

УДК 556.5:627.11

ПРОБЛЕМЫ ИНЖЕНЕРНЫХ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ В БАССЕЙНАХ РЕК КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

М.П. Бредихин

THE PROBLEM OF ENGINEERING HYDROLOGICAL CALCULATIONS IN RIVER BASINS OF THE KALININGRAD REGION

M.P. Bredihin

Аннотация. Общероссийские проблемы инженерных гидрологических расчетов являются актуальными для бассейнов рек Калининградской области. При расчете гидрологических характеристик региона до сих пор используются карты и обобщающие параметры из монографии, изданной в 1969 году. Инженерные гидрологические расчеты на территории региона имеют специфические особенности. Как и в предыдущее десятилетие в начале года имеется несколько пиков уровня, обусловленных зимними оттепелями. Большая часть снега и льда уже растаяла ко времени весеннего половодья (март, начало апреля), поэтому подъем воды значительно меньший, чем был в январе и феврале. Если максимальный годовой расход совпадет по времени с высоким нагонным явлением в устье реки Преголи, возможно катастрофическое наводнение.

Ключевые слова: инженерные гидрологические расчеты; региональные особенности; весеннее половодье; оттепели; нагонные явления.

Abstract. All-Russian problems of engineering hydrological calculations are relevant for the river basins of the Kaliningrad region. Maps and generalizing parameters from a monograph published in 1969 are still used in the calculation of the hydrological characteristics of the region. Engineering hydrological calculations in the region have specific features. As in the previous decade, there are several peaks due to winter thaws at the beginning of the year. Most of the snow and ice had already melted by the time of the spring flood (March, early April), so the rise of water is much smaller than it was in January and February. If the maximum annual flow rate coincides with a high surge phenomenon at the mouth of Pregel River, a catastrophic flood may occur.

Keywords: engineering hydrological calculations; regional features; spring flood; thaw; surge phenomena.

Введение

Проблемы инженерных гидрологических расчетов в России были рассмотрены в статье [1]. Основными направлениями в области инженерных гидрологических расчетов являются разработка и совершенствование методов определения расчетных гидрологических характеристик, а также обеспечение хозяйственных организаций документами нормативного и рекомендательного характера по их определению. Актуальность выполнения исследований по данному направлению определяется задержкой выполнения таких работ на 50 и более лет. За этот период времени не используется в должной мере исходная гидрологическая информация для строительного проектирования, комплексного использования водных ресурсов, при решении многих других научных и практических задач, стоящих перед гидрологией. Расчетные отметки максимальных уровней могут оказаться необоснованно завышенными или заниженными. Это существенно снижает точность расчета гидрологических характеристик, определяющих экономическую целесообразность и, что особенно важно, безопасность проектируемых сооружений.

После принятия федерального нормативного документа [2] предполагалось, что будут разработаны региональные нормативные документы – «Территориальные строительные нормы» (ТСН), которые должны были учесть региональные особенности гидрологического

режима и соответствующие методы определения расчетных гидрологических характеристик. Но ТСН появились только в отдельных регионах. В дальнейшем от концепции ТСН, практически, отказались. Вместо них приступили к разработке региональных научно-прикладных справочников «Определение основных расчетных гидрологических характеристик». Подготавливаемые серии справочников должны выпускаться по принадлежности территории к крупным речным бассейнам. Уже опубликованные справочники (см., например, [3]) представляют собой рекомендательные документы в развитие основного (федерального) нормативного документа [2]. Разработка указанных справочников невозможна без решения фундаментальной проблемы – исследования региональных особенностей гидрологического режима и разработки соответствующих методов определения расчетных гидрологических характеристик.

Важнейшим вопросом при проведении инженерных расчетов является доступность информации о результатах гидрометрических наблюдений сети Росгидромет. Основным источником о ежедневных уровнях и расходах рек на территории бывшего СССР являются гидрологические ежегодники (ГЕ), издававшиеся с 1936 г. До 1958 г. публиковался том 1 «Бассейн Балтийского моря» (Выпуск 4–6: бассейн реки Западная Двина и бассейны к западу и югу от государственной границы). С 1959 г. издавался выпуск 5–6, который не содержал данных по рекам Латвии. Начиная с 1978 года, вместо ГЕ несколько лет издавались «Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши». Их содержание было очень близко к прежним ГЕ.

Данные о ежедневных гидрометрических наблюдениях с 2008 года по настоящее время содержатся на Интернет-ресурсе Автоматизированная информационная система государственного мониторинга водных объектов (АИС ГМВО) [4]. Публикуется информация двухлетней давности после всесторонней проверки и исключения выявленных ошибок и промахов. Заметим, что для признания экспертами данных АИС ГМВО официальными требуется разместить на ресурсе [4] документ, подтверждающий их статус.

С середины 80-х годов прошлого века по 2007 год в открытом доступе отсутствуют данные гидрометрических наблюдений, имеющие официальный статус. Коммерческие организации при выполнении инженерных изысканий вынуждены оплачивать услуги Росгидромет по их предоставлению. Росгидромет отказывается предоставлять такие данные без оплаты бюджетным организациям для некоммерческого использования (в учебных или научных целях).

Вышеперечисленные общероссийские проблемы инженерных гидрологических расчетов являются актуальными и для бассейнов рек Калининградской области. При расчете гидрологических характеристик региона до сих пор используются карты и обобщающие параметры из монографии, изданной в 1969 году [5]. В издании 1988 года [6] лишь пересчитаны средние и характерные расходы и уровни воды в реках Калининградской области за 1976-1980 годы. Однако инженерные гидрологические расчеты на территории региона имеют специфические особенности. Цель данной статьи рассмотреть важнейшие из них и наметить возможные пути решения.

Гидрологические условия региона

Имеются исследования по особенностям стока рек Северо-Западного региона Российской Федерации (СЗР РФ) (см [7, 8] и библиографию в них). Указанные исследования касаются речных бассейнов всех областей СЗР РФ, кроме Калининградской области. И это не случайно. Калининградская область географически отделена от остальной территории СЗР РФ, имеет климатические и иные отличия, поэтому имеет существенные гидрологические особенности.

Калининградская область находится в зоне избыточного увлажнения; насчитывается 4620 водотоков протяженностью 12859 км; общая площадь озер и прудов более 79 км², болот

– более 820 км² [9]. Реки региона относятся к бассейнам рек Немана, Преголи и малых рек, впадающих в Куршский и Калининградский залив Балтийского моря. Отличительная особенность Калининградской области среди других регионов России – высокий процент мелиорированных земель. На ее территории расположено около 20% всех мелиорированных земель и 70% польдеров России. Избыточное увлажнение при плоском низменном рельефе требует большого объема работ по осушению земель. Осушается 94% площадей сельскохозяйственных угодий в области, причем около одной трети из них находятся в неудовлетворительном мелиоративном состоянии [10]. В регионе имеется свыше 100 тыс. гектаров высокопродуктивных польдерных земель, которые защищены дамбами общей протяженностью более 70 км; избыточные воды отводят 113 насосных станций. Эти водозащитные дамбы и насосные станции, 90% которых находится в федеральной собственности (ФГБУ Управление «Калининградмелиоводхоз»), являются сооружениями комплексного назначения и служат не только для защиты от затопления сельскохозяйственных угодий, но и населенных пунктов, объектов инфраструктуры.

В [1] указано: «... в России значительно большее значение имеют максимальные расходы воды весеннего половодья по сравнению с дождевыми паводками, в то время как в США, наоборот, преобладают максимальные расходы дождевых паводков». Можно предположить, с учетом климатических изменений, что для рек Калининградской области они, как минимум, становятся равнозначными, а в последние десятилетия роль дождевых паводков возрастает.

Особенности весеннего половодья

Определение максимальных расходов и уровней воды в реках имеет большое практическое значение. При этом рассматриваются два периода: весеннее половодье и летне-осенний дождевой паводок. Для большинства рек Европейской части России наибольшие расходы и уровни наблюдаются в период весеннего половодья, что связано с накоплением запасов воды в снежном покрове за зимние месяцы и последующим быстрым таянием при наступлении положительных температур воздуха.

В [11] было показано, что за период инструментальных наблюдений средний многолетний сток рек Калининградской области остался, практически, на одном уровне. Тогда как внутригодовое распределение стока в бассейне реки Преголи заметно изменилось.

За последние 50 лет отмечаются заметные изменения прохождения весеннего половодья на реках Калининградской области, что связано с климатическими изменениями. В 60-е – 70-е годы прошлого века чаще всего наблюдался пик уровня воды половодья в марте-апреле и несколько подъемов воды во время летне-осенних паводков. Для примера рассмотрим уровни реки Злой. На рис. 1-3 видно, что в настоящее время может быть два пика уровня (а в 2014 г. даже три) с января по март, реже в апреле. Для выяснения причин указанного явления на рис. 3 нанесены максимальные и минимальные суточные температуры воздуха в бассейне реки.

В 2014 году на реке Злой в начале января была оттепель до +8°C, наблюдался первый подъем уровня воды. В середине января температура упала ниже –10°C, с 23 января был ледостав. Новая оттепель началась в первой декаде февраля, 8-12 февраля отмечено течение воды поверх льда и второй пик уровня воды. В начале марта ночные температуры были отрицательными, таяние снега и льда существенно замедлилось, уровень воды в реке снизился. Третий пик половодья наступил в конце марта, когда дневная температура воздуха поднялась выше +8°C. В апреле наблюдался переход к межленным уровням воды.

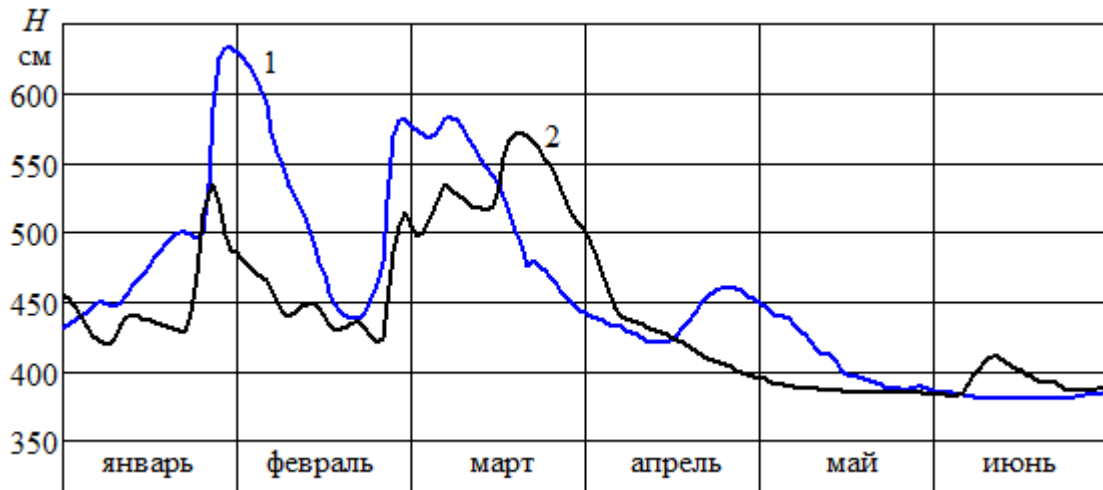


Рисунок 1 – Ежедневные уровни реки Злой (Приозерье) в первой половине года:
1 – 2008, 2 – 2010

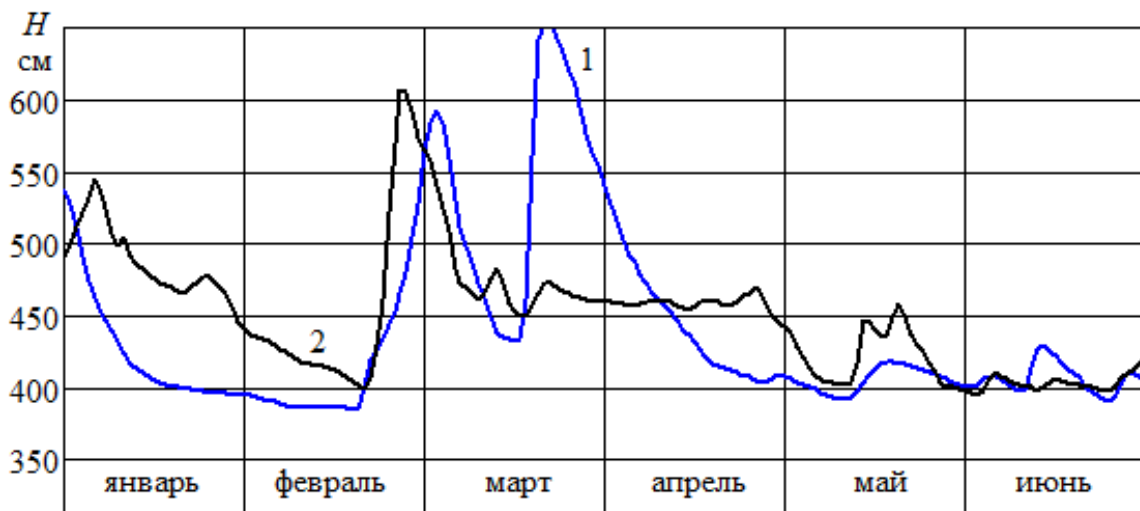


Рисунок 2 – Ежедневные уровни реки Злой (Приозерье) в первой половине года:
1 – 2010, 2 – 2012

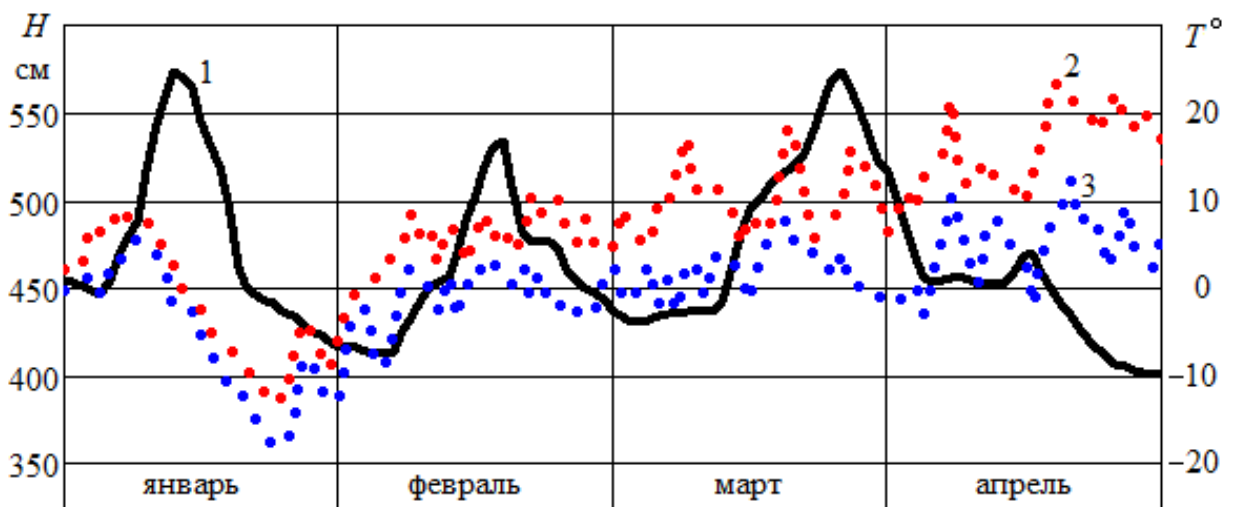


Рисунок 3 – Уровни реки Злой (Приозерье) и температуры воздуха в 2014 году:
1 – H , см от нуля поста, 2 – максимальные суточные температуры, 3 – минимальные

Особенности формирования высоких расходов в холодное время года

Формирование осадков на территории Калининградской области происходит под влиянием воздушных масс, приходящих с Атлантического океана. В зимний период вторжение этих масс вызывает потепление и частые оттепели. В Калининградской области зимы с устойчивыми морозами бывают в среднем через 2-4 года. Почти в половине случаев наблюдаются зимы с особенно неустойчивым снежным покровом.

В [12] был выполнен анализ особенностей формирования высоких расходов в холодное время года на реках Калининградской области за период 2008-2015 годы. Были выбраны бассейны рек Инструч и Злой. Исходные данные были взяты в АИС ГМВО [1]. Для реки Инструч данные взяты по гидрологическому посту в селе Ульяново, площадь водосбора составляет 587 км²; залесенность – 7%, леса расположены на водосборе равномерно; озерность и заболоченность составляют менее 1%. По реке Злой гидрологический пост расположен в селе Приозерье, площадь водосбора составляет 142 км²; площадь лесов – 3%; озерность составляет менее 1%, заболоченность – 0%.

По данным о среднесуточных расходах были построены гидрографы, часть из них на рис. 4-7.

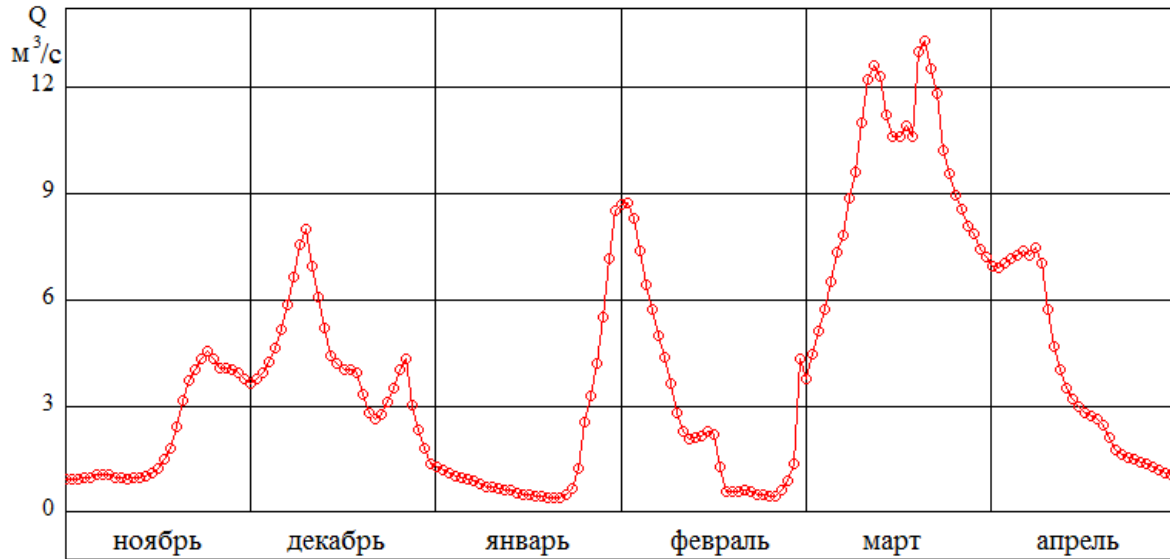


Рисунок 4 – Гидрограф реки Инструч за холодный период 2008-2009

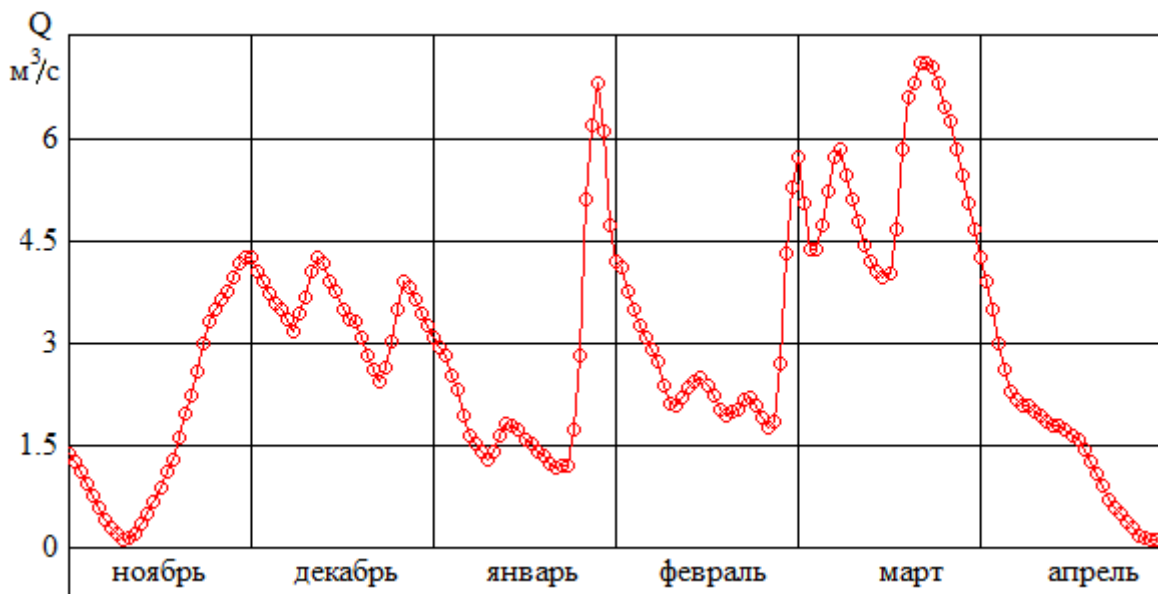


Рисунок 5 – Гидрограф реки Злой за холодный период 2008-2009

Сравнение гидрографов рек Инстроч и Злая показал, что в появлении высоких (пиковых) расходов на обоих водосборах наблюдается синхронность, что свидетельствует об однотипных условиях формирования стока без значительного влияния хозяйственной деятельности.

Анализ формы гидрографов (многовершинная), сопоставление их со среднесуточной температурой воздуха и осадками позволяет говорить о том, что причиной формирования высоких расходов воды за этот период являлось таяние во время оттепелей запасов снега, накопленное за период с отрицательными температурами воздуха и дождевые осадки. Накопления снега и весеннего половодья, в его классическом понимании, не происходило. Так в 2010 году максимальный среднесуточный расход наблюдался 21 марта и составил: река Инстроч - $26.1 \text{ м}^3/\text{с}$, река Злая – $16.4 \text{ м}^3/\text{с}$. Причиной послужило таяние снега (около 40 мм), связанное с оттепелью, и выпавшие за три дня осадки (18 мм). В 2011 году осадки, накопившиеся за период с отрицательными температурами воздуха, и выпавшие затем дожди сформировали 8 февраля высокие (среднесуточные) расходы: река Инстроч – $26.9 \text{ м}^3/\text{с}$, река Злая – $14.8 \text{ м}^3/\text{с}$.

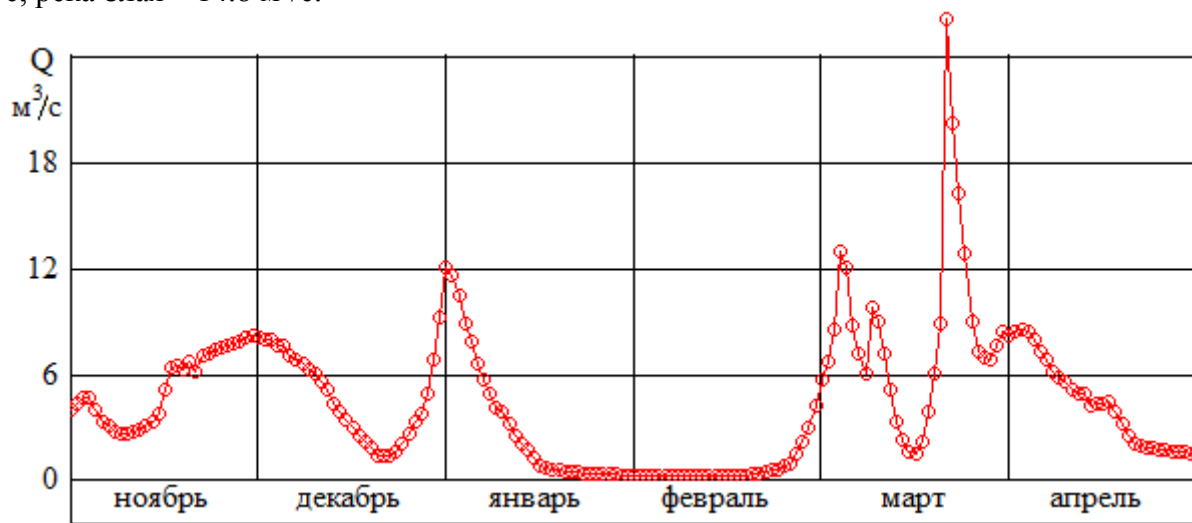


Рисунок 6 – Гидрограф реки Инстроч за холодный период 2009-2010

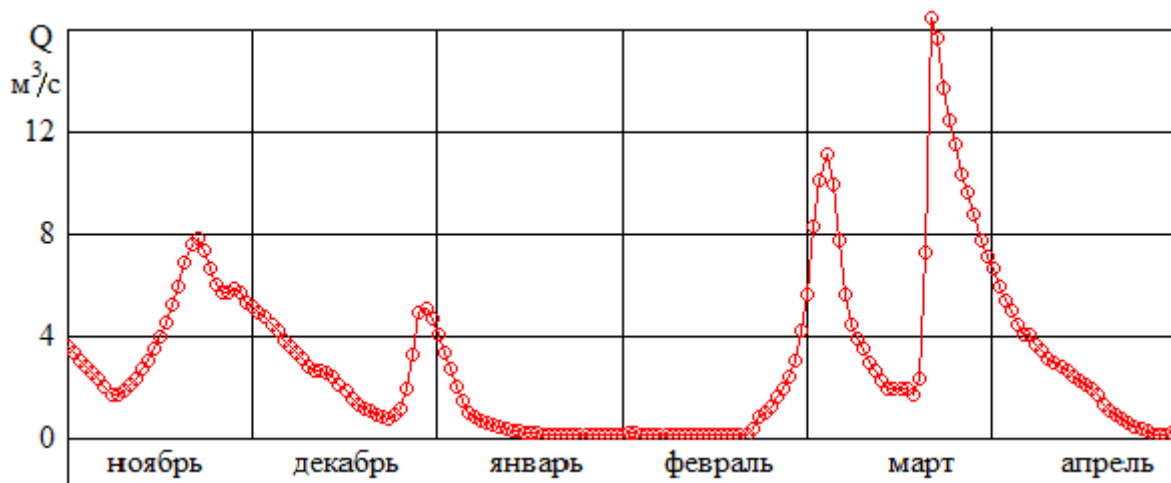


Рисунок 7 – Гидрограф реки Злой за холодный период 2009-2010

В [13] представлены ежедневные уровни воды реки Преголи в створе города Гвардейска в 2018 году. Как и в предыдущее десятилетие в начале года имеется несколько пиков уровня, обусловленных зимними оттепелями. Ко времени весеннего половодья (март, начало апреля) большая часть снега и льда уже растаяла, поэтому подъем воды значительно

меньший, чем был в январе и феврале. Наивысший в году уровень воды был зафиксирован 4 и 5 февраля, $H = 767$ см. Наименьший уровень был 4 декабря, $H = 490$ см. Среднегодовой уровень составил $H = 575$ см. В конце сентября и в ноябре был отмечен подъем уровня воды в связи с обильными дождями, а в декабре – из-за оттепелей.

Влияние сгонно-нагонных явлений в устье реки Преголи

Расход воды в устье реки Преголе определяют после ответвления рукава Дейма, по гидроствору в городе Гвардейске. Водный режим в устье реки Преголи находится под постоянным воздействием подпора со стороны Балтийского моря. На режим реки уровни оказывают влияние сгонно-нагонные явления (изменение уровня ветрового происхождения) и штормовые и микро-нагоны (изменение уровня, возникающие в результате перемещения барических систем). Устойчивые зависимости между морфологическими параметрами русла и расходами воды. Построение однозначных кривых связи зависимости расходов воды от уровней невозможно.

Расчетные уровни воды в устье реки Преголи были определяют по данным многолетних наблюдений поста в г. Калининград (код поста 74420). В [11] имеются результаты наблюдений за 98 лет (1901-42, 1947-1984, 1986, 1988-1997, 1999-2005). По ним на рис. 8 построена эмпирическая кривая обеспеченности максимальных уровней реки Преголи в г. Калининграде. По ней определены значения максимальных уровней воды заданной обеспеченности: $H_{1\%} = 2,0$ м БС; $H_{3\%} = 1,79$ м БС; $H_{5\%} = 1,51$ м БС.



Рисунок 8 – Эмпирическая кривая обеспеченности максимальных уровней воды реки Преголи (Калининград, 1901-2005)

В [14] совершенно верно указано на возможность катастрофического наводнения в устье реки Преголи, если максимальный годовой расход совпадет по времени с высоким нагонным явлением. Однако нельзя согласиться с тем, как была рассчитана вероятность

такого сложного события. Например, максимальный уровень (при нагонном явлении) $H = 1,51$ м БС имеет обеспеченность 0,05 (5 %); расход $540 \text{ м}^3/\text{с}$ – обеспеченность 0,1 (10 %). Но вероятность сложного события (превышения двух указанных показателей) не равна их произведению 0,005 (0,5 %). Она будет гораздо меньше, так как необходимо учесть вероятность их одновременного появления.

Другие проблемы инженерно-гидрологических расчетов региона

Как выше уже отмечалось, до сих пор используются карты [5] основаны на устаревших данных. Но есть еще одна сложность. Изолинии на карте Калининградской области были размещены неоправданно редко, по сравнению с остальной территорией (пример на рис. 9).

Отличительной особенностью разветвленной сети водотоков Калининградской области является существенная трансформация в процессе многовековой, хозяйственной деятельности, унаследовала от Восточной Пруссии. Выпрямлены и углублены русла части рек, многие из них выполняют функции мелиоративных каналов. Указанные особенности необходимо учитывать при выполнении гидрологических расчетов [15, 16], а также при использовании, например, для исследования осаднения примесей в водотоках [17, 18].

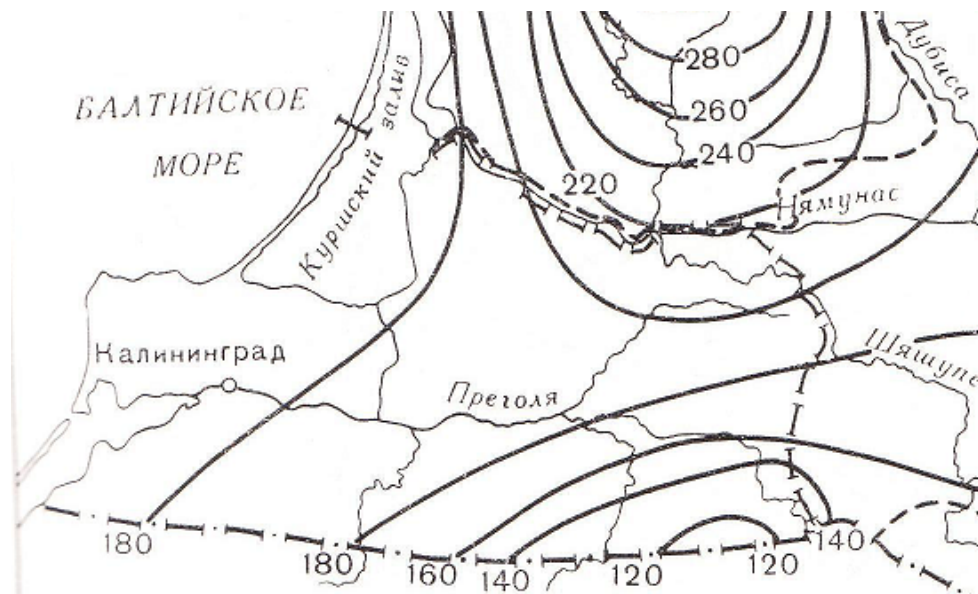


Рисунок 9 – Карта изолиний слоя стока весеннего половодья ($P = 1\%$), мм из [5]

Заключение

Общероссийские проблемы инженерных гидрологических расчетов являются актуальными и для бассейнов рек Калининградской области. При расчете гидрологических характеристик региона до сих пор используются карты и обобщающие параметры из монографии, изданной в 1969 году. Для признания экспертами данных АИС ГМВО официальными требуется разместить на Интернет-ресурсе документ, подтверждающий их статус.

Инженерные гидрологические расчеты на территории региона имеют специфические особенности. Как и в предыдущее десятилетие в начале года имеется несколько пиков уровня, обусловленных зимними оттепелями. Ко времени весеннего половодья (март, начало апреля) большая часть снега и льда уже растаяла, поэтому подъем воды значительно меньший, чем был в январе и феврале. Если максимальный годовой расход совпадет по времени с высоким нагонным явлением в устье реки Преголи, возможно катастрофическое наводнение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рождественский А.В., Лобанова А.Г. Современная проблема инженерных гидрологических расчетов по обобщению гидрологической информации в России и пути ее решения // Метеорология и гидрология. 2011. № 7. С. 81-95.
2. Свод правил СП 33-101-2003. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. Одобрен для применения в качестве нормативного документа Постановлением Госстроя России № 218 от 26 декабря 2003 г.
3. Научно-прикладной справочник: Основные гидрологические характеристики рек бассейна Верхней Волги / Под редакцией В.Ю. Георгиевского. Ливны: Издатель Мухаметов Г.В., 2015. 129 с.
4. Автоматизированная информационная система государственного мониторинга водных объектов [Электронный ресурс]. – URL: <https://gmvo.skniivh.ru/> (дата обращения: 08.03.2019).
5. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 4. Вып. 3. Литовская ССР и Калининградская область РСФСР / Под ред. В.Е. Водогрецкого. Ленинград: Гидрометеиздат, 1969. 508 с.
6. Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Ч. 1. Реки и каналы. Т. 1. РСФСР. Вып. 4. Бассейны рек Калининградской области / Под ред. Н.В. Шаблиевой. Ленинград: Гидрометеиздат, 1988. 88 с.
7. Малышева Н.Г. Минимальный сток рек Северо-Западного региона Российской Федерации: дисс. кандидата географических наук. Санкт-Петербург: РГГМУ. 2013. 190 с.
8. Гайдукова Е.В., Качалова А.Е., Литвинова К.А. Учет периодичности водности при прогнозировании речного стока на примере рек Северо-Западного региона // Новое слово в науке: материалы X Международной научно-практической конференции (Чебоксары, 31 декабря 2016 г.). Т. 1. Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2016. С. 72-77.
9. Схема комплексного использования и охраны водных объектов бассейна реки Неман и рек бассейна Балтийского моря (Российская часть в Калининградской области). Утверждена приказом Невско-Ладожского бассейнового водного управления Федерального агентства водных ресурсов № 171 от 9 декабря 2014 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.nord-west-water.ru/activities/ndv/page-2/> (дата обращения: 08.03.2019).
10. Пунтусов В.Г. Особенности мелиоративных систем Калининградской области // Водопользование и задачи гидромеханики: сборник научных трудов. Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2015. С. 81-87.
11. Наумов В.А., Ахмедова Н.Р. Инженерные изыскания в бассейне реки Преголи: монография. Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2017. 183 с.
12. Нелюбина Е. А. Некоторые особенности формирования расходов весеннего половодья 2008–2015 годов на реке Инстроч // Развитие инженерно-технических методов природообустройства и водопользования: сборник научных трудов. Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2018. С. 69-75.
13. Бредихин М.П., Наумов В.А., Ходоркова В.М. Анализ изменения уровней воды реки Преголи в 2018 году // Вестник молодежной науки: электронный журнал. 2019. № 1(18). URL: <http://vestnikmolnauki.ru/wp-content/uploads/2019/03/Bredihin-118.pdf>
14. Комплекс исследований для обеспечения гидрологической безопасности строительства на острове Октябрьский в г. Калининграде. Отчет о НИР / Руководитель В.В. Беликов. Москва: ОАО «НИИЭС», 2013. 106 с.
15. Ахмедова Н.Р., Великанов Н.Л., Наумов В.А. Оценка качества воды малых водотоков Калининградской области // Вода: химия и экология. 2015. № 10. С. 20-25.
16. Великанов Н.Л., Наумов В.А. Определение гидрологических характеристик малой реки // Вода: химия и экология. 2019. № 1-2. С. 27-33.
17. Наумов В.А. Динамика дисперсной частицы в вязкой среде // Математическое моделирование. 2006. Т. 18, № 5. С. 27-36.

18. Наумов В.А. Математическое моделирование распространения взвешенных примесей от точечного источника и их осаждения в водотоке // Известия КГТУ. 2017. № 44. С. 46-58.

REFERENCES

1. Rozhdestvenskij A.V., Lobanova A.G. *Sovremennaya problema inzhenernyh gidrologicheskikh raschetov po obobshcheniyu gidrologicheskoy informacii v Rossii i puti ee resheniya* [Modern problem of engineering hydrological calculations for the generalization of hydrological information in Russia and ways to solve it]. *Meteorologiya i gidrologiya*. 2011. No 7, pp. 81-95.
2. *Svod pravil SP 33-101-2003. Opredelenie osnovnyh raschetnyh gidrologicheskikh harakteristik* [Set of rules SP 33-101-2003. Determination of basic design hydrological characteristics]. *Odobren dlya primeneniya v kachestve normativnogo dokumenta Postanovleniem Gosstroya Rossii No 218, 26.12.2003.*
3. *Nauchno-prikladnoj spravochnik: Osnovnye gidrologicheskie harakteristiki rek bassejna Verhnej* [Scientific and applied reference: Basic hydrological characteristics of the upper Volga basin rivers]. Edit. V.Y. Georgievskiy Livny: Muhametov G.V. Publ., 2015. 129 p.
4. *Avtomatizirovannaya informacionnaya sistema gosudarstvennogo monitoringa vodnyh ob"ektov* [Automated information system of state monitoring of water]. [Electronic resource]. URL: <https://gmvo.skniivh.ru/> (data accessed: 08.03.2019).
5. *Resursy poverhnostnyh vod SSSR. T. 4. Vyp. 3. Litovskaya SSR i Kaliningradskaya oblast' RSFSR* [Surface water resources of the USSR. Vol. 4. Issue. 3. The Lithuanian SSR and Kaliningrad oblast of the RSFSR] / Edit. V.E. Vodogreckiy. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1969. 508 p.
6. *Mnogoletnie dannye o rezhime i resursah poverhnostnyh vod sushy. P. 1. Reki i kanaly. T. 1. RSFSR. Vyp. 4. Bassejny rek Kaliningradskoj oblasti* [Long-term data on regime and resources of surface land waters. Part 1. Rivers and canals. Vol.1. RSFSR. Issue. 4. The basins of the Kaliningrad region]. Edit. Pod red. N.V. Shablewa. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1988. 88 p.
7. Malysheva N.G. *Minimal'nyj stok rek Severo-Zapadnogo regiona Rossijskoj Federacii: diss. kandidata geograficheskikh nauk* [Minimum river flow in the North-Western region of the Russian Federation: Diss. candidate of geographical Sciences]. Sankt-Peterburg: RGGMU. 2013. 190 p.
8. Gajdukova E.V., Kachalova A.E., Litvinova K.A. *Uchet periodichnosti vodnosti pri prognozirovanii rechnogo stoka na primere rek Severo-Zapadnogo regiona* [Accounting of water periodicity in forecasting river flow on the example of rivers of the North-Western region]. *Novoe slovo v nauke: materialy X Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (Cheboksary, 31.12.2016)*. V. 1. Cheboksary: Interaktiv plus Publ., 2016, pp. 72-77.
9. *Skhema kompleksnogo ispol'zovaniya i ohrany vodnyh ob"ektov bassejna reki Neman i rek bassejna Baltijskogo morya (Rossijskaya chast' v Kaliningradskoj oblasti)* [Scheme of integrated use and protection of water bodies of the Neman river basin and the Baltic sea basin rivers (Russian part in the Kaliningrad region)]. *Utverzhdena prikazom Nevsko-Ladozhskogo bassejnogo vodnogo upravleniya Federal'nogo agentstva vodnyh resursov № 171 09.12.2014* [Elektronnyj resurs]. URL: <http://www.nord-west-water.ru/activities/ndv/page-2/> (data accessed: 08.03.2019).
10. Puntusov V.G. *Osobennosti meliorativnyh sistem Kaliningradskoj oblasti* [Features of meliorative systems of the Kaliningrad region]. *Vodopol'zovanie i zadachi gidromekhaniki: sbornik nauchnyh trudov*. Kaliningrad: KGTU Publ., 2015, pp. 81-87.
11. Naumov V.A., Ahmedova N.R. *Inzhenernye izyskaniya v bassejne reki Pregoli: monografiya* [Engineering research in the pregoli river basin: monograph]. Kaliningrad: KGTU Publ., 2017. 183 p.
12. Nelyubina E. A. *Nekotorye osobennosti formirovaniya rashodov vesennego polovod'ya 2008–2015 godov na reke Instruch* [Some features of formation of expenses of spring flood of 2008-2015 on the river Instrumentation] *Razvitie inzhenerno-tehnicheskikh metodov*

prirodoobustrojstva i vodopol'zovaniya: sbornik nauchnyh trudov. Kaliningrad: KGTU Publ., 2018, pp. 69-75.

13. Bredihin M.P., Naumov V.A., Hodorkova V.M. Analiz izmeneniya urovnej vody reki Pregoli v 2018 godu [Analysis of changes in the water levels of the river Pregol in 2018] *Vestnik molodezhnoj nauki: elektronnyj zhurnal*. 2019. No 1(18). URL: <http://vestnikmolnauki.ru/wp-content/uploads/2019/03/Bredihin-118.pdf>.

14. *Kompleks issledovanij dlya obespecheniya gidrologicheskoj bezopasnosti stroitel'stva na ostrove Oktyabr'skij v g. Kaliningrade. Otchet o NIR* [Set of studies to ensure the hydrological safety of construction on the island of October in Kaliningrad. Research report]. Head V.V. Belikov. Moscow: OAO «NIIES», 2013. 106 p.

15. Ahmedova N.R., Velikanov N.L., Naumov V.A. Ocenka kachestva vody malyh vodotokov Kaliningradskoj oblasti [Assessment of water quality of small watercourses of the Kaliningrad region]. *Voda: himiya i ekologiya*. 2015. No 10, pp. 20-25.

16. Velikanov N.L., Naumov V.A. *Opreделение gidrologicheskikh harakteristik maloj reki* [Determination of hydrological characteristics of the small river]. *Voda: himiya i ekologiya*. 2019. No 1-2, pp. 27-33.

17. Naumov V.A. Dinamika dispersnoj chasticy v vyazkoj srede [Dynamics of a dispersed particle in a viscous medium]. *Matematicheskoe modelirovanie*. 2006. V. 18, No 5, pp. 27-36.

18. Naumov V.A. *Matematicheskoe modelirovanie rasprostraneniya vzveshennykh primesej ot tochechnogo istochnika i ih osazhdeniya v vodotoke* [Mathematical modeling of suspended impurities distribution]. *Izvestiya KGTU*. 2017. No 44, pp. 46-58.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Бредихин Марк Павлович

Калининградский государственный технический университет, г. Калининград, Россия, аспирант, магистр направления «Природообустройство и водопользование»,

E-mail: markopoliz@gmail.com

Bredikhin Mark Pavlovich

Kaliningrad state technical University, Kaliningrad, Russia, post-graduate student, master's degree in “Environmental engineering and Water use”,

E-mail: markopoliz@gmail.com

Корреспондентский почтовый адрес и телефон для контактов с автором статьи:
236022, Россия, Калининград, Советский пр., 1, КГТУ, ГУК, каб. 322. Бредихин М.П.
8(4012)99-53-37