ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

доктора физико-математических наук, старшего научного сотрудника Кондратьева Сергея Алексеевича на диссертационную работу Боскачева Руслана Владимировича на тему "Гидрологическая связь составляющих системы Калининградский залив – река Преголя – Куршский залив", представленной на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.16 - Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия.

Актуальность темы исследования.

В работе рассмотрена одна из крупнейших эстуарных лагун Европы. Это Калининградский залив – реки Нижняя Преголя и Дейма – Куршский залив в условиях бесприливного Балтийского моря. При определённой комбинации режимообразующих факторов (нагонный ветер, высокий уровень воды в заливе, минимальный речной сток и исходное расположение эстуарной зоны смешения выше устья рукава Нижняя Преголя) создаются условия для проникновения солёностной интрузии вверх по Н.Преголи, что приводит к блокировке водозаборов системы водоснабжения г. Калининграда и возможному затоку солоноватых и загрязненных вод в пресноводный Куршский залив через рукав Дейма, что оказывает негативное воздействие на речную и заливную экосистемы. При этом возможные климатические изменения могут оказать негативное влияние на заток солоноватых и загрязненных вод в изучаемую водную систему в будущем. Как следует из приведенного в диссертации литературного обзора, до сих пор не уделялось должного внимания изучению особенностей и закомерностей масопереноса в таких сложных гидрологических системах.

Целью настоящего исследования является установление характеристик гидрологической связи составляющих системы Калининградский залив - река Преголя - Куршский залив. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Проведение статистического анализа рядов измеренных значений уровня и расхода воды на гидрологических постах системы Калининградский залив - река Преголя - Куршский залив. Оценка их однородности, стационарности, корреляционных связей, а также возможности объединения данных в единую референтную систему на основе данных 2002—2022 гг.;
2. Проведение гидрологических наблюдений в устьевом участке рукава Нижняя Преголя с целью получения верификационных данных для совместного анализа данных по уклонам водной поверхности и расходам в изучаемой системе;

3. Оценка возможности возникновения эффекта перетока воды между Калининградским и Куршским заливами на основе анализа уклона водной поверхности в рукавах Нижняя Преголя и Дейма;
4. Установление современного значения соотношения в распределении стока реки Преголи по рукавам Нижняя Преголя и Дейма. Выявление фактов перетока воды между рукавами, которые могут привести к массообмену между заливами по данным 1990—2022 гг.;
5. Оценка возможности проникновения придонной интрузии солоноватой воды Калининградского залива вверх по руслу вплоть до перетока в рукав Дейма.

Структура работы

Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, списка литературы и 11 приложений. Общий объём работы – 226 страниц, основной текст работы изложен на 183 страницах и в 11 приложениях, содержит 57 таблиц, 74 рисунка, список литературы из 142 наименований, в том числе 37 иностранных.

Содержание работы

Во введении соискатель обосновал актуальность темы исследования, цель и задачи, научную новизну, практическую и научная значимость диссертационного исследования, а также **используемые** фактические материалы и методы. Автор выполнил достаточно подробный обзор предшествующих исследований, посвящённых гидродинамике устьевых областей рек, а также изучению затоков солоноватой воды, изменчивости уровня и расхода воды в устье реки Преголи. В работе впервые с использованием многолетних данных натурных измерений уровня и расхода воды на гидрологических постах устьевой области реки Преголи, Калининградского и Куршского заливов, а также с применением расчетных методов количественно освещена гидрологическая связь составляющих системы Калининградский залив - река Преголя - Куршский залив в условиях бесприливного Балтийского моря.

В первой главе автор представил типовые примеры групп соединённых водоёмов лагунно-эстуарного типа, схожих по составу и строению с объектом исследования, что подтверждает распространённость таких систем на побережье Мирового океана. Введено понятие «лагунно-эстуарная система» и выполнено описание исследуемой системы. По данным ранее опубликованные трудов кратко описан гидрологического режима устьевой части реки Преголи. Дана историческая справка по рукаву Дейма, соединяющему Преголю

с Куршским заливом, который был существенно расширен для транспорта грузов водным путём в 14 веке.

Во второй главе автор объединил данные мониторинга Росгидромета по уровню воды на гидрологических постах устьевой области реки Преголи в единую референтную систему за период 2002—2007 гг. (по методике Росгидромета). В результате объединения было определено существенное число случаев обратного уклона водной поверхности от Калининградского и Куршского заливов и изначально соискателем был сделан вывод, что, переток воды из Калининградского залива в Куршский залив и обратно с большой вероятностью возможен. В результате последующей проверки посредством сопоставления расхода воды на гидрологических постах Росгидромета (Преголя-Гвардейск и Дейма-Гвардейск) и уклона водной поверхности в рукавах Нижняя Преголя и Дейма от Калининградского Куршского заливов в указанный период не выявлено ни одного случая отрицательного расхода воды (от приёмных водоёмов) в обоих рукавах. На этом основании автор посчитал некорректным объединение в единую референтную систему значений уровня для устьевых рукавов, полученных на гидропостах Росгидромета. Были выполнены инклинометрические измерения скорости течения в трёх точках рукава Нижняя Преголя и двух точках рукава Дейма в течение трёх периодов 2019—2020 гг. В результат сопоставления значений расходов воды по инклинометрическим измерениям подтвердились сомнения в корректности объединения в единую референтную высотную систему величин уровня воды, полученных на гидропостах системы Росгидромета для устьевых рукавов.

В третьей главе представлена методика приведения данных уровней воды гидрологических постов системы (Калининград-Рыбный порт, Преголя-Гвардейск, Дейма-Полесск) в единую референтную систем. Выполнено спутниковое и геометрическое нивелирование в системе высот БС-77, определены значения корректировок высот водомерных реек и реперов гидрологических постов. Соискателем предложено в рамках исследования внести поправки в данные наблюдений за уровнем воды на постах гидрологической системы Росгидромета, а именно: ГП Калининград-Рыбного порт - 8 см, ГП Преголя-Гвардейск - 61 см, ГП Дейма-Полесск – (-11) см.

Используя многолетний ряд данных уровня воды автором впервые рассмотрены статистические характеристики изменчивости уровня воды (2002—2022 гг.) для постов рукавов Нижняя Преголя и Дейма, а также для постов в Калининградском (Краснофлотское) и Куршском (Открытое) заливах на основе регулярных данных. В течение исследуемого периода зафиксирован существенный статистически значимый

положительный тренд роста уровня воды (посты Калининград-РП, Дейма-Полесск, Краснофлотское и Открытое) и отрицательный на ГП Преголя-Гвардейск.

В четвертой главе автор выполнил статистический анализ изменчивости расхода воды в реке Преголе и рукавах Нижняя Преголя и Дейма за 33-летний период. За этот период зафиксирован отрицательный статистически значимый тренд расхода воды в рек Преголя и в её рукавах. Показано, что в указанных водотоках под влиянием сезонных паводков и половодья значения расхода воды изменялся более чем в 100 раз. Арифметическое среднее значение расхода воды реки Преголи за исследуемый период составил 79,5 м³/с. При проверке подчинённости рядов расхода воды нормальному закону определено несоответствие теоретически нормальной кривой Гаусса, что подтвердилось оценкой по критерию Шапиро-Уилка. Согласно оценке по критерию Диксона определено, что распределение величин расхода воды указанных водотоков однородны. Проверка временных рядов на стационарность по критериям KPSS и Дики-Фуллера, определено, что для всех рассмотренных рядов величин выполняется условие стационарности. При оценке гидрологических условий выявлено, что межрукавные перетоки (из рукава Нижней Преголи в рукав Дейма) осуществляются при очень слабом стоке реки Преголи (менее 40—50 м³/с). Автором определены достаточно редко реализуемые межрукавные перетоки воды из Нижней Преголи в рукав Дейму. За 33-летний период определены 12 случаев перетока воды из рукава Нижняя Преголя в рукав Дейма с длительностью до 31 суток. Из всех двенадцати случаев межрукавных перетоков, только один (8.01—7.02.2010 г., длительность 31 сутки) мог привести к перетоку воды из Калининградского залива в Куршский залив.

В пятой главе автор, используя данные гидрологических измерений за полугодовой период (10.09.2019—27.03.2020 гг.) проанализировал динамику развития-ослабления нагонного и интрузионного механизмов, где в зависимости от действующего типа механизма прослеживались изменения вертикальной солёностной стратификации воды. Расчёт дальности проникновения солоноватой воды (Ls, методика Кайлегана) в русло рукава Нижняя Преголя показал, что при расходе воды 5—7 м³/с в рукаве Нижняя Преголя солоноватая вода может преодолеть всю длину рукава Нижняя Преголя и достигнуть точки бифуркации реки Преголи (г. Гвардейск) с последующим перетоком в рукав Дейма. Определено, что при нахождении интрузии солоноватой воды с толщиной порядка 6 метров в контрольной точке измерений (г. Калининград) с длительностью существования от 21 суток заток солоноватой воды возможно реализуется с последующим перетоком в пресноводный Куршский залив, что дает ориентир для муниципальных служб

города Калининграда по скорости использования резервного водоснабжения в случае блокировки солоноватой заливной водой водозаборов городской системы водоснабжения.

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

Новизна научных положений выводов и рекомендаций

Проведены измерения течений и совместные прямые измерения уровня воды на устьевых участках рукавов Нижняя Преголя и Дейма, позволившие ввести необходимые корректировки для объединения данных по уровню воды с гидрологических постов Калининград-Рыбный порт, Преголя-Гвардейск и Дейма-Полесск в единую систему. Предложена единая референтная система для величин уровня воды в изучаемой водной системе, с использованием которой впервые проведено сопоставление уровня воды на устьевых участках рукавов Нижняя Преголя и Дейма. Выполнено исследование возможности перетоков воды в гидрологической системе соединенных водотоками устьевых лагун.

Получена современная оценка перераспределения стока реки Преголи в Калининградский и Куршский заливы по рукавам Нижняя Преголя и Дейма для периода 1990—2022 гг.

На основе авторских измерений выполнена оценка толщины придонного интрузионного слоя солоноватой воды из Калининградского залива на городском участке рукава Нижней Преголи в течение периода 10.09.2019–27.03.2020 г. Дана оценка дальности проникновения солёностного клина и определены условия его перетока из рукава Нижняя Преголя в рукав Дейма и далее в Куршский залив. Показано, что интрузия солоноватой воды в русле рукава Нижняя Преголя существует при любых расходах воды вплоть до 6% обеспеченности (менее 120 м³/с). Она может подниматься по рукаву Нижняя Преголя до точки бифуркации вплоть до перетока солоноватых вод в Куршский залив в случае низкого стока реки (95% обеспеченности или 5—7 м³/с) на протяжении трех недель и толщины языка придонной интрузии солоноватых вод - не менее 6 м в районе г. Калининграда.

Достоверность и степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Выводы и рекомендации диссертационного исследования обоснованы квалифицированным применением современных статистических методов обработки и

анализа данных, использованием научно-обоснованных методов гидрографических и гидрологических измерений, грамотным использованием специализированных программных средств Ocean Date View, Statistica, Microsoft Excel. Апробация полученных результатов подтверждается их положительной оценкой на ряде престижных всероссийских и международных конференциях и семинарах («8th European Coastal Lagoon Symposium», Greece, Athens, 19-23.03.2018 г.; доклад по теме исследования был отмечен дипломом 2-ой степени в рамках «Фестиваля науки – 2019» (г. Калининград, февраль 2019 г.); IV Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы наук о Земле: исследования трансграничных регионов» (г. Брест, сентябрь 2019г.); «The 9th EUROLAG international conference on coastal lagoons and transitional environments», Italy, Venice, 20-24.01.2020 г.; Всероссийская научная конференция «Моря России: Год науки и технологий в РФ – десятилетие наук об океане ООН», 20-24 сентября 2021 года, г. Севастополь; «XXIX Береговая конференция: Натурные и теоретические исследования - в практику берегопользования», Калининград, 18-24 апреля 2022 г.; III Международная научно-практическая конференция «Географическое пространство: сбалансированное развитие природы и общества», г. Челябинск, 13-15 октября 2023 г.; Семинар «РЕКА vs МОРЕ. Гидролого-морфологические и гидролого-экологические процессы в устьевых областях рек», Институт водных проблем, 31 октября 2023 г. По результатам исследований автора опубликовано 6 статей, в журналах, входящих в список ВАК.

Практическая значимость результатов работы

Предложена единая референтная система для величин уровня воды на гидрологических постах Калининград-Рыбный порт, Преголя-Гвардейск, Дейма-Полесск, являющаяся основой последующих прикладных расчетов массопереноса в рассматриваемой водной системе Калининградский залив – реки Нижняя Преголя и Дейма – Куршский залив.

Результат проведенного в работе анализа по дальности проникновения интрузии солоноватых вод Калининградского залива в русло рукава Нижняя Преголя даёт ориентир для муниципальных служб города Калининграда по использованию резервного водоснабжения (скорости расхода запаса) в случае блокировки солоноватой заливной водой водозаборов городской системы водоснабжения на рукаве Нижняя Преголя.

Выполненная оценка условий, способствующих возникновению интрузий солоноватой воды Калининградского залива в русло рукава Нижняя Преголя вплоть до

возможного перетока в Куршский залив, может быть использована в дальнейшем для анализа усугубления этого эффекта при возможных изменениях климата.

Замечания и пожелания

В работе имеются некоторые редакционные недостатки (формула на стр. 141, таблицы 4.4.1 - 4.4.3, 4.5.1 и формула Приложения 7);

В числе задач работы определены выявление фактов «перетока воды между рукавами» и оценка возможности «проникновения придонной интрузии солоноватой воды Калининградского залива вверх по руслу вплоть до перетока в рукав Дейма». При этом литературном обзоре сказано, что «из литературы … известно о возможном перетоке воды между Калининградским и Куршским заливами». Таким образом факт перетока солоноватых вод в Куршский залив через Дейму известен и просто констатировать его существование недостаточно. Хотелось бы видеть количественные оценки такого рода перетоков в зависимости от параметров нагона в Калининградском заливе и стока Преголи.

Также хотелось бы видеть количественную оценку указанных факторов воздействия, вызывающих блокировку водозаборов интрузионным языком солоноватых вод, а также четкую формулировку взаимодействия нагонного и интрузионного механизмов затока солоноватых вод.

Едва ли стоит однозначно утверждать, что в будущем произойдет уменьшение речного стока и ослабнет сопротивляемость реки затокам солоноватой воды. Известно, что в Балтийском регионе сток может увеличиться при реализации вполне реального климатического сценария RCP 8.5.

Заключение по диссертации

Высказанные замечания не снижают научной и практической ценности представленной работы. Считаю, что она выполнена на хорошем профессиональном уровне. Содержание автореферата полностью соответствует основным положениям диссертации, качество оформления диссертации - хорошее.

Диссертационная работа Боскачёва Руслана Владимировича на тему «Гидрологическая связь составляющих системы Калининградский залив – река Преголя – Куршский залив» является самостоятельной научно-квалификационной работой, выполненной на отличающуюся новизной тему, содержащей актуальные научные и практически важные результаты и рекомендации. Работа соответствует требованиям

Положения 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:
доктор физико-математических наук, руководитель лаборатории математических методов моделирования, главный научный сотрудник Института озероведения Российской академии наук - обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук» (ИНОЗ РАН – СПб ФИЦ РАН)

Кондратьев Сергей Алексеевич

«26» августа 2024 г

196105, Санкт-Петербург, ул. Севастьянова, дом 9.
E-mail: 3718470@gmail.com, Kondratyev.S@spcras.ru

Тел: +7 921 371 8470

Подпись д.ф.-м.н., рук. лаб. Кондратьева С.А. заверяю

Начальник отдела кадров
Д.В.Токарев
« » 2024 г.

«26» августа 2024 г.