



Д. А. ДРУГАЧУК,
Л. М. МОНОСОВ, к. г. н.,
И. В. ПОЛИЩУК
(Дирекция КЗС Минстроя России);
В. И. ПОПОВ, к. т. н.
(АО «Институт «Стройпроект», МАДИ)

ВЛИЯНИЕ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ НА НАВОДНЕНИЯ И РАБОТУ КЗС В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

В статье приведены данные о наводнениях в Санкт-Петербурге и достижениях Комплекса защитных сооружений (КЗС) в их предотвращении. Рассмотрены влияние последствий глобального потепления на состояние акваторий Финского залива и Невской губы и прогнозируемые риски опасных природно-климатических явлений. Показаны пути по улучшению системы мониторинга процессов, воздействующих на работу КЗС.

ГЛОБАЛЬНАЯ ПРОБЛЕМА

По итогам Всемирного экономического форума 2017 года был выпущен доклад, посвященный глобальным рискам, с которыми сталкивается человечество. Первую позицию заняли экстремальные погодные явления, причиной возникновения которых является изменение климата, сопровождающееся повышением температуры воздуха, таянием ледников, увеличением общего дисбаланса природных систем. Также просчитано, что по масштабу и опасности оказываемого воздействия эти катаклизмы уступают лишь оружию массового поражения.

Современная статистика свидетельствует о растущем во всем мире ущербе от погодных и климатиче-

Окончание следует

ских явлений. При этом почти 90% самых тяжелых экономических и социальных потерь приходится на наводнения и другие опасные гидрометеорологические аномалии.

Глобальное потепление климата, которое происходит в настоящее время, подтверждается в материалах наблюдений ведущих стран мира. Активнее всего его последствия проявляются в виде участвовавших внезапных наводнений. Соответственно, это вызывает серьезную обеспокоенность и необходимость принятия эффективных мер.

Например, на период с 2015 по 2021 гг. на борьбу с наводнениями правительством Великобритании выделяется сумма, в пересчете на рубли составляющая около 226 млрд. В ходе работ предполагается дополнительно защитить от затопления более 300 тыс. домов. По мнению британского министра окружающей среды, продовольствия и сельского хозяйства Майкла Гоува, однако, этого явно недостаточно — необходимо наряду с традиционными мерами защиты от наводнений (дамбы, волноломы, т. д.) применять новые технологии и средства. В частности, рассматривается возможность переселения граждан из районов, входящих в зоны повышенного климатического риска, вглубь страны. Данные меры рассматриваются с учетом того, что в Британии с 1983 года успешно эксплуатируются уникальные сооружения защиты Лондона от наводнений — «Барьер Темзы» (Thames Barrier).



Рис. 1. Наводнение 7 ноября 1824 года

В этой связи, безусловно, представляет интерес то, что происходит и делается на территории нашей страны. Согласно материалам Росгидромета, в России за последние десятилетия потепление климата происходило быстрее и масштабнее, чем на остальной части Земного шара. Рост глобальной температуры на планете за последние 10 лет в среднем составил около 0,17 °С, а в России за тот же период — 0,45 °С. Особенно быстро это происходит в полярной области — до 0,8 °С.

Как следствие такого процесса, в России отмечается резкое увеличение опасных гидрометеорологических явлений. За период 1990–2000 гг. их ежегодно фиксировалось 150–200. Далее их число возросло до 250–300, а с 2007 года превысило 400.

Изменение климата в России считается основным фактором риска на ближайшие 10 лет, провоцирующим рост числа внезапных наводнений, что мы и наблюдаем в восточной части Финского залива.

ИЗ ИСТОРИИ ПЕТЕРБУРГА

За 316 лет существования Санкт-Петербурга имело место, по разным оценкам, от 308 до 327 подъемов уровня воды выше отметки +160 см Балтийской системы высот (БСВ) на гидрологическом посту «Горный институт», расположенном на Васильевском острове. Превышение этого значения принято считать наводнением.

Среди наводнений было три катастрофических, когда уровень воды поднимался выше 3 м. Из них наиболее масштабное и страшное по последствиям произошло 7 ноября 1824 года (рис. 1). При этом наводнении, получившем название «потоп», вода поднялась до отметки +421 см БСВ. В результате было затоплено две трети территории города, разрушено 324 дома, повреждено 3257 строений, погибло более 500 человек. Также оказался разрушен Кронштадт, в том числе Кронштадтская крепость, где погибли 76 человек.

После катастрофы 1824 года инженер П. П. Базен предложил вариант защиты Санкт-Петербурга от нагонных наводнений с помощью строительства каменно-земляной дамбы в Финском заливе.

Следующая катастрофа случилась 23 сентября 1924 года. Нагонная волна застала город врасплох. Расчеты Главной геофизической обсерватории не оправдались, прогноз наводнения оказался неудачным. Уров-

немер гидрологического поста Горного института был поврежден. Высота наводнения (+380 см БСВ) в итоге была установлена нивелированием водяных следов на зданиях. При использовании такой методики, однако, не исключены ошибки.

Во время этого наводнения не обошлось без человеческих жертв (до 10 погибших). В городе было введено военное положение. Последствия наводнения ликвидировались в течение года. Катастрофа 1924 года стимулировала разработку проекта защиты Ленинграда от наводнений.

Статистика свидетельствует, что с 1703 по 1980 гг. (за 277 лет) в январе–марте в городе имело место 68 зимних наводнений, а с 1981 по март 2019 года (за 37 лет) их произошло уже 46. Из них последние были предотвращены Комплексом защитных сооружений (рис. 2).

Резкое увеличение количества наводнений, как уже отмечалось, объясняется влиянием процессов глобального потепления и, как следствие, усилением с 1981 года циклонической активности над Северной Атлантикой. Повышается и уровень Балтийского моря при общей тенденции повышения уровня мирового океана.

КЗС В ДЕЙСТВИИ

Проблемам борьбы с гидрометеорологическими катаклизмами в России уделяется пристальное внимание, о чем свидетельствует ввод в эксплуатацию в 2011 году Комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений.

КЗС построен в восточной части Финского залива по линии Лисий Нос — Кронштадт — Ломоносов. Это череда из 11 защитных дамб, двух судо- и шести водопропускных сооружений, общей протяженностью более 25 км. КЗС обеспечивает естественный гидрологический режим через восемь водопропускных отверстий. Они перекрываются затворами, физически отделяя акваторию Невской губы от Финского залива. В реализованном проекте КЗС изолированная Невская губа, с расчетной площадью поверхности 400 км², выполняет роль аккумуляющей акватории для стока Невы при ликвидации морских нагонных наводнений.

За восьмилетний период эксплуатации КЗС таковых предотвращено 16. В том числе особо опасное наводнение 26 декабря 2011 года, вызванное штормом «Святой

Патрик», с прогнозируемым подъемом уровня воды +294 см БСВ. Результатом могло бы стать затопление 17% территории Санкт-Петербурга, включая всю историческую часть города и ряд станций метрополитена, что создало бы реальную угрозу жизни сотням тысяч горожан.

Особого внимания также заслуживает наводнение в марте 2019 года. Ранее в истории Санкт-Петербурга наводнений в этом месяце было всего семь. В XVIII веке отмечено одно, в XIX их не наблюдалось, за весь XX век зафиксировано пять. В XXI веке уже произошло два нагонных мартовских наводнения: 10 марта 2002 года (+182 см БСВ) и — предотвращенное — 9 марта 2019 года (+180 см БСВ).

Причиной возникновения последней ситуации явилось прохождение глубокого циклона и связанных с ними атмосферных фронтов над акваторией Балтийского моря и восточной частью Финского залива, покрытого льдом (припай) толщиной 40–60 см.

При одновременном подъеме уровня воды, повышении температуры воздуха и нажимных ветрах западной четверти со скоростями до 31 м/с, произошел отрыв от берегов ледяного покрова и его смещение с запада на восток. В результате на дамбе Д-3 со стороны Финского залива образовались навалы льда на участке длиной около 1000 м, шириной 18–20 м, высотой до 11,4 м. Объем этого льда был оценен ориентировочно в 160 тыс. м³ (рис. 3, 4).

Скорость западного ветра при данном наводнении достигала 31 м/с, что на 20% превышает принятую в качестве исходных данных в проекте КЗС.

Для предотвращения нагонных наводнений все судо- и водопропускные отверстия КЗС, как уже



Рис. 2. Предотвращение наводнения 13 января 2015 года. Затвор судопропускного сооружения С-1 в положении «закрыто»

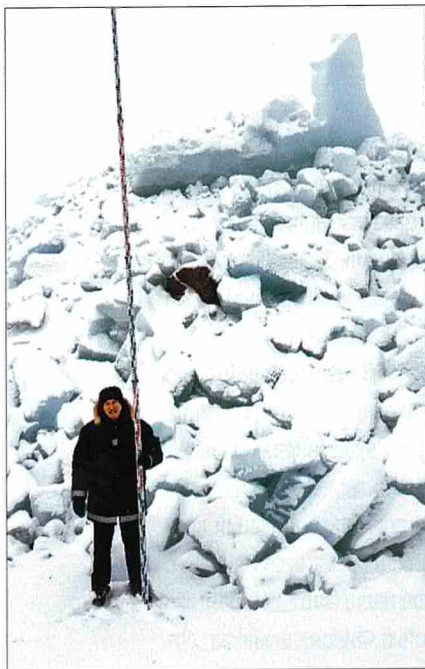


Рис. 3. Навал льда на дамбе Д-3. Март 2019 года



Рис. 4. Панорама навала льда на дамбу Д-3. Март 2019 года

отмечалось, перекрываются затворами, изолируя Невскую губу (рис. 5).

ПРОБЛЕМЫ НЕВСКОЙ ГУБЫ

Невская губа — это мелководный водоем с плоским дном. Длина — 21 км, наибольшая ширина — 15 км, преобладающая глубина — 3–5 м. Это уникальный водный объект, имеющий важное геополитическое, социальное, военное, культурно-историческое и рыбохозяйственное значение. В ее акватории с обширными отмелями и многочисленными преградами, в том числе искусственного происхождения, препятствующими проникновению морских ветровых волн и ветровых течений, сформировался собственный гидрологический режим.

В условиях глобального изменения климата и увеличения частоты возникновения морских нагонных наводнений работа КЗС по предотвращению наводненческих ситуаций происходит при постоянно уменьшающейся площади зеркала Невской губы и ее объема, что является прямым следствием выполнения в ее акватории намывных работ с целью создания искусственных земельных участков (ИЗУ).

В заключении Главгосэкспертизы Госстроя СССР от 1977 года по техническому проекту «Защита Ленинграда от наводнений» записано, что площадь

акватории Невской губы, отсекаемая защитными сооружениями, составляет 400 км² с объемом воды 1,7 км³. В решении Федерального агентства водных ресурсов РФ о предоставлении объекта в пользование Дирекции КЗС от 11 января 2019 года, однако, зафиксированы другие цифры: 329 км² и 1,0 км³. Таким образом, за 40-летний период площадь Невской губы уменьшилась на 17,7%, а объем водной массы — на 41,2%. Причем есть информация, что деятельность человека привела к еще более существенному сжатию акватории — вплоть до 30%.

В настоящее время работы по созданию ИЗУ не прекращаются. До 2025 года планируется намыв в Невской губе территорий до 1500 га. Это будет не просто комплекс ИЗУ (например, «Залив островов» площадью 2 км²), а «оригинальное общественное и бизнес-пространство», способное решить, по мнению авторов проекта, сразу несколько городских проблем, в том числе разгрузить исторический центр города и дать мощный толчок развитию региона.

Фактически в зоне риска возникновения ежегодных нагонных наводнений планируется развернуть интенсивное гражданское и жилищное строительство, которое привлечет огромный объем транспортных потоков и людей.

Такие планы вызывают серьезные опасения специалистов, утверждающих, что КЗС уже сейчас рабо-

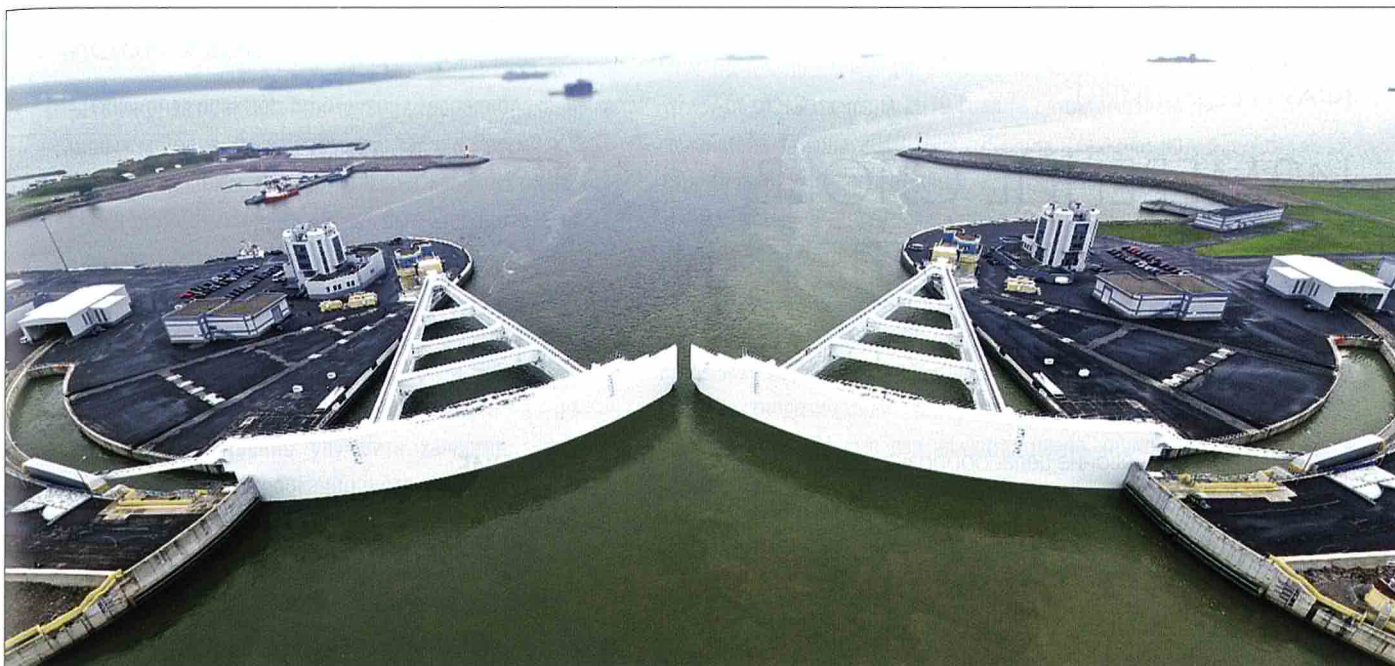


Рис. 5. Процесс закрытия затворов КЗС во время испытаний

тает на пределе проектных возможностей. В случае дальнейшего уменьшения площади зеркала Невской губы аккумулирующая способность акватории может достичь до критических значений (Клеванный К.А., Еремеева А.О. «Прогноз воздействия опасных гидрометеорологических процессов на акваторию Невской губы и территорию в районе «МФК Лахта-Центр»).

Наиболее опасно создание ИЗУ в устье Невы на западной оконечности Васильевского острова. При закрытых затворах КЗС, в условиях длительных наводненческих ситуаций, наибольший подъем уровня воды происходит в восточной устьевой зоне Невской губы из-за ветро-волновых нагонов. Он резко возрастает из-за сокращения водного пространства, необходимого для равномерного распределения нагонной волны по акватории. Поэтому возведение зданий и сооружений на намывных территориях в Невской губе представляет опасность.

Ведущие европейские страны, на основе накопленного опыта, рассматривают как вынужденную меру переселение граждан из районов, входящих в зоны повышенного климатического риска, вглубь своих территорий, а в Санкт-Петербурге, ежегодно подвергающемуся опаснейшему стихийному бедствию — внезапным нагонным наводнениям, гражданское и жилищное строительство планируется масштабно вынести в море.

Следует напомнить, что еще в 1986–1988 гг. вносились предложения о масштабном освоении этой акватории в целях развития города. При обсуждении вопроса межведомственными комиссиями, однако, был сделан категорический вывод о нецелесообразности проекта, так как его авторы «недооценили опасность потери аккумулирующего бассейна для стока Невы во время нагонных наводнений и сокращение ее возможностей для самоочистки, что приведет к сокращению площади водной поверхности, ликвидации мелководий и утрате рыбоводческих качеств Невской губы».

В этой связи представляется актуальным предложение, выдвинутое академиком Ю.С. Васильевым, — создать математическую модель водной системы «Ладожское озеро — река Нева — Невская губа». Задача — проведение комплексных исследований влияния изменения уровня Ладожского озера на расходы Невы и аккумуляцию ее стока в Невской губе в период предотвращения нагонных наводнений.

В рамках научно-исследовательских работ следует уточнить реальную площадь акватории Невской губы при различных отметках уровня воды и определить минимально возможную площадь ее зеркала для обеспечения безопасной и надежной эксплуатации КЗС в условиях глобального потепления и изменения погодноклиматических факторов. ■