ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Алабяна Андрея Михайловича на диссертационную работу Боскачева Руслана Владимировича "Гидрологическая связь составляющих системы Калининградский залив – река Преголя – Куршский залив", представленную на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.16 - Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия.

Актуальность темы исследования определяется необходимостью изучения гидродинамики и процессов смешения вод в устьевой области крупнейшей реки одного из стратегически значимых регионов России. Важность исследования проникновения солоноватых вод в русло Преголи связана с необходимостью обеспечения устойчивой работы водозаборов системы водоснабжения г. Калининграда. При этом необходимо принимать во внимание, что в устьевой области Преголи процессы смешения пресной речной и солоноватой морской воды происходят в масштабе обширной гидрологической системы и представляют фон для развития гидрохимических и гидробиологических процессов на прибрежных акваториях. Калининградская область занимает часть трансграничных водосборов (Россия-Литва и Россия-Польша) Калининградского и Куршского заливов, и через водотоки устья Преголи осуществляется гидравлическая связь между ними. Таким образом, изменения гидрологического режима при выполнении гидротехнических мероприятий на дельтовых водотоках могут также отражаться на гидроэкологическом состоянии акваторий заливов Балтийского моря, относящихся к соседним странам.

Структура работы

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и 11 приложений. Общий объём работы (включая 11 приложений) составляет 226 страниц, работа содержит 57 таблиц, 74 рисунка. Список литературы включает 142 наименований, из которых 37 на иностранных языках.

Содержание работы

Во введении обоснована актуальность темы исследования с подробной исторической справкой по изученности тематики исследования, сформулированы цель и задачи работы, защищаемые положения.

Целью исследования было заявлено «установление гидрологической связи составляющих системы Калининградский залив - река Преголя - Куршский залив». Для достижения поставленной цели соискателем решались задачи:

- провести статистический анализ рядов уровня воды на гидрологических постах системы Калининградский залив - река Преголя - Куршский залив, оценить характеристики их однородности, стационарности, корреляционной связи, возможности объединения данных в единую референтную систему;

- провести гидрологические наблюдения в устьевом участке рукава Нижняя Преголя с целью получения данных для совместного анализа данных по уклонам и расходам в изучаемой системе;

- оценить возможность перемещения водных масс между Калининградским и Куршским заливами на основе анализа уклона водной поверхности в рукавах Нижняя Преголя и Дейма;

- установить современное соотношение в распределении стока реки Преголи по рукавам Нижняя Преголя и Дейма и выявить факты перераспределения стока воды между рукавами, которые могут привести к водообмену между заливами;

- оценить возможность проникновения придонной интрузии солоноватой воды Калининградского залива вверх по руслу вплоть до перетока в рукав Дейма.

Автор отмечает, что случаи обратных течений в Нижней Преголе известны по литературным данным с 1960-х годов и фиксировались в предшествующих гидрологических измерениях в 2000-х годов, а также непосредственно автором с 2019 г., но в то же время отсутствуют публикации, подтверждающие наличие гидравлической связи Калининградского и Куршского заливов через систему водотоков устья Преголи и перемещению водных масс между ними.

В первой главе освещены терминологические вопросы, относящиеся к совокупности или отдельным объектам гидрологических систем, относящихся к устьевым областям рек. Разобраны несколько примеров лагунно-эстуарных систем, схожих с исследуемой гидрологической системой Калининградский залив - рукав Нижняя Преголя - рукав Дейма - Куршский залив по составу и структуре (не менее двух лагун, имеющих гидрологическую связь через водоток). Выполнено описание составляющих исследуемой лагунно-эстуарной системы, а также гидрологического режима устьевого участка реки Преголи (рукава Нижняя Преголя и Дейма) по данным предшествующих исследований.

Используя сведения немецких исследователей конца 19 века, соискатель дал интересную историческую справку по рукаву Дейма.

Во второй главе выполнен анализ данных по уровням воды на гидрологических постах Росгидромета за период 2002—2007 гг., в результате которого были определены периоды обратного уклона водной поверхности в рукавах Нижняя Преголя и Дейма, исходя из принятых данных о высотных отметках нулей постов в БС. Совместный анализ данных об

уклонах водной поверхности и данных о направлении течения и расходах воды у гидрологических постов Преголя-Гвардейск и Дейма-Гвардейск (Росгидромет) выявил их несоответствие – при наличии порядка 160 эпизодов рассчитанного значения обратного уклона за 6-летний период не было отмечено ни единого случая обратного течения (от приёмного водоёма в сторону реки).

Для проверки корректности данных об уровнях воды на постах соискатель, совместно с лабораторией прибрежных систем АО ИО РАН, на протяжении трёх временных отрезков в период с 2019 по 2020 гг. выполнил оценку направления течения и расхода воды с помощью инклинометрических измерителей течения в трёх точках рукава Нижняя Преголя и двух точках рукава Дейма. Сопоставление данных об уклоне водной поверхности с результатами инклинометрических измерений подтвердило ранее выявленные несоответствия.

В третьей главе дано описание методики проверки и приведения в единую референтную систему БС-77 высотных отметок реперов и водомерных реек гидрологических постов (ГП) Калининград-Рыбный порт, Преголя-Гвардейск и Дейма-Полесск с использованием результатов геометрического и спутникового нивелирования от реперов государственной геодезической сети Росреестра. В результате анализа выполненных измерений соискателем предложена корректировка данных об уровнях воды на постах Росгидромета: прибавить 8 см для ГП Калининград-Рыбный порт; прибавить 61 см для ГП Преголя-Гвардейск и вычесть 11 см для ГП Дейма-Полесск. После применения предложенных поправок соискателем был выполнен анализ гидрологической ситуации для постов за три периода инклинометрических измерений, включающий сопоставление уклонов водной поверхности в рукавах Нижняя Преголя и Дейма с расходами воды в точках инклинометрических измерений, который показал, что введённые поправки позволили устранить ранее выявленные противоречия.

С учётом полученных поправок соискателем рассмотрены статистические характеристики изменчивости уровня воды в период 2002—2022 гг. для постов Преголя-Гвардейск, Калининград-РП и Дейма-Полесск совместно с данными постов в Калининградском (Краснофлотское) и Куршском (Открытое) заливах. В результате анализа за исследуемый временной интервал был выявлен статистически значимый положительный тренд роста уровня воды по постам Калининград-РП, Дейма-Полесск, Краснофлотское и Открытое и отрицательный тренд на посту Преголя-Гвардейск.

В четвертой главе описаны межгодовая изменчивость и статистический анализ временной изменчивости стока воды Преголи и его распределения по рукавам Нижняя Преголя и Дейма за 33-летний период (1990—2022 гг.). Автором выявлен линейный статистически значимый отрицательный тренд стока воды реки Преголи. При этом за 33-

летний период были выявлены 12 эпизодов перетока воды из рукава Нижняя Преголя в рукав Дейма с длительностью до одного месяца, которые происходят в основном в межень. Из двенадцати случаев межрукавных перетоков только один (2010 г., 31 сутки), мог привести к перетоку воды из Калининградского залива в Куршский залив.

В **пятой главе** выполнен обзор трудов, посвящённых проникновению солоноватой воды в устье реки Преголи, а также в устья других рек. Соискатель считает, что по всему миру ситуациям взаимодействия морской и речной воды в условиях штормовых нагонов в неприливных морях посвящено недостаточное количество работ.

Принимая во внимание, что проникновение солоноватых вод в русло Преголи связано с угрозой блокировки водозаборов системы водоснабжения г. Калининграда, для получения данных о наличии интрузий солоноватой воды в эстуарной зоне рукава Нижняя Преголя соискателем была спланирована и выполнена программа ежедневных измерений зондом Valeport SWIFT-SVP в течение полугодового периода. На основе обобщения результатов работ по инструментальным измерениям, автором сделан вывод, что интрузионный механизм является основным для реализации перетока солоноватой воды из Калининградского залива в Куршский. Выполнен подробный анализ динамики развития-ослабления нагонного или интрузионного механизмов, проявляющейся в миграции солоноватой воды в устье рукава Нижняя Преголя.

В работе впервые выполнен анализ связи характеристик вертикальной солёностной стратификации с гидрометеорологическими условиями устья Преголи, рассмотрены типовые примеры фаз усиления и ослабления интрузионного и нагонного механизмов, исследована роль ветра, уровня воды и атмосферных осадков. Соискателем сделан вывод, что необходимым условием для перетока вод являются низкий меженный сток в водосбора реки Преголи и предшествующий ему подъем уровня воды в устье рукава Нижняя Преголя .

В заключении изложены основные результаты работы в соответствии с поставленными задачами диссертационного исследования.

Новизна научных положений выводов и рекомендаций не вызывает сомнений. Впервые на примере Калининградского и Куршского заливов выполнено весьма трудоемкое комплексное исследование возможности перетока морской воды через рукава бесприливной дельты, подверженной нагонным колебаниям уровня воды на морском крае. Для устья Преголи впервые проведено сопоставление уровня воды на устьевых участках соединяющих их водотоков - рукавов Нижняя Преголя и Дейма в единой высотной системе. Проведены дополнительные специальные измерения течений и уровня воды, позволившие ввести необходимые корректировки высотных отметок нулей постов Калининград-Рыбный порт,

Преголя-Гвардейск и Дейма-Полесск. Получены новые данные о распределения стока по рукавам Нижняя Преголя и Дейма, о придонной интрузии солоноватой воды Калининградского залива по рукаву Нижняя Преголя с оценкой возможности проникновения солоноватых вод через вершину дельты в рукав Дейма и далее в Куршский залив.

Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций базируется на результатах собственных полевых измерений соискателя и выполненного им тщательного анализа данных режимных наблюдений на гидрологических постах Росгидромета с применением стандартных и апробированных методик.

Практическая значимость работы складывается из общего и специального аспекта. Неточность или отсутствие отметок нулей постов в единой референтной системе является общей проблемой при исследовании гидродинамики устьевых областей, где вследствие малых «фоновых» уклонов водной поверхности даже незначительные ошибки в определении отметок уровня воды могут приводить к существенным нестыковкам при совместном анализе течений, распределения речного стока, миграции водных масс по водотокам дельт и т.п. Демонстрация автором факта вопиющей нестыковки высотных отметок нулей гидрологических постов даже в столь хорошо доступной, компактной и давно изучаемой устьевой области определяет несомненную важность и актуальность скорейшего проведения работ по приведению к единой системе высот нулей постов в гораздо менее исследованных устьевых областях рек Арктической зоны и Дальнего востока России.

Конкретно в отношении устья Преголи результат анализа дальности проникновения солоноватых вод Калининградского залива в русло рукава Нижняя Преголя даёт ориентир для муниципальных служб города Калининграда по использованию резервного водоснабжения в случае блокировки солоноватой заливной водой водозаборов городской системы водоснабжения. Выполненная оценка условий, способствующих интрузии солоноватой воды Калининградского залива в русло рукава Нижняя Преголя вплоть до возможного перетока в Куршский залив, может быть в дальнейшем использована для прогноза усугубления этого неблагоприятного процесса при снижении количества атмосферных осадков и росте температуры воздуха в результате изменения климата.

Замечания и вопросы

В качестве замечания к диссертации можно отметить не вполне удачное ее название, Само словосочетание «гидрологическая связь» применительно к рассматриваемому комплексу процессов выглядит не вполне понятным. Что именно соискатель подразумевает

под «гидрологической связью»? чем она отличается от «гидравлической связи» (вполне устоявшийся термин)? Кроме того, соискатель анализирует весьма важные и интересные вопросы, связанные с интрузией осолоненных вод при малых уклонах водной поверхности, не приводя при этом значений плотностного члена в уравнении движения воды.

Предложенная соискателем методика измерения скорости течения придонными инклинометрами чрезвычайно интересна и актуальна, особенно ввиду того, что современные акустические доплеровские измерители (как профилографы, так и стационарные) оставляют в придонной области «мертвую зону», по которой как раз и может наблюдаться интрузия солоноватых вод в направлении, противоположном «нормальному» стоковому течению пресной воды в сторону моря. В то же время весьма сомнительно выглядит попытка вычисления суммарного расхода на основании только данных о скорости течения с инклинометров. Считаю, что было бы более полезно сопоставление результатов измерения инклинометрами с измерениями, выполненными традиционными методами (профилографом или вертушкой) непосредственно в местах установки инклинометров, а не с данными Росгидромета по близлежащим постам.

В качестве совета по дальнейшему научному росту рекомендую соискателю освоить применение методов численного гидродинамического моделирования. Даже простейшая одномерная модель (например, находящаяся в свободном доступе HEC-RAS https://hec-ras.software.informer.com) позволила бы, используя имеющиеся разрозненные данные полевых измерений (для ее калибровки и верификации), получить гораздо более детальные данные о гидравлическом режиме устьевой области Преголи. При необходимости/желании могут быть применены и более сложные гидродинамические модели, также находящаяся в свободном доступе в интернете.

Заключение

Указанные в отзыве замечания не снижают ценности представленной работы. Считаю, что она выполнена на достаточно высоком уровне. Содержание автореферата полностью соответствует основным положениям диссертации.

Диссертационная работа Боскачёва Руслана Владимировича на тему «Гидрологическая связь составляющих системы Калининградский залив – река Преголя – Куршский залив» является самостоятельной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, содержащей научные результаты, выводы и рекомендации, отличающиеся новизной. Диссертация отвечает критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней (постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.) для диссертаций, представленных на соискание ученой степени кандидата

географических наук, а ее автор Боскачёв Руслан Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.16 - Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия.

Официальный оппонент
кандидат географических наук, старший научный сотрудник, доцент кафедры гидрологии суши Географического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»

Алабян Андрей Михайлович

02 сентября 2024 г.

119991, Российская Федерация, Москва, Ленинские горы, д. 1.
E-mail: andrei_alabyan@mail.ru. Тел: +7 977-5057900

Подпись доцента А.М. Алабяна заверяю.

Декан Географического факультета МГУ,
Академик РАН

_____ С.А.Добролюбов

02 сентября 2024 г.