

ОТЗЫВ

**официального оппонента на диссертационную работу Бакуменко Юлии Сергеевны
на тему «ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОДОЕМОВ ЛУГАНСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ И
ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ»,**

**представленной на соискание ученой степени кандидата географических наук по
научной специальности**

1.6.21. Геоэкология (географические науки)

Представленная на рассмотрение диссертация состоит из списка сокращений и обозначений, введения (С.6-12), пяти глав (С.13-154), заключения и списка используемых источников (128 наименований). 182 страницы диссертации содержат 64 рисунка, 58 таблиц и 7 приложений. Автореферат соответствует содержанию диссертации.

В введении обоснована актуальность темы, поставлены цели и задачи диссертационного исследования, охарактеризованы научная новизна и практическое значение полученных результатов, сформулированы результаты, выносимые на защиту.

В первой главе выполнен анализ проблемных вопросов экологической безопасности использования водных ресурсов ЛНР и поставлены задачи исследования.

Выполненный в первой главе анализ географического положения, промышленных, сельскохозяйственных, демографических и экологических особенностей, водных ресурсов региона показал, что дефицит водных ресурсов в регионе в первую очередь вызван сложными природными условиями Донбасса, аккумуляция водных ресурсов в искусственных водоемах решает проблему дефицита лишь частично, спустя более 50 лет созданные для нужд промышленности водоемы становятся природно-антропогенными, но, несмотря на естественные процессы самоочищения, требуют постоянного контроля качества питающих вод и должного обслуживания гидротехнических сооружений.

Анализ промышленных, сельскохозяйственных, демографических и экологических особенностей водных ресурсов региона показал, что: в ЛНР в течение 10 лет наблюдается острый дефицит питьевой воды, связанный с изношенностью водопроводных сетей, малым объемом чистой воды, доступной для подачи населению, порывами и просадками электрических сетей, что приводит к остановкам насосных станций; водоемы Луганской Народной Республики расположены неравномерно; ввиду ограниченности природных водоемов население использует находящиеся рядом водоемы для своих нужд (орошение земель, рыбная ловля, занятия спортом, купание, коммунально-бытовые нужды); искусственно созданные для накопления водных ресурсов водоемы содержат воду низкого качества (в течение года наблюдаются превышения по общесанитарным показателям, летом добавляются микробиологические); безмерное использование водных ресурсов приводит к снижению уровня воды в водохранилищах и нарушению баланса в экосистемах водоемов и близлежащих территориях.

Технологические схемы очистки отработанных вод предприятия и водоподготовки при заборе воды из открытых источников уже сильно устарели. Необходимо провести оценку их эффективности и незамедлительно принимать меры к их модернизации или замене.

Анализ теоретических и методических основ геоэкологического исследования водоемов выявил, что отсутствует методика, которую можно использовать для оценки водоемов многоцелевого использования; геоэкологической оценкой состояния водоемов на территории ЛНР не занимаются должным образом; комплексная геоэкологическая оценка водоемов ЛНР не проводилась в течение 30 лет.

Во Второй главе приведен анализ существующих методов экологической оценки водоемов, адаптированных далее для геоэкологической оценки водоемов с учетом их фактического использования. В результате была сформирована и описана система показателей для геоэкологической оценки водоемов многоцелевого назначения, которая

позволяет перейти от единичных оценок качества их поверхностных вод и состояния береговых зон к безразмерным индексам и интегральным индикаторам, которые могут быть информативны в комплексной оценке с учетом всех направлений использования конкретного водного объекта в конкретном месте с учетом региональных особенностей территорий. Система показателей геоэкологической оценки водоемов многоцелевого назначения представлена блоком оценки качества воды при определенном водопользовании водоема и блоком, включающим оценки берегов при рекреационном использовании.

Третья глава содержит первый защищаемый результат исследований.

Система комплексной геоэкологической оценки водоемов многоцелевого использования содержит основные сведения необходимые действующим и потенциальным пользователям водных ресурсов. В данной главе выполнено исследование Исаковское водохранилище как водоема многоцелевого использования.

Исаковское водохранилище водоем стратегического значения не только для Перевальского района, но и для ЛНР в целом. Водоем используется в качестве источника для производства питьевой воды, источника технической воды для коммунальных служб, металлургического производства и коммунально-бытовых нужд садовых обществ, в том числе, для орошения, но с учетом особенностей состава воды и сезонности его изменения.

Соблюдение санитарно-защитных зон для источника питьевого водоснабжения усложняется сформированной по берегам жилой зоной и зонами отдыха населения (дачи, базы отдыха и пляжи). СанПиН 1.2.3685-21 регламентирует требования к водоемам как факторов среды обитания человеком. Для технического водоснабжения вода должна соответствовать требованиям агрегатов и технологическим требованиям производства. Объем извлечения водных ресурсов Исаковского водохранилища не должен превышать естественный приток с реки Белой. Использование воды в течение года меняется, но практически в одном объеме. Обслуживание гидротехнических сооружений Исаковского водохранилища, водозабор налажен таким образом, чтобы уровень воды в водоемы оставался постоянным. В период паводков излишки воды сбрасываются в реку Белую по переливу. Забор воды в исследуемый период колебался от 3,9-218,4 м³/сутки, приток соответственно 0-327,1 м³/сутки соответственно. В период засухи ограничивается забор воды на технические нужды ООО «ЮГМК» остальные пользователи не испытывают дефицита воды.

Оценка водных ресурсов выполнялась по трем подходам:

По отдельным показателям: из 28 показателей базы данных показателей качества воды по 6 показателям отмечены превышения ПДК, которые необходимо учитывать при использовании воды Исаковского водохранилища. Как в промышленных целях, так и для личных нужд и увлечений населения. Дополнительно пользователям необходимо контролировать содержание микроэлементов, тяжелых металлов и нефтепродуктов в связи с питанием реки шахтными водами.

В течение года превышения отмечаются по сульфатам, сухому остатку, общей жесткости. В теплое время года к перечисленным показателям добавляются обобщенные колиформные бактерии, БПК₅ и содержания растворенного кислорода. В придонном слое воды фиксируются следы сероводорода.

Найденные расчетные индексы ИЗВ, индекс сапробности и индекс самоочищения показывают одинаковую качественную характеристику воды, с незначительным запозданием по микробиологическим показателям. Данная динамика связана с длительностью развития живых индикаторов, по сравнению с фактическим наличием в воде химических загрязняющих веществ. Рассчитанные индексы КИЗВ и УКИЗВ относят воду Исаковского водохранилища к 3 классу и характеризуют ее как загрязненную. Коэффициент комплексности загрязненности в летний период подтверждает превышения по комплексу показателей, в холодное время по нескольким показателям, что подтверждается регулярными исследованиями производственной лабораторией ООО «ЮГМК».

Оценки качества водных ресурсов полученные с помощью расчетных индексов могут применяться при таких направлениях использования водоемов, как рекреационное, коммунальное бытовое, водоснабжение садовых обществ, а также для основных потребителей водных ресурсов для определения мероприятий, необходимых для водоподготовки.

Исаковское водохранилище по направлениям фактического использования имеет отклонения по солевому составу, как и все водные ресурсы Донбасса, в летний период требует особого внимания всех водопользователей.

Согласно разработанной методики оценки водоемов как объектов рекреации (на основе множества показателей качества воды и экспертных оценок рекреационных зон) Исаковское водохранилище водоем, который оборудован местами отдыха разного состояния, но с качеством воды ниже среднего. Рекреационный потенциал водохранилища 14,6 % населения. На основе комплексной геоэкологической оценки был составлен «формуляр» имеющий множество информации относительно существующих направлений фактического использования. Искусственные водоемы многоцелевого использования должны своевременно обслуживаться, постоянно контролироваться на предмет поступления сточных вод и регулирования процесса самоочищения за счет извлечения донных отложений, расчистки родников. Разработанная система геоэкологической оценки водоемов с учетом их фактического использования рассмотрена на примере самого большого водоема ЛНР — Исаковского водохранилища, которое введено в эксплуатацию в 1957 г. Данный объект состоит из чаши, водоёма и непосредственно гидротехнических сооружений. Площадь зеркала при нормальном подпорном уровне (НПУ) с абсолютной отметкой 110,04 м составляет 2,93 км². Полный объём при НПУ — 20,4 млн м³. Вся территория вокруг водохранилища используется полностью (5 сел, большое количество садовых обществ, баз отдыха и т.д.). Согласно СанПиН 1.2.3685-21 и СанПиН 2.1.3684-21 Исаковское водохранилище относится к следующим группам водопользования: источника питьевого и хозяйственно-бытового водопользования, а также для водоснабжения предприятий пищевой промышленности (далее — первая категория водопользования); для рекреационного водопользования, а также участки водных объектов, находящихся в черте населенных мест (далее — вторая категория водопользования).

Оценка экологического состояния водоемов выполнялась на основе данных:

1. Результатов анализа воды химико-бактериологической лаборатории цеха водоподготовки ООО «ЮГМК» (свидетельство об аттестации ХБЛ № Рб 002/2022 от 17.01.2022), полученных при участии автора работы. Всего база данных включает информацию о 38 показателях, измеряемых ежемесячно с 2014 по 2022 гг. и 11 показателях, измеряемых ежедневно с 2014 по 2020 гг.

2. Исследований экологического состояния восьми водоемов Перевальского района и г. Алчевска, используемых населением в рекреационных целях (получены автором работы лично).

Исследование, выполненное в 2021 году, включало анкетирование населения, отбор и исследование проб воды по физико-химическим, микробиологическим и сапробиологическим показателям, оценку безопасности и удобства водоемов, определение данных для расчета их рекреационного потенциала. Представлена интенсивность использования водоема по основным направлениям. Отсюда вытекает необходимость анализа качества воды по различным категориям использования. Первичная обработка всего массива данных показала превышение и отклонение от нормы (по СанПиН 1.2.3685-21) по 6 показателям. Вода Исаковского водохранилища имеет отклонения по сухому остатку, сульфатам, содержанию растворенного кислорода и БПК₅, микробиологическим показателям относительно направлений использования (рыбохозяйственного, орошения, культурно-бытового и занятий спортом). Потребители, использующие ее в качестве технической воды, должны учитывать, что вода имеет высокий сухой остаток, жесткость и взвешенные вещества.

Представлена оценка водоема как открытого источника питьевого водоснабжения. Так

как ЛНР до 2026 года по законодательной базе находится в переходном периоде, многие предприятия и организации продолжают работать по нормативной базе Украины, внедряя постепенно нормативные документы РФ. Основной пользователь водных ресурсов Исаковского водохранилища ООО «ЮГМК» аттестован по ГСТУ 4808-2007. Определены результаты оценки водоема как открытого источника питьевого водоснабжения. По наихудшим значениям блоковых критериев отмечаются отклонения по общесанитарным и микробиологическим показателям. Согласно рекомендациям ГСТУ 4808-2007 и ГОСТ 2761-84 для использования воды водохранилища необходимы технологии очистки воды, обладающие обеззараживающими свойствами и способные существенно снизить ее солесодержание.

Для оценки качества воды поверхностных водоемов по расчетным индексам выбраны индексы ИЗВ, КИЗВ, УКИЗВ (используется экологами для расчетов НДС), индекс сапробности Пантле — Букка для оценки загрязнения водоема органическими загрязнениями; и индекс самоочищения (по ОМЧ) для оценки способностей водоема к самовосстановлению. Предварительный расчет значения коэффициента комплексности загрязнённости воды выявил динамику изменения интенсивности загрязнения. На основе значений показателей качества воды для различных периодов года, определены значения расчетных индексов воды Исаковского водохранилища. Они могут применяться при таких направлениях использования водоемов, как рекреационное, коммунальное бытовое, водоснабжение садовых обществ, а также для основных потребителей водных ресурсов для определения мероприятий, необходимых для водоподготовки.

Для исследования водоемов как объектов рекреации разработана методика, предметом рассмотрения которой являются показатели качества поверхностных вод (физические, бактериологические, гидробиологические и химические) как индикаторы экологического состояния анализируемых водоемов и субъективные показатели пользователей (местонахождение, транспортная развязка, состояние берегов, наличие инфраструктуры для отдыха).

Разработаны шкалы для интегральных оценок W — «Качество воды» и U — «Удобство и безопасность отдыха», которые определяются на основе оценок отдельных показателей загрязнённости водоемов и субъективных предпочтений населения.

Для интерпретации комплексной оценки водоемов рекреационного назначения введена матрица оценок с унифицированной единичной шкалой градаций. Переход от показателей W и U к унифицированным значениям WW (качество воды) и UU (удобство и безопасность) выполняется по формулам:

$$WW = \frac{5 - W}{4}, UU = \frac{5 - U}{4}.$$

Матричное представление двумерной оценки выбранных водоемов позволяет выполнить группировку объектов рекреации по кластерам. Так, согласно схеме рисунка 5 выделяется наиболее многочисленная группа водоемов (отмечена штриховой линией), имеющая посредственные оценки как по качеству воды, так и по удобству и безопасности отдыха. Это пруд пгт. Ящиково, пруд «20» и Нижне-Орловское водохранилище. Отдельно выделяются пруд «Новоселовка» — с отличным качеством воды, но без удобств, Исаковское водохранилище — комфорт отдыха на хорошем уровне, а качество воды — ниже среднего. Следует отметить, что в рассматриваемом районе нет идеального водного объекта рекреационного значения, имеющего отличные характеристики как по качеству воды водоема, так и удобству, и безопасности отдыха населения, однако Исаковское водохранилище выделяется как исключительное для рекреационного использования.

Результат комплексной геоэкологической оценки Исаковского водохранилища, полученной на основе разработанной системы оценки водоемов с учетом многоцелевого использования водных объектов, представлен в краткой форме. Комплексный характер оценки дает возможность рассмотреть водоем как со стороны природных условий и антропогенного

влияния на него, так и с точки зрения привлекательности и доступности использования водных ресурсов в разных направлениях народного хозяйства. Полученная информация может быть взята за основу при создании «геоэкологического паспорта» водоема многоцелевого использования, который позволил бы принимать обоснованные рациональные управленческие решения с учетом всех направлений водопотребления и водопользования водного объекта.

В Четвертой главе второй защищаемый результат исследований.

На основе разработанного статистический подхода к исследованию динамических данных показателей качества воды выполнен анализ массивов данных 28 показателя качества воды Исаковского водохранилища за период 2014-2022 гг. Основными показателями, имеющими значение для основных пользователей водными ресурсами водохранилища являются РК, БПК₅, сухой остаток, сульфаты, общая жесткость, взвешенные вещества, pH, обобщенные колиформные бактерии. Статистический анализ большого массива данных позволил углубить существующие представления о динамике изменения экологического состояния водоема при изменении ряда внутренних и внешних факторов. Исаковское водохранилище является сформированной десятилетиями природно-антропогенной экосистемой подверженной как антропогенным загрязнениям, так и природной сезонности. Постоянный минеральный состав водохранилища обусловлен природно-климатическими условиями и характеризуется высоким содержанием сухого остатка, сульфатов, магния. Сезонности подвержены показатели органического загрязнения водоема антропогенное загрязнение и эвтрофикация водоема вследствие повышения температуры воды (азотосодержащие, фосфаты, содержание растворенного кислорода (РК), и БПК₅, микробиологические показатели). Разработаны математические модели динамики изменения показателей качества поверхностных вод водоемов, основанные на методах автокорреляционного анализа и сезонной декомпозиции. Для показателей Исаковского водохранилища построены уравнения аддитивных моделей показателей, содержащие тренды и сезонные компоненты. Установлено, что концентрация растворенного кислорода и биохимическое потребление кислорода описываются адекватными статистическими моделями с 12-ти месячной цикличностью и возрастающим трендом для растворенного кислорода. РК в воде в течение года изменяется от 0 до 14,5 мг/дм³. Выявлены сезонные и суточные колебания. Также содержанию РК свойственна вертикальная стратификация. Содержание РК снижается с увеличением глубины. Гипоксидная зона наступает с июля по сентябрь на глубинах более 5 метров. Как следствие, у дна накапливаются сульфиды и сероводород, ограничивающими направления допустимого использования воды водоема. По корреляционной матрице выявлены значимые парные связи между показателями качества воды. Найдены наиболее оптимальные уравнения множественной регрессии показателей качества воды. На практике целесообразно применять те уравнения, в которых для определения значимого показателя (Y_i) требуется минимальное количество входных переменных. Статистически установлено, что в летние месяцы в экосистеме Исаковского водохранилища самоочищение осуществляется на крайне низком уровне ввиду его высокого антропогенного загрязнения. Снижение уровня самоочищения в марте объясняется бурным развитием пиропитовых и диатомовых водорослей со значительной биомассой, которые, несмотря на выделение большого количества кислорода, снижают активность микроорганизмов по очищению водоема.

Оппонент полагает, что соискателю в Ведение необходимо расшифровать термин геоэкология. Также, соискателю, при написании диссертации, необходимо отметить учитывалась ли текущая обстановка в регионе.

Диссертационная работа Бакуменко Юлии Сергеевны на тему «ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОДОЕМОВ ЛУГАНСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ И ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ», соответствует требованиям пп.9-14 Постановления Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 «О порядке присуждения ученых степеней». Соискатель Бакуменко Юлия Сергеевна заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата географических наук по научной специальности 1.6.21 — Геоэкология (географические науки).

Отзыв подготовил:

Егоров Александр Николаевич

Доктор географических наук, 25.00.36 - Геоэкология

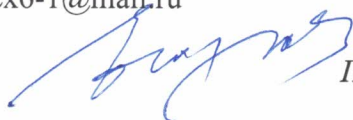
ведущий научный сотрудник

Институт озероведения РАН – СПб ФИЦ РАН

Адрес организации: 196105, Санкт-Петербург, ул. Севастьянова, д.9

Телефон: +7 (911) 938 99 68, alex6-1@mail.ru

«07» ноября 2025 г.



Подпись

Согласие на обработку персональных данных

Я, Егоров Александр Николаевич, согласен на включение в аттестационное дело и дальнейшую обработку моих персональных данных, необходимых для процедуры защиты кандидатской диссертации Бакуменко Юлии Сергеевны, в том числе на размещение их в сети Интернет.

«07» ноября 2025 г.

Подпись Егоров Александр Николаевич заверяю:

Должность заверяющего

Подпись

/__ФИО заверяющего __/

М.П.

Подпись руки Егорова А.Н. заверяю

Начальник отдела кадров СПб ФИЦ РАН

А.Н. Николаев

«10» ноября 2025 г.

