДОННАСА);
Донецкая Народная Республика, г. Макеевка, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. В 2024 г. Президенту РФ представлена Стратегия устойчивого развития Приазовья до 2040 года, цель которой создание национального рекреационного центра мирового уровня на основе экологического восстановления Азовского моря, бассейнов, впадающих в него рек и обеспечения устойчивого развития инфраструктуры. Данная Стратегия в том числе направлена на развитие пляжного туризма на берегу Азовского моря. В связи с чем выполняется научно-исследовательская работа, ее цель — исследование современного геоэкологического состояния бассейнов рек Северного Приазовского гидрологического района на примере малой р. Грузской Еланчик ($L = 91$ км, $F = 1250$ км²). Задачи для выбранного бассейна реки: создать базы данных в бассейне р. Грузской Еланчик, содержащие информацию: о параметрах сооружения, функциональном назначении, морфометрических признаках, геоморфологических особенностях, физико-химических пробах воды, о техническом состоянии сооружений.

Материалы и методы. Работа основана на фактическом материале, собранном в полевых исследованиях. Проведен анализ проектной, строительной и эксплуатационной документации комплексов сооружений по руслу реки; выполнена оценка их конструктивных элементов; отобраны пробы воды для проведения комплексных лабораторных исследований.

Результаты. Для выбранного бассейна реки разработаны схемы градаций для объектов водохозяйственного строительства. Созданы геоинформационные базы данных.

Выводы. Собраны данные для определения степени экологической безопасности, составленные по результатам натурного обследования, систематизирующие сведения об объектах водохозяйственного строительства: проведены исследования эксплуатируемых объектов водохозяйственного и мелиоративного строительства; дана оценка техническому состоянию и уровню безопасности, согласно действующим сводам и правилам; приведены рекомендации по проведению комплекса мероприятий для повышения безопасности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: водное хозяйство, малые реки, водохранилища, природно-технические системы, мониторинг, прогнозирование, ГИС, базы данных

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Иванкова Т.В., Фесенко Л.Н., Рожков В.С. Состояние природно-технической системы бассейна реки Грузской Еланчик Донецкой Народной Республики // Строительство: наука и образование. 2025. Т. 15. Вып. 2. Ст. 7. URL: <http://nso-journal.ru>. DOI: 10.22227/2305-5502.2025.2.7

Автор, ответственный за переписку: Татьяна Викторовна Иванкова, academy-design@mail.ru.

State of natural and technical system of the Gruzskoy Elanchik River basin of the Donetsk People's Republic

Tat'yana V. Ivankova¹, Lev N. Fesenko¹, Vitalii S. Rozhkov²

¹ M.I. Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI); Novocherkassk, Russian Federation;

² Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture (DonNACEA);
Donetsk People's Republic, Makeyevka, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. In 2024 the President of the Russian Federation has instructed to approve the Strategy for the Sustainable Development of the Azov Region until 2040 and the action plan for its implementation, ensuring the synchronization of decisions on the financing of these activities with national projects and strategic planning documents; significant plans are connected with this, including improvement in living standards in the Azov region. This strategy, among other things, is aimed to develop beach tourism, as well as the fish industry with a great potential of the Azov Sea. In this regard, we are carrying out this research, focusing on studying the current geoeological state of the river basins of the Northern Azov hydrological region as exemplified by the small river Gruzskoy Elanchik ($L = 91$ km, $F = 1,250$ km²). Aims for the selected river basin are the following: create databases of construction and urban facilities in the basin of the Gruzskoy Elanchik river containing structural parameters, its functional purpose, morphometric features, geomorphological features, physicochemical water specimens.

Materials and methods. The work is based on factual material collected in the field research in the basin of the Gruzskoy Elanchik River. The analysis of the design, construction and operational documentation of the complexes of structures along the riverbed were carried out, their structural elements were evaluated; water specimens were taken for complex laboratory studies.

Results. Gradation schemes for reclamation and water management facilities have been developed for the selected river basin. Geoinformation databases including spatial data have been created.

Conclusions. Data were collected to determine the degree of environmental safety, compiled based on the results of a field survey, systematizing information about water management construction facilities in the river basin: studies of operated water management and reclamation construction facilities were conducted; certified devices and equipment were used to ensure the accuracy and reproducibility of the results; the data obtained were analyzed and the results evaluated; the assessment of the technical condition and safety level, according to the current codes and rules, was given at the moment of examination; recommendations on carrying out a set of measures to strengthen the safety of structures were given.

KEYWORDS: water management, small rivers, reservoirs, natural engineering systems, monitoring, forecasting, GIS, databases

FOR CITATION: Ivankova T.V., Fesenko L.N., Rozhkov V.S. State of natural and technical system of the Gruzskoy Elanchik River basin of the Donetsk People's Republic. *Construction: Science and Education*. 2025; 15(2):7. URL: <http://nso-journal.ru>. DOI: 10.22227/2305-5502.2025.2.7

Corresponding author: Tat'yana V. Ivankova, academy-design@mail.ru.

ВВЕДЕНИЕ

Согласно Конституции РФ, Донецкая Народная Республика (ДНР), Луганская Народная Республика (ЛНР), Запорожская и Херсонская области включены в перечень регионов страны¹. Для решения водообеспеченности населения и объектов экономики в период СССР (до 1991 г.) использовались воды из бассейна Днепра и Северского Донца (правого притока р. Дон). Сегодня реальный забор водных ресурсов из малых рек новых субъектов РФ $\approx 1,0$ км³/год, при проживающем населении $N = 7,5$ млн чел. удельный забор (2024 г.) ≈ 130 м³/(чел. год). Для сопоставления: удельные расходы воды на человека в год: для Италии ≈ 910 м³/(чел. год), для Испании ≈ 750 м³/(чел. год). Суммарно речной сток ДНР, ЛНР, Запорожской и Херсонской обл.² $\Sigma W_{\text{мест. р.}=50\%} = 3232,0$ млн м³, удельные водные ресурсы (2024 г.) — 431 м³/чел. (1991 г.) — 231 м³/чел. [1]. Площадь четырех новых субъектов (ДНР, ЛНР, Херсонской и Запорожской областей) составляет 108,9 тыс. км². Дефицит воды оценивается $W_{\text{реч}} \approx 12$ км³/год. Площадь ДНР $F_{\text{ДНР}} = 26,5 \cdot 10^3$ км², для года средней водности $W_{\text{реч}} \approx 0,3$ км³/год.

¹ О принятии в Российскую Федерацию Донецкой Народной Республики и образовании в составе Российской Федерации нового субъекта — Донецкой Народной Республики : Федеральный конституционный закон от 04.10.2022 № 5-ФКЗ (ред. от 25.12.2023).

² Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 06. Украина и Молдавия. Выпуск 3. Бассейн Северского Донца и реки Приазовья / под ред. М.С. Каганера. Л. : Гидрометиз, 1967. 492 с.

В период СССР были построены и эксплуатировались каналы межбассейновой переброски, наливные водохранилища, водохранилища многолетнего разлива. Водный баланс Азовского моря составляет $W \approx 290$ км³ (что сопоставимо с двумя годовыми стоками р. Волга). При этом сток р. Дон (средне-многолетний) — 27 км³/год, р. Кубань — 13 км³/год, что в сумме $\Sigma = 40$ км³/год. Основываясь на данных государственного доклада³, мы вошли в цикл маловодных лет, сток р. Дон — 12 км³/год (2020 г.), р. Кубань — 6 км³/год (2020 г.), в сумме $\Sigma = 18$ км³/год. Именно поэтому солёность Азовского моря увеличивается. Если в ДНР местные ресурсы составляют (для среднего по водности года) 750 млн м³/год, то в водохранилищах и прудах аккумулируется 80 % стока — 600 млн м³.

Проблемы с водоснабжением питьевой водой в ДНР начались в 2022 г., именно тогда была нарушена работа канала «Северский Донец – Донбасс». Для их решения были построены: водовод от р. Дон и ряд водоводов из местных источников и малых водохранилищ, а также пробурены десятки новых скважин. В связи с продолжающимся дефицитом водных ресурсов в ДНР, вызванным отсутствием подачи воды из основного источника — канала «Северский Донец – Донбасс» и ограниченными возможностями резервного Волынцевского водо-

³ О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2020 году : государственный доклад. М. : Минприроды России; МГУ имени М.В. Ломоносова, 2021. 864 с.

хранилища, подача воды потребителям осуществляется по графику. Строительство водовода «Дон – Донбасс» улучшило ситуацию, но не устранило проблему нехватки воды. Так, мощность водовода в стандартном режиме — менее 300 тыс. м³/сут, что обеспечивает не более четверти объема от потребления ресурса на 2010 г. Экономика в таких условиях не может нормально восстанавливаться, а тем более развиваться. Азовское море сталкивается с серьезным экологическим кризисом, вызванным маловодьем р. Дон. Начиная с 2007 г., сток воды в Дону значительно снизился, что привело к повышению солёности Азовского моря [2]. Среднегодовая солёность моря, которая в 2006 г. составляла 9,6 ‰, достигла рекордных 15,1 ‰ в 2020 г. [3]. Дефицит речного стока и возросшие расходы воды на испарение, наряду с прочими факторами, спровоцировали беспрецедентный рост солёности вод Азовского моря, среднегодовое значение которой в 2021 г. достигло высокого уровня (14,97 ‰). При наиболее вероятном сценарии (60 ‰) с сохранением маловодного периода и материковым стоком рек Дон и Кубань в Азовское море суммарным объемом около 22 км³ среднегодовая солёность Азовского моря, включая Таганрогский залив, может достичь значений $15 \pm 0,40$ ‰ с диапазоном колебаний в собственно море в интервале от 14,5 до 16,5 ‰ [3].

Бассейн р. Дон занимает территорию 422 тыс. км², на которой размещены 15 субъектов РФ: Тульская, Орловская, Рязанская, Липецкая, Воронежская, Тамбовская, Курская, Белгородская, Пензенская, Саратовская, Волгоградская и Ростовская области, Ставропольский, Краснодарский края и Республика Калмыкия (369,0 тыс. км² или 87,4 % бассейна), а также Харьковская, Луганская и Донецкая области (53,0 тыс. км² или 12,6 % территории бассейна). Длина водотока составляет 1870 км, площадь водосборного бассейна — 422 тыс. км²; средний расход воды — 680 м³/с; уклон реки — 0,096 м/км, возраст ≈ 23 млн лет⁴. Вода р. Дон активно забирается для различных нужд еще до впадения реки в Цимлянское водохранилище, поэтому проект водовода «Дон – Донбасс», хотя и может временно улучшить ситуацию с водоснабжением в ДНР, не станет долгосрочным решением. В бассейне р. Дон продолжится тенденция снижения объемов речного стока вследствие уменьшения годовых осадков и увеличения испарения в теплый сезон. В бассейне р. Кубань полностью или частично располагаются четыре субъекта РФ: Республика Адыгея, Карачаево-Черкесская Республика, Краснодарский край и Ставропольский край. Длина водотока составляет 870 км;

⁴ Джамалов Р.Г., Киреева М.Б., Косолапов А.Е., Фролова Н.Л. Водные ресурсы бассейна Дона и их экологическое состояние : монография / Федеральное агентство научных организаций, Институт водных проблем РАН и др. М. : ГЕОС, 2017. 204 с.

площадь водосборного бассейна — 57,9 тыс. км²; средний расход воды — 398 м³/с; уклон реки — 1,53 м/км, возраст ≈ 5 –9 млн лет.

Следует ожидать, что сток рек в южных регионах России снизится на 3 % до 2030 г. и на 4 % до 2041–2060 и 2080–2099 гг. [3]. Освобождение всей территории ДНР является единственным путем для восстановления нормального водоснабжения и прекращения водной блокады со стороны Украины.

В ДНР нет крупных рек, кроме Северского Донца с длиной водотока 1053 км и площадью водосбора 98,9 тыс. км². Крупнейшие водохранилища в бассейне р. Северский Донец: Червонооскольское (445 млн м³), Печенежское (383 млн м³), Краснопавловское (414 млн м³), Угледорское (162 млн м³) и Мироновское (76,3 млн м³). В бассейне этой реки расположено более 240 малых водохранилищ и прудов со средней площадью зеркала около 2 км².

Использование подземных вод в ДНР невозможно из-за высокой плотности шахт, разработка которых влияет как на глубину залегания грунтовых вод, так и на их качество. Воды непригодны в силу их крайней загрязненности тяжелыми металлами^{5, 6, 7} [4]. Тем не менее подземные воды в ряде городов используются в качестве теплоносителя для систем централизованного отопления. Если до начала СВО в г. Донецке подавали 280–320 тыс. м³ воды/сут, то к ноябрю 2022 г. — лишь 42–55 тыс. м³/сут, из которых 20 % воды применяли для работы котельных. Ситуация усугубляется особенностями эксплуатации: перебоями с электроснабжением, возникновением гидравлических ударов, авариями на водоводах, порывами на водопроводной сети; аналогичная ситуация с оборудованием: насосы выходят из строя. Таким образом, тысячи людей до сих пор живут в условиях нехватки воды.

В соответствии с поручениями Президента Российской Федерации В.В. Путина от 01.04.2023 № Пр-650 и от 27.07.2023 № Пр-1477 о разработке Стратегии развития акватории Азовского бассейна и территорий приазовского побережья была разработана «Стратегия устойчивого развития Приазовья до 2040 года»⁸. Стратегия направлена на восстановление экологии Азовского моря и азовского побере-

⁵ Воронич И.И., Горелов А.С., Горстко А.Б. и др. Рациональное использование водных ресурсов бассейна Азовского моря : мат. модели / под ред. И.И. Воронича. М. : Наука, 1981. 359 с.

⁶ Пельтихин А.С. Особенности рек Донбасса и рекреация // Туризм — перспективная отрасль экономики Украины : сб. мат. науч.-практ. конф. Донецк, 1995. 267 с.

⁷ Ветров С.Ф., Ермаченко А.Б., Грищенко С.В. и др. Гигиеническая оценка питьевого водоснабжения населения отдельных районов Донецкой Народной Республики // Вестник гигиены и эпидемиологии. 2019. Т. 23. № 3. С. 236–244.

⁸ Стратегия устойчивого развития Приазовья до 2040 года. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/assignments/orders/74442>

жья, развитие рыбохозяйственного, туристического и рекреационного потенциала четырех новых субъектов РФ (ДНР, ЛНР, Херсонская и Запорожская области), территорий Республики Крым, Краснодарского края и Ростовской области, прилегающих к Азовскому морю, в целях повышения благосостояния людей.

Развитие туризма и качества жизни людей невозможно без полноценного доступа к безопасной питьевой воде. В связи с этим изучение малых и средних речных бассейнов становится все более важным в свете текущих проблем, включая изменение климата и увеличение антропогенного воздействия [5]. Несмотря на их относительно небольшие размеры, эти бассейны играют ключевую роль в глобальных системах круговорота воды, вещества и энергии, влияя на социально-экономические процессы [6]. Поэтому изучение данных бассейнов в создавшихся условиях является сложной и важной областью научных исследований [7, 8].

Водный фонд ДНР включает 1695 поверхностных водных объектов (реки, водохранилища, пруды, озера), а также подземные воды. По территории Донецкой Народной Республики протекает 4 средние реки общей протяженностью в границах республики 410 км и 851 малых рек и ручьев. Основные водотоки в ДНР — это реки: Кальмиус, Миус, Крынка, Грузской Еланчик, верховья рек Лугань, Сухой и Мокрый Еланчик, Осикова, Лозовая, Водяная, общая протяженность речной сети по территории — 5843,9 км^{9, 10} [9]. Густота речной сети ДНР — 0,22 км/км².

Большие запасы полезных ископаемых в Донбассе угольном бассейне способствовали в XX в. бурному развитию промышленности и значительной концентрации населения в регионе. Сформировавшиеся в области более чем за столетие отрасли промышленности характеризуются значительным водопотреблением, поэтому в регионе существует острая проблема загрязнения водных ресурсов и связанный с этим дефицит качественных вод

для хозяйственно-питьевого водоснабжения населения, сельского хозяйства, перерабатывающей промышленности и т.д. Архивные сведения по химическим анализам воды водоносных горизонтов в этом районе свидетельствуют о наличии соленых подземных вод на глубине 1,25 м с концентрацией солей 39 г/л и с преимущественным содержанием ионов натрия и хлора¹¹.

Основная масса воды рек ДНР (60–70 % от года) стекает в зимне-весенний период. Реки ДНР питаются за счет весеннего таяния снега, что дает 40–80 % годового стока. Дождевое питание незначительно.

Сток рек ДНР высоко зарегулирован водохранилищами и прудами, построенными в 1950–1970 гг., используется для питьевого, сельскохозяйственного и промышленного водоснабжения, рыборазведения и орошаемого земледелия. Общая площадь водного зеркала расположенных на территории ДНР водных объектов (799) составляет 11 097,68 га. Объем водных ресурсов для среднего по водности года — 525,142 млн м³. В ДНР 46 водохранилищ с общей площадью водного зеркала 7491,7 га, объемом 464,417 млн м³.

Разработкой и реализацией государственной политики в сфере управления, использования и воспроизводства поверхностных водных ресурсов, развития водного хозяйства и мелиорации земель, эксплуатации государственных водохозяйственных объектов комплексного назначения, хозяйственных оросительных и осушительных систем занимается Комитет водного и рыбного хозяйства Донецкой Народной Республики. По данным последней инвентаризации на территории ДНР насчитывается около 800 гидротехнических сооружений (ГТС), большинство из них находится в неудовлетворительном и аварийном состоянии.

Состояние гидротехнических объектов и качество вод

В качестве объекта выбран бассейн р. Грузской Еланчик, на котором расположено три водохранилища: Михайловское, Михайловское I (рис. 1) и Шев-

⁹ Речная сеть в ДНР. URL: <https://gkvrh.ugletele.com/vodnye-obekty-natsionalnye-dostoyanie-naroda-dnr/>

¹⁰ Волосухин В.А., Мельников В.В. Азово-Каспийский водный путь: история, проблемы, перспективы. Ростов н/Д. : Изд-во ЮФУ, 2008. 242 с.

¹¹ Доклад о состоянии окружающей среды в Донецкой области / под ред. С. Третьякова, Г. Аверина. Донецк, 2007. 116 с.



Рис. 1. Вид с верхового откоса плотины, шахтный водосброс Михайловского I водохранилища



Рис. 2. Вид на прибрежную водоохранную зону Шевченковского водохранилища



Рис. 3. Вид на акваторию Шевченковского водохранилища

ченковское (рис. 2, 3). Кроме паспорта объекта^{12, 13, 14} (1981, 1984 и 1984 гг. соответственно), никакой иной документации не сохранилось.

Согласно российскому законодательству, на всех ГТС должен осуществляться федеральный государственный надзор. Предоставление декларации безопасности ГТС и проведение ее экспертизы — обязательное требование, невыполнение которого рассматривается как нарушение законодательства в области обеспечения безопасности ГТС. В соответствии с требованиями Федерального закона «О безопасности гидротехнических сооружений» № 117-ФЗ в обязанности собственника ГТС, а также эксплуатирующей организации входит регулярная процедура разработки и утверждения декларации безопасности ГТС на всех этапах жизненного цикла. Согласно ст. 3¹⁵ декларация безопасности ГТС — документ, в котором обосновывается безопасность ГТС и определяются меры по обеспечению безопасности ГТС с учетом его класса.

Еще одной значимой проблемой для изученных территорий является прибрежная водоохранная зона. Все три водохранилища расположены у дорог, что привлекает рыбаков. Судя по данным эхолота, средняя глубина водохранилищ около 2,5–3,5 м, рыба фиксировалась на глубине 2,0–2,7 м. В зонах свободного подъезда машин выявлены очаги свалок мусора, пластика, отходов (рис. 2, 3).

Приведены основные параметры трех водохранилищ, расположенных в бассейне р. Грузской

Табл. 1. Основные параметры Михайловского I водохранилища (проектные)

Длина, км	Ширина максимальная, км	Ширина средняя, км	Глубина максимальная, м	Глубина средняя, м	Площадь зеркала (при НПУ, км ²)	Объем полный, млн м ³	Объем полезный, млн м ³
2,4	0,54	0,22	4,8	2,04	0,52	1,06	0,75

Еланчик: Михайловское I (табл. 1), Михайловское (табл. 2) и Шевченковское II (табл. 3).

Отметка «Нормальный подпорный уровень» (НПУ) — 30,48 м;

отметка «Уровень мертвого объема» (УМО) — 28,48 м;

отметка «Форсированный подпорный уровень» (ФПУ) — 31,68 м.

Максимальный расход воды — 71,1 м³/с.

Плотина — глухая, земляная, проезжая, длина по гребню — 663 м, ширина по проекту — 10 м, фактическая — 25 м, максимальная высота — 8,99 м.

Отметка гребня:

- проектная — 33,18 м;
- максимальная — 33,71 м;
- минимальная — 32,69 м;
- средняя — 33,40 м.

Заложение откосов:

- верхового: $m = 3,0$;
- низового: $m = 2,5$.

Крепление откосов:

- верхового — плитами до отметки 32,95 м;
- низового — посевом многолетних трав.

Водосброс — шахтный, автоматического действия, расположен в левом примыкании плотины, внутренний диаметр шахты — 9,0 м, высота — 5,23 м (по проекту 5,0 м) из бутобетона; толщина стенки = 0,8 м, отметка верха шахты — 30,48 м. Две нитки

¹² Водохозяйственный паспорт водохранилища Шевченковское, Запорожье. 1983. 25 с.

¹³ Водохозяйственный паспорт Михайловского водохранилища, г. Донецк. 1981. 32 с.

¹⁴ Водохозяйственный паспорт водохранилища Михайловского I, Запорожье. 1983. 26 с.

¹⁵ О безопасности гидротехнических сооружений : Федеральный закон от 21.07.1997 № 117-ФЗ (с изм. и доп. от 29.07.2018). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15265/

отводящих труб размером $2,0 \times 2,3$ м сборно-монолитной конструкции заканчиваются бетонным расширяющимся в плане гасителем, ширина бетонного гасителя в начале 6,8 м, в конце 10,5 м. Отводящий канал на длине 20 м крепится камнем. *Донный водовыпуск* совмещен с шахтным водосбросом и представлен двумя стальными трубами $D = 300$ мм; по проекту донный водовыпуск оборудован рыбозащитой в виде перфорированной трубы — стояка высотой 1,5 м и стержневой сетки на входной воронке. Расход при НПУ — $0,53 \text{ м}^3/\text{с}$. *Насосная станция* расположена в нижнем бьефе водохранилища, расход $0,20 \text{ м}^3/\text{с}$. Забор воды насосной станции (НС) производится из донного водовыпуска двумя нитками стального трубопровода $D = 400$ мм длиной 57 м. Водоучетными средствами НС не оборудована.

Основные гидрологические характеристики водотока р. Грузской Еланчик:

- площадь водосборного бассейна до створа гидроузла — 150 км^2 ;
- характер питания — снеговое, дождевое, грунтовое с преобладанием снегового;
- объем стока 50%-ная обеспеченность, годовой — $5,80 \text{ млн м}^3$, за половодье — $3,48 \text{ млн м}^3$;
- период половодья — 40 дней;
- объем стока в расчетный маловодный год 75%-ной обеспеченности составляет $3,59 \text{ млн м}^3$.

Табл. 2. Основные параметры Михайловского водохранилища (проектные)

Длина, км	Ширина максимальная, км	Ширина средняя, км	Площадь зеркала (при НПУ, га)	Глубина максимальная, м	Глубина средняя, м	Площадь зеркала (при НПУ, км^2)	Объем полный, млн м^3	Объем полезный, млн м^3
5,45	0,420	0,176	96	13,0	4,6	2,6	4,652	2,6

Отметка НПУ — 48,0 м;

- отметка УМО — 36,0 м;
- отметка ФПУ — 50,0 м.

Максимальный расчетный расход воды с заданной вероятностью превышения, нормальный 1 % обеспеченности — $224 \text{ м}^3/\text{с}$.

1. *Земляная плотина* высотой 18,0 м, шириной по гребню 6 м, длина плотины — 269 м.

Заложение откосов:

- верхового $m = 3,0$;
- низового $m = 2,5$.

Плотина возводится из суглинков с объемным весом $1,65 \text{ г/см}^3$. Верховой откос крепится сборными железобетонными (ж.б.) плитами $300 \times 200 \times 8$ см

на щебне 20 см. Под швы укладывается стекловолок и стеклохолст. Зуб упора из сборных ж.б. плит $300 \times 80 \times 20$ см. Крепление верхового откоса от 37,50 до отметки 50,90; отметка гребня плотины 51,30. Коэффициент устойчивости низового 1,3. В основании низового откоса плотины уложена дренажная лента с отводящей дренай.

2. *Водосбросное сооружение* — открытого типа расположено на левом склоне балки, подводящий канал с быстротоком. Ширина подводящего канала по дну — 50 м, длина — 54,5 м. Ширина быстротока — 15,2 м, длина — 88 м, уклон — 0,18, заложение откосов — 1,5.

Дно и откосы лотка крепятся сборными плитами $300 \times 200 \times 20$ см и $300 \times 150 \times 20$ см на слое тощего бетона 15 см. Для гашения энергии в нижнем бьефе предусмотрен водобойный колодец глубиной 2,45 м, длиной 16 м и заложением откосов $m = 1,5$.

Колодец выполнен из монолитного ж.б. толщиной по дну 80–100 см. Под дном колодца имеется обратный фильтр из щебня, песка.

Рисберма длиной 12,6 м крепится сборным ж.б. плитами $300 \times 200 \times 20$ см. Крепление рисбермы заканчивается зубом из камня глубиной 2 м. Подготовка под плиты крепления из щебня 10 см.

3. *Донный водовыпуск* расположен на левом склоне балки Каменка, выполнен из стальных труб, $D = 400$ мм, толщиной стенки 12 мм в три нитки. Пропускная способность — $1,98 \text{ м}^3/\text{с}$. Время опорожнения пруда — 42 суток. Трубы уложены в защитный кожух из железобетона М200.

Входная часть крепится каменным мощением 15 см. На выходе устраивается два смотровых колодца для размещения запорной арматуры. Через трубы донного водовыпуска осуществляется забор воды на орошение.

Основные гидрологические характеристики водотока правый приток р. Грузской Еланчик:

- площадь водосборного бассейна до створа гидроузла — $163/72,0^* \text{ км}^2$;
- характер питания — снеговое, дождевое;
- объем стока 50%-ная обеспеченность, годовой — $3,4 \text{ млн м}^3$, за половодье — $1,44 \text{ млн м}^3$;
- период половодья — 40 дней.

Табл. 3. Основные параметры Шевченковского водохранилища (проектные)

Длина, км	Ширина максимальная, средняя, км	Глубина максимальная, средняя, м	Площадь зеркала (при НПУ, км^2)	Объем полный, млн м^3	Объем полезный, млн м^3
5,0	$\frac{0,500^*}{0,155}$	$\frac{8,60^*}{4,32}$	0,77	3,33	3,04

Примечание: * в графе 2 числитель — общая площадь водосбора водохранилища, знаменатель — собственная. Собственная — часть его общей водосборной площади, за-

ключенной между створами плотин и ближайших к нему водохранилищ, расположенных вверх по течению основного водотока и его притоков и регулирующих сток со своих водосборных площадей; в графах 3, 4 приведены объемы стока в створе водохранилища: общий с учетом сбросов с вышерасположенного Шевченковского III водохранилища (числитель) и с собственной водосборной площади (знаменатель); объем стока в расчетный маловодный год $P = 75 \%$, с собственной водосборной площади (сбросов из Шевченковского III не будет) составляет 0,28 млн м³.

Отметка НПУ — 56,83 м;

отметка УМО — 49,83 м;

отметка ФПУ — 58,83 м;

Плотина — земляная, проезжая, длина по гребню — 195 м, ширина по проекту — 6 м, максимальная высота — 12,4 м.

Отметка гребня:

- проектная — 60,23 м;

- фактическая — 60,66 м.

Заложение откосов:

- верхового: $m = 3,0$;

- низового: $m = 2,5$.

Крепление откосов:

- верхового — ж.б. плитами до отметки 57,80 м;

- низового — посевом многолетних трав.

В низовом откосе плотины устроена дренажная лента.

Открытый водосброс расположен на правом берегу водохранилища. Состоит из подводящего канала, быстротока, водобойного колодца, рисбермы и отводящего канала. Водосброс выполнен в скальных грунтах без крепления. Подводящий канал и быстроток трапецеидального сечения с заложением откосов $m = 0,5$, шириной по дну 20 м, общей длиной 182,5 м. Водобойный колодец глубиной 1,0 м, длиной 15,0 м и шириной по дну 22,0 м выполнен без крепления.

Рисберма и отводящий канал по длине 27,5 м крепятся камнем 0,5 м. Канал трапецеидального сечения с заложением откосов $m = 3,0$ м, шириной по дну 26,9 м. *Донный водовыпуск* — из стальных труб, $D = 400$ мм в две нитки длиной 106,5 м. В пределах насыпи плотины трубы заключены в монолитный ж.б. кожух. По проекту донный водовыпуск оборудован рыбозащитой зонтичного типа. Расход при НПУ — 1090 л/с. Максимальный расход воды с заданной вероятностью превышения — 185 м³/с. Пропускная способность водосбросных сооружений (с учетом регулирующего влияния водохранилища) — 172 м³/с.

Основные гидрологические характеристики водотока:

- площадь водосборного бассейна до створа гидроузла — 2,00/21,4 км²;

- характер питания — снеговое, дождевое, грунтовое с преобладанием снегового;

- объем стока 50%-ная обеспеченность, годовой — 2,25/0,61 млн м³, за половодье — 1,94/0,30 млн м³*;

- период половодья — 40 дней.

Результаты лабораторных исследований

Было отобрано 16 проб на всем протяжении русла реки. Отборы проводились в устьевой части, подмостовых пространствах, в притоках, водохранилищах, прудах и истоке. Для оценки качества воды анализ осуществлялся по показателям приборов: МАРК-303; портативного цифрового тестера Water Test для измерения pH; фотометра «Эксперт-003» и «Эксперт 003-3»; RealUVT REALTECH для измерения мутности; эхолота Lucky Knight FF718LIC-WT для определения рельефа дна, а также кондуктометра с лабораторным проточным датчиком Эксперт-002-2-6-Пр для измерения соленосодержания. Характеристика отобранных проб по руслу приведена в табл. 4.

Табл. 4. Результаты лабораторных исследований на содержание солей, PO₄, NH₄, NO₃

Километров от истока	Номер пробы	Источник	Минерализация, г/л	PO ₄ , мг/л	NH ₄ , мг/л	NO ₃ , мг/л
8,00	16	р. Грузской Еланчик, Победа	1,97	0,14	0,09	32
12,20	15	Правый приток, Лужки	3,16	0,15	0,3	13,42
15,32	14	р. Грузской Еланчик, Глинки	2,25	0,37	0,24	32,4
17,89	Проба 13	Левый приток в Шевченковское водохранилище	3,68	0,36	7,08	35
21,45	Проба 12	р. Грузской Еланчик, Шевченковское водохранилище	2,43	0,14	0,22	0,2
27,96	Кузнецово-Михайловское водохранилище	р. Грузской Еланчик, Кузнецово-Михайловское водохранилище	2,66	0,14	1,61	8,28
36,96	Мост 8	р. Грузской Еланчик, Александро-Грековское водохранилище	2,97	0,035	0,8	5,97
39,24	Михайловское водохранилище	Левый приток, Михайловское водохранилище	3,64	0,14	6,6	7,36
46,43	Мост 7	р. Грузской Еланчик, Ивановка	3,16	0,13	0,63	0,19

Окончание табл. 4

Километров от истока	Номер пробы	Источник	Минерализация, г/л	PO ₄ , мг/л	NH ₄ , мг/л	NO ₃ , мг/л
53,28	Пруд 1	Левый приток, Самсоново	3,82	0,01	0,53	9,83
63,03	Мост 6	р. Грузской Еланчик, Витава	3,37	0,68	1,3	6,61
65,58	Мост 5	р. Грузской Еланчик, Хомутово	3,31	0,035	0	2,17
76,38	Мост 4	р. Грузской Еланчик, Розы Люксембург	3,49	0,32	5	8,99
85,79	Мост 3	р. Грузской Еланчик, Гусельщиково	3,51	0,07	3,5	16,69
89,66	Мост 1	р. Грузской Еланчик, Новоазовск	3,11	0,054	3,3	10,1
92,52	Устье	Устье реки	8,54	0,18	0,15	27,2

Солесодержание в изучаемом регионе высокое. Следует отметить, что проблема качества воды в реках Донбасса существует более 60 лет. Зарегулирование стока большинства рек водохранилищами привело к уменьшению их водообильности. Например, если до 1958 г. (до введения канала Северский Донец – Донбасс) сток р. Северский Донец был близкий к природному и безвозвратный забор воды составлял 2–3 м³/с, то к 2000 г. он вырос до 23,2 м³/с. Данные 2005–2010 гг. показывают¹¹, что в Северском Донце значительно возросло содержание ионов кальция, увеличилась общая минерализация вод. Изменение солевого состава является нетипичным для природных процессов и больше всего свидетельствует о хозяйственной деятельности человека в бассейне реки. В воде практически всех рек ДНР наблюдается повышенное содержание солей. Одна из основных причин этого — сброс высокоминерализованных шахтных вод, с которыми в реки за год поступает более 1 млн т солей.

Река Грузской Еланчик имеет площадь водосбора 1190 км², расход воды — 0,91 м³/с, объем — 0,029 км³. Ресурсы пресных вод, доступные для использования в течение доли, %, времени: 50 % — 0,022 км³; 75 % — 0,011 км³; 95 % — 0,0029 км³.

В Докладе о состоянии окружающей среды в Донецкой области (2007 г.) приведена оценка опасности загрязнения воды по основным показателям (рис. 4) и экологическая оценка состояния воды в р. Грузской Еланчик на 2006 г. (рис. 5), превышение сульфатов фиксировалось в два раза. Природными условиями изучаемой территории обусловлено распространение в регионе соленоватых сульфатно-натриевых вод, которые имеют ограниченное использование в хозяйственно-питьевом водоснабжении населения, сельском хозяйстве и перерабатывающей промышленности. Количество таких вод в области из года в год растет. Приоритетные загрязнители поверхностных вод региона — сульфаты и биогенные вещества (соединения азота и фосфора), а также другие органические вещества.

В отобранных пробах также фиксируются скачки фосфатов, азота аммонийного и азота нитратов. Сбросы фосфатов наблюдаются у с. Витава (63 км от истока), азот аммонийный у с. Роза Люксембург (76 км от истока), с. Гусельщиково (85,7 км от истока), г. Новоазовск (89,6 км от истока); азот нитраты фиксируются вблизи истока: с. Победа (8 км от истока), с. Глинки (15 км от истока), так и ближе к устью с. Гусельщиково (89,6 км от истока) (рис. 6).

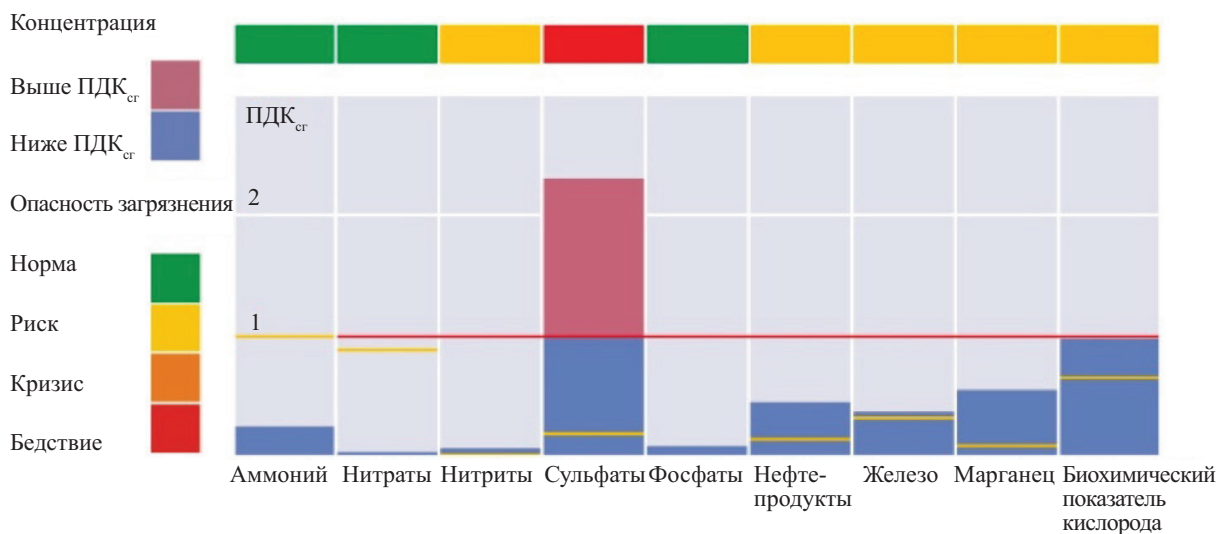


Рис. 4. Оценка опасности загрязнения воды по основным показателям для р. Грузской Еланчик (2006 г.): ПДК_{кр} — санитарно-гигиенические предельно допустимые концентрации

	— ПДК _{гр} Санитарно-гигиенические предельно допустимые концентрации, мг/л	— ПДК _{рх} Рыбохозяйственные предельно допустимые концентрации, мг/л
Аммоний	—	0,500
Нитраты	45,00	40,00
Нитриты	3,300	0,080
Сульфаты	500,0	100,0
Фосфаты	3,500	—
Нефтепродукты	0,300	0,050
Железо	0,300	0,100
Марганец	0,100	0,010
БПК ₅	3,000	2,000

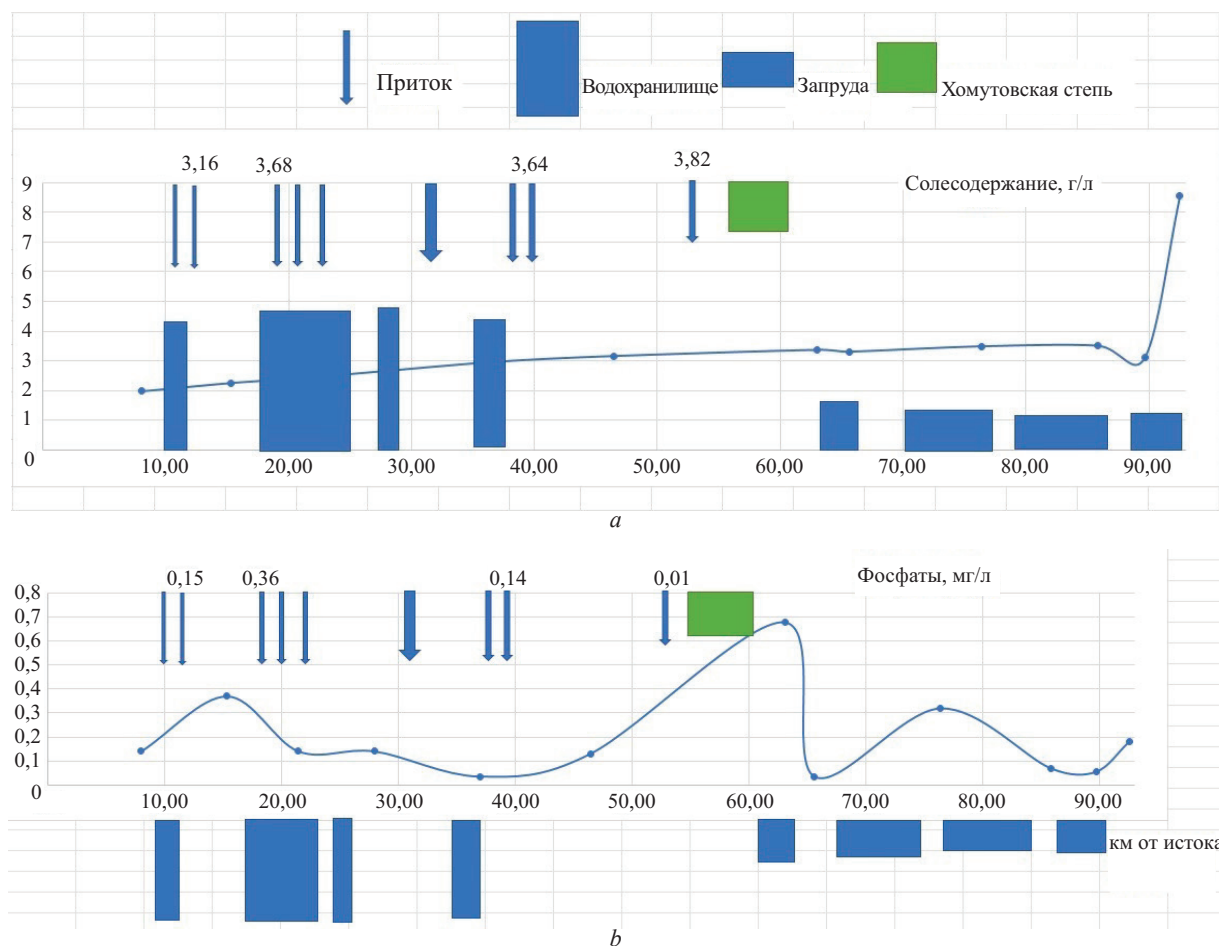
Рис. 5. Экологическая оценка состояния воды в р. Грузской Еланчик в 2006 г.: ПДК_{рх} — рыбохозяйственные предельно допустимые концентрации

Согласно данным Минстроя ДНР, по всему течению р. Грузской Еланчик централизованные сбросы очищенных сточных вод населенных пунктов (за исключением г. Новоазовск, располагающегося в устье реки) отсутствуют. В районе с. Розы Люксембург функционирует птицефабрика, что может являться причиной роста концентраций азота аммонийного в створе реки после 76 км по руслу (рис. 6, с).

Отобранные пробы по всему руслу реки были классифицированы по таким параметрам, как: температура воды, pH, мутность, солесодержание, PO₄,

NH₄, NO₃, классификация вод по pH, характеристика вод по общей минерализации, характеристика вод по прозрачности. Дополнительно в лабораторных условиях проведены анализы воды из истока, впадения притоков и устья по классификаторам: цветность, запах, перманганатная окисляемость, общая жесткость; содержание: кальций (Ca²⁺), магний (Mg²⁺), натрий + калий (Na⁺ + K⁺), гидрокарбонат (HCO₃⁻), хлориды (Cl⁻), сульфаты (SO₄²⁻), бор (B³⁻), фтор (F⁻), железо общее, марганец, алюминий, сероводород (табл. 5, 6).

Представленные результаты характеризуют водный объект с точки зрения пригодности для хозяйственно-питьевого водоснабжения как малопригодный. Повышенная минерализация, общая жесткость воды, высокое содержание сульфатов диктуют необходимость устройства систем корректировки ионного состава воды в процессе очистки для доведения ее до качества, регламентируемого СанПиН 1.2.3685–21. Мероприятия по корректировке ионного состава в процессе водоподготовки достаточно дорогостоящие [9, 10] и требуют всестороннего технико-экономического обоснования. Следует отметить, что повышенная минерализация и жесткость характерны для малых рек Приазовья [1] и обусловлены природными условиями формирования таких водных объектов.



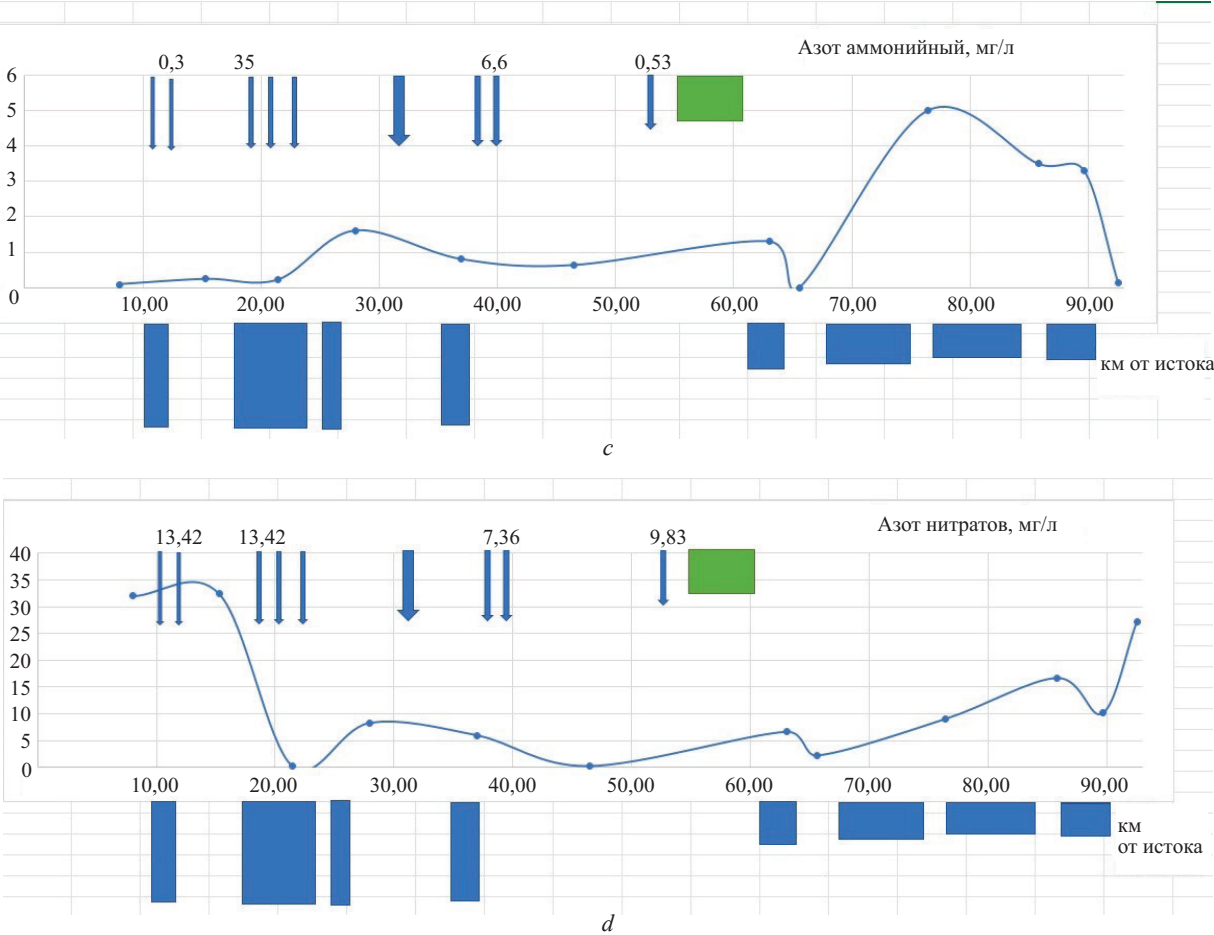


Рис. 6. Отобранные пробы: *a* — по солесодержанию; *b* — по содержанию фосфатов; *c* — по содержанию азота аммонийного; *d* — по содержанию азота нитратов

Табл. 5. Лабораторный анализ вод устья, впадения притоков и истока

Показатели	Номер 1 Исток		Номер 2 Устье		Номер 3 Садки номер 19	
	ммоль/д ³	мг/дм ³	ммоль/д ³	мг/дм ³	ммоль/д ³	мг/дм ³
Цветность	—	34,5	—	75,0	—	69,0
pH, ед.	—	7,86	—	7,7	—	7,9
Запах, баллы	—	3	—	3	—	4
Перманганатная окисляемость	—	1,44	—	5,2	—	8,32
Общая жесткость	20,9	—	36,3	—	36,8	—
Кальций (Ca ²⁺)	12,9	258,0	19,0	380,0	18,6	372,0
Магний (Mg ²⁺)	8,0	97,6	17,3	207,6	8,2	98,4
Натрий + калий (Na ⁺ + K ⁺)	5,25	120,75	9,7	223,1	11,2	257,6
Гидрокарбонат (HCO ₃ ⁻)	6,15	375,15	4,5	274,5	3,5	213,5
Хлориды (Cl ⁻)	8,0	283,6	17,8	631,1	17,0	602,7
Сульфаты (SO ₄ ²⁻)	12,0	576,0	23,7	1137,6	27,5	1320
Бор (B ⁻)	—	0,59	—	1,32	—	1,3
Фтор (F ⁻)	—	1,37	—	1,06	—	1,4
Железо общее	—	н/о ND	—	н/о ND	—	н/о ND
Марганец	—	н/о ND	—	н/о ND	—	н/о ND
Алюминий	—	н/о ND	—	н/о ND	—	н/о ND
Сероводород	—	н/о ND	—	н/о ND	—	н/о ND
Общая минерализация (расчетная)	—	1713,1	—	2856,3	—	2866,9

Табл. 6. Анализ поверхностных вод р. Грузской Еланчик

Наименование	Температура воды, °С	pH	Мутность	Минерализация, г/дм³	PO ₄ ³⁻ мг/дм³	NH ₄ ⁺ мг/дм³	NO ₃ ⁻ мг/л	Показатель pH	Характеристика вод по общей минерализации	Характеристика вод по прозрачности
Проба 1 (устье)	27,1	8,07	23,82	8,54	0,18	0,15	27,2	Слабощелочная	Соленая	Средней мутности
Проба 2 (мост 1)	26,6	8,06	13,8	3,11	0,054	3,3	10,1	Слабощелочная	Соленая	Мутная
Проба 3 (мост 3)	26	7,87	14,14	3,51	0,07	3,5	16,69	Слабощелочная	Соленая	Мутная
Проба 4 (мост 4)	25,8	7,82	22,9	3,49	0,32	5	8,99	Слабощелочная	Соленая	Средней мутности
Проба 5 (Александровка)	26,8	7,98	6,51	3,18	–	–	–	Слабощелочная	Соленая	Очень мутная
Проба 6 (мост 5)	26	7,87	6,15	3,31	0,035	0	2,17	Слабощелочная	Соленая	Очень мутная
Проба 7 (мост 6)	22,4	7,3	37,6	3,37	0,68	1,3	6,61	Нейтральная	Соленая	Прозрачная
Проба 8 (пруд 1)	26,6	7,92	31,7	3,82	0,01	0,53	9,83	Слабощелочная	Соленая	Прозрачная
Проба 9 (мост 7)	24,2	7,34	8,9	3,16	0,13	0,63	0,19	Слабощелочная	Слабопресная	Очень мутная
Проба 10 (мост 8)	26,3	7,98	4,2	2,97	0,035	0,8	5,97	Слабощелочная	Слабопресная	Очень мутная
Проба 11 (Кузнецово-Михайловское водохранилище)	26	7,95	–	2,66	0,14	1,61	8,28	Слабощелочная	Слабопресная	–
Проба 12 (Шевченковское водохранилище)	26,2	6,71	14,89	2,43	0,14	0,22	0,2	Нейтральная	Слабопресная	Мутная
Проба 13 (приток/выше Шевченко)	18,4	7,66	5,42	3,68	0,36	7,08	35	Слабощелочная	Соленая	Очень мутная
Проба 14 (мост 11)	24,5	6,8	14,23	2,25	0,37	0,24	32,4	Нейтральная	Слабопресная	Мутная
Проба 15 (приток)	–	–	3,09	3,16	0,15	0,3	13,42	–	Соленая	Очень мутная
Проба 16 (мост 12)	19,6	6,33	3,88	1,97	0,14	0,09	32	Слабокислая	Слабопресная	Очень мутная

Некоторое снижение минерализации в пределах г. Новоазовска объясняется сбросом очищенных хозяйственно-бытовых сточных вод с меньшим содержанием и разбавлением стока реки. Такое явление также характерно для водных объектов маловодного Донбасса, когда необходимые объемы воды для питьевого водоснабжения не забираются из местного водоисточника, а транспортируются на значительные расстояния из полноводных объектов (р. Северский Донец, р. Дон).

Кроме того, установлено, что относительно данных, приведенных в Докладе о состоянии окружающей среды в Донецкой области (2007), в настоящее время наблюдается некоторая стабилизация водного объекта по содержанию биогенных элементов. Так, повышенное загрязнение веществами, содержащими азот и фосфор, наблюдается только в пределах ясно очерченных источников сброса — Новоазовской птицефабрики (азот аммонийный) и г. Новоазовск (азот нитратов, как следствие возможных недостатков организации процесса денитрификации на городских очистных сооружениях). Улучшение экологической характеристики объекта в этом плане связано со снижением интенсивности хозяйственной деятельности в регионе за прошедшее десятилетие.

В ходе исследования разработана градация для объектов гидротехнических сооружений, расположенных в бассейне реки, представленная в табл. 7. Для каждого сооружения, согласно градации, были заполнены цифровые и информативные показатели, отраженные в «Базе данных сооружений водного хозяйства в бассейне реки Грузской Еланчик».

Стратегия устойчивой эксплуатации и технического обслуживания ГТС иницируется еще до проектирования и оптимизируется в течение срока их службы [11], что стабилизирует окружающую среду и экономику. Следовательно, неправильная эксплуатация и техническое обслуживание ГТС могут привести к жертвам, экономическим потерям и вреду окружающей среде [12]. В настоящее время ни одно сооружение не эксплуатируется по назначению, на них нет службы эксплуатации, мониторинг за ними не ведется. Так, авторами был обнаружен прорыв трубы на Михайловском I водохранилище (рис. 7, 8). Выявление дефектов должно начинаться в процессе эксплуатации и обслуживания ГТС. Факторы, влияющие на ухудшение структурных свойств гидравлических систем, должны быть выявлены и немедленно устранены. В качестве альтернативы неразрушающий контроль может иметь большое значение для выявления старения ГТС. Такой контроль представляет собой прямую и косвенную оценку информации о состоянии ГТС. Это необходимо для того, чтобы можно было немедленно вмешаться в ситуацию и избежать серьезных последствий. Косвенную оценку старения следует осуществлять путем мониторинга эффектов и по-

Табл. 7. Градация для объектов гидротехнического строительства

Наименование
Координаты
Наименование муниципального образования, на территории которого находятся ГТС
Ближайший населенный пункт
Объем полный, млн м ³
Объем полезный, млн м ³
Площадь зеркала при нормальном подпорном уровне, км ²
Отметка НПУ, м
Отметка ФПУ, м
Отметка УМО, м
Максимальный расход воды, м ³ /с
Водоток
Вид регулирования стока
Назначение
Материал плотины
Отметка гребня, м
Заложение откосов
Крепление откосов
Длина, км
Ширина водохранилища максимальная, км
Ширина водохранилища средняя, км
Глубина водохранилища максимальная, м
Глубина водохранилища средняя, м
Длина плотины по гребню, м
Ширина плотины по проекту, м
Ширина плотины фактическая, м
Высота плотины, м
Год ввода в эксплуатацию/год капитального ремонта
Наличие проектной документации
Наличие службы эксплуатации
Балансодержатель
Состав сооружений
Оценка уровня безопасности на период обследования

следствий старения [13]. Хорошо известно, что все конструкционные материалы имеют ограниченный срок службы и могут подвергаться воздействию окружающей среды [14]. Этап предотвращения старения ГТС заключается в детальном анализе для определения безопасности сооружения и его экономического состояния. Важность накопления и использования воды для региона невозможно переоценить, и поэтому обслуживание и безопасная эксплуатация ГТС имеют решающее значение. Конструкции не должны протекать, разрушаться; каналы и водохранилища должны быть чистыми и свободными от заиливания. Поломка или выход из строя ГТС могут привести к подтоплению и затоплению нижнего бьефа, а обрушение грунтовой плотины — к наводнению и эрозии [15, 16].



Рис. 7. Прорыв трубы шахтного водосброса на водохранилище Михайловское I



Рис. 8. Верховой откос плотины, шахтный водосброс

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Работа основана на фактическом материале, собранном в полевых исследованиях в бассейне р. Грузской Еланчик ДНР. Проведен анализ проектной, строительной и эксплуатационной документации комплексов сооружений и выполнена оценка их конструктивных элементов согласно действующим нормам и правилам^{16, 17, 18, 19, 20}.

Мониторинг технического состояния гидротехнических сооружений, находящихся на территории бассейна реки Грузской Еланчик, включал детальное обследование их технического состояния в рамках эксплуатационного контроля.

Мониторинг осуществляется в целях принятия управленческих решений посредством:

- обеспечения объективной информацией о состоянии сооружений;
- обеспечения эксплуатационного контроля и контроля за показателями состояния сооружений;
- информационного обеспечения формирования перечня сооружений, подлежащих ремонту и реконструкции;
- уточнения основных размеров конструктивных элементов;

¹⁶ СП 58.13330.2019. Гидротехнические сооружения. Основные положения. Пересмотр СНиП 33-01-2003 : введен 17.06.2020. URL: <http://docs.cntd.ru/document/564542210>

¹⁷ ГОСТ 31937-2024. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния : введен 01.05.2024.

¹⁸ Об утверждении критериев классификации гидротехнических сооружений : Постановление Правительства РФ от 05.10.2020 № 1607. URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74632297/>

¹⁹ О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации : Федеральный закон от 31.07.2020 № 248-ФЗ. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_358750/

²⁰ О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля : Федеральный закон от 26.12.2008 № 294-ФЗ. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_83079/

- осмотра видимых частей сооружения конструкций с выявлением дефектов; составления дефектных ведомостей;

- выявления наличия и размеров дефектов;
- ранжирования сооружений по степени опасности.

Предложено управление безопасностью с помощью баз данных (БД), они позволяют выявить наиболее кризисные зоны, в которых необходимо реализовать меры по улучшению экологической обстановки [17, 18]. Создание каталога водотоков и соответствующей БД потенциально способно обеспечить решение задач оптимизации природопользования в бассейнах малых рек [19].

По результатам авторских исследований составлена структура для формирования баз данных объектов водохозяйственного строительства по критериальным значениям, техническому состоянию и оценке уровня безопасности.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На основании обобщения проведенных исследований разработана система для сбора данных объектов водного хозяйства в бассейне реки. База содержит обработанную информацию: параметры сооружения, функциональное назначение, морфометрические признаки, геоморфологические особенности, физико-химические исследования проб воды, оценку технического состояния. База данных представляет систематизированный массив строительной информации с возможностью фильтрации и сортировки сооружений по различным параметрам, таким как: «Наименование», «Координаты», «Наименование муниципального образования, на территории которого находятся гидротехнические сооружения», «Ближайший населенный пункт», «Объем полный, млн м³», «Объем полезный, млн м³», «Площадь зеркала при нормальном подпорном уровне, км²», «Отметка нормального подпертого уровня (НПУ), м», «Отметка форсированного подпертого уровня (ФПУ), м», «Отметка уровня мертвого объема (УМО), м», «Максимальный расход воды, м³/с», «Водоток», «Вид регулирования стока», «Назначение» и др. [20].

Собраны сведения для определения степени экологической безопасности, составленные по ре-

результатам натурного обследования, систематизирующие сведения об объектах водного хозяйства в бассейне реки: проведены исследования эксплуатируемых объектов строительства; использованы сертифицированные приборы и оборудование, обеспечивающие точность и воспроизводимость результатов; проанализированы полученные данные и оценены результаты; дана оценка техническому состоянию и уровню безопасности, согласно действующим сводам и правилам, на момент обследования; приведены рекомендации по выполнению комплекса мероприятий для повышения безопасности сооружений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ

Донбасс относится к маловодному региону, а поэтому проблема сохранения водных ресурсов остается для жителей республики крайне острой. Водные ресурсы административного центра ДНР постоянно испытывают антропогенное воздействие промышленного потенциала города. В ДНР сосредоточены различные отрасли промышленности (металлургическая, коксохимическая, угольная), отсюда существенное последствие — ухудшение состояния окружающей среды, в том числе состояния земель и водных объектов. Водоснабжение населения ДНР на 85 % обеспечивается за счет поверхностных водоисточников и около 15 % приходится на долю подземных. Учитывая, что практически все города и населенные пункты ДНР расположены на подработанных угольными шахтами территориях, часть из которых затоплена и разрушена в ходе боевых действий (шахты «Октябрьская», «Трудовская» г. Донецк; «Комсомолец Донбасса» г. Кировское), поступление шахтных сточных вод в поверхностные и подземные водоисточники является острой экологической и гигиенической проблемой [21].

Нестабильное водоснабжение на протяжении двух лет остается проблемой для жителей ДНР. На сегодняшний день, несмотря на утвержденный график подачи воды раз в два дня, многие дома, как и в течение последних двух лет, остаются без водоснабжения. И такие ограничения коснулись

не только прифронтовых районов, в тылу г. Донецка насосы не справляются с подачей воды на верхние этажи многоэтажек, жители которых раз в несколько дней вынуждены пополнять запасы из машин, занимающихся подвозом, частный сектор страдает из-за изношенности труб. Это обусловлено комплексом факторов: аварии на сетях водо- и теплоснабжения, а также регулярные перебои электроснабжения на объектах, которые приводят к остановке технологического оборудования и гидравлическим ударам на сетях.

Основным источником водоснабжения для ДНР в настоящее время является водовод «Дон – Донбасс», построенный в 2023 г. Водовод имеет производительность 300 тыс. м³ воды/сут и обеспечивает водой Горловский, Донецкий и Енакиевский промышленные районы, включающие города: Донецк, Макеевка, Харцызск, Шахтерск, Кировское и Торез. До 2022 г. ДНР снабжалась водой по каналу «Северский Донец – Донбасс», однако он получил критические повреждения в ходе боевых действий.

Водовод «Дон – Донбасс» забирает 0,1095 км³ воды в год, что составляет 0,54 % от среднегодового стока р. Дон в районе станицы Раздорской за последние 70 лет (с 1952 по 2022 г.), это значительно меньше, чем максимальный годовой сток р. Дон, составляющий 0,29 % для самого многоводного года (1979 г.) и 1,15 % для самого маловодного года (2020 г.) за этот период. Так, водовод «Дон – Донбасс» обеспечивает стабильное водоснабжение для ДНР, но его производительность ограничена и не может полностью решить проблему дефицита воды в регионе.

В республике сосредоточено свыше 800 гидротехнических сооружений, однако безопасная эксплуатация, согласно российскому законодательству, не ведется.

Проведенные исследования в бассейне р. Грузской Еланчик позволили очертить основной круг характерных для региона аспектов состояния водных ресурсов с точки зрения безопасности эксплуатации ГТС, экологического состояния малых рек Донбасса, особенностей водопользования на территории новых регионов РФ.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Волосухин В.А., Фесенко Л.Н., Рожков В.С. Проблемы водообеспеченности новых субъектов Российской Федерации // Современные проблемы гидравлики и гидротехнического строительства : сб. тез. докл. VII Всеросс. науч.-практ. семинара. 2024. С. 116–117. EDN PSGKVW.

2. Матишов Г.Г., Григоренко К.С. Гидрохимический состав воды на взморье и авандельте Дона в условиях маловодья (XX–XXI вв.) // Доклады Рос-

сийской академии наук. Науки о Земле. 2021. Т. 499. № 2. С. 193–202. DOI: 10.31857/S2686739721080077. EDN NWPFYM.

3. Жукова С.В., Мирзоян А.В., Шишкин В.М., Подмарева Т.И., Лутынская Л.А., Тарадина Е.А. и др. Возможные сценарии формирования материкового стока и солёности вод Азовского моря с учетом современных и перспективных тенденций изменения климата // Водные биоресурсы и среда обитания.

2023. Т. 6. № 4. С. 7–30. DOI: 10.47921/2619-1024_2023_6_4_7. EDN WQWAHX.

4. Елизарова О.В. Анализ качества воды из источников централизованного водоснабжения ДНР в современных условиях // Архив клинической и экспериментальной медицины. 2023. Т. 32. № 4. С. 32–35.

5. Pourmahmoud J., Shahdany S.M.H., Roozbahani A. Practical drought risk assessment and management framework: A step toward sustainable modernization in agricultural water management // Journal of Hydrology. 2024. Vol. 644. P. 132121. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2024.132121

6. Lou H., Li H., Yang S., Wang X., Pan Z., Zhang Y. et al. River discharge recovery lag in the small and medium-sized rivers occurred in response to climate change and human activities // Journal of Hydrology. 2023. Vol. 620. P. 129453. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2023.129453

7. Foroumandi E., Nourani V., Kantoush S.A. Investigating the main reasons for the tragedy of large saline lakes: Drought, climate change, or anthropogenic activities? A call to action // Journal of Arid Environments. 2022. Vol. 196. P. 104652. DOI: 10.1016/j.jaridenv.2021.104652

8. Wray N., Bowie D., Pattison I., Angeloudis A., Beevers L. Disentangling climate change & land use change effects on river flows: A probabilistic approach // Journal of Hydrology. 2024. Vol. 639. P. 131665. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2024.131665

9. Лурье П.М., Панов В.Д. Реки бассейна Азовского моря. Ростов н/Д. : Донской издательский дом, 2021. 670 с.

10. Panagopoulos A. Water-energy nexus: desalination technologies and renewable energy sources // Environmental Science and Pollution Research. 2021. Vol. 28. Issue 17. Pp. 21009–21022. DOI: 10.1007/s11356-021-13332-8

11. Wang S., Gu C., Liu Y., Gu H., Xu B., Wu B. Displacement observation data-based structural health monitoring of concrete dams : a state-of-art review // Structures. 2024. Vol. 68. P. 107072. DOI: 10.1016/j.istruc.2024.107072

12. Xu B., Rong Z., Pang R., Tan W., Wei B. A novel method for settlement imputation and monitoring of earth-rockfill dams subjected to large-scale missing data // Advanced Engineering Informatics. 2024. Vol. 62. P. 102642. DOI: 10.1016/j.aei.2024.102642

13. Lu Y., Wu Z. A vine-copulas based multi-sensor fusion structural damage monitoring method and its application in dam engineering // Applied Soft Computing. 2024. Vol. 167. P. 112356. DOI: 10.1016/j.asoc.2024.112356

14. Ai Z., Ma G., Zhang G., Liu R., Deng S., Chang X. Multi-source monitoring data filtering assisted deformation analysis model updating of ultra-high rock-fill dam // Computers and Geotechnics. 2024. Vol. 171. P. 106323. DOI: 10.1016/j.compgeo.2024.106323

15. Слесарев М.Ю., Иванкова Т.В., Фесенко Л.Н. Состояние объектов мелиоративного строительства в бассейне малой реки Альма Республики Крым // Экология урбанизированных территорий. 2022. № 1. С. 15–22. DOI: 10.24412/1816-1863-2022-1-15-22. EDN OQNNDN.

16. Иванкова Т.В. Обеспечение экологической безопасности природно-технических систем бассейнов малых рек в условиях Крымского полуострова : монография. М. : Инфра-М, 2023. 171 с. DOI: 10.12737/1903315. EDN SGVKPV.

17. Lu Y., Li Y., Fang G., Deng M., Sun C. Ecological risk assessment and management for riverfront development along the Yangtze River in Jiangsu Province, China // Ecological Indicators. 2023. Vol. 155. P. 111075. DOI: 10.1016/j.ecolind.2023.111075

18. Vitale C. Understanding the shift toward a risk-based approach in flood risk management, a comparative case study of three Italian rivers // Environmental Science & Policy. 2023. Vol. 146. Pp. 13–23. DOI: 10.1016/j.envsci.2023.04.015

19. Qin X., Gu C., Guo J., Yuan D., Shao C., Chen X. Load combination feedback of fracture in concrete dams based on monitoring data with simplified fuzzy association rules // Structures. 2023. Vol. 47. Pp. 2354–2364. DOI: 10.1016/j.istruc.2022.12.056

20. Свидетельство о регистрации базы данных RU № 2024624777. База данных сооружений водного хозяйства в бассейне реки Грузской Еланчик / Т.В. Иванкова; заявитель и правообладатель Т.В. Иванкова; дата регистрации 30.10.2024.

21. Головатенко Е.Л. Оценка состояния водных ресурсов на территории Донецкого региона // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. 2023. № 5 (163). С. 118–125. EDN QEFPGS.

Поступила в редакцию 15 октября 2024 г.

Принята в доработанном виде 15 ноября 2024 г.

Одобрена для публикации 15 ноября 2024 г.

ОБ АВТОРАХ: Татьяна Викторовна Иванкова — кандидат технических наук, старший научный сотрудник кафедры водного хозяйства, инженерных сетей и защиты окружающей среды; Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) им. М.И. Платова; 346428, Ростовская обл., г. Новочеркасск, ул. Просвещения, д. 132; РИНЦ ID: 47991684, Scopus: 57209806818, ORCID: 0000-0003-0902-9670; academy-design@mail.ru;

Лев Николаевич Фесенко — доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой водного хозяйства, инженерных сетей и защиты окружающей среды; **Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) им. М.И. Платова**; 346428, Ростовская обл., г. Новочеркасск, ул. Просвещения, д. 132; РИНЦ ID: 461079, Scopus: 6603681244, ORCID: 0000-0001-6570-0460; 65613@mail.ru;

Виталий Сергеевич Рожков — доктор технических наук, доцент, профессор кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов; **Донбасская национальная академия строительства и архитектуры (ДОННАСА)**; 286123, Донецкая Народная Республика, г. Макеевка, ул. Державина, д. 2; РИНЦ ID: 584962, Scopus: 56825406700; v.s.rozhkov@donnasa.ru.

Вклад авторов:

Иванкова Т.В. — сбор и обработка материала, разработка баз данных, написание методологии, исходного текста и его доработка в соответствии с предоставленными корректировками, формулирование результатов и выводов.

Фесенко Л.Н. — научное руководство, концепция исследования, развитие методологии, доработка текста, итоговые выводы.

Рожков В.С. — анализы проб воды, доработка текста, формулирование результатов и выводов.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

INTRODUCTION

According to the Constitution of the Russian Federation, the Donetsk People's Republic (DNR), Lugansk People's Republic (LNR), Zaporozhye and Kherson oblasts are included in the list of regions of the country¹. In the period of the USSR (until 1991), water from the Dnieper basin and Seversky Donets (a right tributary of the Don River) was used for water supply of the population and economic facilities. Today, the real water withdrawal from small rivers of the new subjects of the Russian Federation $\approx 1.0 \text{ km}^3/\text{year}$, with the living population $N = 7.5$ million people specific withdrawal (2024) $\approx 130 \text{ m}^3/(\text{person year})$. For comparison: specific water consumption per person per year: for Italy $\approx 910 \text{ m}^3/(\text{person year})$, for Spain $\approx 750 \text{ m}^3/(\text{person year})$. Total river runoff of DNR, LNR, Zaporozhye and Kherson oblasts² $\Sigma W_{\text{local } p=50\%} = 3,232.0 \text{ mln m}^3$, specific water resources (2024) — $431 \text{ m}^3/\text{person year}$ (1991) — $231 \text{ m}^3/\text{person}$ [1]. The area of the four new entities (DNR, LNR, Kherson and Zaporozhye oblasts) is 108.9 thousand km^2 . Water deficit is estimated $W_{\text{river}} \approx 12 \text{ km}^3/\text{year}$. The area of the DNR $F_{\text{DNR}} = 26.5 \cdot 103 \text{ km}^2$, for a year of average water availability $W_{\text{river}} \approx 0.3 \text{ km}^3/\text{year}$.

During the USSR period, inter-basin transfer canals, fill reservoirs, and perennial spill reservoirs were constructed and operated. The water balance of the Sea of Azov is $W \approx 290 \text{ km}^3$ (which is comparable to two annual discharges of the Volga River). At the same time, the flow of the Don River (annual average) is $27 \text{ km}^3/\text{year}$, the Kuban River — $13 \text{ km}^3/\text{year}$, which in total $\Sigma =$

$= 40 \text{ km}^3/\text{year}$. Based on data from the state report³, we have entered a cycle of low-water years, the Don River flow — $12 \text{ km}^3/\text{year}$ (2020), the Kuban River — $6 \text{ km}^3/\text{year}$ (2020), totaling $\Sigma = 18 \text{ km}^3/\text{year}$. This is why the salinity of the Sea of Azov is increasing. If in the DNR local resources are (for an average water year) 750 million m^3/year , reservoirs and ponds accumulate 80% of the runoff — 600 million m^3 .

Problems with drinking water supply in the DNR started in 2022, when the Seversky Donets – Donbass canal was disrupted. To solve these problems, a water conduit from the Don River and a number of water conduits from local sources and small reservoirs were built, and dozens of new wells were drilled. Due to the continuing shortage of water resources in the DNR, caused by the lack of water supply from the main source — the Seversky Donets – Donbass canal — and the limited capacity of the reserve Volyntsevskoye reservoir, water is supplied to consumers on schedule. The construction of the Don – Donbass water pipeline has improved the situation, but has not eliminated the problem of water shortage. Thus, the capacity of the water pipeline in the standard mode is less than 300 thousand m^3/day , which provides no more than a quarter of the resource consumption for 2010. The economy in such conditions cannot recover normally, let alone develop. The Sea of Azov is facing a serious ecological crisis caused by the low water content of the Don River. Don. Since 2007, the water flow in the Don River has significantly decreased, which has led to an increase in the salinity of the Sea of Azov [2]. The average annual salinity of the sea, which was 9.6% in 2006, reached a record 15.1% in 2020 [3]. The deficit of river runoff and increased water consumption for evaporation, along with other factors, provoked an un-

¹ The admission of the Donetsk People's Republic to the Russian Federation and the formation of a new subject within the Russian Federation — the Donetsk People's Republic : Federal Constitutional Law of 04.10.2022 No. 5-FKZ (ed. of 25.12.2023).

² Surface water resources of the USSR. Volume 06. Ukraine and Moldavia. Issue 3. Seversky Donets basin and rivers of the Azov region, ed. by M.S. Kaganer. Leningrad, Hydrometiz, 1967; 492.

³ On the state and protection of the environment of the Russian Federation in 2020 : state report. Moscow, Ministry of Natural Resources of Russia; Lomonosov Moscow State University, 2021; 864.

precedented increase in the salinity of the Azov Sea waters, the average annual value of which reached a high level (14.97 ‰) in 2021. Under the most probable scenario (60 ‰) with the preservation of the low-water period and the mainland flow of the Don and Kuban rivers into the Sea of Azov with a total volume of about 22 km³, the average annual salinity of the Sea of Azov, including the Gulf of Taganrog, may reach values of 15 ± 0.40 ‰ with a range of fluctuations in the sea proper in the interval from 14.5 to 16.5 ‰ [3].

The Don River basin covers an area of 422,000 km² with 15 constituent entities of the Russian Federation: Tula, Orel, Ryazan, Lipetsk, Voronezh, Tambov, Kursk, Belgorod, Penza, Saratov, Volgograd and Rostov Regions, Stavropol and Krasnodar Territories and the Republic of Kalmykia (369.0 thousand km² or 87.4 % of the basin), as well as Kharkov, Lugansk and Donetsk Regions (53.0 thousand km² or 12.6 % of the basin area). The length of the watercourse is 1,870 km, catchment area — 422 thousand km²; average flow rate — 680 m³/s; river gradient — 0.096 m/km, age $\approx$ 23 million years⁴. The water of the river. The Don River is actively withdrawn for various needs even before the river flows into the Tsimlyanskoye reservoir, so the Don – Donbass water pipeline project, although it may temporarily improve the water supply situation in the DNR, will not be a long-term solution. The Don River basin will continue to experience a downward trend in river runoff due to decreased annual precipitation and increased evaporation during the warm season. Four subjects of the Russian Federation are located fully or partially in the Kuban River basin: Republic of Adygea, Karachay-Cherkess Republic, Krasnodar Krai and Stavropol Krai. The length of the watercourse is 870 km; catchment area — 57.9 thousand km²; average water flow — 398 m³/s; river slope — 1.53 m/km, age $\approx$ 5–9 million years.

It should be expected that river runoff in the southern regions of Russia will decrease by 3 % until 2030 and by 4 % until 2041–2060 and 2080–2099 [3]. The liberation of the entire territory of the DNR is the only way to restore normal water supply and end the water blockade by Ukraine.

There are no major rivers in the DNR, except for the Seversky Donets, which is 1,053 km long and has a catchment area of 98,900 km². The largest reservoirs in the Seversky Donets basin are Chervonooskolskoye (445 million m³), Pechenezhskoye (383 million m³), Krasnopavlovskoye (414 million m³), Uglegorskoye (162 million m³) and Mironovskoye (76.3 million m³). More than 240 small reservoirs and ponds with an average mirror area of about 2 km² are located in the river basin.

⁴ Jamalov R.G., Kireeva M.B., Kosolapov A.E., Frolova N.L. *Water resources of the Don basin and their ecological state : a monograph* / Federal Agency of Scientific Organisations, Institute of Water Problems of the Russian Academy of Sciences and others. Moscow, GEOS, 2017; 204.

Groundwater use in the DNR is not possible due to the high density of mines, the development of which affects both the depth of groundwater and its quality. The waters are unusable due to their extreme contamination with heavy metals^{5, 6, 7} [4]. Nevertheless, groundwater in a number of cities is used as a heat carrier for centralized heating systems. If before the start of SMO in Donetsk city 280–320 thousand m³/day of water was supplied, then by November 2022 — only 42–55 thousand m³/day, of which 20 % of water was used for the operation of boilers. The situation is aggravated by the peculiarities of operation: power outages, occurrence of hydraulic shocks, accidents on water pipelines, breakages on the water supply network; similar situation with equipment: pumps fail. Thus, thousands of people still live in conditions of water shortage.

In accordance with the instructions of the President of the Russian Federation V.V. Putin dated 01.04.20. Putin from 01.04.2023 No. Pr-650 and from 27.07.2023 No. Pr-1477 the development of the Strategy for the development of the Azov basin water area and territories of the Azov coast, the “Strategy for sustainable development of the Azov region until 2040” was developed⁸. The Strategy is aimed at restoring the ecology of the Azov Sea and the Azov coast, developing the fishery, tourism and recreational potential of the four new constituent entities of the Russian Federation (DNR, LNR, Kherson and Zaporozhye regions), the territories of the Republic of Crimea, Krasnodar Krai and Rostov Oblast adjacent to the Azov Sea in order to improve people’s well-being.

Tourism and quality of life cannot be developed without full access to safe drinking water. Therefore, the study of small and medium-sized river basins is becoming increasingly important in light of current challenges, including climate change and increasing anthropogenic impacts [5]. Despite their relatively small size, these basins play a key role in global water, matter and energy cycling systems, influencing socio-economic processes [6]. Therefore, the study of these basins under the current conditions is a complex and important area of scientific research [7, 8].

The water fund of the DNR includes 1,695 surface water bodies (rivers, reservoirs, ponds, lakes), as

⁵ Vorovich I.I., Gorelov A.S., Gorstko A.B. et al. *Rational use of water resources in the Azov Sea basin* / mat. Models, edited by I.I. Vorovich. Moscow, Nauka, 1981; 359.

⁶ Peltikhin A.S. *Peculiarities of Donbass rivers and recreation, Tourism — a promising branch of Ukrainian economy : collection of mats. of scientific and practical conf.* Donetsk, 1995; 267.

⁷ Vetrov S.F., Ermachenko A.B., Grishchenko S.V. et al. Hygienic assessment of drinking water supply to the population of certain districts of the Donetsk People's Republic. *Vestnik hygiene and epidemiology*. 2019; 23(3):236-244.

⁸ Strategy of sustainable development of the Azov region until 2040. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/assignments/orders/74442>

well as groundwater. There are 4 medium-sized rivers with a total length of 410 km and 851 small rivers and streams flowing through the territory of the Donetsk People's Republic. The main watercourses in the DNR are the Kalmius, Mius, Krynka, Gruzskaya Yelanchik, the upper reaches of the Lugan, Sukhoy and Mokry Yelanchik, Osikova, Lozovaya and Vodyanaya rivers; the total length of the river network in the territory is 5,843.9 km^{9, 10} [9]. The density of the DNR river network is 0.22 km/km².

Large mineral resources in the Donetsk coal basin contributed to the rapid development of industry and significant population concentration in the region in the 20th century. The industries formed in the region for more than a century are characterized by significant water consumption, therefore, there is an acute problem of water pollution in the region and the associated deficit of quality water for household and drinking water supply for the population, agriculture, processing industry, etc. Archival data on chemical analyses of water from aquifers in the area indicate the presence of saline groundwater at a depth of 1.25 m with a salt concentration of 39 g/l and a predominant content of sodium and chlorine ions¹¹.

The bulk of the water of the DNR rivers (60–70 % of the year) drains during the winter-spring period. The rivers of the DNR are fed by spring snowmelt, which accounts for 40–80 % of the annual flow. Rain-fall feeding is insignificant.

The flow of the DNR rivers is highly regulated by reservoirs and ponds built in 1950–1970 and is used for drinking, agricultural and industrial water supply, fish farming and irrigated agriculture. The total surface area of water bodies (799) located on the territory of the DNR is 11,097.68 ha. The volume of water resources for an average water year is 525.142 million metres³. There are 46 reservoirs in the DNR with a total surface area of 7,491.7 ha and a volume of 464.417 million metres³.

⁹ River network in the DNR. URL: <https://gkvrh.ugletele.com/vodnye-obekty-natsionalnye-dostoyanie-naroda-dnr/>

¹⁰ Volosukhin V.A., Melnikov V.V. *Azov-Caspian Waterway: History, Problems, Prospects*. Rostov n/D, Izd-vo YuFU, 2008; 242.

¹¹ Report on the state of the environment in Donetsk region, edited by S. Tretyakov, G. Aveyev. Donetsk, 2007; 116.

The Committee for Water and Fisheries of the Donetsk People's Republic develops and implements the state policy in the sphere of management, use and reproduction of surface water resources, development of water management and land reclamation, operation of state water management facilities of complex purpose, economic irrigation and drainage systems. According to the latest inventory, there are about 800 hydraulic engineering structures (HES) on the territory of the DNR, most of which are in unsatisfactory and emergency condition.

Condition of hydraulic structures and water quality

The selected site is the Gruzskaya Yelanchik River basin, which contains three reservoirs: Mikhailovsky, Mikhailovsky I (Fig. 1) and Shevchenkovskoye (Fig. 2, 3). Apart from the site passport^{12, 13, 14} (1981, 1984 and 1984, respectively) no other documentation has survived.

According to Russian legislation, all HS must be subject to federal state supervision. The submission of a HS safety declaration and its expert review is a mandatory requirement, failure to comply with which is considered a violation of HS safety legislation. In accordance with the requirements of Federal Law No. 117-FZ “The Safety of Hydraulic Structures”, the responsibilities of the owner of HS, as well as the operating organization, include a regular procedure for the development and approval of HS safety declaration at all stages of the life cycle. According to Article 3 of¹⁵, a HS safety declaration is a document that substantiates HS safety and defines measures to ensure HS safety, taking into account its class.

Another significant problem for the studied areas is the coastal water protection zone. All three reservoirs are located near roads, which attracts fishermen. According to echosounder data, the average depth

¹² Water management passport of Shevchenkovskoye reservoir, Zaporozhye. 1983; 25.

¹³ Water management passport of Mikhailovsky reservoir, Donetsk. 1981; 32.

¹⁴ Water management passport of the Mikhailovsky I reservoir, Zaporozhye. 1983; 26.

¹⁵ The safety of hydraulic structures: Federal law from 21.07.1997 No. 117-FZ (with amendments and additions from 29.07.2018). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15265/



Fig. 1. View from the upper slope of the dam, shaft spillway of the Mikhailovsky I reservoir



Fig. 2. View of the coastal water protection zone of the Shevchenko reservoir



Fig. 3. View of the water area of the Shevchenkovskoye reservoir

of the reservoirs is about 2.5–3.5 m, and fish were recorded at a depth of 2.0–2.7 m. In the areas of free access of vehicles, the centres of rubbish, plastic and waste dumps were detected (Fig. 2, 3).

The main parameters of three reservoirs located in the basin of the Gruzskaya Elanchik River are given: Mikhailovsky I (Table 1), Mikhailovsky (Table 2) and Shevchenkovskoye II (Table 3).

Table 1. Main parameters of Mikhailovsky I reservoir (design)

Length, km	Maximum width, km	Average width, km	Maximum depth, m	Average depth, m	Mirror area (at LPA, km ²)	Total volume, mln m ³	Usable volume, mln m ³
2.4	0.54	0.22	4.8	2.04	0.52	1.06	0.75

The mark “Normal retaining level” (NRL) — 30.48 m;

Dead Volume Level” mark — 28.48 m;

The mark “Forced retaining level” (FRL) — 31.68 m.

The maximum water discharge is 71.1 m³/s.

The dam is a blind, earthen, drivable, crest length — 663 m, project width — 10 m, actual width — 25 m, maximum height — 8.99 m.

Ridge marking:

- design — 33.18 m;
- maximum — 33.71 m;
- minimum — 32.69 m;
- average — 33.40 m.

Slope embedment:

- upstream: $m = 3.0$;
- bottom: $m = 2.5$.

Fixing of slopes:

• upper slopes — with slabs up to the mark of 32.95 m;

- lower slopes — by sowing perennial grasses.

Spillway — shaft, automatic action, located in the left abutment of the dam, inner diameter of the shaft — 9.0 m, height — 5.23 m (5.0 m according to the project) made of concrete; wall thickness = 0.8 m, top mark of the shaft — 30.48 m. Two strings of diverting pipes of 2.0 × 2.3 m prefabricated-monolithic construction end with a concrete damper extending in plan; the width of the concrete damper at the beginning is 6.8 m, at the end 10.5 m. The diversion channel is stone-fastened for a length of 20 m. *The bottom outlet* is combined with the mine spillway and is represented by two steel pipes with a diameter of 300 mm; according to the project the bottom outlet is equipped with fish protection in the form of a perforated pipe — riser 1.5 m high and a rod net at the inlet funnel. The flow rate at the NRL is 0.53 m³/s. *The pumping station* is located in the lower reach of the reservoir, flow rate 0.20 m³/s. The water intake of the pumping station (PS) is made from the bottom outlet by two strings of steel pipeline $D = 400$ mm 57 m long. The PS is not equipped with water-metering facilities.

The main hydrological characteristics of the Gruzskaya Yelanchik River watercourse:

- catchment area up to the hydro scheme site — 150 km²;
- feeding character — snow, rain, groundwater with predominance of snow;
- runoff volume — 50 % availability, annual — 5.80 million m³, during the flood period — 3.48 million m³;
- flood period — 40 days;
- the volume of runoff in the estimated low-water year of 75 % availability is 3.59 million m³.

Table 2. Main parameters of the Mikhailovsky reservoir (design)

Length, km	Maximum width, km	Average width, km	Mirror area (at NRL, ha)	Maximum depth, m	Average depth, m	Mirror area (at NPA, km ²)	Total volume, mln m ³	Usable volume, mln m ³
5.45	0.420	0.176	96	13.0	4.6	2.6	4.652	2.6

NRL mark — 48.0 m;
DVL mark — 36.0 m;
FBL mark — 50.0 m.

Maximum design water discharge with a given probability of exceedance, normal 1 % probability of exceedance — 224 m³/s.

1. *Earthen dam* 18.0 m high, crest width 6 m, dam length 269 m.

Slope embedment:

- top $m = 3.0$;
- downstream $m = 2.5$.

The dam is constructed of loam with volumetric weight 1.65 g/cm³. The upper slope is fixed with prefabricated reinforced concrete slabs 300 × 200 × 8 cm on crushed stone 20 cm. Glass fibre reinforced concrete and glass fleece is placed under the joints. Stop tooth made of prefabricated reinforced concrete slabs 300 × 80 × 20 cm. Fixing of the upstream slope from 37.50 to mark 50.90; dam crest mark 51.30. The stability coefficient of the downstream slope is 1.3. At the base of the downstream slope of the dam a drainage strip with a diversion drain is laid.

2. The open-type *spillway structure* is located on the left slope of the gully, the inlet channel with a fast flow. The width of the inlet channel along the bottom is 50 m, length — 54.5 m. The width of the quick-flow channel is 15.2 m, length — 88 m, slope — 0.18, slope — 1.5.

The bottom and slopes of the flume are fixed with precast slabs 300 × 200 × 20 cm and 300 × 150 × 20 cm on a 15 cm layer of lean concrete. For energy dissipation in the downstream section, a water well with a depth of 2.45 m, length of 16 m and slope $m = 1.5$ is provided.

The well is made of monolithic reinforced concrete with a bottom thickness of 80–100 cm. Under the bottom of the well there is a return filter made of crushed stone and sand.

The 12.6 m long apron is fixed with prefabricated reinforced concrete slabs 300 × 200 × 20 cm. The fixing of the apron ends with a 2 m deep stone tooth. Preparation under the fixing slabs made of crushed stone 10 cm.

3. *The bottom outlet* is located on the left slope of the Kamenka gully, made of steel pipes, $D = 400$ mm, wall thickness 12 mm in three strings. The discharge capacity is 1.98 m³/s. The pond emptying time is 42 days. The pipes are laid in a protective casing made of reinforced concrete M200.

The inlet part is secured with 15 cm stone paving. At the outlet, two inspection wells are installed to accommodate the shut-off valves. Water intake for irrigation is carried out through the bottom outlet pipes.

The main hydrological characteristics of the watercourse is the right tributary of the Gruzskaya Yelanchik River:

- catchment area up to the hydro scheme site — 163/72.0* km²;
- feeding character — snow, rain;
- runoff volume — 50 % availability, annual — 3.4 million m³, during the flood period — 1.44 million m³;
- flood period — 40 days.

Table 3. Basic parameters of Shevchenko reservoir (design)

Length, km	Width max, average, km	Depth maximum, average, m	Mirror area (at NRL, km ²)	Total volume, mln m ³	Usable volume, mln m ³
5.0	$\frac{0.500*}{0.155}$	$\frac{8.60*}{4.32}$	0.77	3.33	3.04

Note: * In column 2 numerator is the total catchment area of the reservoir, denominator is its own catchment area. Own is the part of its total catchment area enclosed between the dams and the nearest reservoirs located upstream of the main watercourse and its tributaries and regulating runoff from their catchment areas; columns 3, 4 show runoff volumes at the reservoir's site: total including releases from the upstream Shevchenko III reservoir (numerator) and from its own catchment area (denominator); the volume of runoff in the design low-water year $P = 75$ %, from its own catchment area (there will be no releases from Shevchenko III) is 0.28 million m³.

NRL mark — 56.83 m;

DVL mark — 49.83 m;

FBL mark — 58.83 m;

Dam — earthen, passable, length along the crest — 195 m, width according to the project — 6 m, maximum height — 12.4 m.

Crest marking:

- design — 60.23 m;
- actual — 60.66 m.

Depositing of slopes:

- top: $m = 3.0$;
- bottom: $m = 2.5$.

Fixing of slopes:

- upper slopes — with reinforced concrete slabs up to the mark of 57.80 m;
- lower slopes — by sowing perennial grasses.

A drainage strip is installed in the downstream slope of the dam.

The *open spillway* is located on the right bank of the reservoir. It consists of an inlet channel, a fast flow channel, a spillway, a drawbar and an outlet channel. The *spillway* is made in rocky soils without anchoring. The inlet channel and the rapid flow channel are of trapezoidal cross-section with slopes $m = 0.5$, 20 m wide at the bottom, with a total length of 182.5 m. The water well 1.0 m deep, 15.0 m long and 22.0 m wide at the bottom is made without anchoring. *Apron and diversion channel* along the length of 27.5 m are fixed with 0.5 m stone. The channel of trapezoidal cross-section with slopes $m = 3.0$ m and a bottom width of 26.9 m is made without anchoring. *The bottom outlet* is made of steel pipes, $D = 400$ mm in two strings 106.5 m long. Within the dam embankment, the pipes are encased in a monolithic reinforced concrete casing. According to the design, the bottom outlet is equipped with umbrella-type fish protection. The flow

rate at the maximum permissible flow rate is 1,090 l/s. The maximum flow rate with a given probability of exceedance is 185 m³/s. Capacity of spillway structures (taking into account the regulating influence of the reservoir) — 172 m³/s.

Main hydrological characteristics of the water-course:

- catchment area up to the hydro scheme site — 2.00/21.4 km²;
- feeding character — snow, rain, groundwater with predominance of snow;
- runoff volume 50 % availability, annual — 2.25/0.61 mln m³, for flood — 1.94/0.30 mln m³*;
- flood period — 40 days.

Laboratory results

Sixteen specimens were collected along the entire length of the river channel. Sampling was carried out at the mouth, under bridge, tributaries, reservoirs, ponds and headwaters. To assess water quality, analyses were carried out using the following instruments: MARK-303; portable digital tester Water Test for pH measurement; photometer Expert-003 and Expert 003-3; RealUVT REALTECH for turbidity measurement; echo sounder Lucky Knight FF718LIC-WT for bottom relief determination; and conductometer with laboratory flow sensor Expert-002-2-6-Pr for salt content measurement. Characteristics of the selected stream specimens are given in Table 4.

Salt content in the studied region is high. It should be noted that the problem of water quality in the rivers of Donbass has existed for more than 60 years. The reg-

ulation of the flow of most rivers by reservoirs has led to a decrease in their water availability. For example, if before 1958 (before the introduction of the Seversky Donets-Donbass canal) the flow of the Seversky Donets River was close to the natural one and the irretrievable water withdrawal was 2–3 m³/s, then by 2000 it increased to 23.2 m³/s. Data from 2005–2010 show¹¹ that the content of calcium ions in the Seversky Donets has increased significantly and the total mineralization of water has increased. The change in salt composition is atypical of natural processes and is most indicative of human economic activity in the river basin. Increased salt content is observed in the water of almost all rivers in the DNR. One of the main reasons for this is the discharge of highly mineralized mine water, with which more than 1 million tonnes of salts enter the rivers per year.

The Gruzskaya Yelanchik River has a catchment area of 1,190 km², a water discharge of 0.91 m³/s, and a volume of 0.029 km³. Freshwater resources available for use for a fraction, %, of the time: 50 % — 0.022 km³; 75 % — 0.011 km³; 95 % — 0.0029 km³.

The Report on the State of the Environment in Donetsk Oblast (2007) provides an assessment of water pollution hazard by main indicators (Fig. 4) and an ecological assessment of water condition in the Gruzskaya Elanchik River for 2006 (Fig. 5), sulphate excess was recorded twice. The natural conditions of the study area are conditioned by the distribution in the region of brackish sulphate-sodium waters, which have limited use in the household and drinking water supply

Table 4. Results of laboratory tests for salt content, PO₄, NH₄, NO₃

Kilometres from the source	Specimen number	Source	Mineralization, g/l	PO ₄ , mg/l	NH ₄ , mg/l	NO ₃ , mg/l
8	16	p. Gruzskaya Yelanchik, Pobeda	1.97	0.14	0.09	32
12.2	15	Right tributary, Luzhki	3.16	0.15	0.3	13.42
15.32	14	p. Gruzskaya Yelanchik, Glinki	2.25	0.37	0.24	32.4
17.89	Specimen 13	Left tributary to the Shevchenko Reservoir	3.68	0.36	7.08	35
21.45	Specimen 12	p. Gruzskaya Yelanchik, Shevchenkovskoye reservoir	2.43	0.14	0.22	0.2
27.96	Kuznetsovo-Mikhailovsky reservoir	p. Gruzskaya Yelanchik, Kuznetsovo-Mikhailovsky reservoir	2.66	0.14	1.61	8.28
36.96	Bridge 8	p. Gruzskaya Yelanchik, Alexandro-Grekovskoye reservoir	2.97	0.035	0.8	5.97
39.24	Mikhailovsky Reservoir	Left tributary, Mikhailovsky Reservoir	3.64	0.14	6.6	7.36
46.43	Bridge 7	p. Gruzskaya Yelanchik, Ivanovka	3.16	0.13	0.63	0.19
53.28	Pond 1	Left tributary, Samsonovo	3.82	0.01	0.53	9.83
63.03	Bridge 6	p. Gruzskaya Yelanchik, Vitava	3.37	0.68	1.3	6.61
65.58	Bridge 5	p. Gruzskaya Yelanchik, Khomutovo	3.31	0.035	0	2.17
76.38	Bridge 4	p. Gruzskaya Yelanchik, Rosa Luxemburg	3.49	0.32	5	8.99
85.79	Bridge 3	p. Gruzskaya Yelanchik, Guselshchikovo	3.51	0.07	3.5	16.69
89.66	Bridge 1	p. Gruzskaya Yelanchik, Novoazovsk	3.11	0.054	3.3	10.1
92.52	Mouth	River mouth	8.54	0.18	0.15	27.2

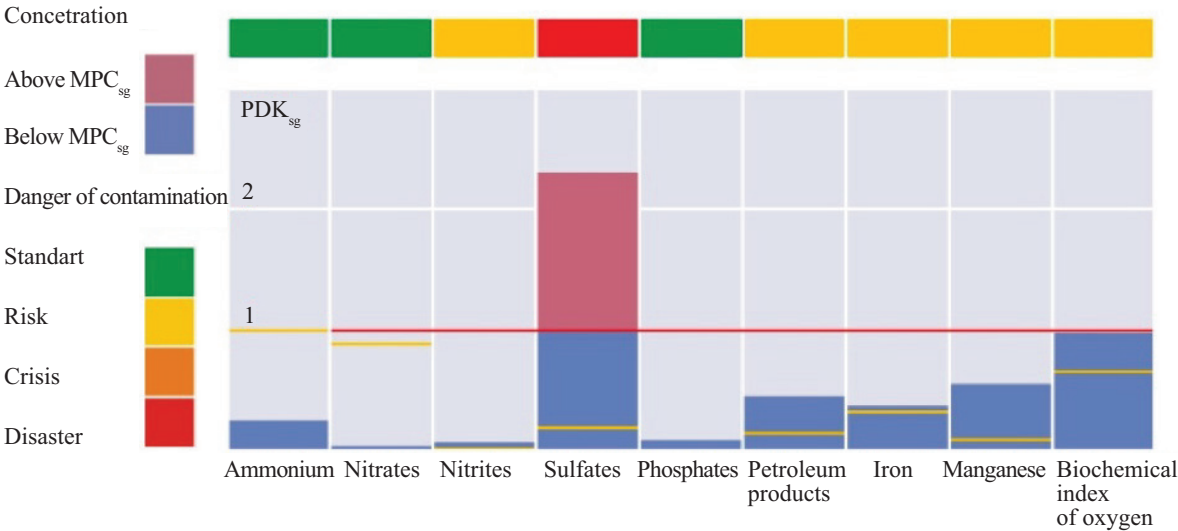


Fig. 4. Water pollution hazard assessment by main indicators for the Gruzskaya Elanchik River (2006): MPC_{sg} — sanitary-hygienic maximum permissible concentrations

of the population, agriculture and processing industry. The amount of such waters in the region is growing from year to year. The priority pollutants of surface waters in the region are sulphates and biogenic substances (nitrogen and phosphorus compounds), as well as other organic substances.

Phosphate, ammonium nitrogen and nitrate nitrogen spikes are also recorded in the selected specimens. Discharges of phosphates are observed near Vitava village (63 km from the source), ammonium nitrogen near Rosa Luxemburg village (76 km from the source), Guselshchikovo village (85.7 km from the source), Novoazovsk town (89.6 km from the source); nitrate nitrogen is recorded near the source: village. Pobeda village (8 km from the source), Glinki village (15 km from the source), and closer to the mouth in Guselshchikovo village (89.6 km from the source). Guselshchikovo village (89.6 km from the source) (Fig. 6). According to the Ministry of Construction of the DNR, there are

no centralized discharges of treated wastewater from settlements (except for the town of Novoazovsk, located at the mouth of the river) along the entire course of the Gruzskaya Elanchik River. There are no centralized discharges of treated wastewater from settlements (except Novoazovsk located at the river mouth). There is a poultry farm near the village of Rozy Luxemburg, which may be the reason for the increase in ammonium nitrogen concentrations in the river reach after 76 km along the channel (Fig. 6, c).

Specimens collected from the whole river channel were classified according to such parameters as: water temperature, pH, turbidity, salinity, PO₄, NH₄, NO₃, water classification according to pH, water characterization according to total salinity, water characterization according to transparency. Additionally in laboratory conditions analyses of water from the source, tributary inlets and estuary were carried out according to the classifiers: colour, odour, permanganate oxidizability, total hardness; content: calcium (Ca²⁺), magnesium (Mg²⁺), sodium + potassium (Na⁺ + K⁺), hydrogen carbonate (HCO₃⁻), chlorides (Cl⁻), sulphates (SO₄²⁻), boron (B³⁻), fluorine (F⁻), total iron, manganese, aluminium, hydrogen sulphide (Table 5, 6).

The presented results characterize the water object from the point of view of its suitability for household and drinking water supply as poorly suitable. Increased mineralization, general hardness of water, high content of sulphates dictates necessity of the device of systems of correction of ionic composition of water in the process of treatment for bringing it to the quality regulated by SanPiN 1.2.3685–21. Measures to correct ionic composition in the process of water treatment are rather expensive [9, 10] and require comprehensive technical and economic justification. It should be noted that increased mineralization and hardness are typical for

	MPC _{sg} Sanitary and hygienic maximum permissible concentrations, mg/l	MPC _f Fishery maximum permissible concentration, mg/l
Ammonium	—	0.500
Nitrates	45.00	40.00
Nitrites	3.300	0.080
Sulfates	500.0	100.0
Phosphates	3.500	—
Petroleum products	0.300	0.050
Iron	0.300	0.100
Manganese	0.100	0.010
Biochemical oxygen consumption	3.000	2.000

Fig. 5. Ecological assessment of water condition in the Gruzskaya Elanchik River in 2006: MPC_f — fishery maximum permissible concentrations

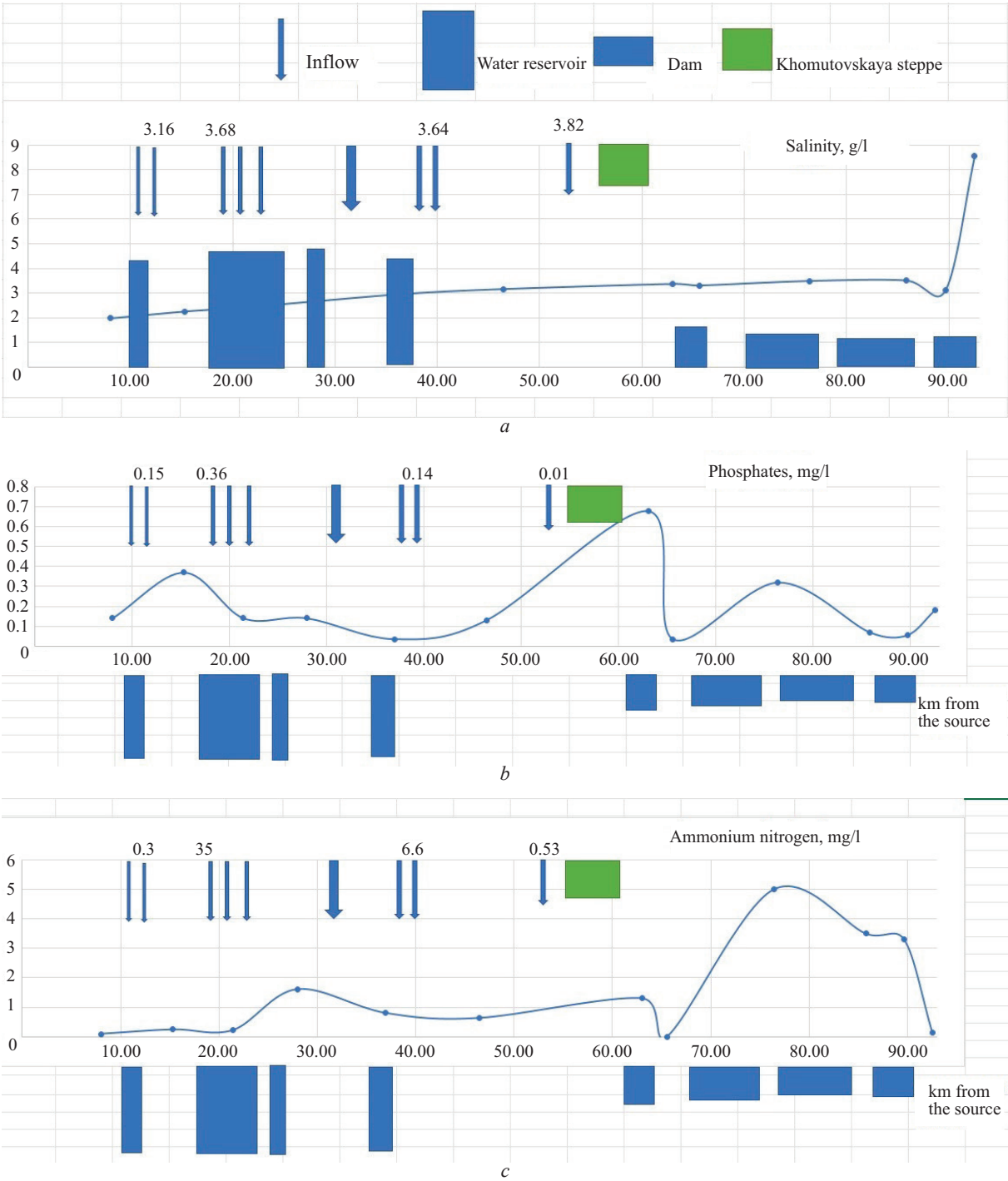
small rivers of the Azov region [1] and are caused by natural conditions of formation of such water bodies.

Some decrease in salinity within the city of Novoazovsk is explained by the discharge of treated domestic wastewater with lower salt content and dilution of the river flow. This phenomenon is also typical for water bodies of low-water Donbass, when the necessary volumes of water for drinking water supply are not taken from the local water source, but transported over considerable distances from full-water bodies (Seversky Donetsk River, Don River).

In addition, it was found that, in relation to the data given in the Report on the State of the Environment in Donetsk Oblast (2007), there is currently some stabiliza-

tion of the water body in terms of the content of biogenic elements. Thus, increased pollution by substances containing nitrogen and phosphorus is observed only within clearly defined discharge sources — Novoazovsk poultry farm (ammonium nitrogen) and Novoazovsk city (nitrate nitrogen, as a consequence of possible deficiencies in the organization of the denitrification process at the city treatment facilities). The improvement of the environmental characterization of the site in this respect is associated with the reduction of the intensity of economic activity in the region over the past decade.

In the course of the study, a gradation was developed for hydraulic engineering facilities located in



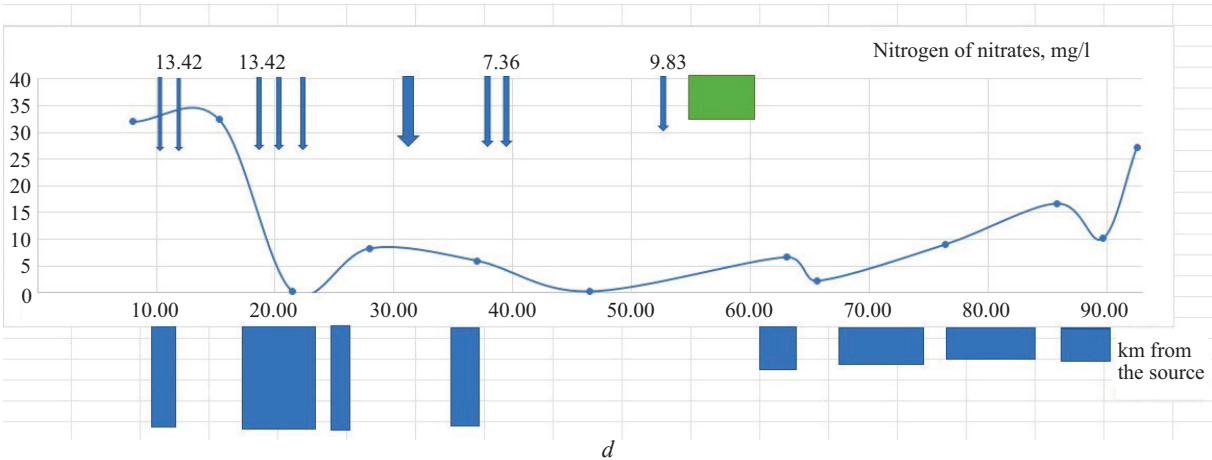


Fig. 6. Selected specimens: *a* — by salt content; *b* — by phosphate content; *c* — by ammonium nitrogen content; *d* — by nitrate nitrogen content

Table 5. Laboratory analyses of water of the estuary, tributaries and source

Indicators	Number 1 Source		Number 2 Mouth		Number 3 Garden Number 19	
	mmol/d ³	mg/dm ³	mmol/d ³	mg/dm ³	mmol/d ³	mg/dm ³
Colour	—	34.5	—	75	—	69
pH, units.	—	7.86	—	7.7	—	7.9
Odour, scores	—	3	—	3	—	4
Permanganate oxidisability	—	1.44	—	5.2	—	8.32
Total hardness	20.9	—	36.3	—	36.8	—
Calcium (Ca ²⁺)	12.9	258	19	380	18.6	372
Magnesium (Mg ²⁺)	8	97.6	17.3	207.6	8.2	98.4
Sodium + potassium (Na ⁺ + K ⁺)	5.25	120.75	9.7	223.1	11.2	257.6
Hydrogencarbonate (HCO ₃ ⁻)	6.15	375.15	4.5	274.5	3.5	213.5
Chlorides (Cl ⁻)	8	283.6	17.8	631.1	17	602.7
Sulphates (SO ₄ ²⁻)	12	576	23.7	1137.6	27.5	1320
Boron (B ⁻)	—	0.59	—	1.32	—	1.3
Fluorine (F ⁻)	—	1.37	—	1.06	—	1.4
Colour	—	n/a ND	—	n/a ND	—	n/a ND
Colour	—	n/a ND	—	n/a ND	—	n/a ND
Colour	—	n/a ND	—	n/a ND	—	n/a ND
Colour	—	n/a ND	—	n/a ND	—	n/a ND
Total mineralization (estimated)	—	1,713.1	—	2,856.3	—	2,866.9

the river basin, presented in Table 7. For each facility, according to the gradation, numerical and informative indicators were filled in the “Database of water management facilities in the basin of the Gruzskaya Elanchik River”.

The strategy for sustainable operation and maintenance of HS is initiated before design and optimized during their lifetime [11], which stabilizes the environment and economy. Consequently, improper operation and maintenance of HS can lead to casualties, economic losses and environmental damage [12]. Currently, none

of the structures are not operated as intended, there is no operation service on them, and they are not monitored. Thus, the authors detected a pipe break at Mikhailovsky I reservoir (Fig. 7, 8). Detection of defects should start in the process of operation and maintenance of HS. Factors influencing deterioration of structural properties of hydraulic systems should be identified and immediately eliminated. Alternatively, non-destructive testing can be of great importance for detecting ageing of HS. Such inspection is a direct and indirect assessment of information on the condition of the HS. This is

Table 6. Analysis of surface waters of the river Gruzskaya Elanchik

Name	Water temperature, °C	pH	Turbidity	Mineralization, g/dm ³	PO ₄ ³⁻ , mg/dm ³	NH ₄ ⁺ , mg/dm ³	NO ₃ ⁻ , mg/l	pH indicator	Water characteristic by total salinity	Water characterisation by transparency
Specimen 1 (mouth)	27.1	8.07	23.82	8.54	0.18	0.15	27.2	Slightly alkaline	Salty	Medium turbidity
Specimen 2 (Bridge 1)	26.6	8.06	13.8	3.11	0.054	3.3	10.1	Slightly alkaline	Salty	Turbid
Specimen 3 (Bridge 3)	26	7.87	14.14	3.51	0.07	3.5	16.69	Slightly alkaline	Salty	Turbid
Specimen 4 (Bridge 4)	25.8	7.82	22.9	3.49	0.32	5	8.99	Slightly alkaline	Salty	Medium turbidity
Specimen 5 (Aleksandrovka)	26.8	7.98	6.51	3.18	–	–	–	Slightly alkaline	Salty	–
Specimen 6 (Bridge 5)	26	7.87	6.15	3.31	0.035	0	2.17	Slightly alkaline	Salty	Very turbid
Specimen 7 (Bridge 6)	22.4	7.3	37.6	3.37	0.68	1.3	6.61	Neutral	Salty	Transparent
Specimen 8 (pond 1)	26.6	7.92	31.7	3.82	0.01	0.53	9.83	Slightly alkaline	Salty	Transparent
Specimen 9	24.2	7.34	8.9	3.16	0.13	0.63	0.19	Weakly alkaline	Slightly alkaline	Very turbid
Specimen 10 (Bridge 8)	26.3	7.98	4.2	2.97	0.035	0.8	5.97	Weakly alkaline	Slightly alkaline	Very turbid
Specimen 11 (Kuznetsovo-Mikhailovsky Reservoir)	26	7.95	–	2.66	0.14	1.61	8.28	Slightly alkaline	Weakly alkaline	–
Specimen 12 (Shevchenko reservoir)	26.2	6.71	14.89	2.43	0.14	0.22	0.2	Neutral	Slightly neutral	Turbid
Specimen 13 (tributary/above Shevchenkovo)	18.4	7.66	5.42	3.68	0.36	7.08	35	Slightly alkaline	Salty	Very turbid
Specimen 14 (Bridge 11)	24.5	6.8	14.23	2.25	0.37	0.24	32.4	Neutral	Slightly neutral	Turbid
Specimen 15 (tributary)	–	–	3.09	3.16	0.15	0.3	13.42	–	Salty	Very turbid
Specimen 16 (bridge 12)	19.6	6.33	3.88	1.97	0.14	0.09	32	Weakly acidic	Slightly acidic	Very turbid

Table 7. Gradation for hydraulic engineering facilities

Name
Coordinates
Name of the municipality where the HS are located
Nearest settlement
Total volume, mln m ³
Usable volume, mln m ³
Mirror area at normal retaining level, km ²
NRL mark, m
FBL mark, m
DVL mark, m
Maximum water discharge, m ³ /s
Water flow
Type of flow regulation
Designation
Dam material
Crest elevation, m
Slope embedment
Slope bracing
Length, km
Reservoir width maximum, km
Reservoir width average, km
Reservoir depth maximum, m
Reservoir depth average, m
Dam crest length, m
Dam width by design, m
Dam width actual, m
Dam height, m
Year of commissioning/year of overhaul
Availability of project documentation
Availability of maintenance service
Balance holder
Composition of facilities
Assessment of safety level for the survey period

necessary in order to be able to intervene immediately and avoid serious consequences. The indirect assessment of ageing should be done by monitoring the effects and consequences of ageing [13]. It is well known that all structural materials have a limited life span and can be affected by the environment [14]. The ageing prevention phase of the HS consists of detailed analyses



Fig. 7. Breakthrough of the mine spillway pipe at the Mikhailovsky I reservoir

to determine the safety of the structure and its economic condition. The importance of water storage and utilization for the region cannot be overemphasized and therefore the maintenance and safe operation of the HS is critical. Structures must not leak or collapse; canals and reservoirs must be clean and free of siltation. Breakage or failure of HS can lead to waterlogging and downstream flooding, and collapse of the earth dam can lead to flooding and erosion [15, 16].

MATERIALS AND METHODS

The work is based on actual material collected in field studies in the basin of the Gruzskaya Elanchik River in the DNR. The design, construction and operational documentation of the complexes of structures was analyzed and their structural elements were assessed according to the current norms and rules^{16, 17, 18, 19, 20}.

Monitoring of the technical condition of hydraulic structures located in the territory of the Gruzskaya Yelanchik River basin included a detailed examination of their technical condition as part of operational control.

Monitoring is carried out in order to make management decisions by:

- providing objective information on the condition of the structures;

¹⁶ SP 58.13330.2019. Hydraulic engineering structures. Basic provisions. Revision of SNiP 33-01–2003 : introduced 17.06.2020. URL: <http://docs.cntd.ru/document/564542210>

¹⁷ GOST 31937–2011. Buildings and structures. Rules for inspection and monitoring of technical condition : introduced 01.01.2014.

¹⁸ Approval of criteria for classification of hydraulic structures : Resolution of the Government of the Russian Federation of 05.10.2020 No. 1607. URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74632297/>

¹⁹ State control (supervision) and municipal control in the Russian Federation : Federal Law of 31.07.2020 No. 248-FZ. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_358750/

²⁰ Protection of the Rights of Legal Entities and Individual Entrepreneurs in the Implementation of State Control (Supervision) and Municipal Control : Federal Law of 26.12.2008 No. 294-FZ. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_83079/



Fig. 8. Upper slope of the dam, shaft spillway

- ensuring operational control and control over the condition indicators of structures;
- informational support of forming a list of structures subject to repair and reconstruction;
- specification of the main dimensions of structural elements;
- inspection of visible parts of the construction of structures to identify defects; preparation of defect lists;
- identification of the presence and size of defects;
- ranking of structures according to the degree of danger.

Safety management with the help of databases (DB) is proposed; they allow to identify the most crisis zones, where it is necessary to implement measures to improve the environmental situation [17, 18]. The creation of a catalogue of watercourses and the corresponding database can potentially provide a solution to the problems of environmental management optimization in small river basins [19].

Based on the results of the author's research, a structure for the formation of databases of water management objects by criterion values, technical condition and safety level assessment was compiled.

RESEARCH RESULTS

Based on the generalization of the conducted research, a system for data collection of water management objects in the river basin was developed. The database contains processed information: parameters of the structure, functional purpose, morphometric features, geomorphological features, physico-chemical studies of water specimens, assessment of technical condition. The database represents a systematized array of construction information with the possibility of filtering and sorting of structures by various parameters such as: "Name", "Coordinates", "Name of the municipality where the hydraulic structures are located", "Nearest settlement", "Volume full, mln m³", "Volume useful, mln m³", "Mirror area at normal retaining level, km²", "Normal Retaining Level (NRL) mark, m", "Forced Backwater Level (FBL) mark, m", "Dead Volume Level (DVL) mark, m", "Maximum water discharge, m³/s", "Water flow", "Type of flow regulation", "Purpose", etc. [20].

Information for determining the degree of environmental safety, compiled on the basis of field survey results, systematizing information on water management facilities in the river basin, was collected: investigations of operating construction facilities were carried out; certified instruments and equipment were used, ensuring the accuracy and reproducibility of the results; the obtained data were analyzed and the results were evaluated; an assessment of the technical condition and safety level, according to the current codes and regulations, at the time of the survey was made.

CONCLUSION AND DISCUSSION

Donbass is a low-water region, and therefore the problem of water conservation remains extremely acute for the inhabitants of the republic. The water re-

sources of the administrative centre of the DNR are constantly affected by the anthropogenic impact of the city's industrial potential. Various industries (metallurgical, coke and chemical, coal) are concentrated in the DNR, hence the deterioration of the environment, including land and water bodies. Water supply to the population of the DNR is 85 % provided by surface water sources and about 15 % by underground water sources. Given that almost all cities and towns of the DNR are located in areas mined by coal mines, some of which were flooded and destroyed during the hostilities (Oktyabrskaya and Trudovskaya mines in Donetsk; Komsomolets Donbassa in Kirovske), the flow of mine wastewater into surface and underground water sources is an acute environmental and hygienic problem [21].

Unstable water supply has been a problem for residents of the DNR for two years. As of today, despite the approved schedule of water supply every two days, many homes remain without water supply, as they have been for the past two years. And such restrictions have affected not only the frontline districts; in the rear of Donetsk, pumps cannot cope with the supply of water to the upper floors of high-rise buildings, whose residents have to replenish their supplies from delivery vehicles every few days; the private sector suffers because of worn-out pipes. This is due to a complex of factors: accidents on the water and heat supply networks, as well as regular power outages at facilities, which lead to the shutdown of technological equipment and hydraulic shocks on the networks.

The main source of water supply for the DNR is currently the Don – Donbass water pipeline, built in 2023. The pipeline has a capacity of 300,000 m³ of water per day and supplies water to Gorlovsk, Donetsk and Yenakiieve industrial areas, including the cities of Donetsk, Makeyevka, Khartsyzsk, Shakhtersk, Kirovske and Torez. Until 2022, the DNR was supplied with water through the Seversky Donets-Donbass canal, but it was critically damaged during the fighting.

The Don – Donbass conduit withdraws 0.1095 km³ of water per year, which is 0.54 % of the average annual flow of the Don River near Razdorskaya village over the last 70 years (from 1952 to 2022), significantly less than the maximum annual flow of the Don River, which is 0.29 % for the highest-water year (1979) and 1.15 % for the lowest-water year (2020) over this period. Thus, the Don-Donbass water pipeline provides a stable water supply for the DNR, but its capacity is limited and cannot fully solve the problem of water scarcity in the region.

More than 800 hydraulic structures are concentrated in the republic, but they are not operated safely according to Russian law.

The studies carried out in the basin of the Gruzskaya Yelanchik River allowed outlining the main range of aspects of the state of water resources characteristic of the region in terms of the safety of operation of HS, the ecological condition of small rivers in Donbas, and the peculiarities of water use on the territory of the new regions of the Russian Federation.

REFERENCES

1. Volosukhin V.A., Fesenko L.N., Rozhkov V.S. Problems of water supply in new subjects of the Russian Federation. *Modern problems of hydraulics and hydraulic engineering : collection of abstracts of the VII All-Russian scientific and practical seminar*. 2024; 116-117. EDN PSGKVW. (rus.).
2. Matishov G.G., Grigorenko K.S. Chemical composition of water along the seashore and front delta of the don river under low-water conditions (20th-21st centuries). *Doklady Earth Sciences*. 2021; 499(2):193-202. DOI: 10.31857/S2686739721080077. EDN NWPFYM. (rus.).
3. Zhukova S.V., Mirzoyan A.V., Shishkin V.M., Podmareva T.I., Lutynskaya L.A., Taradina E.A. et al. Possible scenarios for the formation of the continental runoff and the salinity of the azov sea, taking into account the current and future trends in climate change. *Aquatic Bioresources & Environment*. 2023; 6(4):7-30. DOI: 10.47921/2619-1024_2023_6_4_7. EDN WQWAHX. (rus.).
4. Elizarova O.V. Analysis of water quality from sources of centralized water supply of the DPR in modern conditions. *Archive of clinical and experimental medicine*. 2023; 32(4):32-35. (rus.).
5. Pourmahmoud J., Shahdany S.M.H., Roozbahani A. Practical drought risk assessment and management framework: A step toward sustainable modernization in agricultural water management. *Journal of Hydrology*. 2024; 644:132121. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2024.132121
6. Lou H., Li H., Yang S., Wang X., Pan Z., Zhang Y. et al. River discharge recovery lag in the small and medium-sized rivers occurred in response to climate change and human activities. *Journal of Hydrology*. 2023; 620:129453. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2023.129453
7. Foroumandi E., Nourani V., Kantoush S.A. Investigating the main reasons for the tragedy of large saline lakes: Drought, climate change, or anthropogenic activities? A call to action. *Journal of Arid Environments*. 2022; 196:104652. DOI: 10.1016/j.jaridenv.2021.104652
8. Wray N., Bowie D., Pattison I., Angeloudis A., Beevers L. Disentangling climate change & land use change effects on river flows: A probabilistic approach. *Journal of Hydrology*. 2024; 639:131665. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2024.131665
9. Lurie P.M., Panov V.D. *Rivers of the Azov Sea basin*. Rostov-on-Don, Don Publishing House, 2021; 670. (rus.).
10. Panagopoulos A. Water-energy nexus: desalination technologies and renewable energy sources. *Environmental Science and Pollution Research*. 2021; 28(17):21009-21022. DOI: 10.1007/s11356-021-13332-8
11. Wang S., Gu C., Liu Y., Gu H., Xu B., Wu B. Displacement observation data-based structural health monitoring of concrete dams : a state-of-art review. *Structures*. 2024; 68:107072. DOI: 10.1016/j.istruc.2024.107072
12. Xu B., Rong Z., Pang R., Tan W., Wei B. A novel method for settlement imputation and monitoring of earth-rockfill dams subjected to large-scale missing data. *Advanced Engineering Informatics*. 2024; 62:102642. DOI: 10.1016/j.aei.2024.102642
13. Lu Y., Wu Z. A vine-copulas based multi-sensor fusion structural damage monitoring method and its application in dam engineering. *Applied Soft Computing*. 2024; 167:112356. DOI: 10.1016/j.asoc.2024.112356
14. Ai Z., Ma G., Zhang G., Liu R., Deng S., Chang X. Multi-source monitoring data filtering assisted deformation analysis model updating of ultra-high rockfill dam. *Computers and Geotechnics*. 2024; 171:106323. DOI: 10.1016/j.compgeo.2024.106323
15. Slesarev M.Yu., Ivankova T.V., Fesenko L.N. Condition of reclamation construction facilities in the basin of the small alma river of the republic of Crimea. *Ecology of Urban Areas*. 2022; 1:15-22. DOI: 10.24412/1816-1863-2022-1-15-22. EDN OQNNDN. (rus.).
16. Ivankova T.V. *Ensuring environmental safety of natural and technical systems of small river basins in the conditions of the Crimean Peninsula : monograph*. Moscow, Infra-M, 2023; 171. DOI: 10.12737/1903315. EDN SGVKPV. (rus.).
17. Lu Y., Li Y., Fang G., Deng M., Sun C. Ecological risk assessment and management for riverfront development along the Yangtze River in Jiangsu Province, China. *Ecological Indicators*. 2023; 155:111075. DOI: 10.1016/j.ecolind.2023.111075
18. Vitale C. Understanding the shift toward a risk-based approach in flood risk management, a comparative case study of three Italian rivers. *Environmental Science & Policy*. 2023; 146:13-23. DOI: 10.1016/j.envsci.2023.04.015
19. Qin X., Gu C., Guo J., Yuan D., Shao C., Chen X. Load combination feedback of fracture in concrete dams based on monitoring data with simplified fuzzy association rules. *Structures*. 2023; 47:2354-2364. DOI: 10.1016/j.istruc.2022.12.056
20. Certificate of registration of the database RU No. 2024624777. *Database of water management facilities in the basin of the Gruzskaya Elanchik River* / T.V. Ivankova; applicant and copyright holder T.V. Ivankova; registration date 10/30/2024.
21. Golovatenko E. Assessment of the state of water resources in the Donetsk region. *Proceeding of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture*. 2023; 5(163):118-125. EDN QEPPGS. (rus.).

Received October 15, 2024.

Adopted in revised form on November 15, 2024.

Approved for publication on November 15, 2024.

B I O N O T E S: **Tat'yana V. Ivankova** — Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, of the Department of Water Management, Engineering Networks and Environmental Protection; **M.I. Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI)**; 132 Prosveshcheniya st., Rostov Region, Novocherkassk, 346428, Russian Federation; ID RSCI: 47991684, Scopus: 57209806818, ORCID: 0000-0003-0902-9670; academy-design@mail.ru;

Lev N. Fesenko — Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Water Management, Engineering Networks and Environmental Protection; **M.I. Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI)**; 132 Prosveshcheniya st., Rostov Region, Novocherkassk, 346428, Russian Federation; ID RSCI: 461079, Scopus: 6603681244, ORCID: 0000-0001-6570-0460; 65613@mail.ru;

Vitalii S. Rozhkov — Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Water Supply, Sanitation and Water Resources Protection; **Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture (DonNACEA)**; 2 Derzhavina st., Donetsk People's Republic, Makeyevka, 286123, Russian Federation; ID RSCI: 584962, Scopus: 56825406700; v.s.rozhkov@donnasa.ru.

Contribution of the authors:

Tat'yana V. Ivankova — collection and processing of material, development of databases, writing methodology, source text and its revision in accordance with the provided adjustments, formation of results and conclusions.

Lev N. Fesenko — scientific guidance, research concept, development of methodology, revision of the text, final conclusions.

Vitalii S. Rozhkov — analyses of water samples, revision of the text, formation of results and conclusions.

The authors declare that they have no conflict of interest.