

## Современная проблема инженерных гидрологических расчетов по обобщению гидрологической информации в России и пути ее решения

А. В. Рождественский<sup>1</sup>, А. Г. Лобанова\*

*Приводится обоснование необходимости научной организации работ по регулярному обобщению гидрологических характеристик в Российской Федерации путем подготовки научно-прикладных справочников и (или) "Территориальных строительных норм по определению основных расчетных гидрологических характеристик" по территории деятельности УГМС (ЦГМС) Росгидромета. Рассматриваются методология, технологическое обеспечение, необходимость регулярного пересчета проектных максимальных расходов воды для действующих гидротехнических сооружений, намечены пути решения главной современной проблемы в области инженерных гидрологических расчетов по территориальному обобщению гидрометеорологической информации во всех УГМС (ЦГМС) и Государственном гидрологическом институте.*

### 1. Введение

Основными направлениями в области инженерных гидрологических расчетов являются разработка и совершенствование методов определения основных расчетных гидрологических характеристик, а также обеспечение хозяйственных организаций документами нормативного и рекомендательного характера по определению основных расчетных гидрологических характеристик.

В настоящее время разрабатывается и внедряется в УГМС Росгидромета и другие организации различных министерств и ведомств новая концепция инженерных гидрологических расчетов [20], которая предусматривает использование двух официальных нормативных документов (ранее был один нормативный документ — СНиП 2.01.14-83 [23]). Эта концепция включает:

1. Федеральный нормативный документ методического характера — Свод правил "Определение основных расчетных гидрологических характеристик" — СП 33-101-2003 [25], который введен в действие с 2003 г.;

2. Региональный нормативный документ — "Территориальные строительные нормы" (ТСН).

В соответствии со Сводом правил [25] региональные особенности гидрологического режима и соответствующие методы определения расчетных

\* Государственный гидрологический институт; e-mail: lobanovaantonina@mail.ru.

гидрологических характеристик учитываются и регламентируются “Территориальными строительными нормами” (ТСН), имеющими статус нормативного документа субъекта Российской Федерации. Подготавливаемые серии справочников и (или) ТСН должны выпускаться по принадлежности территории к крупным речным бассейнам. Обобщения по территориям должны проводиться УГМС (ЦГМС) совместно с Государственным гидрологическим институтом (ГГИ).

Ранее действовал лишь один нормативный документ [23] “Определение расчетных гидрологических характеристик”. Остальные издания носили вспомогательный и рекомендательный характер, включая работу [10]. Скорее всего, такое положение дел сохранится и в будущем с учетом федерального закона “О техническом регулировании” [28] и в соответствии с “Техническим регламентом по безопасности гидротехнических сооружений”, который в настоящее время находится на рассмотрении в государственных органах.

С введением закона “О техническом регулировании” [28] и “Технического регламента по безопасности гидротехнических сооружений” изменяется статус ранее действовавших и особенно вновь разрабатываемых нормативных документов и объектов водопользования. Поэтому основное внимание в дальнейшем будет уделено не “Территориальным строительным нормам по определению основных расчетных гидрологических характеристик”, а региональным научно-прикладным справочникам “Определение основных расчетных гидрологических характеристик”. Эти справочники будут представлять собой рекомендательные документы в развитие основного нормативного документа [25]. Вместе с тем в соответствии с нормативным документом [24] могут готовиться и “Территориальные строительные нормы по определению расчетных гидрологических характеристик” по прямым договорам с субъектами Российской Федерации, но с учетом их подготовки и дальнейшего рассмотрения в соответствии с новым законом “О техническом регулировании” [28]. В данном случае ТСН могут готовиться для субъектов Российской Федерации по речным водосборам, входящим в территорию субъекта РФ. Возможен и такой, наиболее предпочтительный вариант, когда ТСН могут готовиться сразу по нескольким субъектам РФ, входящим в территорию деятельности УГМС (ЦГМС), но обязательно с учетом компактного расположения водосборов рек, расположенных на рассматриваемой территории.

Для инженерных гидрологических расчетов не имеет принципиального значения, какой статус будут иметь документы, направленные на развитие основного документа по инженерным гидрологическим расчетам [25]. В этом случае будут рекомендованы для использования региональные научно-прикладные справочники, в которых будет обобщена исходная гидрометеорологическая информация, в соответствии с методологией, изложенной в Своде правил [25], включая данные наблюдений за самые последние годы.

Предлагаемая к разработке серия территориальных научно-прикладных справочников “Определение основных расчетных гидрологических характеристик” предусматривает обобщение за многолетний период исходной гидрологической информации. Все гидрологические расчеты в данной се-

рии справочников будут выполнены с использованием вычислительных программ, составленных в ГГИ, методология и алгоритмы которых разработаны с учетом отечественного и зарубежного опыта в течение длительного времени в лаборатории расчетов стока ГГИ.

## **2. Обоснование необходимости срочного проведения работ по обобщению гидрологической информации на территории Российской Федерации**

При разработке и последующем издании нормативных документов для строительства федерального уровня, т. е. для территории СССР (России) всякий раз предусматривалось практически одновременное издание рекомендательных документов по обобщению исходной гидрометеорологической информации, подготовка которых осуществлялась одновременно с подготовкой официальных нормативных документов или даже ранее нормативных документов. В рекомендательных документах (справочники, руководства, методические указания, пособия и другие) всегда приводилась более полная информация методического характера и, что особенно важно, обобщенная во времени и пространстве по территориям деятельности УГМС или сразу для всей территории СССР (России) гидрометеорологическая информация, без которой использование официальных нормативных документов было практически невозможно.

Так, после введения в действие нормативного документа федерального уровня “Указания по определению основных гидрологических характеристик” СН-435-72 [22] (издание 1972 г.) практически одновременно были опубликованы “Руководство по определению расчетных гидрологических характеристик” (1973 г.) [21] и капитальные многотомные монографии “Ресурсы поверхностных вод СССР” [15], обобщающие исходные данные гидрометрических наблюдений до середины 1960-х годов.

Практически одновременно с изданием следующего официального нормативного документа СНиП 2.01.14-83 [23] “Определение основных расчетных гидрологических характеристик” (1983 г.) вышло из печати “Пособие по определению основных расчетных гидрологических характеристик” [10] (1984 г.). В этом документе также было осуществлено обобщение гидрометеорологической информации до 1975 г. с приложением альбома карт гидрологических характеристик и параметров расчетных схем и формул по всей территории СССР.

В 2003 г. вышел в свет федеральный нормативный документ — СП 33-101-2003 [25] “Определение основных расчетных гидрологических характеристик”, в котором регламентируются только методы инженерных гидрологических расчетов без обобщения исходной гидрологической информации, которая имеется по действующим и закрытым водомерным постам на территории деятельности УГМС (ЦГМС). Издания же рекомендательного характера (научно-прикладные справочники) или нормативного характера (“Территориальные строительные нормы”) до настоящего времени отсутствуют и даже не ведутся работы по их подготовке. Пройдет еще по крайней мере 10 лет и более для подготовки этих документов во всех УГМС (ЦГМС). Все нормативные [22—25] и, что особенно важно, рекомендательные документы [3—10, 21] для строительного проектирова-

ния всегда разрабатывались в учреждениях Росгидромета (ГГИ и УГМС (ЦГМС)).

Таким образом, последние обобщения гидрологической информации за многолетний период по территории СССР (России), включая территорию деятельности УГМС (ЦГМС), были выполнены более 30—40 лет тому назад. Следовательно, в настоящее время исходные данные гидрометеорологических наблюдений за последние 30—40 лет в должной мере не используются при строительном проектировании и в других отраслях экономики Российской Федерации.

Дальнейшая задержка с отмеченными работами увеличивает продолжительность периода времени, за который не используется гидрометеорологическая информация, до 40—50 лет, а возможно, и более, если не принять срочных мер по началу работ в данном направлении.

По этому поводу в решении VI Всероссийского гидрологического съезда (секция 5), который проходил еще в 2004 г. (практически сразу после издания нормативного документа СП-33-101-2003), записано [27]: “Приоритетным направлением дальнейших исследований является создание Территориальных строительных норм по определению основных расчетных гидрологических характеристик, в которых предусматривается обобщение исходной гидрометеорологической информации, включая наблюдения последних лет. Эта работа представляет собой значительный этап в гидрологии аналогично тому, как это было сделано Росгидрометом более 40 лет назад при подготовке многотомных монографий “Ресурсы поверхностных вод СССР” [15], которые до настоящего времени являются настольными книгами нескольких поколений гидрологов”. Аналогичные решения неоднократно принимались на заседаниях Ученого совета ГГИ и его секций до и после VI Всероссийского гидрологического съезда.

Подготовка регионального нормативного документа ТСН значительно усиливает его роль при определении основных расчетных гидрологических характеристик при проектировании новых, при строительстве и эксплуатации действующих гидротехнических сооружений, при их консервации и ликвидации. Подготовку ТСН желательно осуществлять в рамках договорных работ УГМС (ЦГМС) и ГГИ с правительствами субъектов Российской Федерации, которые утверждают этот документ.

В качестве примера можно сослаться на тему “Уточнение региональных климатических и гидрологических параметров нормативных изданий для строительства (СН, ТР, ТСН)”, которая имеется в перечне “Плана действий по исследованию региональных изменений климата и их возможного влияния на социально-экономическое развитие Республики Саха (Якутия)”.

Особая важность обобщения гидрологической информации по территории Российской Федерации (территория деятельности всех УГМС (ЦГМС)) следует из содержания “Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 года” [1], которая утверждена распоряжением Председателя Правительства Российской Федерации В. В. Путиным 27 августа 2009 г. № 1235-Р. В [1] записано: “Для научного обеспечения защиты социально-экономических объектов от негативного воздействия вод предстоит решить следующие задачи:

— регулярное обобщение по территории Российской Федерации данных гидрологического мониторинга в виде справочных изданий и актуализированных карт расчетных гидрологических характеристик водных объектов;

— разработка методов и моделей формирования речного стока, направленных на повышение качества прогноза и заблаговременности предупреждения об опасных гидрологических явлениях;

— разработка методов сравнительной экономической эффективности для принятия решений о строительстве или реконструкции объектов инженерной защиты;

— разработка новых научных подходов и технологий проектирования и строительства объектов инженерной защиты”.

Финансирование мероприятий для обеспечения исследовательских работ предусматривается осуществлять, согласно “Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 года”, за счет средств федерального бюджета, бюджетов субъектов Российской Федерации и внебюджетных источников.

Выдержки из разных документов, начиная от решения VI Всероссийского гидрологического съезда [26], Ученого совета ГГИ и его секций и заканчивая “Водной стратегией Российской Федерации на период до 2020 года”, приведены лишь для того, чтобы подчеркнуть особую важность и срочность проведения работ по обобщению гидрологической информации по территории России. Дальнейшее промедление с этими работами недопустимо. Исходная гидрологическая информация нередко добывается с угрозой для жизни людей и в результате дорогостоящих наблюдений на сети станций и постов Росгидромета.

Вместе с тем по разным причинам происходит уже многолетняя задержка с проведением работ, имеющих большое практическое значение по обслуживанию хозяйственных организаций разных министерств и ведомств качественной и обобщенной во времени и пространстве гидрологической информацией. Эти данные необходимы при проектировании, строительстве, эксплуатации, консервации и ликвидации гидротехнических сооружений, а также при решении многих других научных и практических задач инженерной гидрологии, включая защиту разного рода объектов от негативного воздействия максимальных расходов воды, путем вероятностного прогноза (расчета) экстремальных значений гидрологических характеристик на период эксплуатации сооружений.

Подготовка ТСН и (или) научно-прикладных справочников по определению основных расчетных гидрологических характеристик представляет собой практически одну и ту же работу, но с разным статусом. Справочники являются рекомендательными документами и могут быть изданы Росгидрометом, как это было сделано ранее при издании “Ресурсов поверхностных вод СССР”, различных пособий, методических указаний и рекомендаций и других публикаций. Издание же ТСН требует дополнительного рассмотрения и обсуждения этого документа в научно-исследовательских и проектно-изыскательских организациях других министерств и ведомств с последующим утверждением в правительствах субъектов Российской Федерации.

Проектно-изыскательские и научно-исследовательские организации независимо от статуса этих документов будут использовать их в своей практической деятельности в соответствии с требованиями СП 33-101-2003 [24].

Эти работы не должны быть разовыми, как это было ранее только при издании официальных нормативных документов [22, 23, 25], а должны проводиться регулярно в течение длительного периода времени — раз в пять лет и всякий раз при прохождении выдающихся значений гидрологических характеристик на рассматриваемой территории УГМС (ЦГМС). Данные работы представляют собой непосредственную задачу Росгидромета по обслуживанию хозяйственных организаций качественной и обобщенной во времени и пространстве гидрометеорологической информацией.

Государственный гидрологический институт с начала 1990-х годов, т. е. с началом работ по подготовке нормативного документа федерального уровня (СП 33-101-2003), заявлял тематику по обобщению гидрометеорологической информации по территории СССР (России). Но, к сожалению, эти исследования по территории Российской Федерации до настоящего времени не проводятся, так как это был период тяжелого экономического положения в стране. Начали проводиться эти работы в рамках региональной тематики лишь по нескольким УГМС в 2008 и 2009 гг., в то время как на 2009 г. уже 17 УГМС представили заявки на эту тематику, прекрасно понимая важность этих работ при обслуживании хозяйственных организаций. Приняты были Росгидрометом заявки лишь из 5 УГМС с минимально возможным финансированием. Начало работ в этих УГМС с применением вычислительного программного комплекса, разработанного в ГГИ, убедительно свидетельствует о целесообразности и возможности проведения подобных работ и в других УГМС.

В процессе выполнения этих работ существенно повысится квалификация кадров Росгидромета, которые смогут не только осуществлять подобные обобщения гидрометеорологической информации, но и производить необходимые инженерные гидрологические расчеты. В этой ситуации территориальные управления Росгидромета (УГМС) на договорных условиях смогли бы передавать заинтересованным организациям не только исходную гидрометеорологическую информацию, что имеет место в настоящее время, а полученные расчетные гидрологические характеристики, необходимые при гидрологическом обосновании разного рода проектов гидротехнических сооружений. Подобная информация в рыночной экономике будет стоить значительно дороже, чем исходные данные гидрометрических наблюдений. При таком подходе значительно возрастут авторитет Росгидромета и квалификация сотрудников, выполняющих эти работы.

Отсутствие обобщений, учитывающих наблюдения за 40-летний период, негативно отражается на решении актуальных государственных задач при строительном проектировании, эксплуатации, консервации и ликвидации действующих гидротехнических сооружений, не обеспечивая в должной мере экономическую целесообразность и, что особенно важно, безопасность гидротехнических сооружений.

Таким образом, уже давно стоит задача регулярного обобщения гидрометеорологической информации по территории Российской Федерации,



включая территории деятельности всех УГМС (ЦГМС) Росгидромета, что представляет собой дальнейшие этапы исследований в данном направлении, включая подготовку научно-прикладных справочников и (или) “Территориальных строительных норм по определению основных расчетных гидрологических характеристик”.

Помимо отмеченной главной проблемы инженерных гидрологических расчетов в настоящее время имеется ряд научных проблем, требующих приоритетного отношения. К ним можно отнести следующие.

1. Оценка однородности и методов расчета основных гидрологических характеристик по неоднородным данным [14]. Эта проблема во многом, но далеко не полностью, решается при издании в 2010 г. “Методических рекомендаций по оценке однородности гидрологических характеристик и определению их расчетных значений по неоднородным данным” [7].

2. Исследования по оценке влияния возможных изменений климата на основные расчетные гидрологические характеристики [25].

3. Совершенствование существующих нормативов расчетной обеспеченности, применяемых в практике водохозяйственного проектирования, при определении проектных расходов воды гидротехнических сооружений, определяющих пропускную способность сливного фронта плотин и, следовательно, безопасность гидротехнических сооружений [16].

4. Гидрологическое (включая методологическое) обоснование необходимости регулярного пересчета проектных расходов воды гидротехнических сооружений, определяющих их безопасность [19].

5. Разработка методологии оценки обеспеченности “вероятных максимальных расходов воды дождевых паводков” [33].

В этом случае экстраполяция аналитическими распределениями эмпирических данных в зону малой обеспеченности заменяется на более точное решение, связанное с интерполяцией аналитической кривой обеспеченности. Уточнение параметров распределения в данном случае может быть осуществлено на основании уже разработанной методологии учета исторических максимумов стока. В данном случае исторический максимум стока устанавливается не на основе архивных и других материалов, а в соответствии с разработанной зарубежной и отечественной методологией с использованием простых и сложных математических моделей формирования максимального стока.

6. Байесовские методы оценки параметров распределения, основанные на наблюдаемых значениях гидрологических характеристик и на региональных методах оценки параметров и расчетных квантилей [18].

7. Методология пространственной интерполяции гидрологических характеристик [11] и параметров расчетных схем и формул с использованием географических информационных систем (ГИС-технологий) [6].

Приведенные и многие другие методы расчета гидрологических характеристик, требующие дальнейшего развития и совершенствования, можно отнести к теме НИР по совершенствованию существующих и разработке новых методов определения расчетных значений основных гидрологических характеристик.

### 3. Методология инженерных гидрологических расчетов

Методология обобщения гидрологической информации по регионам России изложена в федеральном нормативном документе “Свод правил по определению расчетных гидрологических характеристик” — СП 33-101-2003 [25], а также в серии уже изданных методических рекомендаций по определению основных расчетных гидрологических характеристик при наличии [4], недостаточности [5, 13] и отсутствии данных гидрометрических наблюдений в исследуемом пункте [6]. В 2010 г. изданы “Методические рекомендации по оценке однородности гидрологических характеристик и определение их расчетных значений по неоднородным данным” [7]. Следует особо оговорить, что отмеченные нормативные и рекомендательные документы вполне отражают современный отечественный и зарубежный уровень методологии инженерных гидрологических расчетов и обобщения гидрометеорологической информации [12, 25, 30—34].

Кроме того, методология с конкретными примерами расчета подробно рассматривается на ставших уже традиционными курсах повышения квалификации специалистов-гидрологов Росгидромета и других министерств и ведомств в области инженерных гидрологических расчетов.

### 4. Технологическое обеспечение инженерных гидрологических расчетов на основе современной автоматизированной системы

Обобщение основных гидрологических характеристик за многолетний период по территории деятельности УГМС (ЦГМС) целесообразно осуществлять с использованием автоматизированной системы инженерных гидрологических расчетов, представляющей собой комплекс основных вычислительных программ [2]. Эта система разработана в Валдайском филиале ГГИ и ГГИ в порядке личной инициативы. Автоматизированная система гидрологических расчетов будет находиться в УГМС, которые смогут осуществлять инженерные гидрологические расчеты на основе постоянно пополняемой базы исходных данных гидрологических наблюдений по основным гидрологическим характеристикам.

Под обобщенной гидрометеорологической информацией понимаются:

- расчетные параметры и квантили распределения основных гидрологических характеристик, определенные по многолетним рядам в пунктах гидрометрических наблюдений с учетом приведения данных наблюдений к многолетнему периоду;
- карты основных гидрологических характеристик, учитывающие информацию за весь многолетний период;
- карты гидрологических характеристик за каждый конкретный год;
- обобщенные по территории параметры и коэффициенты расчетных схем и формул.

Автоматизированная система инженерно-гидрологических расчетов предназначена для:

- 1) восстановления отсутствующих данных наблюдений за более ранние годы по действующим гидрометрическим пунктам наблюдений, за более поздние годы для закрытых водомерных постов и в период пропусков во-



домерных наблюдений по основным гидрологическим характеристикам по всем гидрометрическим постам за многолетний период [5, 13];

2) подготовки автоматизированным путем архивов данных на технических носителях по основным гидрологическим характеристикам, включая восстановленные гидрологические данные, за весь многолетний период с оценкой случайных средних квадратических погрешностей за каждый восстановленный год [5, 13, 18];

3) оценки однородности и стационарности наблюдаемых и восстановленных данных по основным гидрологическим характеристикам с использованием обобщенных критериев однородности на случай асимметричной и коррелированной во времени и пространстве гидрологической информации, анализа трендов и доверительных границ к кривым обеспеченности [7, 14, 16];

4) определения расчетных гидрологических характеристик по однородным и неоднородным данным наблюдений и с учетом исторических катастрофических сведений по основным гидрологическим характеристикам [7];

5) анализа полученных результатов расчета на основе гидролого-генетических и статистических методов [7].

Автоматизированная система расчетов является диалоговой, содержит средства управления действиями программ, обеспечивает вывод информации на экран для выбора окончательных решений при выполнении расчетов.

Разработанный программный комплекс инженерных гидрологических расчетов многократно апробирован при решении разных практических и научных гидрологических задач и внедрен в несколько УГМС (ЦГМС). Этот вычислительный комплекс продолжает совершенствоваться и расширяться по мере возникновения новых задач, которые не решены в настоящее время. Более подробная информация о технологии определения расчетных гидрологических характеристик содержится в работе [2].

### **5. Пересчет проектных максимальных расходов воды для действующих гидротехнических сооружений**

Пересчет проектных максимальных расходов воды для действующих гидротехнических сооружений представляет собой исключительно важную задачу определения новых расчетных значений гидрологических характеристик, определяющих безопасность действующих гидротехнических сооружений [19]. Методологическая основа этих расчетов не выходит за пределы обычной статистической обработки данных гидрометрических наблюдений по территориям деятельности УГМС (ЦГМС), которые предусматривается выполнять в рамках предлагаемого направления научных исследований. В данном случае появляется дополнительная оценка по сравнению проектных и новых расчетных значений гидрологических характеристик с возможными рекомендациями по пересмотру правил регулирования речного стока и даже возможной реконструкции гидротехнических сооружений.

По данным Международной комиссии по большим плотинам, основной причиной их прорыва является именно недостаточная пропускная способ-

ность сливного фронта гидротехнических сооружений, из-за чего происходит более 30% общего числа аварий.

Поэтому чрезвычайно важным является вопрос о необходимости уточнения проектных гидрологических характеристик в процессе эксплуатации гидротехнических сооружений и совершенствования методологии гидрологических нормативов по определению проектных (расчетных) значений гидрологических характеристик [16, 17, 19]. В данном случае имеется в виду ряд факторов, вызывающих необходимость регулярного пересмотра проектных гидрологических характеристик. Расчетные гидрологические характеристики для действующих гидротехнических сооружений и водохозяйственных объектов не могут оставаться постоянными на протяжении продолжительного периода их эксплуатации, исчисляемого, как правило, несколькими десятками лет. В процессе эксплуатации сооружений поступает новая гидрологическая информация, позволяющая определять более надежные значения проектных гидрологических характеристик, которые могут существенно отличаться от полученных ранее по менее продолжительным рядам наблюдений. Кроме этого, с течением времени разрабатываются новые более эффективные методы расчета, позволяющие более точно определять расчетные значения гидрологических характеристик [3—7, 10, 25], которые также могут изменяться под влиянием хозяйственной деятельности [8, 9] и, что особенно важно, возможного регионального изменения климата. Наконец, следует отметить и целесообразность совершенствования нормативов определения расчетных гидрологических характеристик путем использования более гибкой по сравнению с существующей системой назначения классов капитальности (уровня ответственности) гидротехнических и других сооружений [16, 18].

В результате этих работ необходимо осуществлять мониторинг за расчетными гидрологическими характеристиками для действующих гидротехнических сооружений и при определенных условиях осуществлять регулярно их пересчет. Пересчет проектных гидрологических характеристик, обеспечивающих безопасность действующих гидротехнических сооружений, с заданным риском возникновения аварии предлагается производить регулярно — не реже одного раза в 5 лет и всякий раз при прохождении выдающихся гидрологических явлений в исследуемом районе. Эти работы совмещаются с подготовкой научно-прикладных справочников “Определение основных расчетных гидрологических характеристик”.

Подобные работы по пересчету максимальных расчетных расходов воды для действующих гидротехнических сооружений в настоящее время проводятся во многих странах мира: США, Канаде, Великобритании, Австралии и других [32, 34].

Согласно данным комиссии Вашингтонского университета [32], была произведена инвентаризация 2900 гидротехнических сооружений в США, на 2350 из них было признано несоответствие гидросливов проектным максимальным расходам воды. В результате этой проверки и анализа состояния этих сооружений Федеральное агентство по чрезвычайным ситуациям уполномочило различные научно-исследовательские учреждения проводить работы по мониторингу состояния гидротехнических сооружений для предотвращения рисков прорыва водосливных плотин и устранения чрезвычайных ситуаций.

В 1990-е годы Австралийский комитет по большим дамбам опубликовал руководящие документы, включающие принципы безопасности этих сооружений. В результате различных обобщений сформировалась так называемая “теория рисков”. Риск рассматривается как вероятность возникновения неблагоприятного случая.

В России необходимость решения данной проблемы определяется принятием федерального закона “О безопасности гидротехнических сооружений” [29] и разработкой ведомственных нормативных документов по его реализации. В Государственном гидрологическом институте осуществлен пересчет проектных максимальных расходов воды сливного фронта каскада Днепровских ГЭС [19], в бассейнах Кубани [7] и Лены [17]. В результате этого пересчета на основе новой информации и использования новых методов гидрологических расчетов получено, что пересчитанные значения максимальных расходов и уровней воды оказались значительно больше проектных, что увеличивает вероятность разрушения сооружений по сравнению с заданным при проектировании риском (расчетной вероятностью ежегодного превышения). Эти работы необходимы для разработки мер по адаптации действующих гидротехнических сооружений к изменяющимся природным и техногенным условиям и обеспечения их безопасной эксплуатации с заданным риском в зависимости от класса капитальности (уровня ответственности) сооружения.

#### **6. Учет мирового и отечественного опыта в области инженерных гидрологических расчетов**

Достаточно высокий уровень гидрологических расчетов в России подтверждается тем, что за последние несколько десятилетий все наиболее крупные международные симпозиумы, организованные ЮНЕСКО, были проведены в России, и на них отечественная школа инженерных гидрологических расчетов всегда была представлена как одна из наиболее авторитетных [26, 33]. Свидетельством этому является и тот факт, что ведущие специалисты ГГИ принимали участие практически во всех международных рабочих группах ЮНЕСКО в области гидрологических расчетов для строительного и водохозяйственного проектирования [3, 12, 30, 31].

При определении расчетных максимальных расходов воды дождевых паводков в настоящее время сложились два подхода при строительном проектировании. В первом случае в качестве расчетного значения принимается максимальный расход воды заданной вероятности ежегодного превышения (опыт России и других стран ближнего и дальнего зарубежья). Во втором случае в качестве расчетного принимается максимально возможный (вероятный) расход воды (только для дождевых паводков), определяемый по неблагоприятному сочетанию факторов формирования стока на основе использования сравнительно простых методов или моделей (опыт США и других стран). Указанное разделение носит очень условный характер, так как во многих странах используются оба подхода в зависимости от наличия той или иной гидрометеорологической информации [32, 34].

Каждый из этих подходов обладает своими достоинствами и недостатками. Намечается исключительно плодотворный путь совмещения двух подходов путем расчета как значения максимально возможного расхода воды, так и вероятности его превышения, так как все известные методы

оценки так называемых максимально возможных расходов воды приводят не к расчету предельного максимума, а к определению расхода воды неизвестной и достаточно малой вероятности его превышения [31]. В лаборатории расчетов стока ГГИ в настоящее время рассматриваются пути решения поставленной задачи.

Следует отметить и тот факт, что в последние годы все больше отмечается сближение отечественной и американской школ при определении расчетных максимальных расходов дождевых паводков [32]. В данном случае имеется в виду использование кривых распределения вероятностей при определении расчетных гидрологических характеристик. Кроме этого, следует отметить, что 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.

### **7. Пути решения главной современной проблемы в области инженерных гидрологических расчетов по территориальному обобщению гидрометеорологической информации во всех УГМС (ЦГМС) и ГГИ**

Основные пути решения главной современной проблемы инженерных гидрологических расчетов до 2020 г. [20] по обобщению гидрометеорологической информации по территории Российской Федерации следующие.

1. Включение в планы региональных тем Росгидромета во всех УГМС, ГГИ и Валдайском филиале ГГИ темы по пространственно-временному обобщению гидрологической информации.

2. Включение в планы Росгидромета НИОКР тематики по обобщению гидрологической информации для ГГИ и всех УГМС с ожидаемым результатом подготовки научно-прикладных справочников “Определение основных расчетных гидрологических характеристик в пунктах гидрометрических наблюдений”.

3. Включение в планы Росгидромета НИОКР тематики по обобщению гидрологической информации для ГГИ и всех УГМС с ожидаемым результатом подготовки научно-прикладных справочников “Определение основных расчетных гидрологических характеристик при отсутствии данных гидрометрических наблюдений в расчетном створе” по территориям деятельности УГМС. Пункты 2 и 3 полностью согласуются с постановкой задачи и временем проведения отмеченных работ в Водной стратегии до 2020 г. [1].

4. Включение в “План мероприятий по реализации Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 года” [1] научно-исследовательских работ УГМС (ЦГМС) и ГГИ по обобщению гидрометеорологической информации с целью определения основных расчетных гидрологических характеристик по территории России для научного обеспечения защиты социально-экономических объектов от негативного воздействия вод. В результате этих работ предстоит обеспечить:

— “регулярное обобщение по территории Российской Федерации данных гидрологического мониторинга в виде справочных изданий и актуализированных карт расчетных гидрологических характеристик водных объектов” [1];

— разработку методов расчета экстремальных гидрологических характеристик, направленных на повышение качества вероятностных прогнозов (расчетов стока) на период эксплуатации гидротехнических сооружений;

— “разработку методов сравнительной экономической эффективности для принятия решений о строительстве или реконструкции объектов инженерной защиты;

— разработку новых научных подходов и технологий проектирования и строительства объектов инженерной защиты” [1].

5. Включение в планы НИОКР Росгидромета научно-исследовательских работ по отмеченным ранее темам с общим названием: “Разработка и совершенствование методов определения основных расчетных гидрологических характеристик”.

## 8. Заключение

Приоритетным направлением научных исследований Государственного гидрологического института и УГМС (ЦГМС) на период до 2020 г. является обобщение гидрологической информации по территориям деятельности УГМС в соответствии с Водной стратегией [1]. Срочность начала работ по данному направлению исследований определяется недопустимо большой задержкой этих работ, исчисляемой несколькими десятками лет (40 лет и более). За этот период времени не используется в должной мере исходная гидрологическая информация для обеспечения хозяйственных организаций разных министерств и ведомств для строительного проектирования, комплексного использования и охраны водных ресурсов и при решении многих других научных и практических задач, стоящих перед гидрологией. Получается, что проводимые Росгидрометом по всей стране дорогостоящие наблюдения в течение нескольких десятилетий не используются в должной мере в практике инженерных гидрологических расчетов, что существенно снижает точность определения расчетных гидрологических характеристик, определяющих экономическую целесообразность и, что особенно важно, безопасность проектируемых сооружений. И это совершенно недопустимо. Действительно, государство вкладывает большие средства в производство стационарных гидрологических наблюдений на территории нашей страны, а в практике инженерных гидрологических расчетов для строительства эти наблюдения не используются до тех пор, пока не будет осуществлено обобщение гидрологической информации по территориям деятельности всех УГМС (ЦГМС).

Дополнительное (по отношению к бюджету финансирования Росгидромета) бюджетное финансирование мероприятий для научного обеспечения исследовательских работ по обобщению гидрологических характеристик по территориям деятельности УГМС (ЦГМС) и совершенствованию методов инженерно-гидрологических расчетов может быть получено, согласно “Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 года”, за счет средств федерального бюджета, бюджетов субъектов Российской Федерации и внебюджетных источников. Более подробная информация о дополнительном финансировании предлагаемых в данном аналитическом обзоре работ содержится в “Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 года”, которая утверждена распоряжением Председателя Правительства Российской Федерации В. В. Путиным 27 августа 2009 г. № 1235-Р.

## Литература

1. Водная стратегия Российской Федерации на период до 2020 года. — М., НИА-Природа, 2009, 40 с.
2. Кокорев А. В., Рождественский А. В., Лобанов А. Г. Автоматизированная система инженерных гидрологических расчетов в пунктах гидрологических наблюдений. — Метеорология и гидрология (в печати).
3. Международное руководство по методам расчета основных гидрологических характеристик. — Л., Гидрометеоздат, 1984, 248 с.
4. Методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при наличии данных гидрометрических наблюдений. — Нижний Новгород, Вектор-ТиС, 2007, 134 с.
5. Методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при недостаточности данных гидрометрических наблюдений. — СПб, ААНИИ, 66 с.
6. Методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при отсутствии данных гидрометрических наблюдений. — СПб, Нестор-История, 2009, 193 с.
7. Методические рекомендации по оценке однородности гидрологических характеристик и определение их расчетных значений по неоднородным данным. — СПб, Нестор-История, 2010, 162 с.
8. Методические рекомендации по учету влияния хозяйственной деятельности на сток малых рек при гидрологических расчетах для водохозяйственного проектирования. — Л., Гидрометеоздат, 1986, 167 с.
9. Методические указания по оценке влияния хозяйственной деятельности на сток средних и больших рек и восстановлению его характеристик. — Л., Гидрометеоздат, 1986, 130 с.
10. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. — Л., Гидрометеоздат, 1984, 445 с.
11. Пространственно-временные колебания стока рек СССР. — Л., Гидрометеоздат, 1988, 376 с.
12. Расчеты паводочного стока. Методы расчетов на основе мирового опыта. — Л., Гидрометеоздат, 1978, 304 с.
13. Рекомендации по приведению рядов речного стока и их параметров к многолетнему периоду. — Л., Гидрометеоздат, 1979, 64 с.
14. Рекомендации по статистическим методам анализа однородности пространственно-временных колебаний речного стока. — Л., Гидрометеоздат, 1984, 78 с.
15. Ресурсы поверхностных вод СССР. — Л., Гидрометеоздат, т. 1—20, 1966—1976.
16. Рождественский А. В. Оценка точности кривых распределения гидрологических характеристик. — Л., Гидрометеоздат, 1977, 270 с.
17. Рождественский А. В., Бузин В. А., Лобанов В. А. Исследование условий формирования и расчеты максимальных уровней воды на р. Лена у г. Ленск. — Метеорология и гидрология, 2003, № 2, с. 68—76.
18. Рождественский А. В., Ежов А. В., Сахарюк А. В. Оценка точности гидрологических расчетов. — Л., Гидрометеоздат, 1990, 276 с.
19. Рождественский А. В., Лобанов В. А. Уточнение расчетных гидрологических характеристик для действующих гидротехнических сооружений. /В сб.: Труды VI Всероссийского съезда. Секция 5. — М., Метеоагентство Росгидромета, 2006, с. 87—91.
20. Рождественский А. В., Шикломанов И. А. Новая система гидрологических расчетов для обеспечения строительства и других отраслей экономики России. — Метеорология и гидрология, 2006, № 11, с. 50—59.
21. Руководство по определению расчетных гидрологических характеристик. — Л., Гидрометеоздат, 1973, 112 с.
22. СН 435-72. Указания по определению расчетных гидрологических характеристик. Госстрой СССР. — Л., Гидрометеоздат, 1972, 19 с.



23. СНиП 2.01.14-83. Определение расчетных гидрологических характеристик. — М., Государственный комитет СССР по делам строительства, 1983, 97 с.
24. СНиП 10-01-94. Свод нормативных документов в строительстве. Общие положения. — М., Государственный комитет России по делам строительства, 1995.
25. СП 33-101-2003. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. — М., Госстрой России, 1984, 73 с.
26. Специфические аспекты гидрологических расчетов для водохозяйственного проектирования. — Л., Гидрометеиздат/ЮНЕСКО Пресс, 1979, 712 с.
27. Труды VI Всероссийского гидрологического съезда. Секция 5. — М., Метеоагентство Росгидромета, 2006, 234 с.
28. Федеральный закон “О техническом регулировании”, № 184-ФЗ. — М., 2002.
29. Федеральный закон “О безопасности гидротехнических сооружений”, № 117. — М., 1997.
30. Casebook of Methods for Computing Hydrological Parameters for Water Projects. — France, UNESCO, 1987, 325 p.
31. Evaluation of National Guides on Methods of Hydrological Computations. /J. W. van der Made (ed.). — Paris, UNESCO, IHP-III Project 2.1(c), 1989, 48 p.
32. Review of Risk Based Prioritization/ Decision Making Methodologies for Dams. — US Army Corps of Engineers, 2004, 42 p.
33. Rozhdestvensky A. V. Present state and prospects of hydrological computations development. Runoff computation for water projects. /In: Proceedings of the St. Petersburg Symposium. — Paris, UNESCO, IHP-IV Project M-14/ Technical Documents in Hydrology, No. 9, 1997, pp. 9—15.
34. Swain R. E., Bowles D., and Ostenaar D. A framework for characterization of extreme floods for dam safety risk assessment. — Proceedings of the 1998 USCOLD Annual Lecture, Buffalo, New York, August, 1998, 13 p.

Поступила  
9 III 2010

**PRESENT-DAY PROBLEM OF ENGINEERING HYDROLOGICAL  
COMPUTATIONS ON THE GENERALIZATION OF HYDROLOGICAL  
INFORMATION IN RUSSIA AND THE WAYS OF ITS SOLUTION**

A. V. Rozhdestvenskii and A. G. Lobanova

*The substantiation is given of the need to develop the scientific works on the regular generalization of hydrological characteristics in the Russian Federation by means of the preparation of scientific and applied reference books and/or “Territorial Construction Regulations for the Determination of Main Design Hydrological Characteristics” on the territory of responsibility of the Territorial Administrations for Hydrometeorological and Environmental Monitoring (TAHEM) of Roshydromet. The methodology, technical support, and the need in the regular re-computation of maximum design water discharges for operating hydraulic structures are considered. The ways of solution of the major current problem in the field of engineering hydrological computations on the territorial generalization of hydrometeorological information in all TAHEMs and in the State Hydrological Institute are outlined.*