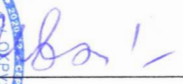


УТВЕРЖДАЮ:

Директор Федерального государственного
бюджетного учреждения «Государственный
океанографический институт имени Н.Н.
Зубова», кандидат географических наук,
доцент



 Ивачёв И.В.

«28» апреля 2022 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации

Федерального государственного бюджетного учреждения
«Государственный океанографический институт имени Н.Н. Зубова»
на диссертационную работу

Ерёминой Екатерины Сергеевны

«Водно-солевой режим залива Сиваш и факторы, его формирующие»,
представленную на соискание ученой степени
кандидата географических наук
по специальности 1.6.17– Океанология

Диссертационная работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Федеральном исследовательском центре «Морской гидрофизический институт РАН» (ФГБУН ФИЦ МГИ), г. Севастополь. Диссертационная работа посвящена исследованию водно-солевого режима залива Сиваш Азовского моря и формирующих его факторов.

На отзыв ведущей организации были представлены диссертация (объемом 152 стр.) и автореферат (24 стр.). Текст диссертации состоит из введения, четырех разделов, заключения, списка литературы из 154 источников.

Во введении диссертации раскрывается актуальность и степень разработанности диссертационной темы по исследованию залива Сиваш, наиболее техногенно преобразованной прибрежной акватории Крыма. Здесь формулируются цель и семь задач выполненного исследования, а также пять выносимых на защиту положений, подробно отмечаются научная новизна результатов и практическая значимость выполненной работы. Приводится краткое описание основных используемых материалов и методов их обработки,

степень достоверности и апробация результатов. Список публикаций автора по теме диссертации включает 33 научные работы. Отражены личный вклад соискателя, включая участие в экспедиционных и лабораторных работах, а также связь исследования с законченными и продолжающимися плановыми темами и научно-исследовательскими проектами.

Актуальность темы работы. Залив Сиваш Азовского моря является трансграничной акваторией, водно-болотным угодьем международного значения. Он обладает огромным ресурсным потенциалом, который особенно зависит от особого водно-солевого режима водоема. Актуальность исследования определяется необходимостью проведения водно-балансовых расчетов режима залива в разных условиях с оценкой влияния природно-климатических и антропогенных факторов. Введение в эксплуатацию Северо-Крымского канала (СКК) в 1970-х и его перекрытие в 2014 г. значительно повлияло на водный баланс залива, соленость воды повышалась и снижалась в несколько раз. Перекрытие СКК существенно изменило устоявшееся природное равновесие, сократилась пресноводная составляющая в водном балансе залива, был зафиксирован резкий рост солености. В диссертационной работе оцениваются произошедшие изменения в заливе после перекрытия канала: динамика солевого режима и водного баланса, вариация морфометрических характеристик берегов залива, площадь покрытия тростниковой растительностью с помощью натурных, контактных и спутниковых данных.

Основные полученные в диссертации результаты

В первом разделе проведен обзор литературных источников, на основе которых описывается физико-географическая характеристика района исследования и степень изученности темы. Рассматривается история исследований залива Сиваш, генезис его образования, описываются особенности метеорологического режима (ветер, температура, выпадение осадков, испарение, ледовые условия), приводятся ретроспективные сведения по халинному режиму залива Сиваш.

Во втором разделе описаны использованные в диссертационном исследовании материалы и методы их обработки. Анализировались данные натурных контактных наблюдений с гидрометеорологических постов и станций, а также дистанционного зондирования Земли. Для анализа халинного режима залива использовались данные натурных наблюдений, полученных в ходе 18 прибрежных экспедиций в районы Восточного и Южного Сиваша в период 2013–2020 гг. Спутниковая информация использовалась для исследования особенностей пространственного и временного распределения температуры поверхностного слоя воды, особенности ледовых условий в заливе Сиваш, для оценки возможной фильтрации вод Азовского моря в залив Сиваш через Арабатскую Стрелку, изучения изменчивости морфометрических характеристик залива Сиваш и динамики развития тростниковой растительности после перекрытия Северо-Крымского канала. Для корректировки составляющих водного баланса: атмосферных осадков и водообмена залива Сиваш с Азовским морем через пролив Тонкий использовались данные 1966–2013 гг. целого ряда гидрометеорологических постов и станций – Джанкой, Стрелковое, Геничesk, Владиславовка и Чонгарский мост.

В третьем разделе работы рассматриваются гидрометеорологический режим (ветровые условия и атмосферные осадки), а также водный баланс залива Сиваш и факторы его формирования в период до введения в строй Северо-Крымского канала и в процессе его функционирования. По откорректированным данным измерений атмосферных осадков дана оценка изменения режима поступления пресных вод на поверхность зал. Сиваш за 1966 – 2013 гг. Согласно проведенному анализу сумма годового объема осадков, а также объемов по всем сезонам, кроме зимнего, имела небольшое приращение за последние 45 лет. Выявлен незначимый положительный тренд осадков, варьирующий в пределах $0,0016\text{--}0,01\text{ км}^3/10\text{ лет}$. Корректировка данных позволила уточнить самую большую приходную составляющую водного

баланса залива Сиваш, что является важным практическим результатом проделанной работы.

Далее в работе рассматриваются элементы гидрологического режима: современные температурные и ледовые условия залива, уровенный режим, водообмен залива Сиваш с Азовским морем через пролив Тонкий, фильтрация вод Азовского моря через бар Арабатской Стрелки. Впервые с использованием спутниковых данных проанализирован современный температурный режим залива Сиваш. В работе проведено сравнение сезонной и межгодовой изменчивости температурного режима акватории залива Сиваш с аналогичной изменчивостью в Азовском море. Показало влияние мелководности залива на увеличение поверхностной температуры воды Сиваша весной на $2-2,5^{\circ}\text{C}$ и ее снижение осенью на $1-2^{\circ}\text{C}$ относительно Азовского моря. Анализ режима уровня залива Сиваш по данным морского гидрометеорологического поста Чонгарский мост и станции Геническ на побережье Азовского моря показал более или менее стабильную разницу в среднем $13,5$ см до 1969 г. С началом работы канала в 1970-е годы и поступлением больших объемов пресных вод с сельскохозяйственных угодий уровень воды на посту Чонгарский мост значительно вырос, а перепад уровней сократился в среднем до $3,8$ см. В работе показана динамика водообмена Сиваша с Азовским морем через пролив Тонкий. В 1963-1976 гг. из Азовского моря в Сиваш поступало в среднем $0,81 \text{ км}^3$, а с началом работы СКК приток сократился в среднем на $0,2 \text{ км}^3$. С помощью спутниковых данных сканеров TIRS Landsat 8 и MODIS зафиксированы случаи фильтрации вод Азовского моря через бар Арабатской Стрелки как еще одного источника поступления азовоморских вод в залив Сиваш.

В заключительной части третьего раздела анализируются данные составляющих водного баланса залива Сиваш до введения в строй СКК и во время его функционирования. Делается вывод, что с началом работы канала пресноводная составляющая баланса увеличилась на $0,6 \text{ км}^3/\text{год}$. Уровень в заливе вырос и снизился перепад уровней между заливом и морем

приблизительно на 10 см. Из-за этого уменьшился приток азовских вод в Сиваш в среднем на $0,2 \text{ км}^3/\text{год}$. Произошедшие изменения привели к сокращению поступления солей в Сиваш. Из-за поднятия уровня залива, который в отдельные годы даже превышал уровень Азовского моря, увеличился отток сивашских вод в море на $0,1 \text{ км}^3/\text{год}$. Пресноводная составляющая баланса увеличилась также за счет атмосферных осадков в среднем на $0,08 \text{ км}^3/\text{год}$.

В четвертом разделе рассматривается изменчивость халинного режима залива Сиваш в условиях перекрытия Северо-Крымского канала. Анализируется сезонная и межгодовая изменчивость солености воды в заливе после перекрытия СКК. Исследование опирается на натурные данные, полученные автором в ходе экспедиций 2014-2020 гг. В Восточном Сиваше соленость возрастала с севера на юг по мере отдаления от пролива Тонкого. Весной 2014 г. соленость менялась от 27 до 33‰, а спустя 6 лет после перекрытия канала в 2020 г. она значительно выросла на всех станциях, достигая 60–70‰. В Южном Сиваше наблюдался высокий сезонный рост солености – до 17‰. Межгодовой рост за 6 лет после перекрытия канала показал возрастание вдвое, а значения приблизились к уровню 1969 г. Таким образом, минерализация залива постепенно приближалась к естественной, какой она была до введения в строй Северо-Крымского канала.

В работе впервые приводятся количественные оценки изменения морфометрических характеристик залива Сиваш по результатам анализа RGB-композиций ИК-каналов разновременных спутниковых изображений. Существенным изменениям подверглись площади водоемов Восточного Присивашья, озер-лагун, рисовых чеков и искусственных водоемов мелиоративной системы, полное или частичное питание которых осуществлялось за счет вод СКК. Анализ спутниковых снимков показал, что общие площади рисовых чеков в меженный период (июль–август) сократились на $79,24 \text{ км}^2$. Спутниковые данные подтвердили сокращение площадей

тростниковой растительности, вызванное снижением пресной составляющей водного баланса водоема.

В заключительном подразделе изложены практические рекомендации по созданию научно обоснованной сети экологического мониторинга залива Сиваш. За основу были взяты пункты наблюдений схемы береговых станций МГИ и СО ФГБУ «ГОИН». Для обеспечения достаточной эффективности наблюдений рекомендуется Крымскому управлению по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (ФГБУ «Крымское УГМС») рассмотреть возможность восстановления прерванных в 2014 г. работ на МПП Соляное (Южный Сиваш) и МПП Чонгарский мост (Восточный Сиваш).

В заключении приводятся основные результаты диссертационной работы, соответствующие основным выводам по каждому разделу.

Обоснованность и достоверность результатов. Достоверность полученных в работе результатов натурных наблюдений обеспечена использованием методов, являющихся общепринятыми в данной области и выполненными в сертифицированной лаборатории. Достоверность результатов работы, полученных при использовании дистанционных методов исследования обеспечена анализом постоянно пополняемой обширной базы данных спутниковых снимков исследуемой территории, которой располагает отдел дистанционных методов исследования Морского гидрофизического института РАН. Основные результаты диссертации были представлены на 18 научных мероприятиях – международных и всероссийских конференциях, семинарах и школах.

Научная и практическая значимость. Полученные в работе значения водообмена между Азовским морем и заливом Сиваш через пролив Тонкий, а также ряд действительных сумм атмосферных осадков позволили повысить точность водно-балансовых расчетов для залива Сиваш.

Важными практическими результатами работы стали первые количественные оценки изменений морфометрических характеристик залива Сиваш после перекрытия СКК. Впервые с использованием спутниковых

данных рассчитаны общие площади озер-лагун, рисовых чеков и водоемов мелиоративной системы Присивашья, которые сократились на 79,24 км². Также впервые получены оценки изменения площадей тростниковой растительности в Восточном и Южном Сиваше за период 2015–2020 гг. с явной тенденцией к уменьшению.

В работе даются практические рекомендации по организации сети наблюдений за водно-солевым режимом залива Сиваш как части системы экологического мониторинга этого региона Крыма.

Результаты настоящей работы были доложены на заседании комиссии Министерства экологии и природных ресурсов республики Крым 21 ноября 2018 г. Научное обоснование необходимости восстановления работ МПП Чонгарский мост, функционировавшего в течение 80 лет до 2014 года, получило одобрение и поддержку.

Рекомендации по использованию результатов диссертации. Полученные в работе натурные и расчетные данные могут быть использованы для калибровки и верификации разрабатываемых численных моделей циркуляции вод залива Сиваш, а также для дальнейших исследований глобальных изменений экосистемы залива Сиваш после возобновления работы СКК в 2022 г.

Замечания по диссертации

1. Исследованные в работе (3 раздел) спутниковые снимки 2014-2015 гг. подтверждают ранее описанные случаи фильтрации вод в залив через Арабатскую Стрелку под действием ветрового сильного нагона. Этот очень важный и недооцененный в балансовых моделях факт желательно было бы подтвердить количественными оценками объема фильтрации через отдельные участки косы.

2. Выбранный в работе метод корректировки атмосферных осадков сделан достаточно давно (Браславский, 1980). Следовало более подробно обосновать этот выбор и его преимущества перед более современной методикой ГГИ-ГГО

(2002). Также имеет смысл более детально пояснить методику исключения поправок, введенных на метеорологических станциях (с. 70) и обсудить результаты применения самых современных методов статистической обработки данных (R-анализ и др.).

3. В научном плане четвертый раздел существенно бы выиграл в случае рассмотрения изменчивости других дополнительных компонентов водного баланса залива Сиваш, в частности стока рек и испарения, после перекрытия СКК.

Заключение. Диссертация выполнена на хорошем научном уровне и представляет собой серьезное исследование необычного и относительно мало изученного гиперсоленого водоема - залива Сиваш. Автор показал себя как высококвалифицированный океанолог, умеющий проводить как экспериментальные натурные исследования в полевых условиях, так и успешно анализировать самую различную литературную и собственную информацию, включая полученную с дистанционных средств зондирования. Текст диссертации написан на хорошем профессиональном уровне и тщательно выверен, с минимальным количеством стилистических и орфографических ошибок и опечаток. Основные результаты суммированы в десяти выводах, иногда даже чрезмерно подробных. Очевидным достоинством работы являются практические научно обоснованные рекомендации по организации гидролого-гидрохимического мониторинга залива Сиваш.

В диссертации имеются необходимые ссылки на авторов и источники заимствованных материалов, в том числе – на научные работы соискателя. Результаты работы в полной мере опубликованы в рецензируемых научных изданиях, удовлетворяющих требованиям ВАК Российской Федерации.

Автореферат диссертации в достаточной мере отражает ее содержание и удовлетворяет требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842. Диссертация полностью соответствует паспорту

специальности 1.6.17 – «Океанология» и удовлетворяет всем требованиям действующего «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Ерёмина Екатерина Сергеевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук.

Отзыв на диссертацию и автореферат утвержден на заседании Общеинститутского научного семинара Федерального государственного бюджетного учреждения «Государственный океанографический институт имени Н.Н. Зубова» (ФГБУ «ГОИН»), протокол № 1 от 14 апреля 2022 г.

Отзыв составил
Заведующий отделом мониторинга морской среды
Федерального государственного
бюджетного учреждения «Государственный
океанографический институт имени Н.Н. Зубова»
кандидат биологических наук

Коршенко Александр Николаевич

Сведения о ведущей организации:
Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Государственный океанографический институт имени Н.Н. Зубова»
119034, г. Москва, Кропоткинский пер., д.6, стр. 1
+7 (499) 246-72-88, adm@oceanography.ru

Подпись Коршенко А.Н. заверяю.
Ученый секретарь Федерального государственного
бюджетного учреждения «Государственный
океанографический институт имени Н.Н. Зубова»
кандидат географических наук



Жохова Надежда Вячеславовна
«28» апреля 2022 г.