

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Ерёминой Екатерины Сергеевны «ВОДНО-СОЛЕВОЙ РЕЖИМ ЗАЛИВА СИВАШ И ФАКТОРЫ, ЕГО ФОРМИРУЮЩИЕ», представленную на соискание учёной степени кандидата географических наук по специальности 1.6.17 «Океанология»

Объектом исследования диссертационной работы является мелководный залив Азовского моря лагунного типа Сиваш, водно-солевой режим которого зависит от постоянно меняющихся антропогенных и природно-климатических факторов. Особое влияние на водный баланс залива Сиваш оказало введение в эксплуатацию в 70-е годы прошлого столетия самой большой оросительной системы Европы – Северо-Крымского канала (СКК), а также его перекрытие в 2014 г. Указанные антропогенные воздействия совместно с меняющимися природно-климатическими факторами способствовали высокой динамике солёности в заливе и радикальным изменениям его экосистемы, изучение которых и составляет актуальность настоящей работы.

Целью работы является проведение комплексной оценки природно-климатических и антропогенных факторов, формирующих водно-солевой режим залива Сиваш.

Основой используемого в работе фактического материала служат натурные данные, в том числе полученные при личном участии соискателя, а также данные дистанционного зондирования различных спутниковых платформ. Работа изложена на 152 страницах и состоит из Введения, четырёх разделов (глав), Заключение и списка литературы из 154 наименований.

Во **Введении** обоснована актуальность поставленной задачи, определены цели исследования. Здесь же сформулированы положения, выносимые на защиту, приведены сведения о апробации работы, идентифицирован личный вклад автора и дан список публикаций по теме диссертации.

В **первой главе** содержатся обзорные сведения физико-географического и гидрометеорологического характера по району исследования, а также подробное обсуждение истории вопроса с древних времён по последние годы. Приведены, в частности, литературные данные о компонентах водного баланса Сиваша в условно-естественный период до ввода в эксплуатацию Северо-Крымского канала (СКК). Описываются

особенности метеорологического режима, которые включают: ветровой режим, температурный режим, атмосферные осадки, испарение и ледовые условия, как природно-климатические факторы, определяющие водно-солевой режим залива Сиваш. Приводится ретроспективная оценка его водно-солевого режима.

Во **второй главе** представлены и обсуждены данные и методические подходы, которые были использованы в работе. Для решения каждой из поставленных в диссертационной работе задач подбирались методики, специально адаптированные или скорректированные применительно к условиям конкретной задачи. Так, например, автором получены оригинальные соотношения для расчёта скорости течения на гидростворе по скорости на центральной вертикали, регрессионное соотношение между скоростью течений, градиентом уровня моря и скоростью ветра, а также поправочные коэффициенты для региональных данных по осадкам.

Следует отметить, что внесение подобных уточнений в традиционные методики само по себе может считаться одним из результатов диссертационной работы.

Основное содержание **третьей главы** работы составляют полученные автором оценки приходных и расходных статей водного баланса Сиваша для двух интервалов времени: в период до начала работы СКК и в период его эксплуатации. Представлены новые данные о гидрологическом состоянии залива Сиваш и его изменчивости. Отдельно обсуждаются спутниковые и натурные данные, подтверждающие факт инфильтрации вод Азовского моря через Арабатскую Стрелку (хотя количественные характеристики этого явления остаются неустановленными). На основе новых, откорректированных данных анализируется невязка водного баланса залива Сиваш за два периода: до постройки СКК и во время его функционирования.

Четвёртая глава работы посвящена анализу межгодовой и сезонной изменчивости солёности в заливе Сиваш. Обсуждается связь ледового режима с минерализацией вод. Здесь же представлены количественные оценки изменений морфометрических показателей залива. В качестве отдельной интересной задачи рассматривается также динамика площади тростниковой растительности после перекрытия СКК в 2014 г.

В **Заключении** формируются основные результаты диссертационной работы.

В целом, диссертационная работа представляет собой законченное и достаточно полное исследование, в результате которого получены новые интересные и практически важные данные о водном балансе залива Сиваш, изменчивости его гидрологического режима как в условно-естественный период до ввода в строй СКК, так и во время активной эксплуатации канала и после его перекрытия в 2014 г. Работа основана прежде всего на натурных данных, полученных в 18 экспедициях, в большей части которых соискатель лично участвовала. Принимая во внимание значительные методические, логистические и административные трудности, с которыми встречается организация экспедиций к такому природному объекту как Сиваш, следует высоко оценить эту сторону научной деятельности автора диссертационной работы. Другой сильной стороной диссертации является использование обширного материала данных дистанционного зондирования. При этом задачи, стоявшие перед диссертантом, а также особенности предмета исследований потребовали от соискателя освоения достаточно специальных методик использования спутниковых данных.

Объём представленной в работе научной информации по заливу Сиваш достаточно велик – я даже думаю, что эта диссертационная работа будет в дальнейшем использоваться в качестве своего рода «справочного» источника теми специалистами, профессиональные интересы которых так или иначе связаны с Сивашем. Нет никаких сомнений в том, что при выполнении работы соискатель продемонстрировала высокую научную квалификацию, в полной мере соответствующую требованиям кандидатского уровня.

Можно высказать и некоторые критические замечания.

1. На взгляд оппонента, диссертацию можно было структурировать более удобным для восприятия образом. Как правило, сперва даётся обзорная литературная информация об объекте исследования и обозначаются существующие открытые вопросы, затем описываются использованные методы и данные, а после представляются собственно результаты, разбитые на чётко тематически разграниченные главы. В данном случае, несмотря на кажущееся следование этой традиционной схеме в оглавлении работы, фактическое содержание текста ей не вполне соответствует – оригинальные результаты, обзорная информация и методические аспекты сосуществуют во всех четырёх главах. Так, уже в первой обзорной главе и ещё до перехода к методической второй заранее приведены некоторые собственные расчёты автора, которые, на самом деле, могут считаться результатами работы (например, величина ΔB в таблице 1.2). Во второй главе полученные

самим автором соотношения (2.11) и (2.12), а также рисунки 2.4 и 2.5, по-существу, тоже являются – и потому они выгоднее смотрелись бы в «результативных» главах. Наоборот, в третьей и четвёртой главах наряду с оригинальными результатами встречается скорее обзорная информация из литературных источников, которой место в первой главе, а также методические аспекты, которым место во второй (например, схема станций на рис. 4.1 и 4.2). Кроме того, не вполне очевидны тематические границы между третьей («Водно-солевой режим и факторы, его формирующие») и четвёртой («Изменчивость водно-солевого режима ...») главами.

2. Центральным объектом исследования, к которому автор обращается неоднократно на протяжении всего текста диссертационной работы, является водный баланс залива Сиваш и оценки составляющих его компонентов (см., например, таблицы 1.2 и 3.6). Это вполне резонный подход. Проблема, однако, состоит в том, что автор нигде, или почти нигде, не указывает возможные неопределённости этих полученных им оценок – а они (эти неопределённости) могут в ряде случаев превышать рассчитанную соискателем невязку водного баланса ΔB (см., например, таблицы 1.2 и 3.6). В первую очередь это относится к величине испарения, которая без особых на то оснований раз и навсегда принята автором равной 2.5 км³/год - как для периода до ввода в эксплуатацию СКК, так и для периода его активной эксплуатации. С этим очень трудно согласиться. Известно, что испарение с поверхности водоёмов может меняться даже от года к году на 10-30%, а в междекадном временном масштабе с учётом климатических изменений и изменений морфометрических характеристик водоёма - и более. Такая неопределённость в испарении значительно превышает по величине, например, технические поправки к осадкомерным измерениям, которым автор уделяет большое внимание в работе. Это в известной степени ставит под вопрос выводы, вытекающие из подобных расчётов. То же самое относится (в той или иной степени) к оценкам и других компонентов водного баланса.

3. Соответственно, и интерпретация рассчитанных компонентов водного баланса (таблица 3.6) нуждается в некотором переосмыслении. Прежде всего, размерность тут должна быть не км³, а км³/год (к слову сказать, в нескольких местах текста диссертации, где идёт речь о трендах компонентов водного баланса, для них указывается также неверная размерность км³/год, а должно быть км³/год²). По-видимому, величина ΔB должна интерпретироваться не как физическое изменение объёма вод залива, как её склонен интерпретировать автор – ибо при ежегодном физическом уменьшении объёма на 0.22 км³ до ввода в эксплуатацию СКК залив бы полностью пересох за менее чем 10 лет, чего, однако, не происходило – а как формальная невязка рассчитанного водного баланса, связанная с ошибками или неопределённостями в определении учтённых компонентов либо

с существенностью вклада компонентов неучтённых, таких как водообмен через пролив Промойна и интрузии через бар Арабатской стрелки.

4. В работе практически не затронут достаточно важный круг вопросов, связанных с ионно-солевым составом гипергалинных вод залива Сиваш, который может значительно отличаться от морского. Между тем использованные формулы для расчёта солёности по плотности, да и точность определений с помощью рефрактометра, должны существенно зависеть от ионного состава. Обращает на себя внимание тот факт, что например, в 2014 г общая солёность в Восточном Сиваше составляла в среднем около 31 г/л (рис. 4.4), а содержание в воде NaCl (по данным содового завода) - всего 23 г/л. Означает ли это, что оставшиеся 8 г/л были представлены другими солями? Какими именно? Всё это важно, поскольку ионно-солевой состав влияет на физические свойства вод, а также на жизнедеятельность биологических сообществ. Поэтому в работе следовало бы привести имеющиеся сведения - хотя бы литературные - по этому вопросу.

5. Разные замечания:

С.73, уравнение (2.9): формула $Q=f(H)$ не несёт никакой информации, если не задан конкретный вид функции f

С.75, уравнение (2.10): получается, что $V_{ср} = 14$ см/с даже при $V_{ц} = 0$. Хорошо ли это с физической точки зрения?

Уравнение (2.11): тут тоже $V_{ц} \neq 0$ даже если и $\Delta H = 0$ и $W = 0$. Что же в этом случае движет течением? И ещё, почему рассматривается только компонента ветра, продольная оси пролива? А как же экмановский перенос?

Сделанные замечания, однако, не влияют на общую высокую оценку работы. В своей работе автор выполнил комплексное, законченное научное исследование, основные компоненты которого перечислены выше. Результаты работы имеют важное научно-практическое значение.

Научные положения и выводы достаточно полно отражены в опубликованных работах и обсуждены на отечественных и международных конференциях. По теме диссертации опубликовано 32 научные работы, из которых 8 статей в рецензируемых научных журналах.

Содержание автореферата полностью соответствует содержанию диссертации. Диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 №842, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени

кандидата наук, а её автор Ерёмина Екатерина Сергеевна заслуживает присвоения ей учёной степени кандидата географических наук по специальности 1.6.17 «Океанология».

Заместитель директора Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук, член-корреспондент РАН, доктор географических наук (специальность 11.00.08 – Океанология)

117997, Москва, Нахимовский пр-т, д. 36

Телефон: +79169326452

E-mail: peter@ocean.ru

Петр Олегович Завьялов

22.04.2022

Подпись Завьялова Петра Олеговича заверяю.

Ученый секретарь Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук кандидат географических наук

22.04.2022



Фалина Анастасия Сергеевна