

Инженерно-гидрометеорологические изыскания. Нормативная база и экспертиза результатов работ



Строительство и эксплуатация объектов капитального строительства на сегодняшний день развито повсеместно. История контроля в сфере строительства ведет отсчет с XVIII века. В России основа для системных работ в этом направлении была заложена еще Петром I. На протяжении продолжительного времени совершенствовались как сама строительная отрасль, так и система экспертизы строительных проектов, в задачи которой во все времена входил контроль качества проектирования и строительства. К настоящему моменту в сфере инженерно-гидрометеорологических изысканий разработано и внедрено в пользование множество документов, устанавливающих требования к качеству и методам как самого строительства, так и проверки документации для выполнения данного рода деятельности.

Никифоров Дмитрий Андреевич

Главный специалист Управления строительных решений Главгосэкспертизы России, к.т.н.

Введение. Нормативная база инженерных изысканий

Основными нормативными правовыми актами, регламентирующими организацию и проведение государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий, являются:

- Градостроительный кодекс Российской Федерации, принятый Федеральным законом от 29 декабря 2004 года №190-ФЗ;
- Федеральный закон от 30 декабря 2009 года №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

Пунктом 1 статьи 49 Градостроительного кодекса определяются основные положения о необходимости проведения экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий: «Проектная документация объектов капитального строительства и результаты инженерных изысканий, выполненных для подготовки такой проектной документации, подлежат экспертизе, за исключением случаев, предусмотренных частями 2, 3 и 3.1 настоящей статьи. Экспертиза проектной документации и (или) экспертиза результатов инженерных изысканий проводятся в форме государственной экспертизы или негосударственной экспертизы. Застройщик или технический заказчик по своему выбору направляет проектную документацию и результаты инженерных изысканий на государственную экспертизу или негосударственную экспертизу, за исключением случаев, если в соответствии с настоящей статьей в отношении проектной документации объектов капитального строительства и результатов инженерных изысканий, выполненных для подготовки такой проектной документации, предусмотрено проведение государственной экспертизы».

Наряду с Градостроительным кодексом Российской Федерации разработан и принят целый ряд правовых актов, регламентирующих организацию и проведение государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий:

- 1) Постановление Правительства Российской Федерации от 05 марта 2007 года №145 «О порядке организации и проведения государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий»;
- 2) Постановление Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 года №87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию»;
- 3) Постановление Правительства Российской Федерации от 19 января 2006 года №20 «Об инженерных изысканиях для подготовки проектной документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства» (вместе с «Положением о выполнении инженерных изысканий для подготовки проектной документации, строительства, реконструкции, капитального ремонта объектов капитального строительства»);
- 4) Постановление Правительства Российской Федерации от 07 ноября 2008 года №822 «Об утверждении Правил представления проектной документации объектов, строительство, реконструкцию, капитальный ремонт которых предполагается осуществлять на землях особо охраняемых природных территорий, для проведения государственной экспертизы и государственной экологической экспертизы»;
- 5) Постановление Правительства Российской Федерации от 31 марта 2012 года №271 «О порядке аттестации на право подготовки заключений экспертизы проектной документации и (или) результатов инженерных изысканий» (вместе с «Положением об

аттестации на право подготовки заключений экспертизы проектной документации и (или) результатов инженерных изысканий»);

6) Приказ Росстроя от 02 июля 2007 года №186 «О порядке ведения Реестра выданных заключений государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий и предоставления сведений, содержащихся в этом Реестре» (вместе с «Положением о порядке ведения Реестра выданных заключений государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий и предоставления сведений, содержащихся в этом Реестре»);

7) Приказ Росстроя от 16 марта 2007 года №64 «О государственном учреждении, уполномоченном на проведение государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий»;

8) Приказ Росстроя от 02 июля 2007 года №187 «О Порядке передачи проектной документации и (или) результатов инженерных изысканий для проведения государственной экспертизы при невозможности ее проведения в субъекте Российской Федерации по месту расположения земельного участка, на котором предполагается осуществить строительство, реконструкцию, капитальный ремонт объекта капитального строительства»;

9) Приказ Министерства регионального развития Российской Федерации от 20 декабря 2011 года №584 «Об утверждении содержания и формы отчетности об осуществлении переданных полномочий в области организации и проведения государственной экспертизы проектной документации, государственной экспертизы результатов инженерных изысканий»;

10) Приказ Министерства регионального развития Российской Федерации от 03 мая 2007 года №35 «О порядке согласования Федеральным агентством по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству структуры органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации в области государственной экспертизы проектов документов территориального планирования, государственной экспертизы проектной документации, государственной экспертизы результатов инженерных изысканий»;

11) Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 21 ноября 2014 года №728/пр «Об утверждении требований к формату электронных документов, представляемых для проведения государственной экспертизы проектной документации и (или) результатов инженерных изысканий»;

12) Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 08 июня 2018 года №341/пр «Об утверждении требований к составу, содержанию и порядку оформления заключения государственной экспертизы проектной документации и (или) результатов инженерных изысканий»;

13) Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 15 апреля 2016 года №248 «О Порядке разработки и согласования специальных технических условий для разработки проектной документации на объект капитального строительства».

Часть данных актов относится к разработке и экспертизе материалов проектной документации, часть – к проектной документации и результатам инженерных изысканий. Также к градостроительным отношениям применяется земельное, лесное, водное законодательство, законодательство об особо охраняемых природных территориях, об охране окружающей среды, об охране объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации, иное законодательство Российской Федерации, если данные отношения не урегулированы законодательством о

градостроительной деятельности (пункт 2 статьи 4 Градостроительного кодекса Российской Федерации).

Исходными данными о территории, на которой планируется строительство и для разработки проекта строительства, реконструкции объектов капитального строительства их частей, капитального ремонта, являются результаты инженерных изысканий.

Необходимость разработки и выполнения инженерных изысканий устанавливается пунктом 1 статьи 47 Градостроительного кодекса: «Инженерные изыскания выполняются для подготовки проектной документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства. Подготовка проектной документации, а также строительство, реконструкция объектов капитального строительства в соответствии с такой проектной документацией не допускаются без выполнения соответствующих инженерных изысканий».

В соответствии с пунктом 2 «Положения о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 года №87, определены 3 вида объектов капитального строительства (в зависимости от функционального назначения и характерных признаков):

- 1) объекты производственного назначения (здания, строения, сооружения производственного назначения, в том числе объекты обороны и безопасности), за исключением линейных объектов;
- 2) объекты непроизводственного назначения (здания, строения, сооружения жилищного фонда, социально-культурного и коммунально-бытового назначения, а также иные объекты капитального строительства непроизводственного назначения за исключением линейных объектов);
- 3) линейные объекты (линии электропередачи, линии связи, трубопроводы, автомобильные дороги, железнодорожные линии и другие подобные сооружения).

Основным правоустанавливающим и регулирующим документом в отношении инженерных изысканий является свод правил СП 47.13330.2012 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения». Актуализированная редакция СНиП 11-02-96». Стоит учитывать, что процесс разработки и внедрения новых современных нормативных документов не стоит на месте, на данный момент ряд изыскателей использует новую редакцию СП 47.13330, а именно свод правил СП 47.13330.2016 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96». Возможность использования нормативных документов в последней редакции регулируется постановлением Правительства Российской Федерации от 26 декабря 2014 года №1521 «Об утверждении перечня национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений"» (пункт 1 Статьи 6 Федерального закона от 30 декабря 2009 года №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений») и приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 марта 2015 года №365 «Об утверждении перечня документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона от 30 декабря 2009 г. №384-ФЗ "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений"».

Если для подготовки проектной документации требуется отступление от требований, установленных включенными (Постановление Правительства РФ от 26 декабря 2014 года №1521) национальными стандартами и сводами правил, недостаточно требований к надежности и безопасности, установленных указанными стандартами и сводами правил, или такие требования не установлены, подготовка проектной документации и строительство здания или сооружения осуществляются в соответствии со специальными техническими условиями, разрабатываемыми и согласовываемыми в порядке, установленном уполномоченным федеральным органом исполнительной власти.

Согласованные в установленном порядке специальные технические условия могут быть основанием для включения содержащихся в таких специальных технических условиях требований к зданиям и сооружениям, а также к связанным со зданиями и с сооружениями процессам проектирования (включая изыскания), строительства, монтажа, наладки в национальные стандарты и своды правил, применение которых обеспечивает соблюдение требований настоящего Федерального закона (пп. 8, 9. Статья 6, п. 6 Статьи 15 Федерального закона от 30 декабря 2009 года №384-ФЗ "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений"»).

В соответствии с пп. 4.9 СП 47.13330.2012 основанием для выполнения инженерных изысканий становится заключаемый в соответствии с гражданским законодательством Российской Федерации договор между застройщиком или техническим заказчиком и исполнителем. К договору должны прилагаться задание и программа выполнения инженерных изысканий. Инженерные изыскания должны быть обеспечены необходимыми исходно-разрешительными документами, установленными законодательными и иными нормативно-правовыми актами Российской Федерации, в том числе техническими и градостроительными регламентами. Задание на выполнение инженерных изысканий должно содержать основные сведения об объекте изысканий, необходимые для составления программы работ, и основные требования к материалам и результатам инженерных изысканий (п. 4.10 СП 47.13330.2012).

В частности, задание на выполнение инженерных изысканий для подготовки проектной документации должно содержать следующие сведения и данные:

- необходимость выполнения отдельных видов инженерных изысканий;
- перечень нормативных документов, в соответствии с требованиями которых необходимо выполнить инженерные изыскания, и т.д (п. 4.12 СП 47.13330.2012).

Так, применение и использование нормативных документов, которые не вошли ни в один из перечисленных перечней, возможно с указанием необходимости использования такого нормативного документа в задании на выполнение инженерных изысканий.

Особенности выполнения инженерно-гидрометеорологических изысканий

При рассмотрении результатов инженерно-гидрометеорологических изысканий по объектам, расположенным в северных, неизученных районах, районах вечной мерзлоты или покрытых льдом, районах, относящихся к морским акваториям, глубокоководным участкам моря, линейным объектам, пересекающим большие заливы, губы, уникальным объектам и т.п. зачастую возникает недостаток исходной информации, данных, отвечающих требованиям нормативных документов для возможности их использования для расчетов, невозможность использования стандартным методов и методик.

Для решения подобных вопросов в программу инженерных изысканий вносятся особые условия и необходимость использования научного сопровождения инженерных изысканий

(работ): обоснование применения нестандартизированных технологий (методов), необходимости выполнения научно-исследовательских работ, научного сопровождения инженерных изысканий и др. (пп. 4.15. 7.4.7 СП 47.13330.2012).

Согласно п. 4.7 СП 47.13330.2012 инженерные изыскания подразделяются по основным видам: инженерно-геодезические, инженерно-геологические, инженерно-геотехнические, инженерно-гидрометеорологические (ИГМИ), инженерно-экологические, также выделяются специальные виды. В данном своде правил описаны основные требования к проведению и оценке результатов инженерных изысканий. Требования к ИГМИ, в свою очередь, наиболее полно и конкретно описываются в своде правил СП 11-103-97 «Инженерно-гидрометеорологические изыскания для строительства» со ссылкой обязательного учета и использования СП 47.13330.2012 (п. 3.5 СП 11-103-97).

Обязательное применение СП 11-103-97 устанавливается п. 7.1.2 СП 47.13330.2012.

Основные пути и методы расчетов гидрологических параметров приведены в своде правил СП 33-101-2003 «Определение основных расчетных гидрологических характеристик» (письмо Министерства регионального развития Российской Федерации от 25 сентября 2009 года №31531-ИП/08), данный свод правил является добровольным для применения, но, следуя указаниям п. 4.1 данного свода, при применении других методов расчетов, следует провести анализ, включающий сравнительную оценку погрешностей расчетов с результатами расчетов по методам, изложенным в настоящем СП. Также применяются нормативные документы Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромета), отраслевых министерств и систем стандартов в области охраны природы и улучшения природных ресурсов.

Инженерно-гидрометеорологические изыскания являются самостоятельным видом инженерных изысканий и могут выполняться как в составе комплексных инженерных изысканий, так и отдельно по специальному техническому заданию (п. 3.7 СП 11-103-97).

Согласно п. 3.1 СП 11-103-97 цель инженерно-гидрометеорологических изысканий – комплексное изучение гидрометеорологических условий территории строительства и прогноз возможных изменений этих условий в результате взаимодействия с проектируемым объектом с целью получения необходимых и достаточных материалов для принятия обоснованных проектных решений. Согласно п. 3.3 СП 11-103-97 при проведении таких изысканий должны решаться следующие задачи:

- разработка генерального плана территории (города, поселка);
- определение возможности обеспечения потребности в воде и организацию различных видов водопотребления и водопользования;
- выбор места размещения площадки строительства (трассы) и ее инженерную защиту от неблагоприятных гидрометеорологических воздействий;
- определение основных параметров сооружений и организацию строительства;
- определение условий эксплуатации сооружений;
- оценка негативного воздействия объектов строительства на окружающие водную и воздушную среды и разработку природоохранных мероприятий.

Изучению подлежат (согласно п. 3.4 СП 11-103-97):

- гидрологический режим рек (в том числе временных водотоков), озер, водохранилищ, болот, устьевых участков рек, прибрежной и шельфовой зон морей;
- климатические условия и отдельные метеорологические характеристики;
- опасные гидрометеорологические процессы и явления;

- техногенные изменения гидрологических и климатических условий или их отдельных характеристик.

Состав гидрологических и метеорологических наблюдений определяется в зависимости от вида сооружения, для которого выполняются инженерные изыскания, степени изученности гидрологического режима водного объекта и климатических условий территории (п. 4.23 СП 11-103-97). В состав инженерно-гидрометеорологических изысканий входят (п. 4.1 СП 11-103-97):

- сбор, анализ и обобщение материалов гидрометеорологической и картографической изученности территории;
- рекогносцировочное обследование района инженерных изысканий;
- наблюдения за характеристиками гидрологического режима водных объектов и метеорологическими элементами;
- изучение опасных гидрометеорологических процессов и явлений;
- камеральная обработка материалов с определением расчетных гидрологических и (или) метеорологических характеристик;
- составление технического отчета.

Согласно п. 4.4 СП 11-103-97 при проведении инженерно-гидрометеорологических изысканий, при необходимости, выполняются специальные работы и исследования (в соответствии с техническим заданием), обеспечивающие изучение:

- микроклиматических условий;
- условий рассеивания вредных веществ и загрязнения атмосферного воздуха;
- особенностей гидравлического режима участков рек, водохранилищ и нижних бьефов;
- характеристик русловых и пойменных деформаций рек, водноэрозионной деятельности и овражно-балочной сети;
- переработки берегов водохранилищ, динамики прибрежной зоны морей;
- водного баланса рек, озер, водохранилищ, подтапливаемых территорий и пр.;
- условий формирования стока на эталонных бассейнах и участках рек;
- ледотермических условий водоемов и водотоков;
- особенностей гидробиологического и гидрохимического режима рек, озер, водохранилищ и пр.;
- воздействия экологически опасных сооружений на водную экосистему.

Виды работ по инженерным изысканиям, по подготовке проектной документации, по строительству, реконструкции, капитальному ремонту объектов капитального строительства, для выполнения которых требуется получение свидетельства о допуске определены приказом Министерства регионального развития Российской Федерации от 30 декабря 2009 года №624 «Об утверждении Перечня видов работ по инженерным изысканиям, по подготовке проектной документации, по строительству, реконструкции, капитальному ремонту объектов капитального строительства, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства», так же данные сведения содержатся в Градостроительном кодексе Российской Федерации (Согласно статьям 47, 48, 55.5.1 и 55.8).

Составные части инженерно-гидрометеорологических изысканий. Особенности рассмотрения результатов

Рассматривая подробнее составные части инженерно-гидрометеорологических изысканий, стоит выделить несколько основных составляющих:

- метеорологическая часть;
- гидрологическая часть;
- океанологическая часть;
- специфические опасные процессы и явления (селевые потоки, снежные лавины).

Метеорологическая часть включает основные параметры климата территории планируемого проектирования, удовлетворяющие потребностям для проектирования. К основным метеорологическим наблюдениям, выполняемым в составе инженерно-гидрометеорологических изысканий, относятся наблюдения за атмосферным давлением, температурой и влажностью воздуха; скоростью и направлением ветра; температурой на поверхности почвы и состоянием поверхности почвы; атмосферными осадками; облачностью, метеорологической видимостью, атмосферными явлениями; снежным покровом (п. 4.25 СП 11-103-97). При необходимости в состав метеорологических наблюдений включают специальные работы, к которым относятся наблюдения за солнечной радиацией, испарением с водной поверхности, сгонно-нагонными явлениями и сейшми, изучение динамики водных масс, термического режима и др. (п. 4.26 СП 11-103-97).

Основными нормативными документами, используемыми при рассмотрении результатов инженерно-гидрометеорологических изысканий, является ряд сводов правил, содержащих требования наличия метеорологических данных, необходимых для проектирования.

Таковыми документами являются, в частности: СП 47.13330.2012, СП 47.13330.2016, СП 11-103-97, СП 131.13330.2012 «Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*», СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*», СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия.

Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*» и другие отраслевые нормативные документы. Необходимо учитывать данные, приведенные в различных справочных пособиях по климату, актуальные данные метеорологических наблюдений на станциях и постах Росгидромета, отвечающих критериям продолжительности наблюдений, репрезентативности и качества (пп. 4.10, 4.11, 4.12, 4.27, 4.28, 4.34, 4.35, 7.10 СП 11-103-97).

Рассмотрение результатов инженерно-гидрометеорологических изысканий, касающихся **гидрологических расчетов**, состоит из видов работ, установленных п. 4.24 СП 11-103-97 и представляющих расчеты:

- уровней воды;
- уклонов водной поверхности;
- расходов воды и определение зависимости между расходами и уровнями; расходов взвешенных и донных наносов.

В ряде случаев в составе инженерных изысканий дополнительно предусматривают:

- измерение скоростей и направлений течений воды;
- определение коэффициентов шероховатости русла и поймы;
- изучение гидрохимического режима;
- изучение температурного режима;
- изучение ледового режима и явлений;
- изучение русловых процессов;
- изучение волнового режима;

- наблюдения за прозрачностью и цветом воды и др.

Требования к наличию и способам расчета различных гидрологических характеристик предъявляются различными нормативными документами. Примером могут служить общие своды правил по инженерно-гидрометеорологическим изысканиям: СП 47.13330.2012, СП 47.13330.2016, СП 11-103-97, СП 33-101-2003 «Определение основных расчетных гидрологических характеристик». Наряду со сводами правил, содержащими общие требования к производству инженерно-гидрометеорологических изысканий и работ, необходимо учитывать требования различных отраслевых нормативных документов (п. 4.38 СП 11-103-97), пособий, сводов правил, Водного кодекса Российской Федерации, Федерального закона от 27 декабря 2002 года №184-ФЗ «О техническом регулировании», Федерального закона от 30 декабря 2009 года №384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», Федерального закона от 21 декабря 1994 года №68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», СП 121.13330.2012 «Аэродромы», СП 35.13330.2011 «Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84», СП 18.13330.2011 «Генеральные планы промышленных предприятий. Актуализированная редакция СНиП 11-89-80*», СП 36.13330.2012 «Магистральные трубопроводы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.06-85*», СП 31.13330.2012 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84*», СП 104.13330.2011 «Инженерная защита территории от затопления и подтопления. Актуализированная редакция СНиП 2.06.15-85», СП 104.13330.2016, СП 58.13330.2012 «Гидротехнические сооружения. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 33-01-2003», СП 38.13330.2012 «Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов). Актуализированная редакция СНиП 2.06.04-82*» и др.

Отдельно стоит обратить внимание на различные пособия, касающиеся непосредственно методов расчета гидрологических характеристик и параметров. Примерами таких руководств могут служить «Методические рекомендации по определению расходов воды при проектировании переходов через водотоки в зоне воздействия некапитальных плотин», «Наставления гидрометеорологическим станциям и постам», «Пособие к СНиП 2.05.03-84 «Мосты и трубы» по изысканиям и проектированию железнодорожных и автодорожных мостовых переходов через водотоки (ПМП-91)», «Пособие по гидравлическим расчетам малых водопропускных сооружений», «Методические рекомендации по определению расходов воды при проектировании переходов через водотоки в зоне воздействия некапитальных плотин», Ведомственные строительные нормы (ВСН 34.3-89 «Инженерно-гидрометеорологические изыскания для гидроэнергетического строительства») и другие материалы.

В большинстве случаев ставится ряд конкретных требований для безопасности объектов капитального строительства в отношении поверхностных водных объектов: незатопляемость площадок или отдельных элементов объекта капитального строительства, отсутствие воздействия русловых деформаций на объект, наличие необходимого объема воды в водном объекте, планирование частей капитального сооружения на пропуск расходов воды заданной обеспеченности (в частности, мостовые переходы) или удержание определенного объема воды (в частности, ГТС) и др.

Различные обеспеченности расходов воды, необходимые для целей проектирования тех или иных сооружений, также устанавливаются требованиями вышеуказанных узкоспециализированных отраслевых нормативных документов (п. 4.38 СП 11-103-97) в

зависимости от назначения и вида сооружения, класса, уровня ответственности. Примером могут служить ГТС различного класса (п. 8.24 СП 58.13330.2012), категории автомобильных или железных дорог (п. 5.25 СП 35.13330.2011). Отдельно стоит учитывать гидрологические характеристики, необходимые для проектирования гидротехнических сооружений. Такими характеристиками могут быть волновые нагрузки на ГТС в водохранилищах (СП 38.13330.2012), на опоры и отдельные конструкции мостовых переходов на реках, отдельные элементы ледовых явлений (СП 35.13330.2011), размывающая способность потока, водный баланс озер.

При рассмотрении результатов гидрологических изысканий и расчетов отдельно стоит учитывать требования к корректности выбора постов-аналогов, что зачастую игнорируется исполнителем или делается некорректно. Так п. 4.9 СП 11-103-97 дает указания к выбору постов (рек) аналогов, необходим учет факторов: однородности условий формирования стока; сходства климатических условий; факторов, искажающих величину естественного речного стока (регулирование стока, сбросы, водозаборы и др.). Схожее, но более подробное требование к выбору рек-аналогов приведено в п. 4.10 СП 33-101-2003, в соответствии с которым необходимо учитывать:

- однотипность стока реки-аналога и исследуемой реки;
- географическую близость расположения водосборов;
- однородность условий формирования стока, сходство климатических условий, однотипность почв (грунтов) и гидрогеологических условий, близкую степень озерности, залесенности, заболоченности и распаханности водосборов;
- средние высоты водосборов не должны существенно отличаться, для горных и полугорных районов следует учитывать экспозицию склона и гипсометрию; отсутствие факторов, существенно искажающих естественный речной сток (регулирование стока, сбросы воды, изъятие стока на орошение и другие нужды).

В свою очередь, п. 7.26 данного свода правил требует соблюдения условий уже непосредственно расчетных величин, которые представляют собой отношения длин рек, уклонов водной поверхности и площадей водосборов.

При работе с водными объектами, которые находятся в районах сильного антропогенного влияния, согласно п. 4.6 СП 33-101-2003 производят оценку антропогенного влияния и выбирают наиболее оптимальный путь работы с рядами данных наблюдений. Стоит учитывать, что полученные результаты должны удовлетворять критериям однородности рядов наблюдений (п. 4.7, разделы 4, 5, 6, 7 СП 33-101-2003) и степени гидрологической изученности территории (по критерию продолжительности наблюдений), данное требование содержится в пп. 4.9, 4.12, 4.27 СП 11-103-97.

Состав инженерных изысканий, объемы, методики и технологии работ, необходимые и достаточные для выполнения задания, определяет и обосновывает исполнитель инженерных изысканий в программе выполнения инженерных изысканий (п. 4.14 СП 47.13330.2012). Важно учитывать необходимость и достаточность тех или иных видов работ для проектирования именно конкретного объекта капитального строительства.

Нередко объекты проектирования могут располагаться в районах, относящихся к шельфовым зонам морей, прибрежным участкам. При рассмотрении результатов инженерных изысканий, включающие **исследования по гидрологии моря (океанологии)**, необходимо учитывать специфику, как региона, водного объекта (моря), так и непосредственно проектируемого сооружения. В пп. 7.4.5, 7.4.6 СП 47.13330.2012, пп. 9.7, 9.9 СП 11-103-97 приводятся основные требования к инженерно-гидрометеорологическим

изысканиям, выполняемым для объектов морского транспорта, строительства гидротехнических сооружений, нефтепромыслов, располагаемых в пределах шельфовых зон морей, морских гидротехнических сооружений. Основными методами расчетов в инженерно-океанологических изысканиях, на данный момент, можно назвать математическое моделирование и цифровую обработку данных, полученных со станций стационарных и периодических наблюдений за параметрами моря. Основная нормативная база, используемая при рассмотрении результатов для проектирования и реконструкции объектов капитального строительства, расположенных в зоне влияния морей, состоит, в основном, из вышеперечисленных сводов правил. Также стоит учитывать требования СП 11-114-2004 «Инженерные изыскания на континентальном шельфе для строительства морских нефтегазопромысловых сооружений», СП 292.1325800.2017 «Здания и сооружения в цунамиопасных районах. Правила проектирования», СП 38.13330.2012, различные рекомендации в виде руководящих документов: РД 52.04.563-2002 «Инструкция. Критерии опасных гидрометеорологических явлений и порядок подачи штормового сообщения», РД 52.88.699-2008 «Положение о порядке действий учреждений и организаций при угрозе возникновения опасных природных явлений», РД 31.31.21-81 «Основные положения по проектированию морских портов с замерзающей акваторией. ЦРИА Морфлот, 1981», РД 31.3.07-01 «Указания по расчету нагрузок и воздействий от волн, судов и льда на морские гидротехнические сооружения. 2001», ВСН 41.88 «Проектирование ледостойких стационарных платформ. М., Миннефтегаз СССР. 1988», фондовые материалы, справочники и атласы, статьи и монографии (в том числе зарубежные), в которых содержатся данные и результаты последних исследований, источники в сети интернет.

Пристальное внимание стоит обратить на использование последних данных, которые зачастую сильно отличаются от данных десятилетней давности. В настоящее время в некоторых регионах отмечаются сильные изменения уровня режима морей, возникают новые максимумы опасных природных явлений, способные оказать негативное влияние на объекты проектирования, расположенные на побережье. Наблюдается увеличение зоны затопления, усиление ветрового воздействия, штормовых нагонов, волнения, перекрываются известные максимальные величины основных характеристик. Сложным является описание ледового режима и характеристик ледового покрова акватории моря. Данные, которые собираются, зачастую точечные, не подлежат экстраполяции и не всегда точны. Морские ледяные поля, торосы, стамухи, навалы льда на берег, напоязания льда, экзарация дна стамухами носят локальный пространственный характер и должны изучаться непосредственно для участка проектирования в течении продолжительного времени перед началом проектирования и строительства. Основные характеристики, необходимые для проектирования, приведены в пп. 7.4.5, 7.4.6, 7.6.4 СП 47.13330.2012, пп. 6.7, 7.10 СП 11-103-97.

Ссылаясь на пп. 7.3, 7.10 СП 11-103-97, стоит отдельно отметить **необходимость учета таких опасных гидрометеорологических процессов и явлений**, как сели и лавины. Для определения расчетных характеристик селей в процессе инженерных изысканий должны быть получены следующие данные и материалы (п. 7.4 СП 11-103-97):

- площадь водосбора и длина водотока до расчетного створа;
- средневзвешенный уклон водотока;
- средний уклон водотока в пределах расчетного участка (створа);
- средний уклон водосбора;

- средняя высота водосбора над уровнем моря;
- относительная величина залесенности водосбора;
- продольные профили основного водотока и всех селевых тальвегов, непосредственно впадающих в главное русло;
- поперечные профили в створах, для которых требуется произвести расчеты характеристик селевого потока, а также на основной реке, в которую впадает рассматриваемый селевой водоток;
- кривые гранулометрического состава наносов в русле и пойме по каждому поперечному профилю.

При определении расчетных характеристик селей используют также: инженерно-геологическую карту с выделением зон распространения рыхлых и слабосцементированных отложений, оползневых, обвальных и осыпных участков, почвенно-эрозионную карту с выделением зон эрозии и карту растительности.

Основные расчетные характеристики селя могут быть оценены с применением нескольких основных методик, описанных в следующих документах:

- «Пособие к СНиП 2.05.03-84 «Мосты и трубы» по изысканиям и проектированию железнодорожных и автодорожных мостовых переходов через водотоки (ПМП-91)»;
- П-814-84 «Рекомендации по проектированию противоселевых защитных сооружений»;
- ОДМ 218.2.052-2015 «Отраслевой дорожный методический документ. Проектирование и строительство противоселевых сооружений для защиты автомобильных дорог»;
- ВСН 03-76 «Инструкция по определению расчетных характеристик дождевых селей».

Для расчета характеристик снежных лавин при проектировании противолавинных сооружений должны быть получены данные о площади лавиносбора, средней высоте фронта лавины, плотности и высоте снежного покрова, длине пути, пройденном лавиной, угле наклона склона и т.д. (п. 7.5 СП 11-103-97). Также стоит учитывать требования п. 7.10 СП 11-103-97. Расчеты параметров можно производить, используя ВСН 02-73 «Указания по расчету снеголавинных нагрузок при проектировании сооружений».

Следует учитывать и сведения о необходимых расчетных характеристиках, необходимых при рассмотрении селей и лавин, приведенные в СП 116.13330.2012 «Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 22-02-2003».

Математическое моделирование и программные комплексы для расчета гидрогеологических характеристик

Для расчета гидрологических характеристик в основном используются методики и подходы, описанные в сводах правил (СП 33-101-2003), но в ряде случаев исполнитель отдает предпочтение методам математического моделирования. Под математическим моделированием понимается использование различных компьютерных программных комплексов, которые позволяют производить расчеты гидрологических параметров на основании введенной информации по морфометрическим характеристикам участка водного объекта и расходным/уровненным характеристикам (в том числе заданной обеспеченности), которые в данном случае выступают в виде граничных условий

(расходы/уровни воды, объем стока/притока на верхней границе – данные, которые задаются пользователем при подготовке компьютерной модели к расчету).

В настоящее время широкое распространение получили одномерные и двумерные компьютерные модели. Выбор той или иной модели зависит напрямую от поставленной задачи. Одномерные математические модели для численного моделирования гидрологических процессов в гидравлических системах открытых русел базируются на математических моделях для исследования процессов, возникающих при неустановившихся течениях воды в открытых руслах и их системах. Они представляют одномерные уравнения Сен-Венана, записанные в обобщенной форме (уравнение движения и уравнение неразрывности) и уравнение Шези (для двумерных моделей используются модификации системы уравнений). Для гидравлического расчета необходимо установить граничные и начальные условия. Вид этих условий зависит от принятой схемы расчета. Для речного участка на верхней границе граничные условия задаются в виде расхода, уровня воды или кривой $Q = f(H)$. На нижней границе должны быть определены граничные условия, которые не будут жестко контролировать или определять основную искомую расчетную характеристику.

Программные комплексы используются не только для расчетов гидравлических характеристик потока, но также могут включать в себя седиментационный блок и блок гидрохимических расчетов, но корректность работы каждой последующей модели (гидрохимической или переноса наносов) зависит от грамотно построенной и откалиброванной гидравлической модели водного объекта. На данный момент жесткие требования, при рассмотрении гидравлических расчетов с использованием программных комплексов, нормативной базой не установлены, в СП 47.13330.2016 пунктами 7.1.17, 7.3.1.9 установлена возможность использования лабораторного физического моделирования при изучении опасных гидрометеорологических процессов или русловых процессов.

Следовательно, при рассмотрении результатов математического моделирования особое внимание стоит обращать на исходные данные для моделирования и грамотное назначение граничных условий, сама система расчета с использованием определенного программного комплекса остается неосвещенной. Это подразумевает невозможность воспроизвести расчет параметров в бытовых условиях, так как каждый программный комплекс использует ряд настраиваемых параметров, которые задаются пользователем и могут быть показаны, и коэффициентов, которые, как правило, являются эмпирическими и доступны для ознакомления и анализа только при наличии подробных технических описаний используемого программного комплекса.

В большинстве случаев при необходимости получения гидравлических характеристик потока (уровни/расходы воды) используются одномерные модели, для них необходим достаточно ограниченный набор исходных данных и гидрологической информации, в то время, как для двумерных моделей набор данных должен быть несравненно больше, что зачастую ограничивает возможность использования данных моделей. Двумерная гидравлическая модель зачастую используется для получения модели затопления местности с расчетными параметрами зоны затопления, химического загрязнения, распределения гидрохимических параметров в водном объекте, их динамика.

При рассмотрении результатов инженерно-гидрометеорологических изысканий в части гидрологии моря исполнители все чаще прибегают к использованию различных математических моделей в комплексе со стандартными расчетами. Зачастую происходит сопряжение нескольких математических моделей. Происходит это в виду большого

масштаба рассматриваемых объектов. Так, при моделировании океанологических характеристик для определенного участка прибрежной территории или акватории, как правило, применяют связку из математических моделей общей циркуляции атмосферы для данного региона, комплекса расчета гидрохимических показателей для участка моря, моделей волнения, основанных на уравнениях глубокой и мелкой воды, расчетов приливов, нагонов, литодинамических процессов, льда и т.д. В устьевых участках рек, устьевом взморье, устьевом баре происходит активное влияние морского фактора (приливов, нагонов), для данных участков используются отдельные комплексы моделей, включающие учет гидрологических, океанологических, геоморфологических факторов формирования и развития, процессов, происходящих в данных областях.

При рассмотрении результатов моделирования океанологических параметров важно учитывать региональные зависимости и особенности регионов проведения изысканий, актуальность используемых данных, корректность применения различных методик расчетов, методов моделирования. Основой для моделирования параметров волнения и его воздействия на проектируемые сооружения является (аналогично расчетам гидравлических параметров рек) связка исходных данных по морфометрии (рельеф береговой полосы и дна моря на исследуемом участке) и гидродинамические расчеты, рассматривающие процесс генерации цунами, трансформацию волн на акватории и при подходе берегу, сооружениям, штормовые и ветровые нагоны. Расчеты, как правило, выполняются на основе применения современных, главным образом численных, методов механики сплошных сред и гидравлических расчетов.

Заключение

На данный момент нормативная база, регулирующая выполнение инженерно-гидрометеорологических изысканий для строительства, четко определена в отношении проведения и рассмотрения метеорологических и гидрологических изысканий. Основная часть требований к наличию определенных океанологических характеристик содержится в производственно-отраслевых нормативных документах и сводах правил, устанавливающих требования для проектирования и строительства отдельных видов сооружений. Состав и содержание нормативной документации постоянно совершенствуется, выходят актуализированные версии Сводов правил и норм, методы расчетов и рекомендации к рассмотрению.

В то же время присутствуют определенные разделы и явления, которые не нашли достаточного отражения или не описаны вовсе в нормативных документах, относящихся к инженерно-гидрометеорологическим изысканиям:

- 1) При производстве инженерно-гидрометеорологических изысканий для проектирования и строительства в большинстве случаев не ведется учет микроклиматических условий территории больших городов, где основные климатические показатели претерпевают относительно значимые изменения в виду антропогенной деятельности и нагрузки;
- 2) Не обозначена конкретная рекомендованная методика расчетов параметров селей и лавин (в том числе с учетом региональных факторов, характеристик подстилающей поверхности, факторов формирования явлений и параметров склонов);
- 3) Не разработана единая методика (рекомендации) применения инструмента математического моделирования при расчетах гидрологических характеристик для водных объектов суши, наравне с возможностью использования тех или иных

программных комплексов, и путей рассмотрения подобного вида выполненных работ;

- 4) Не разработана единая методика (рекомендации) применения инструмента математического моделирования при расчетах океанологических характеристик для моря и береговой черты, наравне с возможностью использования тех или иных программных комплексов, и путей рассмотрения подобного вида выполненных работ.

По описанной выше тематике в ноябре 2018 года в МГУ им. М.В. Ломоносова автором была прочитана лекция «Государственная экспертиза результатов инженерных изысканий. Инженерно-гидрометеорологические изыскания» для студентов первого года магистратуры кафедры гидрологии суши в рамках учебного курса «Гидрологическая экспертиза проектов», на которой были освещены основные положения, описанные в данной статье.

Данная статья из журнала «Вестник государственной экспертизы» (№2/2019) публикуется в рамках информационного сотрудничества журнала «ГеоИнфо» и Главгосэкспертизы России.

С 2019 года «Вестник» доступен только по подписке. Получить всю подробную информацию и подписаться на журнал «Вестник государственной экспертизы» можно [ЗДЕСЬ](#).