

СХВАТКА С ВОЛНОЙ

Л. М. Моносов,
В. И. Попов,
Д. А. Другачук



Л. М. Моносов, В. И. Попов, Д. А. Другачук

СХВАТКА С ВОЛНОЙ

Монография

Чебоксары
Издательский дом «Среда»
2022

УДК 626
ББК 38.77
М77

Рецензенты:

д-р техн. наук, профессор, директор по науке
ООО «НИИ мостов и гидротехнических сооружений»
Александр Ильич Васильев;

канд. техн. наук, доцент, генеральный директор
ООО «НПСФ «Спецстройсервис», заслуженный строитель России
Владимир Александрович Мишаков

Моносов Л. М.

М77 **Схватка с волной** : монография / Л. М. Моносов, В. И. Попов,
Д. А. Другачук. – Чебоксары : Среда, 2022. – 124 с.

ISBN 978-5-907561-50-2

В книге представлены материалы, связанные с разработкой проекта Комплекса сооружений по защите Санкт-Петербурга от наводнений (КЗС), его строительством и успешной десятилетней эксплуатацией. Авторы книги, непосредственные участники этапа завершения строительства КЗС, рассказывают о трудностях реализации проекта, его достижениях и влиянии защитных сооружений на экологическую обстановку в Финском заливе и на прилегающей территории.

Книга рассчитана на специалистов-гидротехников, транспортных строителей и всех читателей, равнодушных к судьбе города-героя Санкт-Петербурга и города воинской славы Кронштадта.

DOI 10.31483/a-10415
ISBN 978-5-907561-50-2

© Моносов Л. М., Попов В. И.,
Другачук Д. А., 2022
© ИД «Среда», оформление, 2022

Предисловие

«Они сошлись – волна и камень».

А.С. Пушкин

Одним из наиболее страшных природных явлений на планете являются наводнения – значительные затопления определенных территорий земли в результате подъема уровня воды в реке, озере, водохранилище или в море.

Затопление прибрежных территорий морей в результате наводнений приводят к огромному экономическому ущербу и большим человеческим жертвам.

В полной мере удары водной стихии ощутил на себе построенный в 1703 году, по указу Петра I, блистательный Санкт-Петербург, возведенный на берегах Невы в непосредственной близости от Финского залива Балтийского моря.

За 319 лет своего существования на город обрушилось более трехсот наводнений, из которых три были катастрофические, что и привело к огромным разрушениям, невосполнимому экономическому ущербу и большим человеческим жертвам.

Угроза неотвратимой череды опасных и катастрофических наводнений – страшного природного явления, висевшего над городом Петра «Дамокловым мечом» в течение более трех столетий, была навсегда прервана в 2011 г. введением в строй уникального защитного комплекса, протянувшегося более чем на 25 километров по границе Невской губы и соединившего Санкт-Петербург – Кронштадт – Ломоносов.

Завершение строительства подвело черту под многолетними драматическими событиями отчаянной схватки ученых, проектировщиков, строителей инженеров-гидротехников не только с коварной стихией, но и косностью, безграмотностью и мракобесием в борьбе за создание надежной защиты Великого города от страшного природного бедствия – разрушительных нагонных наводнений.

Авторы книги, непосредственно участвовавшие в управлении и надзоре за строительством, приводят сведения, отражающие основные этапы его создания и эксплуатации до настоящего времени.

Авторы выражают свою признательность всем участникам крупного проекта, которые в течение 2006-2011 годов внесли свой вклад в создание сооружений, конструкций, механизмов, оборудования различного назначения.

Проект КЗС объединил усилия специалистов России, Нидерландов, Великобритании и Германии. Успешному завершению строительства КЗС способствовали также консультации менеджеров и экспертов Европейского банка реконструкции и развития.

История наводнений в Санкт-Петербурге

Наводнения в восточной части Финского залива и в Невской губе устье р. Невы, как установили ученые, происходят в результате сложного взаимодействия метеорологических и гидрологических процессов, возникающих на акватории Балтийского моря при прохождении циклонов, образующих так называемую, «длинную волну», входящую в Финский залив и вызывающую подъем уровня воды в Неве.

Историю невских наводнений можно разбить на три этапа.

Первый этап – это сведения о наводнениях, записанные в летописях, произошедших до момента основания Петром I Санкт-Петербурга в мае 1703 года.

Первые упоминания в летописях о наводнениях в Ижорском крае относятся к 1060-1066 годам. При этих наводнениях пространство земли, на котором через 643 года будет основан Санкт-Петербург, заливалось водой на высоту от 450 см до 762 см (от 14 до 25 футов). В 1300 г. было отмечено наводнение, при котором воды р. Волхов шли вспять в озеро Ильмень.

Значительные наводнения происходили в 1540, 1541, 1555, 1594 годах. Современником Петра Великого Фридрихом Вебером описано очень сильное наводнение 1691 года, когда вода дошла до шведской крепости Ниеншанц. В р. Охта резко повысился уровень воды, что впоследствии не происходило даже в период катастрофического наводнения 1824г. Точных данных по этому наводнению нет, но по некоторым источникам вода поднялась на 25 футов (760 см).

Оценивая архивные данные, следует заметить, что территории, на которых планировалось создание Северной столицы России, постоянно подвергались мощным наводнениям. Город строился на обжитых землях. На месте будущего исторического центра Санкт-Петербурга существовало около сорока поселений, причем некоторые из них, еще до шведской оккупации, принадлежали Новгородскому княжеству.

На Васильевском острове стоял охотничий домик Делагарди, на месте Адмиралтейства – шведское поселение, название которого установить не удалось; в устье Фонтанки – деревня Каллила (вот откуда Калинкина деревня и Калинкин мост); на месте Инженерного замка – мыза Канау с обширным садом (на его месте и возник Летний сад); в районе Смольного – село Спасское.

До возникновения Санкт-Петербурга существовали поселения, названия которых сохранились до сих пор – Сабирино, Одинцово, Кукарево, Максимово, Волково и Купчино.

По реке Неве в VII-XIII веке проходил путь из варяг в греки и здесь имелись поселения. В Писцовой книге Водской Пятины Дмитрия Китаева, составленной московскими дьяком Дмитрием Васильевичем Китаевым в 1499/1500 году (7008 году от сотворения мира), упоминается село «Невское устье» на устье реки Охты на Неве. В 1611 году здесь шведы возвели крепость «Ниеншанц». По среднему течению Невы стояли деревни, села и мызы. Здесь жили русские, воль, ижора, шведы и финны.

По финским сказаниям, на ритуальной сосне имелась зарубка с отметкой самого высокого наводнения в этих краях, что в пересчете показывала подъем воды ориентировочно высотой до 7 метров.

Второй этап – это наводнения, происходившие на протяжении всей истории города с момента его основания и до ввода в строй Комплекса сооружений по защите Санкт-Петербурга от наводнений (КЗС) в августе 2011 года. Этот этап составил 308 лет. Анализ наводнений второго этапа свидетельствует, что они происходили во все месяцы года. Максимальное их количество приходится на осенне-зимний период. Наиболее часто наводнения наблюдались с высотой подъема уровня воды +160 - +170 см. БСВ.

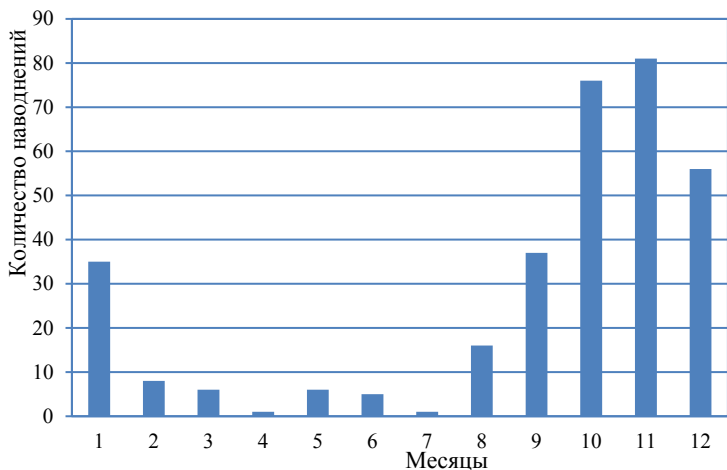


Диаграмма наводнений за весь период наблюдений

Число произошедших наводнений приблизительно, так как были периоды, когда было запрещено в городе фиксировать высокие подъемы уровня воды в реке Неве, чтобы не пугать горожан. Вместе с тем, опираясь на исследования, выполненные специалистами института «Ленгидропроект», можно достаточно точно установить количество наводнений, произошедших в Санкт-Петербурге.

С 1703 по 1986 годы изучено и подробно описано, в рамках разработки проекта КЗС, 283 наводнения. С 1989 года по 2010 год зафиксировано еще 39 наводнений. Следовательно, до введения в строй КЗС имело место 322 подъема уровня воды выше отметки +160 см БСВ.

Основание Санкт-Петербурга ознаменовалось очень сильным наводнением с подъемом уровня воды выше 250 см над обычным уровнем моря (19.08.1703 г.). Наводнение уничтожило строительные работы по возведению бастионов Петропавловской крепости и превратило в болото лагерь российских войск на рубеже Петербургской и Выборгской сторон. Начальствующий войсками князь Репнин писал Петру I об этом наводнении, отмечая: «... жители называют, что во нынешнем времени всегда это место заливают».

При очень опасном наводнении 8 сентября 1706 года Петром Великим впервые была измерена относительная высота подъема уровня воды, что оказалось весьма важным для дальнейших исследований. Через почти 200 лет ученые Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова точным нивелированием привели ее к ординару Невы и тем самым установили абсолютную величину подъема воды + 261 см БСВ. Ординар – это нормальный уровень воды в водоеме при безветренной погоде. Для Невы ординар был рассчитан в 1726 году академиком Иоганом Лейтманом.

В истории города, наряду с опасными и очень опасными наводнениями, зафиксировано 3 катастрофические наводнения.

Исключительное по высоте наводнение (Н= + 411,5см – + 421см. БСВ.) произошло 19 (7ноября) 1824г и получило название «потопа». Под водой оказались две трети территории города. Было разрушено 324 дома, повреждено 3257 строений (половина имевшихся). Из 94 судов, находившихся в гавани, спасти удалось 12. Утонуло 3600 голов скота, испорчено 900 тысяч пудов муки. Общий ущерб составлял огромную сумму – почти 20 миллионов руб-

лей. Погибло по разным данным от 208 до 569 человек. В частности, на Красненьком кладбище в братской могиле захоронены более 160 человек работников чугунолитейного завода, включая женщин и детей, погибших при потопе.

Долгое время в городе свирепствовали простудные заболевания. Взлетели цены на товары первой необходимости. При наводнении были полностью разрушены Кронштадт и Кронштадтская крепость, где погибло 76 человек. В высочайшем рескрипте – личном послании императора Александра I от 13 ноября 1824 года объявлялось «О мерах скорой и существенной помощи наиболее разоренным и неимущим, для чего выделяется миллион рублей» По тем временам это была колоссальная сумма (зарплата солдата составляла десять рублей в год.).

Понимая всю опасность от произошедшего потопа, Александр I в феврале 1825 объявляет конкурс на лучший проект защиты города от наводнений.

В память об этом ужасном наводнении в Санкт-Петербурге по всему городу установлено 14 мемориальных досок с отметками уровня воды при наводнении. Главная доска находится под аркой главного здания Адмиралтейства с надписью: «Самое большое возвышение воды над ординарною 11 футов 10/12 дюймов в два часа по полудню 7 ноября 1824 года при жестком ветре от WSW».



Памятная доска на здании Адмиралтейства

Второе по силе катастрофическое наводнение произошло в Ленинграде 23 сентября 1924 года. Прогноз наводнения от Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова и регистрация уровня воды оказались неудачными. Уровнемер у Горного института был поврежден стихией. Высота наводнения +380 см. БСВ была установлена нивелированием водяных следов на зданиях, что, естественно, неполно отражает истинные значения подъема уровня воды.

При этом наводнении была залита водой третья часть территории города. Затоплены районы Лахты, Лисьего Носа, Стрельни, Петродворца, Ломоносова и, особенно, Кронштадта. Повреждено 5000 домов, 115 крупных предприятий, снесено 19 мостов, выброшено на берег 100 судов, разрушено 2 млн. кв. м мостовых, под канализационной системой образовалось около 3000 провалов, погибло 12 человек, 15000 семей были вынуждены покинуть свои жилища. В Ленинграде было объявлено военное положение [6]. Ущерб городу от наводнения 1924 года восстанавливался всей страной в течении года. В память об этом катастрофическом наводнении в разных районах города установлено 10 мемориальных досок с указанием уровня воды 23 сентября на 4 часа 30 минут дня 1924 года.



Невский проспект. Гостиный двор. Наводнение 1924 года



Литейный проспект. Наводнение 1924 года

Третье катастрофическое наводнение, при котором остались затопленными в городе только Выборгская и Литейная части, произошло 21 (09) сентября.1777года. Принято считать, что уровень воды достиг отметки $H = + 323$ см. БСВ (10 футов 7 дюймов над ординаром), но есть и другие данные. При этом наводнении разрушено более 100 домов и утонуло много людей. Императрица Екатерина Великая писала, что Нева представляла зрелище «разрушения Иерусалима».

По описанию В.Н. Берха: «Вода была в Адмиралтействе на 9 футов 3 дюйма (282 см), в Галерной гавани доходила до 12 футов (366 см.). Несмотря на кратковременность процесса, наводнение причинило городу огромный ущерб. Вода смыла острог с 300 арестантами. Была разрушена фонтанная система в Летнем саду. Повалено свыше 2000 мачтовых деревьев. Большой урон понес военно-морской флот в Кронштадте. В частности, были сдвинуты, опрокинуты и повреждены сорок многопудовых пушек [1].

Анализ материалов по истории наводнений свидетельствует о том, что наводнения в восточной части Финского залива и в Невской губе происходят практически во все месяцы года. Максимальное их количество приходится на осенне-зимний период. Наиболее часто наводнения наблюдались с высотой подъема уровня воды $H = +160 - +170$ см. БСВ.

В Санкт-Петербурге в XX веке была принята троичная система градации наводнений по высотам подъема уровня воды и соответствующим площадям затопляемых территорий:

– опасными считаются наводнения с высотой подъема $H = 161\text{--}211$ см. Б.С. и площадью затопления от 10 до 45 кв. км;

– особо опасными – наводнения с высотой подъема 211–299 см. Б.С. и площадью затопления от 45 до 100 кв. км;

– катастрофическими являются наводнения с высотой подъема воды 300 см Б.С. и выше, при этом площадь затопления составляет более 100 кв. км.

В настоящее время отмечается устойчивое увеличение количества наводнений в восточной части Финского залива и сохраняется угроза возникновения катастрофического наводнения, прогнозируемого в 2024 году. Причиной этого является усиление циклонической деятельности над Северной Атлантикой и повышение уровня Мирового Океана. Эти процессы наблюдаются с семидесятых годов XX века и убедили специалистов в необходимости строительства сооружений по защите Санкт-Петербурга от наводнений.

Третий этап – это период успешной эксплуатации КЗС, впервые обеспечивший эффективное предотвращение наводнений и надежную защиту Санкт-Петербурга от опаснейшего стихийного бедствия. За период эксплуатации КЗС остановлено 30 наводнений (18 опасных и 12 особо опасных).

Следовательно, можно полагать, что за 319 лет существования Санкт-Петербурга на город обрушилось 352 наводнения, включая опасные (292), особо опасные (57) и катастрофические (3). В отдельные годы зафиксировалось 8 наводнений (1863 г., 1874 г.) и даже 10 наводнений (1983 г.).

Оценивая первое десятилетие XXI века, необходимо отметить, что в России потепление климата происходило быстрее и масштабнее, чем на остальной части Земного шара. Рост среднегодовой температуры воздуха в России с 1980 по 2020 год в 2,5 раза выше роста глобальной температуры на планете за тот же период [3].

Закономерное следствие этого процесса – резкое увеличение количества опасных природных явлений, одним из проявлений которых являются наводнения. Если за период 1990–2000 гг. в России

ежегодно фиксировалось 150-200 опасных явлений, то в последующие годы их число возросло до 250-300, а с 2007 года превысило 400 в год.

В ближайшее десятилетие основным фактором риска возникновения и роста числа наводнений в восточной части Финского залива и Невской губе будет являться изменение климата, влияющее на усиление циклонической активности над Северной Атлантикой.

Оценка возможных последствий от предотвращенных наводнений показала, что первое же остановленное КЗС особо опасное наводнение 26 декабря 2011 года, вызванное штормом «Святой Патрик» (прогноз подъема уровня воды +294 см БСВ), могло затопить 17 % территории Санкт-Петербурга, включая всю его историческую часть. Подсчитанный потенциальный ущерб¹ от этого наводнения составил 41,68 млрд. рублей (в ценах 2011 года). По оценке экспертов, за весь период эксплуатации КЗС, потенциальный ущерб от всех предотвращенных в Санкт-Петербурге наводнений составляет порядка 123,79 млрд. руб.

Опыт КЗС свидетельствует о том, что финансовые средства, вложенные в его строительство (109 млрд. руб.), полностью окупились за десятилетний период эксплуатации.

¹ Потенциальный ущерб – это такой ущерб, который существует, но дополнительных затрат на его ликвидацию не требуется.

ПРОЕКТЫ ЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ И БОРЬБА ЗА ИХ СТРОИТЕЛЬСТВО

«Комплекс защитных сооружений в Санкт-Петербурге не имеет аналогов в мире».
В.В. Путин

Этапы в создании проекта защитных сооружений

Повышение уровня воды в реках России всегда было связано с половодьями, паводками, заторами и зажорами льда. С наводнениями, как со стихийным бедствием сопровождающимся затоплением водой огромных территорий, бороться начали сразу же после первого в Санкт-Петербурге наводнения 30 августа 1703 года. Предлагались различные варианты подсыпок и обвалования территорий, устройство водоотводных каналов и строительство защитных сооружений в Невской губе. Петру I принадлежит идея подсыпки территорий города за счет грунта, извлекаемого при создании сети каналов. В первых планировках города архитекторами Доменико Трезини и Жан Батист Леблонем в 1716 году предусматривалось выполнение воли Петра I о подъеме территорий до отметок + 3.2 м, но оно не было реализовано.

По указанию Императора работами по борьбе с наводнениями руководил талантливый инженер-гидротехник, генерал-фельдмаршал Бурхард Кристоф Миних – выдающийся военный и государственный деятель, автор герба Санкт-Петербурга, руководитель строительства Ладожского канала и Кронштадта. Это о нем сказал Петр Великий: *«...Никто так хорошо не понимает и не исполняет мыслей моих, как Миних, он способен на великие дела...»*

Б.Х. Миних предложил в 1727 году первый известный нам проект защиты города от наводнений, чтобы: *«город и каждый остров порознь дамбами и довольным возвышением и укреплением берегов укрыть»*. Это предусматривало обволочение островов дельты и низких территорий города защитными дамбами и высокими набережными, высотой до 13 футов (около 4 м) над ординаром дельты Невы. Сознвая дороговизну своего проекта (750 тысяч рублей) Б.Х. Миних писал: *«Понеже содержание города Санкт-Питер-*

Бурха крайнейшая важность есть, то времени в том трачено быть не имеет и ни на какие труды и кошты (расходы) смотреть не подлежит».

Под руководством Б.Х. Миниха выполнялись большие объемы земляных работ по подъему территории города, осуществлялось строительство набережных, жилых помещений выше уровня затопления, создавались каналы для увеличения стока реки Невы. К сожалению, после смерти Петра, при Елизавете, Миних попал в немилость и чуть не поплатился жизнью на эшафоте, но был помилован и сослан. Стихия же была неумолима и наводнения постоянно наносили столице России огромный ущерб.

Решительный «способ защиты» был предложен Петром II – он после наводнения 12 октября 1729 года (+ 237 см. БСВ) так был напуган, что перенес столицу в Москву. И если бы Российская императрица Анна Иоановна, вошедшая на престол в 1730 году, не вернула столицу обратно, то Петербургу оставалось только смириться с ударами стихии.

После катастрофического наводнения 1824 года русское правительство объявило международный конкурс на лучший проект защиты Петербурга. В нем участвовали ученые России, Германии, Англии, Франции.

Французские инженеры спроектировали одну общую дамбу у самого города, а в дельте реки Невы – плотины. Специальная комиссия в 1838 году признала этот проект весьма интересным. Выдающийся русский электротехник, академик В. Петров предложил оградить острова отдельными дамбами.

Наиболее целесообразным был признан проект, представленный директором Петербургского Корпуса инженеров путей сообщения, профессором, математиком, механиком и писателем, генерал-лейтенантом, Пьер-Домиником (Петром Петровичем) Базеном. Он предложил перегородить Финский залив по линии Лисий Нос – остров Котлин – Ораниенбаум, оборудовать дамбу шлюзом для прохода судов и водопропускными сооружениями. Предполагалось, что защитная дамба с водопропускными отверстиями будет проходить по границе Невской губы западнее Санкт-Петербурга. П.П. Базен первым осознал, что наводнения в дельте р. Невы происходят не от текущей воды из Ладожского озера, а от нагона воды,

поступающей из Финского залива. Дальнейшие исследования природы наводнений полностью подтвердили гениальные предположения П.П. Базена.

В советский период (1932-1935 годах) эскизный проект защиты города от наводнений был разработан специальным отделом по борьбе с наводнениями научно-исследовательского института коммунального и жилищного строительства (НИИКХ). Были подготовлены три варианта защиты – западный, восточный и комбинированный.



Базен П.П.

Западный вариант развивал идеи П.П. Базена, восточный предполагал строительство защитных сооружений в Финском заливе непосредственно у Ленинграда и создание на Неве выше города по течению водоудерживающей плотины. Комбинированный вариант предусматривал устройство заградительного вала вдоль Лахтинской низменности. Ученые НИИКХ доказали, что лучшим является западный вариант. Проект был основательно проработан, но дальнейшие трагические события – убийство руководителя ленинградской партийной организации С.М. Кирова, поддерживавшего проект защиты Ленинграда, и Великая Отечественная война отодвинули осуществление этих планов. Сказалось и отношение Сталина

как к проекту, так и к городу Ленинграду, которого он не любил. Есть свидетельства, что, ознакомившись с проектом, Сталин задал вопрос: «Когда были самые разрушительные наводнения?» Услышав ответ, что таковые были в 1824 и 1924 годах, он заключил: «Ну, тогда у нас есть еще время. Не надо торопиться». Возможно, это легенда, но такое поведение было характерно для Сталина.

15 октября 1955 года произошло четвертое по силе наводнение в истории города с высотой подъема уровня воды +293 см. БСВ.



Наводнение 1955 года

После этого стихийного бедствия было принято решение вернуться к рассмотрению проектов защиты города от наводнений. За основу были взяты лучшие идеи и научные изыскания предшественников.

В связи с утверждением в 1966 году Советским Правительством Генерального плана развития Ленинграда, предусматривающего освоение под застройку приморских территорий побережья Невской губы на 25 километровом участке от поселка Ольгино на севере и до Стрельны на юге, был поднят вопрос о необходимости разработки технико-экономического обоснования проекта защиты Ленинграда от наводнений (ТЭО).

Институтом «Ленгидропроект», при участии ряда проектных и научно-исследовательских организаций, в 1967-1969 годах разработано ТЭО. В ТЭО были рассмотрены различные варианты защиты города от наводнений, из которых были выбраны, детально разработаны и исследованы два основных варианта «Западный» и «Восточный».

«Западный вариант» основывался на концепции П.П. Базена и предусматривал строительство комплекса защитных сооружений, состоящих из защитных дамб, водопропускных сооружений в створе Горская – Кронштадт – Ломоносов в 25 км от устья р. Невы с автодорогой по гребню дамб.

Восточный вариант, идея которого принадлежала академику А.Н. Крылову, предусматривал возведение на протоках р. Невы, в её дельте, ряда быков с затворами.



Академик А.Н. Крылов

По этому варианту, при угрозе наводнения, затворы закрывались и преграждали путь нагонной воде со стороны Финского залива. Чтобы река Нева не затопила город, предлагалось строительство гидроузла в ее верховьях для регулирования стока Ладожского озера. Этот вариант имел существенные недостатки:

– необходимо было выполнение большого объема работ по обвалованию берегов Невы;

- от наводнений не защищались приморские районы города, крупные промышленные предприятия, Кронштадт и Стрельна;
- в случае отказа даже одного из затворов, наводнения в городе не удалось бы избежать;
- возникали серьезные проблемы, связанные с возведением гидроузла в верховьях Невы.

Достоинство «восточного варианта» состояло в том, что от моря не отрезалась Невская губа – акватория площадью почти 400 км. Кв., которую академик А.Н. Крылов называл «легкими города».

Сравнение вариантов защиты показало неоспоримые преимущества «западного варианта» по уровню надежности защиты, экономичности, условиям строительства и соответствия требованиям Генерального плана развития города.

ТЭО, основанное на западном варианте защиты города, было одобрено в 1971 году Госпланом и Госстроем СССР.

В 1972 году Институт Ленгидропроект приступает, совместно с 52-мя специализированными проектно-конструкторскими и научно-исследовательскими организациями, к разработке Технического проекта защиты Ленинграда от наводнений.

Работами над проектом КЗС с 1968 г. по 1981 год руководил Главный инженер проекта Сергей Степанович Агалаков – выдающийся советский гидротехник, Заслуженный строитель РСФСР. В 1981 году Главным инженером проекта КЗС был назначен талантливый инженер-гидротехник, Заслуженный строитель России Сергей Николаевич Кураев, под руководством которого проект и был успешно завершен вводом в эксплуатацию КЗС.



Главный инженер проекта КЗС – С.С. Агалаков



Главные инженеры проекта КЗС Агалаков С.С. и Кураев С.Н.

На этапе разработки Технический проект защиты Ленинграда от наводнений подвергается резкой критике со стороны группы ученых (ботаник, академик А. Тахтаджян, химик-технолог и писатель натуралист профессор А. Ливеровский, член-корреспондент А. Федоров, адмирал Ю. Пантелеев и другие), которые обратились с письмом в Комитет партийного контроля при ЦК КПСС.

Авторы письма сравнили «западный вариант» защиты со «второй блокадой» Ленинграда. Признавая необходимость решения задачи защиты Ленинграда от наводнений, они считали «западный вариант» губительным для города и настаивали на реализации «восточного» варианта.

Письмо ученых вызвало продолжительную, острую дискуссию и стимулировало ряд дополнительных исследований для проверки спорных положений. В результате победила точка зрения специалистов института Ленгидропроект во главе с С.С. Агалаковым. Проектировщики смогли убедительно доказать, что «восточный вариант» и его различные модификации не

обеспечивают при наводнениях защиту от затопления крупнейших заводов города (Кировского, Балтийского, Адмиралтейского), Морского торгового и Лесного портов, Южных очистных сооружений и целого ряда жилых массивов города. Строительство Невского гидроузла, что являлось обязательным условием реализации «восточного» варианта, было не только экономически не выгодно, но и создавало предпосылки к экологической катастрофе, т.к. перекрывала пути миграции рыб из Ладоги в Неву. Доводы специалистов были приняты и от «восточного» варианта отказались.

Технический проект КЗС был утвержден в 1978 году. Его реализация обеспечивала при угрозе наводнения полную изоляцию Невской губы от Финского залива с помощью специальных судно- и водопропускных сооружений.

Экспериментальные исследования

На этапе проектирования водопропускных сооружений КЗС, в числе решения многих сложных задач, возникла проблема, связанная с необходимостью обеспечения надежного перекрытия водопропускных затворов в зимний период при наличии устойчивого ровного и торосистого ледяного покрова. В практике гидротехнического строительства такая задача была поставлена впервые.

Для ее решения объединили усилия ученые и специалисты Всесоюзного научно-исследовательского института гидротехники им. Б.Е. Веденеева, Арктического и Антарктического института (ААНИИ), Института проблем механики АН СССР, Института Ленгидропроект, СКБ «Ленгидростваль».

По результатам лабораторных исследований, выполненных в ААНИИ, было принято решение о проведении серии крупномасштабных, натуральных экспериментов на естественном ледяном покрове. В качестве полигона для проведения исследований была выбрана опытная Кислогубская приливная электростанция (ПЭС), расположенная в Губе Кислой Баренцева моря.



Кислогубская электростанция

Идея проведения крупномасштабных натуральных экспериментов в Арктике была поддержана Директором ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева М.Ф. Складневым, директором Института проблем механики АН СССР академиком А.Ю. Ишлинским и академиком Н.Х. Артюнаном, директором Арктического и Антарктического института (ААНИИ) Б.А. Крутских, профессором, доктором физико-математических наук Д.Е. Хейсиным, главным инженером проектов ПЭС, доктором технических наук Л.Б. Бернштейном.



М.Ф. Складнев Академик А.Ю. Ишлинский

После посещения Кислогубской ПЭС Главным инженером проекта КЗС С.С. Агалаковым было принято решение о проведении натуральных экспериментов на ледяном покрове бассейна Кислогубской ПЭС с использованием гидромеханического оборудования станции. На выбор опытной Кислогубской ПЭС в качестве базы для исследований повлияло ее месторасположение, конструктивные особенности, возможность производить остановку станции для создания в ее бассейне ровного и торосистого ледяного покрова толщиной, равной толщине льда в створе КЗС, а также наличие подъемного крана, набора грузов, свободных помещений для размещения регистрирующей аппаратуры в непосредственной близости от места проведения экспериментов. Важным обстоятельством являлись и прекрасные бытовые условия на ПЭС. Все эти факторы позволили использовать опытную Кислогубскую ПЭС в качестве полигона для проведения крупномасштабных натуральных экспериментов не только в обоснование проекта КЗС, но и других проектов морских гидротехнических сооружений, возводимых в суровых климатических условиях.

Руководить проведением натуральных экспериментов было поручено заведующему лабораторией ледотермики ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева, к.т.н. В.Е. Ляпину. Контроль за работами осуществлялся специалистами ГРП Кислогубской ПЭС к.т.н. И.Н. Усачевым и инженером Сухенко Э.К. В работах принимали участие к.т.н. Трегуб Г.А., к.г.н. Моносов Л.М., д.т.н. Цыбин А.М. (ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева), профессор Александров В.М., к.ф.-м.н Шматкова. А.А. (Институт проблем механики АН СССР), к.г.н. Чиковский С.С., к.г.н. Сериков М.И. (ААНИИ), персонал ПЭС.



Заведующий лабораторией Ляпин В.Е.

Подводно-технические работы в акватории ПЭС, в том числе и под ледяным покровом, проводились моряками Краснознаменного Северного флота.

Для выполнения исследований в бассейне ПЭС создавался естественный ледяной покров, который по толщине, солености и физико-механическими характеристикам соответствовал льду Финского залива в районе КЗС.

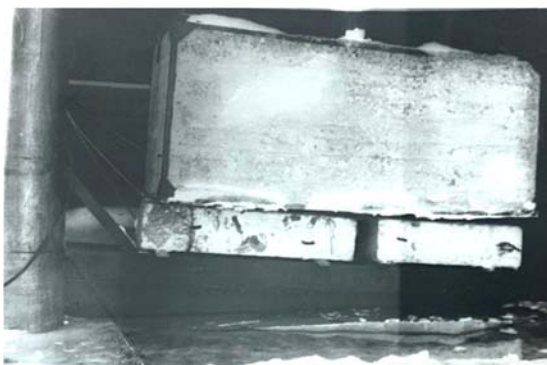
С помощью подъемного крана специальное устройство с ледорезной гранью и устанавливали на ледяной покров. Это устройство имело массу 2.5 тонны, длину 6.0 м. и площадь опирания на лед $F = 0.13$ м. кв.

Устройство была изготовлено на заводе Гидромеханического оборудования по проекту СКБ «Ленгидросталь» и доставлено на Кислогубскую ПЭС. При проведении экспериментов на него устанавливали дополнительные грузы.

Нагрузка, передаваемая на лед, фиксировалась с помощью тензометрических динамометров, установленных на кране. Прогиб ледяного покрова и процесс его разрушения фиксировался с помощью различных видов синхронной съемки. Съемка проводилась как с поверхности льда (стереофотограмметрическая киносъемка), так и из-под льда (подводная фототелевизионная съемка).



Моряки Северного Флота обеспечивают проведение подводно-технических исследований в обоснование КЗС на базе Кислогубской ПЭС



Установка грузов на ледорезное устройство

Особое внимание при проведении экспериментов уделялось подводной фототелевизионной съемке, т.к. наличие на нижней поверхности льда растянутой зоны определяет процессы трещинообразования и разрушения ледяного покрова при его нагружении сверху.

В результате проведения крупномасштабных ледовых экспериментов в бассейне Кислогубской ПЭС были исследованы процессы ползучести и разрушения естественного ледяного покрова. С помощью высокоточной дистанционной инструментальной съемки получены достоверные данные о величинах прогибов и процессах происходящих в ледяном покрове при различных видах его нагружения, что крайне важно при решении задачи перекрытия затворов водопропускных сооружений КЭС в зимний период с учетом устойчивого ледяного покрова.



Фототелевизионная съемка из-под льда

Было установлено, что разрушению льда в натуральных условиях предшествует процесс неустановившейся ползучести. На основании сопоставления экспериментальных величин прогибов с расчетными, полученными в результате решения нелинейной задачи о продавливании ледяного покрова, лежащего на слое жидкости конечной глубины, был разработан и защищен авторским свидетельством способ определения реологических параметров естественного ледяного покрова (а.с. N 1114088).

Этот способ внедрен в практику, что позволило уточнить реологические параметры льда бассейна Кислогубской ПЭС и более достоверно оценить его несущую способность.

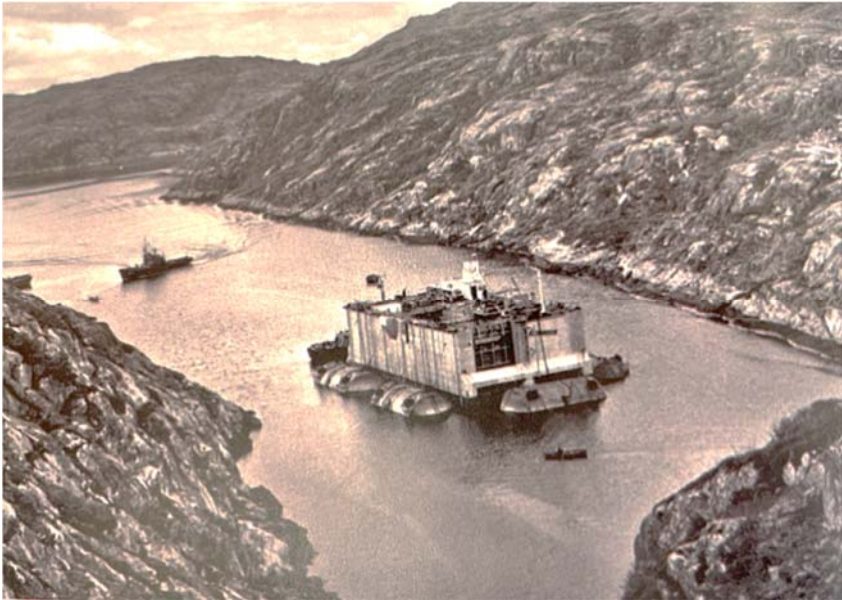
Что касается практического применения результатов исследований, то была определена оптимальная форма ледорезных насадок без применения которых невозможно закрыть затворы и установлены величины нагрузок, необходимые для надежного перекрытия водопропускных сооружений КЭС при наличии в их створах ровного и торосистого льда.

Применение прогрессивных методов строительства

Возведение Комплекса сооружений по защите Санкт-Петербурга от наводнений потребовало применения новых, прогрессивных методов строительства, кардинально уменьшающих его стоимость. К их числу относится наплавной метод строительства, который был использован при возведении водопропускных сооружений КЭС. При такой технологии отпадает необходимость сооружения перемычек, ограждающих котлованы от моря, которые поглощают до 30% стоимости всех работ.

Метод бесперемычного способа возведения впервые в мировой практике строительства гидроэлектростанций был успешно реализован в СССР при строительстве опытной Кислогубская ПЭС. Наплавной корпус здания ПЭС облегченной конструкции был построен на мысе Притыка Мурманской области с применением бетона особой прочности и высокой морозостойкости. В здании ПЭС было полностью смонтировано гидросиловое и электротехническое оборудование.

После затопления корпус был проверен на водонепроницаемость, произведена его балластировка и осуществлена проверка веса. Выполнена прорезь, через которую наплавной блок ПЭС был выведен в Кольский залив. Протяженность транспортировки блока по Баренцеву морю до створа в губе Кислая составила 138 морских миль.



Перегон наплавного блока Кислогубской электростанции

После сопряжения здания с берегами, Кислогубская ПЭС 28 декабря 1961 года была сдана в эксплуатацию. Впервые в Арктике начала давать ток установка, основанная на использовании экологически чистой энергии прилива.

Главным инженером проекта Кислогубской ПЭС и автором наплавного метода, который был признан гидротехнической наукой и назван «русским», является выдающийся ученый-гидротехник, доктор технических наук, главный инженер проектов ПЭС института «Гидропроект» им. С.Я. Жука Л.Б. Бернштейн.



Главный инженер проектов ПЭС Бернштейн Л.Б.

Наплавной метод в дальнейшем был успешно применен при строительстве наплавных опор линий электропередач ВЛ 330 кВ высотой 126 м для Каховского водохранилища.



Транспортировка наплавных опор линий электропередач ВЛ 330 кВ высотой 126 м. Каховское водохранилище

Накопленный опыт позволил перейти к проектированию и строительству наплавным способом водопропускных сооружений КЗС. Решение о наплавном способе возведения двух водопропускных сооружений (В-2 и В-4) в составе КЗС было принято Минэнерго СССР, согласованно с Главгосэкспертизой Госстроя СССР и обосновано возможностью сокращения на один год срока ввода каждого из них в эксплуатацию.

Наплавные конструкции водоизмещением каждая 32 тыс. тонн изготовлялись в строительном доке на площадке Горская. Здесь был создан сухой котлован для подготовки бетонного основания и на стапелях проводилось бетонирование наплавных блоков. Наплавной блок В-4 строили с мостовой частью, а блок В-2 без нее. Эти уникальные инженерные гидротехнические конструкции имели следующие параметры:

- водопропускное сооружение В-4: длина – 132,4 м, ширина – 51,14 м, высота – 14,23 м, глубина осадки – 4,4 м, вес – 29792 т.;
- водопропускное сооружение В-2: длина – 132,4 м, ширина – 18,35 м, высота – 12,10 м, глубина осадки – 4,4 м; вес – 10689 т.

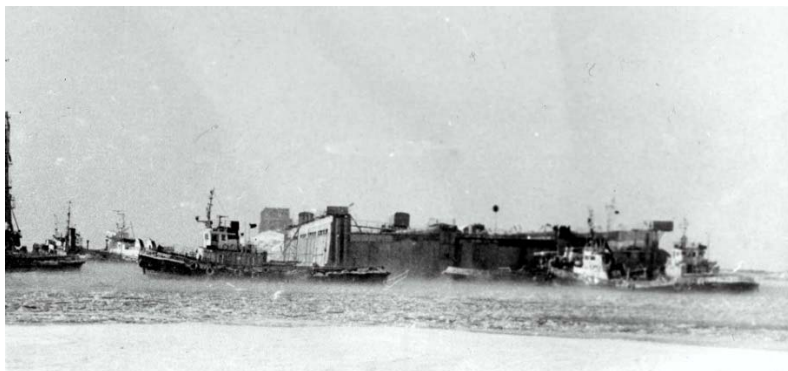
Как показал опыт, проведение строительных работ в доке, расположенном непосредственно на территории строительной базы, имеет очевидные преимущества по сравнению с работой в котловане, удаленном на расстояние до 10 км и требующим постоянной доставки материалов по недостроенной дамбе, подверженной воздействию морской стихии.

Достаточно сказать, что только отказ от устройства специального строительного дока и использование в качестве такового аванпорта позволило сэкономить при этом строительстве около двух миллионов рублей. После заполнения дока водой блоки со смонтированным на них оборудованием всплывали и производилась их буксировка через прорезь в ограждающей док перемышке к месту установки.

Буксировка наплавного блока В-4 производилась в декабре 1985 года. Впервые в практике гидротехнического строительства комплекс операций по всплытию, перегону на расстояние четыре километра и погружению в проектное положение гигантских наплавных блоков проводился в зимний период (15-19/12/1985 г.) при наличии в акватории тяжелой ледовой обстановки, отрицательных температур воздуха, больших скоростях ветра, сгонно-нагонных колебаниях уровня воды и наводненческой ситуации.



Строительство наплавных блоков водопропускных сооружений
КЗС в районе п. Горская



Ледовый перегон наплавного водопропускного сооружения В-4
в зимний период (17-18/12/1985 г.)

Руководство всеми операциями по перегону наплавных конструкций в ледовых условиях с установкой их в створ КЗС руководил начальник строительства и генеральный директор строительного-монтажного объединения «Ленгидроэнергоспецстрой», доктор технических наук Ю.С. Севенард.



Сеვენард Ю.С.



Гаркуша Л.Г.

Ледовый перегон наплавных конструкций выполнялся с помощью семи мощных портовых буксиров. Канал во льду пробивал ледокол «Капитан Зарубин». Управление морской буксировки осуществлялось вице-адмиралом Гаркуша Л.Г. Моряки с ювелирной точностью подводили блоки в котлован, стыковали и крепили тросами.

Отбуксированный блок в месте установки заполнялся водным балластом, погружался на основание, после чего водный (временный) балласт заменялся бетоном. Конструкция блоков была запроектирована таким образом, чтобы его осадка на плаву не превышала 4.5 м при глубине строительного канала 5.3 м.

Перегон и установка в створ КЗС наплавного блока судопропускного сооружения В-2 был успешно осуществлен в мае 1988 года. Расстояние перегона до створа составило 20 км.

Значение опыта, полученного при возведении водопропускных сооружений КЗС наплавным методом сложно переоценить. Подтверждена принципиальная возможность строительства крупных морских гидротехнических сооружений, расположенных в труднодоступных районах Крайнего Севера. В частности, речь идет о проектируемых в акваториях Баренцева, Белого и Охотского морей мощных промышленных приливных электростанций, блоки которых будут строиться в промышленных центрах страны и буксироваться к месту установки.



Перегон наплавного водопропускного сооружения В-2

Этот эксперимент являлся и важным элементом в реализации советско-голландской программы научно-технического сотрудничества на 1981-1985 годы в области строительных работ на континентальном шельфе в условиях короткого полярного лета. Программа на особое место ставила обмен опытом в проектировании, строительстве и эксплуатации морских, защитных и ограждающих сооружений с использованием наплавных железобетонных конструкций.

С голландской стороны участником программы являлся Промышленный совет по океанологии Нидерландов (ИРД), с советской – Государственный Комитет по науке и технике.

Интересно, что среди голландских компаний, участвующих в работах, были Роял Боскалис Вестминстер и Дельфтская гидравлическая лаборатория, впоследствии ставшие надежными партнерами России в развитии и осуществлении проекта КЗС на завершающем этапе строительства (2005-2011 гг.).

ЗАЩИТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ И ЭКОЛОГИЯ

Критика проекта защитных сооружений

Впервые в практике гидротехнического строительства для решения вопросов, связанных с экологической безопасностью, в состав Технического проекта КЗС был включен раздел «экология» и предусматривалось проведение систематических наблюдений за изменением гидрологических и экологических характеристик Невской губы с целью определения влияния наводнений на состояние акватории.

Проектными и научно-исследовательскими организациями был выполнен широкий комплекс теоретических, лабораторных, натуральных исследований, которые убедительно показали, что защитные сооружения не оказывают отрицательного влияния на гидрологический режим и экологию Невской губы.

На основании полученных результатов исследований был разработан прогноз о экологическом состоянии Невской губы после окончания строительства. В прогнозе подчеркивалось, что в период эксплуатации экосистема акватории Невской губы будет улучшаться за счет ввода очистных сооружений системы городской канализации, осуществления специальных природоохранных мероприятий и использования регулирующих возможностей КЗС для улучшения проточности застойных зон. Эта информация широко освещалась в средствах массовой информации.

Строительство КЗС началась в 1979 году и велась высокими темпами. В октябре 1980 года произведена отсыпка первой дамбы, а 29 декабря 1984 года открыт сухопутный проезд на остров Котлин.

Когда была выполнена основная часть объемов работ по защитным сооружениям и достигнуты близкие к проектным условиям показатели пропуска воды через сооружения, обеспечивающие их минимальное влияние на гидрологический режим акватории Невской губы, в газете «Известия» вышла статья Д.С. Лихачева, Д. Гранина, М. Дудина, А. Ливеровского «А где защита от дамбы» (1987 г.). Публикация открыла зеленый свет многочисленным критическим публикациям, выступлениям по радио и телевидению о негативном влиянии строительства защитных сооружений на экологическое состояние Невской губы.

Лейтмотивом этого информационного бума были слова телеведущей ленинградского ТВ Максимовой Т.В., которая в 1987 году в прямом эфире исторической программы «Дамба – За и Против» заявила: *«Дамба – символ врага перестройки»*. Таким образом, научные и технические дискуссии по проблемам строительства КЗС были переведены в политическую плоскость.

В газетах «Ленинградская правда», «Смена», Ленинградский рабочий», «Невское время», журналах «Звезда», «Знание-сила» публикуются статьи В. Знаменского, М. Кривошей, С. Цветкова, Д. Чаликова, в которых авторы пытались доказать, что наводнения для города всегда были «благом», а строительство Комплекса ведет к непредсказуемым негативным последствиям для экологии Невской губы и Ленинграда. В поддержку «горящих праведным гневом» противников строительства КЗС выступили авторитетные общественные деятели, крупные ученые, писатели, артисты. Все, кому не лень (за исключением специалистов в области гидротехники) обвиняли строителей защитных сооружений во всех смертных грехах и, в первую очередь, предрекали экологическую катастрофу городу на Неве. Вот наиболее яркие высказывания на этот счет:

Академик Д.С. Лихачев, филолог, культуролог, искусствовед писал в обращении к Ленсовету: *«История дамбы есть часть истории уходящего деспотизма... Для меня несомненно, что строительство дамбы было ошибкой и даже преступлением»*.

Академик А.Л. Яншин, геолог: *«Не можем мы, экологи, пройти мимо этого сооружения спокойно. Вот уж поистине памятник заложен в застойные годы! Памятник, символизирующий беззаконие и безответственность при принятии важнейших эколого-экономических проектов»*.

Член-корреспондент АН СССР А.В. Яблоков, биолог: *«Просить Президиум АН СССР поручить институту государства и права рассмотреть вопрос о юридической ответственности партийного, советского руководства за бессмысленную трату средств, Ленгидропроекта – за необоснованный и экологически опасный проект, руководителей Ленморзащиты – за грубое нарушение заданных условий строительства. В случае положительного решения направить материалы комиссии для передачи в Прокуратуру СССР»* (https://rushydro.livejournal.com/340572.html?ysclid=l4ge0z7fpl534290885&utm_medium=endless_scroll).

Основные доводы противников строительства защитных сооружений были сформулированы «идеологом» в борьбе со строительством КЗС, кандидатом технических наук, доктором географических наук В.А. Знаменским в статье «Экологический ущерб – 700 миллионов рублей».

Автор утверждал, что наводнения всегда приводили к самоочищению акватории, а строительство защитных сооружений привело к нарушению гидродинамической, гидрохимической и гидробиологической взаимосвязи Финского залива и Невской губы. Ухудшение санитарного состояния Невской губы в тот период В.А. Знаменским увязывалось исключительно со строительством защитных сооружений, а не с резким увеличением в тот период концентрированных сбросов в северные протоки дельты р. Невы с централизованных очистных сооружений, расположенных на мелководьях в непосредственной близости от берега.

Заблуждения В.А. Знаменского и его коллег, выступавших с резкой критикой строительства КЗС, заключались в том, что они считали Невскую губу бассейном свободно сообщающемся с Финским заливом, в который беспрепятственно проникают морские ветровые волны, ветровые течения залива, происходит интенсивный водо- и ледообмен между Невской губой и Финским заливом. Такое представление было ошибочным и противоречило морфометрическим особенностям Невской губы и вершины Финского залива, что отражено в многочисленной научной литературе о гидрологическом, гидрохимическом и гидробиологическом режимах этого района.

Невская губа, в бытовых условиях (до постройки КЗС), являлась практически замкнутым бассейном, в котором постоянно формировался местный гидрологический режим, мало подверженный влиянию Финского залива.

Причина загрязнения Невской губы в период строительства защитных сооружений заключалась исключительно в ошибках при выборе мест выпусков централизованных очистных сооружений, расположенных на мелководье в районе п. Ольгино и у о. Белый, а также в застойной зоне у Южно-Лахтинской отмели.

Научно-техническое и методическое обоснование расположения выпусков очистных сооружений выполнялось под руководством В.А. Знаменского и именно им было рекомендовано распо-

лагать выпуски очистных сооружений ближе к берегу, что и привело к резкому ухудшению санитарного состояния Невской губы в тот период. Строительство защитных сооружений к этому процессу не имело никакого отношения.

В книге «Гидрологические процессы и их роль в формировании качества воды» В.А. Знаменским отмечается (стр. 196):

«Сопоставление работы ближнего и дальнего выпусков показало, что при ближнем выпуске обеспечиваются лучшие условия разбавления и последующего выноса сточных вод за пределы Невской губы, что уменьшает опасность их попадания к городским и курортным районам. Кроме того, сокращение длины выпуска дает возможность уменьшить стоимость капиталовложений, а также уменьшить высоту перекачки сточной воды на очистные сооружения» [13].

Даже после введения в эксплуатацию защитных сооружений автор продолжал утверждать: *«сбросные стоки немедленно включались в мощный процесс природного самоочищения и у наводнений был свой положительный эффект, но в результате строительства дамбы уникальная самоочистительная система была разрушена»* (http://spbvedomosti.ru/obshchestvo/posle_nas_knot_nbsp_potop/). В публикации «Кому дамба, а кому амба», которая вышла в 2018 году, после 7 лет успешной эксплуатации КЗС предотвратившего на тот период 18 опасных наводнений, В.А. Знаменский отмечал: *«наводнениями осуществляется идеальная очистка воды. Дамба ухудшает санитарное состояние Невской губы в 2-2.5 раза. И если дамбу не разберут, то постепенно город будет разрушен»*. (<http://novayagazeta.spb.ru/articles/1958/>).

В этой связи следует уточнить – никакой «уникальной самоочистительной системы» в Невской губе нет и никогда не было. Об этом свидетельствуют результаты многочисленных теоретических, лабораторных и натурных исследований, выполненных в обоснование проекта КЗС, которые позволили установить механизм загрязнения в период наводнений.

Поступление вод Финского залива в Невскую губу определялось по такому признаку, как соленость вод. Как известно, воды Финского залива являются солоноватыми. В ее восточной части верхний пятиметровый слой имеет соленость до 2%, придонные слои 4-6%. Невская губа заполнена практически пресными водами речного стока

с соленостью 0.05-0.1%. Следовательно, воды Финского залива легко обнаружить в Невской губе по их повышенной солености.

В результате выполненных комплексных исследований было установлено, что в период наводнений происходит перемешивание и отступление на запад от створа защитных сооружений клина солоноватых вод на расстояние до 90 км. В Финский же залив поступают пресные воды Невской губы. Эти воды не отличаются по загрязнению, поскольку р. Нева в период наводнений находится в подпертом состоянии. В это время уменьшается ее расход и увеличивается объем загрязняющих компонентов за счет интенсивных сбросов коммунальных и промышленных вод. На спаде уровня р. Нева выносит воды с повышенной концентрацией загрязняющих веществ, которые отлагаются в приустьевой и восточных частях Невской губы.

Продвижение длинной волны в Финском заливе и Невской губе в период наводнений сопровождается, как правило, усилением ветров западных и юго-западных направлений, которые увеличивают высоту нагона, вызывают сильное развитое ветровое волнение, что приводит к взмучиванию донных отложений и их переносу дрейфовыми течениями в восточном направлении. В результате усиливается загрязнение Невской губы. Анализ механизма загрязнения свидетельствует, что нет никаких оснований для утверждения, что наводнения способствуют очищению Невской губы и реки Невы.

Ошибочными являются заявления В.А. Знаменского и о том, что: *«возведенные сооружения защитного комплекса изменили характер колебания уровня воды в заливе и низких уровней не стало. В лучшем случае ординар или выше»*. Опыт эксплуатации КЗС убедительно свидетельствует, о том, что характер колебаний уровня не изменился и весьма часто фиксируются уровни гораздо ниже ординара.

Ссылаясь на труды В.А. Знаменского и публикации его коллег, средства массовой информации в погоне за сенсациями, в угаре перестройки, раздули настоящую истерию об отрицательном влиянии строящихся сооружений на экологию акватории Невской губы. В результате в обществе разгорелась острая дискуссия о целесообразности строительстве защитного комплекса, которого СМИ именovali мрачным словом «дамба». Фактически город был разделен на два лагеря: «дамбистов» и «антидамбистов». Те, кто за демократию, открытость, гласность – это антидамбисты. Средства массовой информации, естественно, на их стороне, а кто против этих

процессов – «дамбисты». В число «дамбистов»-«ретроградов», «противников перестройки» и вообще потенциальных «врагов народа» были занесены ведущие ученые, проектировщики, строители, инженеры – все те, кто строил уникальные сооружения, которые спустя четверть века, несмотря на истерику «прорабов перестройки», возведут уникальный защитный комплекс и будут действительно спасать Великий город от опаснейшего стихийного бедствия – ежегодных нагонных наводнений.

Важной темой, поднимавшейся на этих многочисленных дебатах по проекту КЗС, была тема нравственности. Народный артист СССР О.В. Басилашвили, признавая, что он не является специалистом и не имеет права вмешиваться в детали проекта, как житель города, задавался вопросом: *«Нравственно было ли начинать строительство дамбы, не зная всех возможных последствий?»*

Обеспокоенный проблемой нравственности, академик Д.С. Лихачев писал: *«Рассказывают, что когда идет лед, то суда не могут войти в порт. В эти дни, по существу, закрывается „окно“ в Европу. Понимаете, кроме экономического ущерба, я все больше задумываюсь над нравственным ущербом. Сейчас никто не знает, что с дамбой делать. Не знаю, право, и я. Есть предложение дамбу разобрать, но не повлечет ли это ухудшение экологической обстановки? Ведь грязь распространится по всему Финскому заливу, засорит Балтийское море»* (<https://biography.wikireading.ru/98597?>)

Печально, когда ученые такого ранга позволяют себе подобные высказывания. К сожалению, это было мнение и депутата Верховного Совета, которому доверяло общество, по праву называя его «совестью нации».

Понимая нравственность, как способность принять ответственность за свои мысли и действия, ученые, проектировщики, строители КЗС принимали на себя всю меру ответственности и пытались всеми силами, как можно понятнее, разъяснить в средствах массовой информации обществу свою позицию.

В многочисленных дебатах, в выступлениях по радио и на телевидении самое активное участие принимали ведущие специалисты страны в области гидротехнического строительства, гидравлики, гидрологии и экологии: начальник строительства и генеральный директор «Ленгидроэнергоспецстроя», доктор технических наук

Севенард Ю.К., главный инженер проекта КЗС Кураев С.Н., руководитель комплексных исследований во ВНИИГ им. Б.Е. Веденева профессор, доктор технических наук Мошков Л.В., старший научный сотрудник ВНИИГ им. Б.Е. Веденева, кандидат технических наук Маневич Я.З., главный гидролог Ленгидропроекта Моносов М.Л., начальник отдела водоохраны и охраны окружающей среды Ленгидропроекта Ромов Л.Я, главный специалист отдела изысканий Ленгидропроекта Бессан Г.Н., главный эколог и начальник производственно-экологического отдела Управления «Ленморзащита», кандидат технических наук Михайленко Р.Р.



Моносов М.Л.



Михайленко Р.Р.



Бессан Г.Н.

Ярким примером поддержки строительства КЗС служит блестящее выступление на радио Свобода Главного инженера приливных станций, доктора технических наук Л.Б. Бернштейна. Находясь в США, в командировке, он увидел по телевизору тенденциозную передачу из СССР против Ленинградской дамбы. Пришел на Бродвей и там, в студии Свободы, на весь мир выступил не только как один из участников проекта, но и как очевидец катастрофического наводнения 1924 года.

Он поведал о колоссальном ущербе, который может навсегда погубить жемчужину человеческой культуры. Как ученый-гидротехник на фактах доказал абсурдность воплей «защитников» города, которые: «вместо того, чтобы спасти город от миллионов тонн отходов, сливаемых в Неву, пытаются всю эту заразу свалить на плотину. Но плотина 100% проницаема. Загрязненность залива до плотины и после нее одинакова»,

Л.Б. Бернштейн с горечью констатировал: *«Появились люди, настоящее имя которых – чернь, и которые, чтобы выделиться на этой мутной волне грязи, сливаемой в Неву, кричат Дамбе – амба! Весь трагизм положения в том, что этот крик подхватили некоторые ученые, некомпетентные в данном вопросе, и начали мутить воду. Пресса им потакает, подлинным специалистам затыкают рот, а правительство, очевидно, в страхе перед чернью – безмолвствует».*

Ученый, фронтовик, человек прошедший страшные сталинские лагеря и впервые в мире построивший Арктике опытную Кислогубскую приливную электростанцию, не боялся говорить правду в лицо, невзирая на чины и звания.

К сожалению, призывы к разуму тонули в криках негодования тех, кто никогда не брал на себя никакой ответственности. В октябре 1990 года Ленинградский городской Совет народных депутатов, уступая беспочвенным обвинениям в адрес стройки со стороны «поборников защиты природы», принимает популистское решение о приостановке строительства КЗС.

Несмотря на огромное давление чиновников всех рангов работы по строительству комплекса продолжались. Что бы оценить это «давление», более похожее на травлю, достаточно сказать, что только в 1993 году на заседаниях Ленсовета 11 раз ставился вопрос о лишении звания депутата начальника строительства КЗС Ю.К. Севенарда.

В это время проект КЗС рассматривался многочисленными экспертными комиссиями, включая международные. Был сделан окончательный вывод о том, что защитные сооружения не оказывают отрицательного влияния на экологическое состояние Невской губы. (Роденхойс Г.С. Санкт-Петербургская дамба. Результаты экспертизы международной комиссии: выводы и рекомендации, 1992 г.)

Правительство Российской Федерации в декабре 1994 года принимает специальное Постановление о Комплексе защитных сооружений и его вводе в эксплуатацию в 2001 году. К сожалению, для этого не было ни сил, ни средств.

В августе 1996 года стройка остановилась на восемь месяцев, а затем строительно-монтажные работы на судо- и водопропускных сооружениях были продолжены до конца 2002 года. За этот период было переработано свыше 700 тонн арматуры. Полная остановка строительных работ продолжалась с января 2003 года по август 2006 года. За почти сорок месяцев простоя стройка превратилась в свалку, в источник экологического загрязнения Невской губы и Финского залива.



Брошенная стройка. Тоннель судопропускного сооружения С-1

Об этой горькой правде сказал на открытии КЗС 12.08.2011 г. Председатель правительства России В.В. Путин: *«Хорошо помню, когда в 2005 году я сюда приехал, посмотрел, у меня возникло чувство, что восстановить это просто невозможно, потому что это была огромная свалка железобетона и железного лома. И всё-таки в 2005 году решение было принято, и фактически с 2006-го стройка возобновилась. В результате её завершения город получит не только систему защиты от своей извечной беды – от наводнений, но и улучшение экологической ситуации, потому что по дамбе пройдёт оставшаяся часть кольцевой дороги. Поэтому это событие важно не только для петербуржцев, но и для всех граждан нашей страны, которые любят Северную столицу».*



Ржавеющие блоки батопорта

Прошло 10 лет с момента ввода в эксплуатацию КЗС. За этот период успешно предотвращено 30 наводнений, включая особо опасные. Защитные сооружения доказали свою эффективность и окупили вложенные деньги в его строительство.

Где же теперь эти «антидамбисты», «защитники природы», скандально-известные доморощенные «экологи» из общества «Дельта» – непримиримые борцы с «памятником беззакония»? Ветер истории безжалостно разметал имена тех, кто с пеной у рта доказывал и свою «правоту» утверждая, что строительство КЗС было «ошибкой и преступлением». Принес ли кто-нибудь из них извинения или признался в том, что заблуждался и был не прав? Увы, нет!

Как точно отметил в своей замечательной книге «Чудо Саян» (Санкт-Петербург. Алетейя. 2011 г.) писатель и известный ученый-

гидротехник, доктор технических наук А.Л. Гордон, исследовавший драматическую историю строительства КЗС: *«Не нужно извиняться, не нужно каяться, но сказать в назидание молодым, что общественность может сомневаться, может задавать вопросы, может то, может се. Но окончательное решение-за профессионалами. И подозревать профессионалов в безнравственности только на том основании, что не все понял, негоже. С тех пор, как произошло разделение профессий, человеческое общежитие держится на взаимном доверии. Как только взаимное доверие исчезает, общество разваливается»*. К огромному общему сожалению, нам всем тогда не удалось предотвратить распад общества.

Экологическая обстановка после 10 лет эксплуатации КЗС

Как же сейчас обстоят дела с экологией? В этой связи следует отметить, что вопросам экологии на всех этапах строительства и эксплуатации КЗС уделялось и уделяется самое пристальное внимание. Во время строительства защитных сооружений, которое проходило под контролем Европейского банка реконструкции и развития (ЕБРР), для решения проблем экологии были привлечены ведущие российские и зарубежные специалисты из Великобритании (HalkrowGroup) и Нидерландов (RoyalHaskoning, DHV).

В соответствии с требованиями Водного кодекса и Водной стратегии России на период до 2025 г., на объектах КЗС был реализован план водоохранных мероприятий. Эти мероприятия являются важной составной частью выполнения российской стороной «Конвенции по защите морской среды района Балтийского моря» 1992г., принятой Хельсинской комиссией (Хелком) и рекомендаций этой Конвенции о сокращении сбросов с городских территорий посредством правильного регулирования системы ливневых стоков.

Впервые в Европе на КЗС обеспечена 100% очистка поверхностного стока с протяженного (22,2 км) морского участка автодороги КЗС, проходящего по гребню дамб и являющимся замыкающим звеном КАД вокруг Санкт-Петербурга. Сточные воды с дорожного полотна поступают в Невскую губу после очистки в очистных сооружениях и сбрасываются в акваторию только в том случае, если

состав воды соответствует нормативным требованиям по взвешенным веществам, биохимическому потреблению кислорода, хлоридам и нефтепродуктам.

Важную природоохранную функцию выполняют судо- и водопропускные сооружения КЗС, суммарная площадь живого сечения которых составляет $S=9540 \text{ м}^2$, а водосливной фронт $L=1864 \text{ м}$, что больше параметров устья р. Невы. При открытых затворах (штатное состояние) обеспечивается свободное перемещения воды и биоты (совокупность видов живых организмов) между Финским заливом и Невской губой.

В случае угрозы наводнения все затворы закрываются, и Невская губа превращается в замкнутую акваторию. Переноса в Невскую губу огромного количества донных отложений из Финского залива не происходит. Со стороны Финского залива отсутствует загрязнение Невской губы. В Невской губе происходит аккумуляция очищенных стоков реки Невы.

Построенные Защитные сооружения не изменили естественный режим уровней воды в Невской губе, систему течений, волновой и температурный режимы. Не допуская затопления городских территорий, КЗС предотвращает опасность загрязнения Финского залива возвратными водами.

После ввода в эксплуатацию защитных сооружений создались благоприятные условия для восстановления экосистемы примыкающей акватории. Опыт эксплуатации показал, что КЗС не оказывает отрицательного влияния на санитарный режим Невской губы, на воспроизводство рыбных запасов, в том числе ценных проходных и полупроходных рыб. Произошло полное восстановление экосистемы после строительного периода.

Сохранены редкие виды околотовных и водоплавающих птиц, которые ежегодно мигрируют через Финский залив, включая все восемь видов птиц, занесенных в Красную Книгу (Н.П. Иовченко. Значение Комплекса защитных сооружений для сохранения биоразнообразия и редких видов птиц // Окружающая среда 13.02.2019, www.ecopeterburg.ru).

В весенний период, в районе защитных сооружений, отмечено появление белых и черных лебедей, кроншнепов, глухарей, крачек, а также хищных млекопитающих - рыжих лисиц и ласк. Постоянно к сооружениям подплывают тюлени. На газонах КЗС произрастает большое количество весьма редкого в дикой природе растения, занесенного в Красную книгу – первоцвета лекарственного (*Primula*).

Фактически, на базе сооружений формируется особые экосистемы, отличающиеся богатством и разнообразием форм жизни, что отражено в целом ряде публикаций.



Белые лебеди, лисица и первоцвет лекарственный (*Primula*) у защитных сооружений КЗС

В частности, в монографии группы экологов «Плавни Невской губы» так оценивается влияние КЗС на окружающую среду:

«Наиболее крупное гидротехническое сооружение с ярким примером «побочных» положительных экологических эффектов для экосистем плавней – это Комплекс защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений (КЗС). Дамбы КЗС составляют гигантский искусственный риф с большой площадью новых твердых субстратов, охотно заселяемых различными водными организмами. Подобные искусственные подводные сооружения часто формируют особые экосистемы, отличающиеся богатством и разнообразием форм жизни. Возле дамб КЗС как с восточной, так и западной сторон почти с самого начала его строительства наблюдается активное образование новых зарослей высшей водной растительности. Кроме того, КЗС оказал существенное влияние на распределение водоплавающих и околоводных птиц в восточной части Финского залива и облегчил им сезонные миграции через Невскую губу, давая им возможность промежуточного отдыха при пересечении акватории» [18].

Экологически чистая акватория КЗС, развитая дорожная инфраструктура, удобные подъезды к причальным сооружениям позволили успешно проводить на базе защитных сооружений ежегодные экологические мероприятия в рамках государственного задания по воспроизводству и поддержанию биологических ресурсов Балтийского моря.

Речь идет о плановых выпусках в акваторию Финского залива сеголеток (молоди) балтийского сига и судака. Эта молодь выращиваются, для лучшей приживаемости в новых условиях, на рыбноводных предприятиях Ленинградской и Псковской области в каскадных прудах и на естественных кормах. Выпуск сеголеток осуществляется в рамках компенсационных мероприятий по восполнению ущерба водным биоресурсам от деятельности различных предприятий Санкт-Петербурга и Ленинградской области. За период 2018-2022 год осуществлен выпуск 258753 штук сеголеток. В качестве точки выпуска, специалистами-рыбоводами выбрано Судопропускное сооружение С-2. Выбор основан на результатах научных исследований и многолетних наблюдений, с учетом хорошей экологии, обильной кормовой базы водного бассейна КЗС,

благоприятных условий приживаемости и дальнейшего размножения молоди в акватории. К месту выпуска молодь доставляется на специально оборудованных транспортных средствах, под патронажем специалистов – рыбоводов. Контроль выпуска осуществляется представителями Северо-Западного территориального управления Федерального агентства по рыболовству, специалисты Северо-Западного филиала ФГБУ «Главрыбвод», Санкт-Петербургского филиала ВНИРО, при обязательном участии специалистов-экологов ФКП «Дирекция КЗС г. СПб Минстроя России».



Выпуск сеголеток в районе судопропускного сооружения С-2

Выпуски молоди сига и судака на базе КЗС являются важным мероприятием, помогающим сохранять и восстанавливать водное биоразнообразие и улучшать экологию Невской губы и восточной части Финского залива.

Существенное влияние на экологию акватории Финского залива и Невской губы оказывает глобальное потепление. В частности, на процессы размножения сине-зеленых водорослей (цианобактерий), вызывающих цветение воды.

Цветение воды в акватории Невской губы постоянно рассматривалось противниками строительства защитных сооружений исключительно как следствие негативного влияния строительства КЗС не

только на экологию акватории, но и примыкающую к ней уникальную курортную зону – излюбленное место отдыха горожан. Это был главный аргумент «антидамбистов» в «доказательной базе» обвинения стройки, как основного источника загрязнения. Обвинение было, мягко говоря, несправедливым и глубоко ошибочным. Дело в том, что еще задолго до начала строительства защитных сооружений в Невской губе отмечались участки акватории, где наблюдалось цветение сине-зеленых водорослей.

Еще в 70-х годах XX века эксперты отнесли южную часть Невской губы к так называемой «эвтрофной акватории», т.е. акватории, подверженной периодическому цветению. С учетом этого факта в проект КЗС были внесены изменения для уменьшения зон замедленного водообмена. Было увеличено количество отверстий в водопропускных сооружениях, примыкающих к южному и северному берегу, выполнены работы по спрямлению береговой линии.

Процесс цветения воды и причины образования колоний цианидов специалисты увязывали исключительно с температурным фактором и загрязнением воды в Финском заливе и Невской губе.

В настоящее время загрязнения акватории резко уменьшилось в связи с вводом в эксплуатацию очистных сооружений, коллекторов и других сооружений ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга». Сами же защитные сооружения не являются источником загрязнения.

Вместе с тем, летом 2018 года отмечалось цветение воды не только в Невской губе, но и на обширных акваториях Балтийского моря, включая берега Финляндии и Германии. Причиной этого явления послужило жаркое лето, которое попало в десятку самых теплых за всю историю наблюдений.

После холодного лета 2017 года температурный скачок в летний период 2018 года был довольно значительным. Это и послужило основной причиной цветения воды.

Специалисты Института окружающей среды Финляндии (SYKE), расположенного в Хельсинки, полагают, что в 2018 году в Финском заливе сложилась худшая за последние 20 лет ситуация с сине-зелеными водорослями. Финские ученые считают, что эта проблема, наряду с температурным фактором, связана с поступлением насыщенных фосфором вод через Датские проливы в Балтийское море. В данном случае источником загрязнения являются сельское хозяйство и промышленность.

Основными источниками загрязнения Финского залива и Невской в настоящее время является:

1. Диффузионный сток, т.е. неконтролируемый сток с территории сельскохозяйственных полей, промышленных площадок, населенных пунктов, дорог.

2. Донные отложения, образующиеся в застойных зонах;

3. Точечные выпуски стоков от жилого фонда, предприятий общепита, домов отдыха, пансионатов курортной зоны. На ряде этих объектов существуют прямые выпуски стоков без всякой очистки в залив, на других работают локальные очистные сооружения, но они, к сожалению, не всегда эффективны.

К сожалению, сейчас на побережье Финского залива и Невской губы примыкающему к КЗС, имеет место неконтролируемый сброс неочищенных коммунальных вод, что провоцирует развитие в воде цианобактерий. В частности, в Курортном районе эксплуатируются четыре канализационных очистных сооружения. Локальные очистные сооружения имеются у ресторанов и коттеджей, но они подчас не справляются с переработкой большого количество отходов. Имеется много хозяйственных объектов и жилых домов, которые вообще не подключены к канализации. Они сбрасывают не очищенные стоки в акваторию Невской губы. Как правило, это солевые реагенты, моющие вещества, антисептики, нитраты и фосфаты, вещества содержащихся в лекарствах, в частности, деклофинак, влияют не только на развитие цианобактерий, но и уничтожают двустворчатых моллюсков, обитающих в прибрежных водах и играющих огромную роль в очищении водоемов от органических загрязнений.

Из вышеизложенного можно сделать однозначный вывод о том, что в акватории Балтийского моря и Финского залива постоянно присутствуют сине-зеленые водоросли. Их невозможно уничтожить – они необычайно живучи. В неблагоприятных условиях они «спят», а в жаркий период начинают стремительно развиваться, чему способствуют донные отложения в застойных зонах, и сбрасываемые неочищенные стоки из прибрежной зоны, содержащие фосфаты, нитраты, солевые реагенты и антисептики.

КЗС, являясь экологически чистым морским гидротехническим объектом, не загрязняет акваторию Финского залива и не провоцирует развитие колоний цианидов, приводящих к цветению воды.

Влияние эксплуатации КЗС на развитие сейсмических процессов в регионе

В последнее время некоторыми специалистами и общественными деятелями, поднимаются вопросы о негативном влиянии Комплекса сооружений по защите Санкт-Петербурга от наводнений на процессы развития землетрясений в Балтийском море и Северо-Западном регионе РФ.

Проблема приобрела определенный резонанс и даже стала причиной официальных депутатских запросов в которых выражается серьезная обеспокоенность, что причиной землетрясений в Балтийском море, возможно является постоянное образование в период наводнений некой «водяной горы» перед закрытыми затворами КЗС, масса которой оказывает существенное дополнительное давление на грунт акватории восточной части Финского залива и Невской губы.

Принимая во внимание, что акватория, примыкающая к КЗС, находится в непосредственной близости сочленения Балтийского щита и Русской плиты, где имеется четыре тектонических разлома, высказываются опасения, что эксплуатация КЗС может провоцировать землетрясения в регионе. В качестве примера в запросе приводится землетрясение в Калининграде, произошедшее 21 сентября 2004 года.

Поднятая проблема относится к весьма сложным вопросам геоэкологии и сейсмического регистрирования, которыми занимаются специализированные научные организации Академии наук РФ, в частности, Институт геоэкологии им. М. Серова РАН (ИГЭ РАН).

Причиной наводнений в восточной части Финского залива, как мы указывали выше, является возникновение в акватории так называемой «длинной волны» имеющей протяженность несколько десятков километров, которая на подходе к Невской губе трансформируется и вызывает подъем уровня воды в устье реки Невы. В бытовых условиях (до постройки КЗС) такая волна вызывала подъем уровня воды в реке Неве и подтопление значительной части городских территорий. При подъеме уровня воды в Неве до $H = + 200$ БСВ у ГП «Горный институт» площадь затопления Санкт-Петербурга составляла порядка 20 % территории города. [4] Принимая во внимание, что площадь Санкт-Петербурга составляет $S_{СПб} =$

1403 км², то слой воды, затопившей город, ориентировочно составляет $V = 0,562 \text{ км}^3$ (562 млн. тонн дополнительной нагрузки).

В условиях наводненческой ситуации, после ввода КЗС в эксплуатацию, закрыты все судо- и водопропускные затворы и указанный объем воды не поступает в Невскую губу, а РАВНОМЕРНО распределяется по всей акватории восточной части Финского залива, создавая дополнительную равномерно распределенную нагрузку на дно (ориентировочно $P = 1,9 \text{ гр/см}^2$ с учетом площади Финского залива $S_{\text{фз}} = 29500 \text{ км}^2$).

Это обстоятельство не было учтено, что и привело к ошибочному выводу о том, что при наводнении перед фронтом КЗС создаются некие «водяные горы».

Следует подчеркнуть, что при наводнении уровень воды плавно повышается со стороны Финского залива. Никаких «водных гор» при этом у сооружений КЗС за весь период эксплуатации никогда не наблюдалось.

Насколько критично действие указанной дополнительной нагрузки на дно для инициирования процесса землетрясения в акватории Балтийского моря – на это должны дать ответ специалисты-сейсмологи.

Мы можем лишь утверждать, что анализ более 308 наводнений, произошедших в акватории Балтийского моря и Финского залива, включая катастрофические (1691, 1777, 1824, 1924 гг.) не сопровождалось сейсмическими явлениями. За период эксплуатации, КЗС по предотвращению 30 наводнений подобных опасных явлений не зарегистрировано.

Оценивая произошедшее землетрясение 21 сентября 2004 года в Калининграде, следует отметить, что в данном районе нет гидротехнических сооружений подобных КЗС, нет отсекаемых акваторий, накапливающих значительные массы воды. Эпицентр землетрясения находился в десяти км от побережья на глубине 20 км и поэтому увязывать землетрясение 2004 года с введенным в 2011 году эксплуатацию КЗС, по крайней мере, странно.

Вместе с тем к данной проблеме следует отнестись весьма серьезно. Как известно, начиная с 1497 г. в акватории Балтийского моря и примыкающих к нему территорий было зафиксировано 14 землетрясений, из которых три составляли от 5 до 7 баллов по шкале Рихтера (1497 г., 1540 г., 2004 г.).

Береговая защита Финского залива и территорий от затоплений и подтоплений

Проблемы, связанные с глобальным потеплением, увязываются и с задачами укрепления берегов, как в границе Санкт-Петербурга (150 км), так и общей береговой линии в периметре российской ее части (500 км). Вопросы берегоукрепления Финского залива и инженерной защиты территорий от затоплений и подтоплений постоянно находятся в поле зрения специалистов.

Прилегающая к Санкт-Петербургу и к зоне КЗС береговая линия, сформирована легко размываемыми ледниковыми суглинстыми мореными отложениями. Здесь наблюдается малая мощность запасов песков, что и предопределяет дестабилизацию ситуации в береговой зоне Финского залива и Невской губы.

С увеличением волновой нагрузки, а глобальное потепление сопровождается ростом опасных природных явлений, связанных с участвовавшими подъемами уровня воды, усиливается интенсивность разрушения береговой линии.

Негативная динамика изменения береговой зоны наблюдается на Северном берегу Финского залива (Сестрорецк, Зеленогорск, Комарово, Репино), в Лисьем Носу, Кронштадте, на Канонерском острове, в парке 300-летия Санкт-Петербурга и на Южном берегу (Петергоф, Лебяжье, Красная горка, Лоцманское Селение).

Здесь протекают опасные и необратимые изменения. Береговая картина в этих местах менялась и ранее, но не так стремительно, как в настоящее время. Основными причинами данного процесса являются:

- изменение климатических условий, подъем уровня моря, увеличение количества неблагоприятных погодных явлений и частоты штормовых периодов;

- возрастающая техногенная нагрузка, т.е. интенсивная разработка подводных карьеров и создание искусственных земельных участков (ИЗУ), что существенно нарушает естественный баланс наносов в береговой полосе из-за дефицита песка и его принудительного перемещения;

- произвольные и хаотичные берегозащитные мероприятия, которые, зачастую, решая локальные проблемы, вызывают общее ухудшение обстановки в береговой зоне.

В комплексном поэтапном решении данного вопроса, безусловно, необходим системный подход и постоянный мониторинг процессов изменения, эрозии и деградации береговой линии и на этой основе – разработка и внедрение эффективных мероприятий по берегоукреплению.

В настоящее время создана Генеральная схема берегозащиты побережья Финского залива в границах Приморского, Петроградского, Василеостровского, Кировского, Красносельского и Петродворцового районов Санкт-Петербурга.

Выполненные в ее обоснование исследования показали, что береговая зона Невской губы требует применения специальных мер комплексной берегозащиты для различных ее участков, учитывающих их геологические особенности, гидро-, морфо-, литодинамические процессы и явления:

- для северного берега – создание искусственных пляжей в комплексе с берегозащитными сооружениями;
- для восточного – реконструкция и поддержание в рабочем состоянии существующих и строительство новых (Канонерский остров) сооружений «жесткой» берегозащиты (набережные, волноотбойные стенки, каменные наброски);
- для южного берега – укрепление участков береговых террас и применение волноломов из природного камня [15, 16].

Берегоукрепительные сооружения должны обеспечить экологическую безопасность, надежную защиту берегов от стоковых, волновых, ледовых воздействий с учетом сгонно-нагонных колебаний уровня воды, от воздействия грунтовых вод. Органично вписаться в окружающую среду, оказывая на неё минимальное воздействие.

В Техническом Проекте КЗС обосновано проведение берегоукрепительных работ. При соответствующих решениях, специалисты КЗС, обладающие опытом проведения работ в Невской губе и техническими ресурсами, могут принять участие в мероприятиях по инженерной защите КЗС и работах по укреплению береговой линии Невской губы от затоплений, подтоплений, разрушения берегов и иного негативного воздействия вод.

Намывные работы в Невской губе

Эффективность работы КЗС по предотвращению наводнений в Санкт-Петербурге зависит от площади водного зеркала и объема воды в Невской губе. Невская губа представляет собой широкий мелководный водоем с плоским дном (Маркизова лужа). Длина губы 21 км, наибольшая ширина 15 км. Площадь водного зеркала губы, включая баровую зону реки Невы, в бытовых условиях, составляла 403,5 кв. км, преобладающая глубина 3-5 метров. Это уникальный водный объект, имеющий важное рыбохозяйственное, социальное, военное и культурно-историческое значение. Академик А.Н. Крылов, как было указано выше, называл Невскую губу «легкими города», отмечая её важную роль в благополучном состоянии окружающей среды Санкт-Петербурга. В акватории Невской губы, с ее обширными отмелями и многочисленными преградами, в том числе и искусственного происхождения, препятствующими проникновению морских ветровых волн и ветровых течений, сформировался собственный местный гидрологический режим.

К сожалению, из-за выполнения в акватории Невской губы намывных работ, с целью создания искусственных земельных участков (ИЗУ), площадь ее водного зеркала постоянно уменьшается. В период с 1979 по 1990 гг. было намыто более 30 км² новых искусственных земельных территорий на мелководьях Невской губы. В 2008–2020 гг. в Невской губе созданы намывные территории «Морской фасад», порт Бронка, «Крестовский остров» общей площадью 3,78 км². Это привело к тому, что площадь зеркала Невской губы уменьшилось на 17,5 % и составляет в настоящее время 330 км² [7].

Тем не менее, в соответствии с Законом Санкт-Петербурга от 22.12.2005 № 728-99 «О Генеральном плане Санкт-Петербурга», к 2025 году планируется намыть в Невской губе 15 км² искусственных территорий в районе г. Сестрорецк («Новый берег»), Васильевского острова («Морской фасад»), Кронштадта («Северный парус»). Это будет, по мнению инвесторов проекта, не просто комплекс искусственных земельных участков, а «оригинальное общественное и бизнес пространство» способное решить, сразу несколько городских проблем в т.ч. разгрузить исторический центр города и дать мощный толчок для развития региона.

На намывных территориях, находящихся в зоне риска возникновения ежегодных опасных нагонных наводнений, планируется развитие гражданского жилищного строительства и создание инфраструктуры, которое должно привлечь значительный объем транспортных и людских потоков.

Подобные планы вызывают серьезные опасения, т.к. в случае дальнейшего уменьшения площади зеркала Невской губы, аккумулярующая способность ее акватории дойдет до критических значений [5].

Наиболее опасны намывы в устье реки Невы, на западной оконечности Васильевского острова (площадь намыва $F = 4.76 \text{ км}^2$). В условиях наводненческих ситуаций уровень воды в этой части акватории резко возрастает в результате ветрового воздействия и изменившегося гидрологического режима, а также из-за сокращения водного пространства, необходимого для равномерного распределения нагонной волны по акватории. Поэтому планы развертывания гражданского жилищного строительства на намывных территориях опасны.

Искусственное уменьшение зеркала акватории Невской губы и ее объема, в условиях глобального изменения климата, может привести к резкому снижению эффективной работы КЗС и, как следствие, рискам затопления исторической части Санкт-Петербурга.

Правительства европейских стран (Нидерланды, Великобритания), на основе своего трагического опыта, рассматривают как острую необходимость переселение граждан из районов, входящих в зоны повышенного климатического риска, вглубь своих территорий, а в Санкт-Петербурге, ежегодно подвергающемуся опасному стихийному бедствию – нагонным наводнениям, гражданское жилищное строительство планируется вынести в море.

Следует напомнить, что еще в 1986-1988 гг. архитектором Л.Б. Дмитриевым, инженерами Ю.А. Скориковым, Е.Г. Шеффер, В. Лысенко вносились предложения об освоении акватории Невской губы для гражданского жилищного строительства в целях развития города. При обсуждении данного вопроса межведомственными комиссиями был сделан однозначный вывод о нецелесообразности этих предложений, т.к. *авторы недооценили опасность потери аккумулярующего бассейна для стока реки Невы во*

время нагонных наводнений, что, приведет к сокращению площади водной поверхности, ликвидации мелководий и утрате рыбохозяйственных качеств Невской губы [17].

В этой связи необходимо принять во внимание заявление Федерального Агентства Водных ресурсов (Росводресурсы) Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации уполномоченного выдавать разрешения на создание искусственных земельных участков на водных объектах РФ.

Агентство проинформировало в 2018 году: «...любое новое строительство в акватории, в том числе и образование новых территорий, может привести к уменьшению аккумулирующего объема Невской губы и катастрофическим последствиям в период чрезвычайных ситуаций» [9].

Наиболее опасно создание ИЗУ в устье реки Невы на западной оконечности Васильевского острова.

Во время наводнений, при закрытых затворах КЗС, наибольший подъем уровня воды происходит в восточной устьевой зоне Невской губы из-за ветроволновых нагонов. В этой части акватории уровень воды резко возрастает в результате сокращения водного пространства, необходимого для равномерного распределения нагонной волны по акватории. Поэтому планы возведения на намывных территориях в Невской губе зданий и сооружений гражданского строительства крайне опасны.

Для решения этой проблемы представляется актуальным предложение, выдвинутое в 2018 году академиком Ю.С. Васильевым о создании математической модели водной системы «Ладожское озеро – река Нева – Невская губа» для исследований влияния изменения уровня Ладожского озера на расходы р. Невы и аккумуляцию ее стока в Невской губе в период предотвращения нагонных наводнений.

В рамках этих исследований планируется уточнить реальную площадь акватории Невской губы при различных отметках уровня воды и определить минимально возможную площадь зеркала Невской губы для обеспечения безопасной и надежной эксплуатации защитного Комплекса в условиях глобального потепления и изменения погодно-климатических факторов.

До получения результатов научных исследований на модели все работы по намыву и созданию ИЗУ в акватории Невской губы целесообразно приостановить [2, 3].

СТРОИТЕЛЬСТВО КЗС

Начало строительства

Постановление Центрального Комитета КПСС и Совета Министров СССР № 745 «О строительстве сооружений защиты г. Ленинграда от наводнений» было опубликовано 19 августа 1979 года в газете «ПРАВДА». Этот день по считается началом строительства КЗС.

Работа строителям предстояла грандиозная. Только по основным объектам Комплекса, в соответствии с проектом, предусматривалось вынуть 15 миллионов кубометров грунта, уложить в тело сооружений 26 млн. куб. м бетона и железобетона, смонтировать 40 тыс. тонн металлоконструкций и оборудования. Для перевозки всех строительных материалов, необходимых для сооружения защитного комплекса потребовалось бы три железнодорожных состава, каждый длиной от Ленинграда до Владивостока.



Отсыпка насыпи дамбы

Строительные работы развернулись стремительно. На создание защиты от наводнений отводилось 10-12 лет. Государство выделяло для достижения этой цели огромные средства. Только на первые 5 лет стройка получала 1,5 млрд.руб. Для реализации проекта было привлечено десять министерств и ведомств. Основная роль отводилась Министерству энергетики и Министерству транспортного строительства СССР.

Для выполнения работ в Ленинграде, при Исполкоме Ленсовета, в декабре 1979 года, было создано Производственное строительно-монтажное объединение «Ленгидроэнергоспецстрой» («ЛЕНГЭСС») – управление по строительству сооружений защиты Ленинграда от наводнений. В апреле 1980 года, в качестве генерального директора, управление возглавил опытный гидростроитель Севенард Ю.К. На тот момент, за его плечами уже были грандиозные стройки: Красноярская ГЭС, Асуанский гидроузел в Объединенной Арабской Республике (Египет) и Нурекская ГЭС на реке Вахш в Республике Таджикистан.

Севенард Ю.К. поставил перед строителями задачу: «Мы не можем позволить себе ни дня на раскачку. Столь большой объем работ требует с первых шагов целеустремленности всех участников строительства, координации их действий, исполнительности».

В 1979 году начались подготовительные работы, необходимые для полномасштабного развертывания стройки. Для производственных баз определены три площадки – «Горская», «Котлин» и «Бронка». С этих трёх плацдармов и была запланирована атака на Финский залив. Для приема грузов и оборудования сооружались железнодорожные пути, реконструировались железнодорожные станции Лисий нос и Бронка, создавались подходные каналы и причалы.

Первых строителей встретило прибрежное болото, поросшее лесом. Уровень будущей площадки «Горская» был практически на «нулевой» отметке и затапливался при самом незначительном подъеме воды. Предстояло отсыпать песком территорию на отметку выше двух с половиной метров и быстрыми темпами начать создание производственной базы. Меньше чем за год были построены механические мастерские, ангары, склады, гаражи, бетонные заводы, бытовые корпуса и столовые. Одновременно началась отсыпка защитных дамб.

Строительство главных сооружений комплекса стартовало 1 октября 1980 года, когда в основание дамб был уложен первый камень. На его гранитной глыбе была надпись: «Защитим Ленинград от наводнений!» На торжественном митинге по этому случаю Семенов Ю.К. сказал: «Теперь нас не остановить. Теперь только вперед, на Котлин!».



Первый камень в основание дамбы

Первый куб бетона был уложен в основание водопропускного сооружения В-6 2 июля 1981 года. Этому событию предшествовала большая, напряженная, практически круглосуточная работа автомобилистов и механизаторов. Весной 1981 года механизированные бригады вышли на место создания котлована под возведение водопропускного сооружения В-6 и закончили отсыпку первой очереди дамбы Д-11. Перемычка котлована была замкнута, образовав посреди залива первое рукотворное озеро. Мощные насосы удалили воду из созданного котлована, обнажив дно Финского залива. В этот момент строителям открылись тайны, долгое время скрытые от глаз толщей воды: фортификационные сооружения петровской

эпохи – ряжи, пушки и ядра. Снаряды и мины, торпеды, стволы орудий времен Великой Отечественной войны. В центре котлована торчал хвост сбитого немецкого самолета. В этом месте, над Кронштадтом, шли ожесточенные воздушные бои наших летчиков с пилотами люфтваффе.



Деревянные ряжи петровской эпохи

Первыми в котлован спустились саперы и только после полной очистки от боеприпасов за дело взялись бульдозеры и экскаваторы, которым предстояло очистить дно от ила и подготовить основание для будущего водопропускного сооружения В-6. В начале 80-х годов технический парк стройки насчитывал более 700 автомобилей различной грузоподъемности. Самые мощные из них – БелАЗы – были способные перевозить до 40 тонн. Для строительного-монтажных и погрузо-разгрузочных работ использовались 450 различных строительных машин, включая электрический экскаватор ЭКГ – 8И с ковшом, вмещающим до 10 кубометров грунта, уникальную плавучую технику – гидрокран «Бастион», способный поднимать 6,5 кубов грунта с глубины до 18 метров и кран «Черноморец», грузоподъемностью 100 тонн.



Работающая техника на строительстве комплекса

Для наращивания темпов строительства, впервые в отечественном гидротехническом строительстве, были применены новые «экспериментальные» технологии позволившие круглогодично вести работы по укладке грунта и горной массы в тело дамб.

В торжественной обстановке в основные сооружения был уложен первый кубометр бетона. Среди бетонщиков стояли министр энергетики Непорожний П.С. и секретарь Ленинградского обкома КПСС Соловьев. Ю.Ф. В бетон опустили капсулу с посланием к потомкам. На одной из строительных касок участники укладки бетона оставили свои подписи. В настоящее время эта каска, как реликвия, хранится в Информационном центре Дирекции КЗС.

Работы по подводной части водопропускного сооружения В-6 были успешно завершены и 8 мая 1984 года котлован затопили водой. Право нажать кнопку для взрыва перемычки котлована, в качестве почетной миссии, было предоставлено Матвиенко В.И., возглавлявшей в те годы ленинградский комсомол. И кто знает, возможно воспоминание об этом дне сыграло не последнюю роль в дальнейшей решимости и настойчивости будущего губернатора Санкт-Петербурга и в последствии Председателя Совета Федерации РФ завершить грандиозное начинание по строительству Комплекса защитных сооружений уже в XXI веке, после длительной остановки.

Богатым на важные и значимые для всего строительства события стал 1984 год. Была введена железнодорожная станция «Лисий

нос». Автотранспорт получил виадук, взметнувшийся дугой над Приморским шоссе, а строители – проходящую под ним долгожданную железнодорожную ветку прямо на строительную площадку Горская. На созданных эстакадах началась разгрузка щебня и горной массы в непосредственной близости к месту работ. Собственный флот стройки доставлял песок и камни от мест добычи на трассу защитных сооружений. В результате все производственные площадки – Горская, Котлин и Бронка, получили надежное и бесперебойное снабжение. Стало возможным вести работы в нескольких направлениях, навстречу друг к другу, и 29 декабря 1984 года строительство сухопутного проезда на остров Котлин было завершено. Кронштадт перестал быть городом-островом.



Создание сухопутного проезда на остров Котлин

К середине 80-х годов строители были близки к завершению работы по созданию перемычки котлована для строительства главного судопропускного сооружения – С-1. Нижняя отметка котлована – 28 метров ниже уровня моря, а площадь более 21 тыс. кв. м. При этом в десятке метров от котлована, по Морскому каналу, продолжалась проводка судов.



Провод судов в непосредственной близости от котлована С-1

Интересна технология создания перемычек для такого огромного котлована. Основой служили специальные круглые металлические цилиндры высотой 15, и диаметром 10 метров – обечайки. Толщина стального листа – 10 мм, внутри, для жесткости, стальные распорки. Эти конструкции делались на производственной базе Литке в Кронштадте. К месту установки обечайки доставляли морем. Их опускали на дно, и засыпали песком и щебнем. С появлением на стройке шпунта от этого метода отказались. После завершения работ в котловане эти конструкции разобрали. Осталась только одна, на которой со стороны Финского залива установлен южный створный знак.

В мае 1985 года началась добыча горной массы в карьере «Сысоевский» за Выборгом, где специально разрабатывался карьер для нужд строительства КЗС. Скальные породы этого карьера лежат на откосах защитных дамб.

В середине 80-х возводимые дамбы еще не были защищены каменными и бетонными откосами. Да и другие строительные объекты были весьма уязвимы перед Балтийской волной. И не раз она показывала свой крутой нрав, стремясь уничтожить препятствия, создаваемые человеком на её пути к городу на Неве. Серьезные испытания выпали на стройку в 01 января 1984 года и 6 декабря 1986 года, когда произошли наводнения с высотой подъема уровня воды до отметок соответственно +231 см и +260 см БСВ.



Монтаж перемычек котлована

Наводнение в ночь с 29 на 30 ноября 1999 года с высотой подъема воды +262 см БСВ выше ординара, привело к чрезвычайной ситуации не только в городе. Пик подъема воды пришелся на 4 утра. Были затоплены Английская, Дворцовая и Адмиралтейская набережные, часть Гороховой улицы и Вознесенского проспекта. Вода попала в подвалы домов, стоящих близко у воды. Беда грозила Эрмитажу, Меншиковскому и Мраморным дворцам, городским паркам.

Буря повалила много деревьев в Царском Селе и Петергофе. Из-за попадания воды в тоннели было закрыто несколько станций метро. Всего затоплению подверглись шесть районов города с площадью 92 квадратных километра. Общий ущерб от наводнения составил около 100 миллионов рублей.

Стихия беспощадно обрушилась и на стройку. Размыло 150 метровый участок дороги, проходящий по дамбе. Вода унесла со скла-

дов свыше 5 тысяч кубометров песка. На двух водопропускных сооружениях были выбиты опоры из-под затворов. Водный поток затопил котлован строительства судопропускного сооружения С-2 объемом в 25 тыс. кубометров. Высока была угроза прорыва воды и затопления котлована на судопропускном сооружении С-1.

Следует отметить, что уже на завершающем этапе строительства Комплекс продемонстрировал свои защитные возможности, когда ночь с 15 на 16 ноября 2010 года создалась угроза высокого подъема воды. Сработали сооружения Комплекса. Опустелись затворы всех водопропускных сооружений, был поднят затвор на судопропускном канале С-2. Этим мер хватило, чтобы остановить рост воды. В 06.30 утра 16 ноября 2010 года уровень воды составил 180 см. По оценкам специалистов при отсутствии защиты он мог быть на 70-80 см выше.

Приостановка работ по строительству

В 1990 году Ленинградский городской Совет народных депутатов, уступая беспочвенным обвинениям в адрес стройки со стороны взбудораженной «поборниками защиты природы» общественности, принимает решение о фактической остановке строительства Комплекса защитных сооружений от наводнений.

«Учитывая сложную экологическую обстановку в Невской губе, основываясь на выводах комиссий Ленинградского научного центра АН СССР, результатах слушаний, организованных постоянной комиссией Ленсовета по экологии, Ленинградский городской Совет народных депутатов РЕШИЛ:

1. *Считать нецелесообразным продолжение строительства комплекса сооружений защиты Ленинграда (КЗС) в рамках существующего проекта.*

2. *Подготовить и до 1 ноября 1990 года принять решение о приостановке работ на КЗС и частичной консервации, включив в него предложения по использованию высвобождающихся мощностей Ленгидроэнергоспецстроя (ЛенГЭСС) на строительстве городских, прежде всего природоохранных объектов, с учетом имеющихся фондов и лимитов по городскому хозяйству».*

Председатель Ленсовета А.А. Собчак».

Решение было противоречивым и неоднозначным. Предстояла большая борьба с противниками строительства. Но, как ни странно, само решение не ставило точку на строительстве, «дверь осталась приоткрытой». Во всяком случае, такие пункты решения, как проведение независимой технико-экономической и экологической экспертизы строительства и сохранение на 1991–1995 годы централизованного финансирования в объемах не менее остатка сметной стоимости КЗС, обеспечение устойчивого сухопутного движения на участке Горская – Кронштадт укрепляли оптимизм сторонников продолжения строительства.

Став в 1991 году первым мэром Санкт-Петербурга, Анатолий Собчак дистанцируется от принятых в 1990 году решений Ленсовета. Факты и многочисленные выводы всевозможных экспертиз, проведенных с участием авторитетных зарубежных специалистов, убеждают его в необходимости завершения стройки. Президенту Ельцину Б.Н. им отправляются неоднократные обращения об увеличении финансирования для достройки КЗС. И, наконец, ему удалось добиться специального постановления Правительства Российской Федерации от 25 ноября 1994 года о Комплексе защитных сооружений и вводе его в эксплуатацию в 2001 году.

Постановление открывало путь для поисков источников финансирования и окончания исторического строительства. К сожалению, пройдет еще не один год, прежде чем, уже после обозначенного срока, в полном объеме возобновится стройка и начнется ее завершающий этап.

90-е годы стали непростыми для всей страны. Это в полной мере, словно в зеркале, отразилось и на Комплексе защитных сооружений. Новый капитализм и волна приватизации, сопряженные с затишьем на строительных площадках в Финском заливе, привели к растаскиванию по частным фирмам имущества и банкротству крупнейших строительных компаний. Запустение и упадок надолго поселились на объектах КЗС. Невосполнимой потерей явился отток кадров. Численность всех работающих на сооружении едва достигала пары сотен человек.

Несмотря на видимое затишье на строительных площадках, в 90-е годы велась бурная дискуссия по перспективам Комплекса защитных сооружений. Это была открытая борьба между сторонниками и противниками проекта. Неоспоримой и важной победой

первых стало привлечение к обсуждению возникших проблем международных научных сил. Это позволяло объективно оценить сущность самого проекта, верность его решений, и определить, в соответствии с этим, дальнейшую судьбу всего строительства. Поставленные вопросы стали достоянием европейской общественности и ее научных кругов. Они уже не могли решаться только внутри российскими соображениями, так как затрагивали интересы всех балтийских государств.

Многочисленные экспертные комиссии, российские и международные, своими выводами убедительно подтвердили обоснованность всего проекта, его техническую и экологическую безопасность, необходимость завершения строительства Комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений. Другой обоснованной альтернативы защиты города от наводнений не было.

Вот хронология этих событий:

1990 год – Международная комиссия из независимых экспертов с участием Академии Наук СССР. Подтвердила научную обоснованность, объективность и законность заключений по экологической экспертизе проекта, сделанных на стадии его утверждения в 1978 году государственным Комитетом по науке и технике СССР. Неблагоприятное состояние воды в Невской Губе и в Восточной части Финского залива увязывалось, прежде всего, с неконтролируемым сбросом сточных вод и неэффективностью работы существующих водоочистных сооружений. Международная комиссия рекомендовала закончить строительство КЗС.

1996 год – Комиссия Главгосэкспертизы Российской Федерации по откорректированному проекту КЗС. Заключение комиссии позитивно.

1997 год – выполнено предварительное технико-экономическое обоснование (ТЭО) завершения строительства КЗС, подготовленное английской компанией «Сэр А.Гибб» по заказу Международного и Европейского банков реконструкции и развития. Документ подтверждает состоятельность проекта и необходимость его реализации.

2003 год – экспертная оценка откорректированного проекта голландской фирмы «Недеко». Подтверждаются положительные выводы предыдущих комиссий.

Серьезные перемены на строительстве начались в 2001 году, когда были предприняты первые шаги по коренной перестройке всей системы управления строительством. В новых экономических условиях работа прежнего заказчика – «Ленморзащиты» – перестала быть эффективной. Его статус вступил в противоречие с изменившимся законодательством в части бюджетных организаций. Функции заказчика по строительству КЗС были переданы Государственному комитету по строительству и жилищно-коммунальному комплексу Российской Федерации. В 2004 году Комитет был преобразован в Федеральное агентство Росстрой.

Изменениями в управлении не привели к скорым изменениям обстановки на строящихся объектах. Финансирования по-прежнему не хватало и, к тому же, это сложное время перемен совпало с банкротством генерального подрядчика – «Ленгидроэнергоспецстроя». Крах компании, стоявшей у самых истоков всех процессов по возведению КЗС, управляющей многие годы огромным коллективом, явился тяжелым моральным ударом для многих людей, причастных к строительству и для которых эта стройка стала частью жизни. Чем масштабнее были успехи 80-х годов, связанные с этой организацией, тем печальнее казались ее последние дни.

Но на пороге стояли большие перемены. Этому способствовало «волевое решение» Президента Владимира Путина о завершении строительства и настойчивость губернатора Петербурга Валентины Матвиенко, добивающейся увеличения финансовых средств, направляемых на строительство.

Подготовка к завершающей стадии строительства

Перелом в финансировании проекта и, соответственно, в возобновлении строительных работ, определился в 2002 году. Для завершения стройки привлекаются международные средства. В декабре 2002-го было подписано, и в июле 2003-го года вступило в силу Соглашение о займе между Российской Федерацией и Европейским банком реконструкции и развития на сумму 245 млн. долларов США. Также Европейский инвестиционный банк предоставил заем на сумму 40 млн. евро, а Северный инвестиционный банк на сумму 40 млн. долларов США.

Общая сумма предполагаемых вложений из средств федеральной инвестиционной программы и международных займов в программу завершения строительства составляла 55 млрд. рублей. Программа была рассчитана на 2007-2012 годы. В 2009 году в связи с корректировкой проекта финансирование КЗС было увеличено еще на 32 млрд. рублей.

По решению правительства Российской Федерации от 22 июля 2003 г. для завершения строительства КЗС функции заказчика-застройщика были возложены на федеральное казенное предприятие «Северо-Западная дирекция Росстроя – дирекция комплекса защитных сооружений г. Санкт-Петербурга от наводнений» (ФКП «Дирекция КЗС Росстроя»)². Генеральным директором предприятия был назначен Пайкин Б.Р. (ныне Депутат Государственной думы РФ).

Дирекция стала выполнять также функции эксплуатирующей организации Комплекса. Она была призвана обеспечить комплексный подход к вопросам проектирования, строительства и эксплуатации, координацию действий всех участников в реализации проекта.

Для выполнения поставленных задач Росстроем на конкурсной основе была привлечена группа реализации проекта – Фонд инвестиционных строительных проектов Санкт-Петербурга. Доработка проекта осуществлялась компанией Halcrow group Ltd из Великобритании. Для управления работами и выполнения технического надзора был отобран российско-голландский консорциум.

Обновленный проект представлял собой откорректированный с учетом рекомендаций консультанта-проектировщика и консультанта-инженера, ранее подготовленный проект. Все это – огромный объем работ, которые на завершающем этапе строительства КЗС предстояло провести в кратчайшие сроки. Работы были разделены на девять контрактов. Каждый из них имел конкретную

² С 2010 года предприятие носит название «федеральное казенное предприятие «Дирекция комплекса защитных сооружений г. Санкт-Петербурга Министерства регионального развития Российской Федерации» (ФКП «Дирекция КЗС Минрегиона России»).

цель – довести объекты КЗС до полной готовности и сдать их в эксплуатацию. Совокупное выполнение всех контрактов стало главной задачей Дирекции КЗС. Контракты завершающего этапа:

1. Завершение бетонных работ на водопропускном сооружении В-1.
2. Защитная дамба Д-3 и строительство южных секций тоннеля и рампы.
3. Судопропускное сооружение С-1 и часть автодорожного тоннеля.
4. Судопропускное сооружение С-2 и часть автодорожного моста.
5. Системы энергоснабжения, управления и связи КЗС.
6. Водопропускное сооружение В-2 и дамбы Д-1, Д-2.
7. Дноуглубительные работы под перемычками котлована судопропускного сооружения С-1.
8. Северные дамбы Д-4 – Д-11.
9. Проведение бетонных работ на водопропускных сооружениях В-3, В-4, В-5 и В-6.

Федеральный статус строительства будущего объекта привлек к разработке проектной документации и выполнению строительно-монтажных работ крупнейшие отечественные и зарубежные профильные научно-исследовательские институты, специализированные конструкторские бюро, строительные и монтажные организации. Участие компаний с мировым именем подчеркивает высокую значимость Комплекса, призванного обеспечить безопасность Санкт-Петербурга и способствовать развитию инфраструктуры города и Северо-Западного региона в целом.

Перечень этих компаний впечатляет: АО «Ленгидропроект», ОАО «ЛенМорНИИпроект», ЦКБ МТ «Рубин», ООО «Конструктор», СПКТБ «Ленгидросталь», ВНИИГ им.Б.Е.Веденеева, ЗАО «Инженерный Центр ВНИИГ», ОАО «Метрострой», ЗАО «Атомстройэкспорт», ООО «Дорожная Строительная Компания», ЗАО «Гениинжконсалт», ООО НПФ «Эверест», ЗАО «Бизнес Компьютер Центр» (ВСС), Halcrow, Siemens, Voskalis и другие.

Весной 2005 года в Москве состоялось межведомственное совещание по вопросу завершения строительства КЗС. Глава государства Владимир Владимирович Путин жестко потребовал выдерживать установленный график работ и сдать КЗС в эксплуатацию. То-

гда же правительством была рассмотрена и одобрена программа завершения строительства комплекса защитных сооружений г. Санкт-Петербурга от наводнений. Программа исходила из того, чтобы сдать объект полностью и в срок, что означало не частичное завершение работ, а их полное окончание.

Эта непростая задача была под силу только грамотному и высокопрофессиональному, волевому руководителю, способному сплотить организации и людей для безусловного достижения поставленных целей. Решение этой сложнейшей задачи было доверено В.И. Когану.



Коган В.И.

Коган В.И. – выдающийся российский бизнесмен, государственный деятель, блестящий организатор, руководитель департамента строительства Министерства регионального развития Российской Федерации, кандидат экономических наук.

Распоряжением Правительства Российской Федерации от 10.11.2005 №1898-р Коган Владимир Игоревич был назначен на должность генерального директора федерального казенного предприятия «Северо-Западная дирекция Госстроя России – дирекция комплекса защитных сооружений г. Санкт-Петербурга от наводнений, в 2006-м заместителем руководителя Росстроя, а в июле 2008 года руководителем Департамента строительства Министерства регионального развития Российской Федерации.

Приступив к исполнению поручения Президента Российской Федерации по возобновлению строительства КЗС, В.И. Коган организовал ревизию состояния всех объектов незавершенного строительства комплекса, которые не были законсервированы при остановке работ в начале 90-х годов.

В результате тщательного обследования было принято решение об уточнении проектных решений для повышения надежности и безопасности КЗС, а также ремонта конструкций. Под руководством и при непосредственном личном участии В.И. Когана была разработана и утверждена Распоряжением Правительства Российской Федерации от 29.12.2006 № 1854-р «Программа завершения строительства КЗС», установившая перечень мероприятий, объёмы финансирования строительства и срок завершения работ в 2012 году. Им была проделана значительная работа по решению вопросов финансирования строительства, в том числе, с привлечением средств международных финансовых организаций (Европейский банк реконструкции и развития, Европейский инвестиционный банк, Северный инвестиционный банк).

За счет использования при строительстве КЗС передовых мировых и отечественных технологий, четкой организации планирования и личным контролем за ходом и качеством производства работ, В. И. Коганом было обеспечено сокращение срока строительства на один год, что позволило внести корректировки в Программу завершения строительства и сдать КЗС в эксплуатацию 12.08.2011 г. За многолетнюю добросовестную работу Коган Владимир Игоревич в 2018 году был награжден Орденом Почёта.

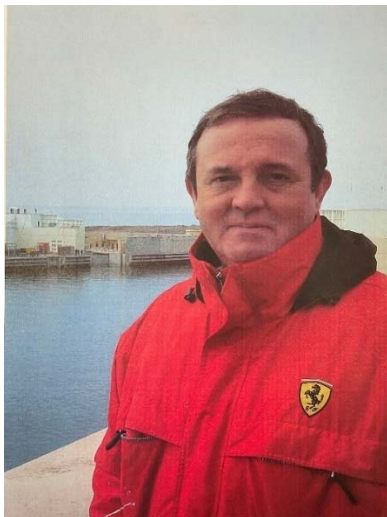
Распоряжением Правительства Российской Федерации от 8 ноября 2006 года № 1532-р генеральным директором ФКП «Северо-Западная дирекция Росстроя – дирекция комплекса защитных сооружений г. Санкт-Петербурга от наводнений» был назначен В.И. Щекочихин. Опытнейший инженер-гидротехник. После окончания Ленинградского Политехнического института им. М.И. Калинина по специальности «гидротехническое строительство речных сооружений и электростанций» по комсомольской путевке был направлен на Всесоюзную ударную комсомольскую стройку по возведению сооружений защиты Ленинграда от наводнений. Прошел путь от мастера участка до генерального директора, непре-

рывно проработав на строительстве комплекса более 30 лет. Возглавлял Дирекцию КЗС с 2006 года по ноябрь 2017 г. При нем был осуществлен ввод в эксплуатацию КЗС и впервые предотвращено 13 опасных для Санкт-Петербурга наводнений. За большой вклад в развитие строительного комплекса России, в декабре 2010 года, Указом Президента РФ, В.И. Щекочихину присвоено звание «Заслуженный строитель Российской Федерации».



Мемориальная доска, установленная на здании КЗС
в память о Владимире Игоревиче Когане

С января 2018 года по настоящее время генеральным директором КЗС является Дайтер Б.М., почетный строитель России, ранее работавший первым заместителем генерального директора КЗС и курировавший вопросы эксплуатации и реализацию программ гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций.



Щекочихин В.И.



Дайтер Б.М.

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И ПРАВИЛА РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА КЗС

Проект завершения строительства комплекса защиты г. Санкт-Петербурга от наводнений включал как гидротехнические, так и дорожные объекты, что потребовало привлечения к реализации КЗС специалистов разных профессий, а также значительные средства. Учитывая отмеченное, Правительство Российской Федерации обратилось в Европейский банк реконструкции и развития (ЕБРР) за займом, который и был предоставлен на условиях и принципах международных финансовых организаций. Заемные средства поступали также от Европейского Инвестиционного банка и Северного Инвестиционного банка.

Заемщиком проекта являлся Минфин России. Исполнительным органом Заемщика (Заказчиком) выступал Росстрой России. Координацию и общее управление проектом осуществляла Группа реализации проекта из Фона инвестиционных строительных проектов (ФИСП).

Заемное соглашение предусматривало помимо финансирования Проекта также привлечение к работе над проектированием и строительством зарубежных компаний, обладающих опытом реализации подобных проектов. Выбор компаний для участия в работе над КЗС производился на основе международных конкурсных торгов. В качестве генерального проектировщика была выбрана компания Halsgrove из Великобритании.

На субподряде у этой компании, как было отмечено выше, были такие ведущие российские научно-исследовательские и проектные организации как ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева, АО «Ленгидропроект», ОАО «ЛенМорНиипроект» которые с 1960 года разрабатывали проект КЗС.

В частности, во ВНИИГ им. Веденеева, под руководством профессора, доктора технических наук Л.В. Мошкова, были выполнены многочисленные гидравлические лабораторные, натурные и расчетно-теоретические исследования. Основные задачи исследований были связаны с изучением планового распределения скоростей (планов течений) и уровненного режима Невской губы Финского залива (участок акватории между дельтой р. Невы и створом защитных сооружений) и в дельте р. Невы в различных условиях строительства и эксплуатации.



Мошков Л.В.

На разных этапах работ в обосновании КЗС во ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева использовалось около 15 гидравлических и аэродинамических моделей:

1. Гидравлическая модель планового масштаба 1:2000 и вертикального 1:100;
2. Аэродинамическая модель с соответствующими масштабами 1:5000 и 1:150;
3. Генеральная гидравлическая модель с масштабами 1:500 и 1:150.

Генеральная гидравлическая модель была создана в 1983–1984 годах в специально построенном павильоне. Она была предназначена для проведения комплексных многолетних исследований в обоснование проектов отдельных сооружений, последовательно строительства защитного комплекса, правил его эксплуатации и генплана застройки прибрежных участков Невской губы.

В отличие от предшествующих моделей на генеральной модели осуществлена автоматизация моделирования процессов и измерения изучаемых характеристик. Модель воспроизводила русло и дельту реки Невы, часть акватории Финского залива, прилегающую к городу. В процессе гидравлических исследований воспроизводились стоковые течения, обусловленные расходом реки Невы и стоково-квазипериодические течения, которые зависят от колебания уровней в Финском заливе. Эти течения являются доминирующими и определяют проточность и экологическое состояние Невской губы. Многие из исследований проводились на крупномасштабных фрагментарных и полупространственных моделях отдельных сооружений, выполненных без искажения масштабов.



Генеральная гидравлическая модель дельты Невы и Невской губы

Исследования на генеральной гидравлической модели позволили получить ответы на научные и практические вопросы, возникающие в ходе строительства. В частности, была обоснована ныне реализованная компоновка сооружений. Как показал опыт эксплуатации, компоновка оказалась весьма удачной.

Консультантом Проекта был выбран консорциум, состоящий из российских компаний ЗАО «Генинжконсалт» и ЗАО «Институт «Стройпроект», а также голландской компании Royal Haskoning. Консорциум выполнял следующие задачи: управление Проектом, консультирование и технический надзор за строительными и наладочными работами. В соответствии с правилами МФО образованный консорциум именовался Менеджер проекта/Инженер (МП/И). Группа менеджмента и закупок из ЗАО «Генинжконсалт» осуществляла подготовку тендерной и контрактной документации, оценку конкурсных предложений участников подрядных торгов и оценочных отчетов. По ходу проекта лидер консорциума ЗАО «Генинжконсалт» консультировал Заказчика по применению условий контрактов, подготовленных на базе стандартных контрактов Международной федерации инженеров – консультантов (ФИДИК), а также готовил отчетность по Проекту [14].

Группа технического руководства из компании Royal Haskoning состояла из специалистов по защитным сооружениям от наводнений и предоставляла услуги по техническим вопросам реализации Проекта.

Группа технического надзора из ЗАО «Институт «Стройпроект» осуществляла надзор за строительными-монтажными работами, выполняемыми подрядчиками Проекта.

В соответствии с принципами МФО руководителем консорциума являлся главный менеджер проекта, функции которого на начальном этапе выполнял опытный гидротехник из компании Royal Haskoning Берт те Слаа, а с 2009 года – генеральный директор российской консалтинговой компании ЗАО «Генинжконсалт» В.И. Попов.

В службе Менеджер проекта/Инженер за технические вопросы отвечал Главный резидент-инженер, функции которого вначале исполнял Кочетов В.Е. (ЗАО «Институт «Стройпроект»), а затем до завершения Проекта – Моносов Л.М. (ЗАО «Генинжконсалт»). Курировал проект от ЗАО «Институт «Стройпроект» первый заместитель генерального директора А.Ю. Смирнов.



Руководители консорциума МП/И
Попов В.И., Берт Те Слаа, Смирнов А.Ю.

В структуре службы Менеджер проекта/Инженер были контракт – менеджеры и инспекторы, которые отвечали за работу на объектах отдельных подрядных контрактов, а также профильные специалисты, обеспечивающие управление работами, рассмотрение и согласование рабочей документации и изменений контрактов.

Подрядчики на Проекте отбирались также на основе международных конкурсных торгов и ими стали ведущие отечественные и зарубежные компании: ОАО «Возрождение», ОАО «Метрострой (СПб)» инжиниринговая компания «Трансстрой», ОАО «Атомстройэкспорт», ООО «ВСС». Голландская компания «Royal Boskalis» помогала с устройством каналов. Компания «Hochtief» (Германия) работала совместно с ОАО «Метрострой (СПб)».

Учитывая уникальность объектов КЗС и отсутствие опыта у российских специалистов по проектированию плавучих затворов судопропускных сооружений в качестве Консультанта-проектировщика была выбрана английская компания Halsgro. В обязанности консультанта-проектировщика входили следующие услуги:

- проверка корректности вносимых предложений подрядчиков по корректировке проектных решений;
- выполнение сложных расчетов гидротехнических конструкций;
- проверка технической части тендерной документации.

Основной принцип стандартных контрактов ФИДИК заключается в том, что отношения между заказчиком и подрядчиком (консультантом) основываются на партнерстве. Каждый из сторон контракта берет на себя обязательства по контракту и имеет права по изменению условий контракта и возможности его прекращения. Все возникающие споры по Проекту рассматриваются в Совете по урегулированию споров (СУС), а при невозможности их разрешения в СУС – в Международном арбитражном суде г. Гааги [10].

Инженер (МП/И) является по существу руководителем Проекта и одновременно арбитром в отношении между Подрядчиком и Заказчиком. Вся переписка и взаимоотношения в целом между Подрядчиком и Заказчиком ведутся через Инженера. Инженер вправе

остановить работы, не рекомендовать Заказчику оплачивать те или иные выполненные работы, которые, по его мнению, не соответствуют требованиям утвержденной рабочей документации или требованиям спецификациям контракта.



Схема взаимоотношений между Подрядчиком и Заказчиком

Контракты ФИДИК, в соответствии с которыми выполнялись работы, имеют общие и специальные условия. При этом специальные условия преобладают над общими условиями. Общие условия устанавливают права и обязанности Заказчика, Инженера и Подрядчика, порядок привлечения персонала участников контрактов, условия использования оборудования и материалов и порядок их испытаний, условия, при которых допускается начало работ, задержка и приостановка и испытания по завершении строительства. Также приводятся условия приемки объектов и платежей.

Правила и принципы ЕБРР (и МБРР), на базе которых были заключены контракты, требуют от всех участников проекта соблюдения этических норм. Контракты не допускают выполнение подряда в целях приобретения или сохранения коммерческой выгоды или иного неосновательного преимущества в ведении международной хозяйственной деятельности.

ЕБРР при проведении международных торгов исходит, прежде всего, из принципа их открытости, но допускается проведение торгов и по другим методикам, которые должны быть согласованы с Банком. Для подрядных контрактов (кроме консультационных), которые заключаются по результатам открытых конкурсных торгов, Банк вводит ограничение по их цене.

Руководствуясь перечисленными принципами и правилами, были заключены семь подрядных контрактов:

А-1 (2004-2006 гг.) – бетонные работы на водопропускном сооружении В-1;

А-2 (2007-2011 гг.) – строительство дамбы D-3 и рамповых частей тоннеля;

А-3а (2006-2011 гг.) – строительство судопропускного сооружения С-1 и подводного тоннеля;

А-3б (2006-2010 гг.) – ремонт оборудования водопропускных сооружений В-1 – В-6;

А-4 (2005-2008 гг.) – строительство судопропускного сооружения и моста с разводным (подъемным) пролетным строением;

А-5а (2007-2010 гг.) – электроснабжение АСУ и связь КЗС;

А-5б (2010-2011 гг.) – монтаж инженерных систем в тоннеле.

СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ ПРОЕКТА КЗС

Гидротехнические объекты КЗС

КЗС представляет собой комплекс сооружений, состоящих из гидротехнических и транспортных объектов. К гидротехническим объектам относятся: 11 каменно-земляных дамб, 6 водопропускных сооружений; 2 судопропускных сооружения; 3 судоходных канала.



Схема Комплекса защитных сооружений:

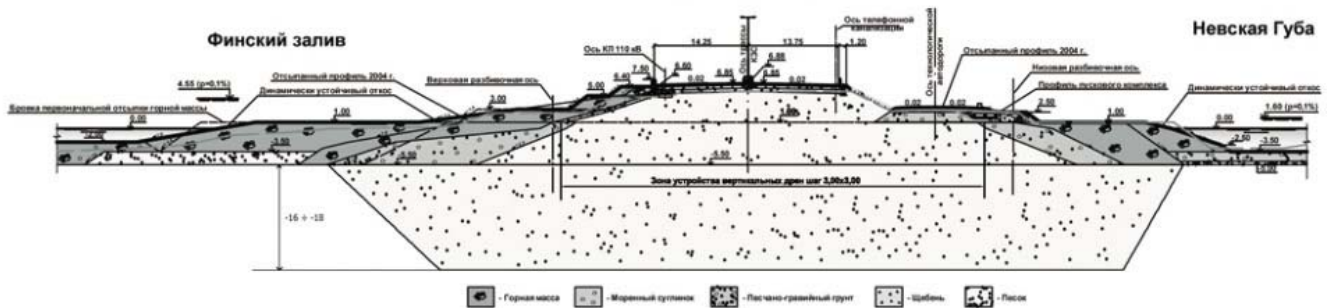
В-1 – В-6 – водопропускные сооружения;

С-1 – С-2 – судопропускные сооружения; Д-1 – Д-10 – дамбы

Тело каждой из дамб имеет форму трапеции. Ядро дамбы – песчаный грунт и моренный суглинок. Боковые откосы укреплены щебнем и скальными породами, что позволяет выдерживать давление воды и препятствует размыву насыпи. Ширина дамб в акватории достигает 80 метров, высота насыпей 6,5 метров над уровнем моря.

Защитные дамбы

Разрез по дамбе Д-3



Поперечный разрез дамбы Д-3

Пропуск судов сопряжён с основной функцией Комплекса – защитой от наводнений. Этой цели служит сегментный затвор, являющийся наиболее сложной конструкцией.

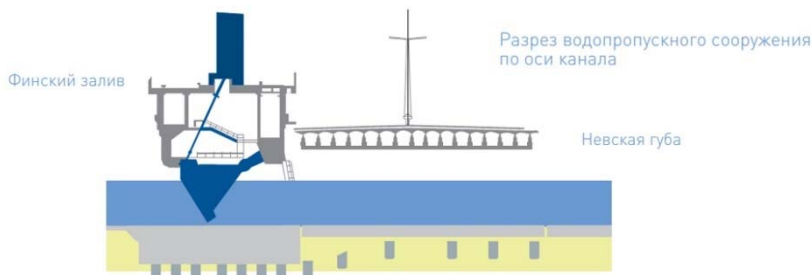


Схема затвора водопропускных сооружений КЗС

Затвор представляет собой стальную рамную конструкцию, поворот которой осуществляется за счет гидравлических домкратов, расположенных в верхних камерах водопропускного сооружения. При поступлении сигнала об угрозе наводнения они опускаются и перекрывают водопропускные секции, преграждая путь опасности. Глубины, на которые опускаются затворы – от 2,5 до 5 метров. Благодаря своему весу и режущему краю, они способны пробивать лёд толщиной до 60 см.

Судопропускное сооружение С-1 стало ключевым и самым грандиозным объектом Комплекса. Его по праву называют сердцем КЗС. Три основных элемента сооружения – судопропускной пролёт морского канала, плавучий затвор и автомобильный тоннель. Через С-1 в Морской порт Санкт-Петербурга проходят все типы судов водоизмещением до 90 тысяч тонн [11].

Он состоит из двух симметрично выполненных плавучих створок – батопортов, находящихся в сухих доковых камерах, опорных рам, шаровых опор и приводов батопортов.

В переводе с французского «батопорт» означает «судно-дверь». Под плитой основания С-1 проходит автодорожный тоннель, входящий в состав кольцевой автодороги Петербурга. Основные параметры батопортов следующие:

- высота/ширина/длина батопорта, м – 23,3/8,3/121,4;
- масса/объём плавучести батопорта – 2500 т/3500 куб. м;
- радиус движения, м – 130;
- глубина погружения, м – 16.



Общий вид на судопропускное сооружение С-1



Створки плавучего затвора С-1

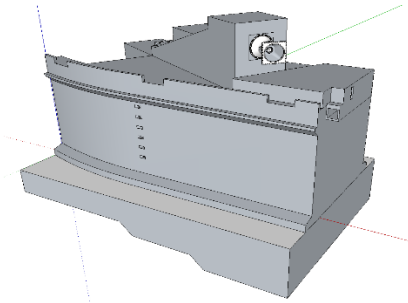
Опорная рама батопорта С-1 имеет следующие параметры:

- длина, м – 115,4;
- наибольшая ширина, м – 58,7;
- высота наибольшая/наименьшая, м – 7,1 / 3,1;
- нагрузка при сжатии – 11000 тс;
- масса, т – 1800.

Шаровая опора батопорта С-1 имеет такие параметры:

- длина опорной плиты, м – 5,65;

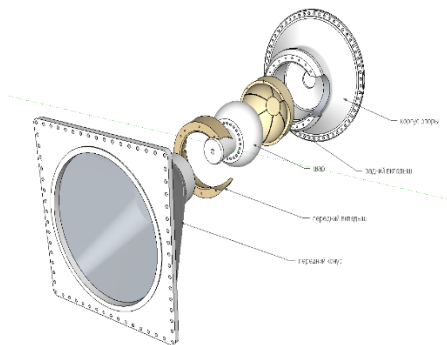
- ширина/высота, м – 4/4;
- диаметр шарового шарнира, м – 1,5;
- нагрузка при сжатии, тс – 11000;
- масса, т – 155 т.



Шаровая опора наплавного затвора С-1

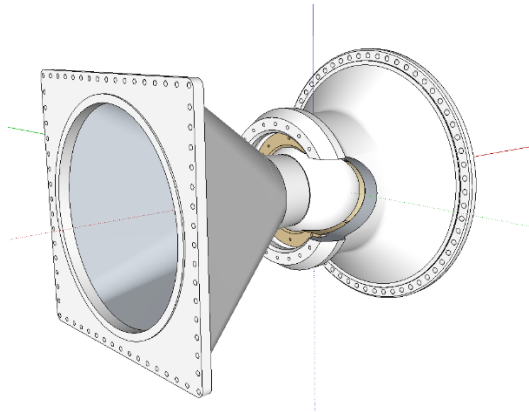
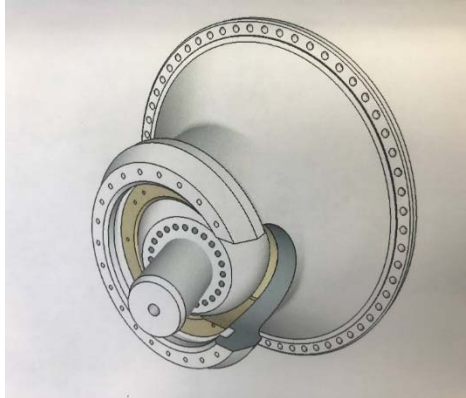
Шаровая опора предназначена для шарнирного крепления опорной рамы и служит для плавного маневрирования батопорта по горизонтали и вертикали.

Через шаровую опору на устой передается сила внешних нагрузок на батопорт – гидростатических, волновых, ветровых, и ледовых, особенно при сильных ударах стихии. Поэтому устои для шаровых опор мощные железобетонные монолиты, уходящие глубоко в землю. Массивы устоев, на которых на высоте 10 метров располагаются шаровые опоры, имеют высоты от 3.6 м до 14 м и опираются на твердые коренные грунты на отметке минус 22-24 м.



3D-модель элементов шаровой опоры

Опоры оборудованы маслостанцией для автоматической подачи смазки в шарнир в автоматическом режиме и для предотвращения угрозы «залипания», как результат «холодной сварки» под давлением. Внешние нагрузки (волновых, гидростатических, ветровых и ледовых) на батопорт передается на устой через шаровую опору.



Эскизы 3D модели шаровой опоры.

Автор – инженер Пономарев В.Н.

Привод батопорта – это тягач со штангой и трассой для движения идущей по внешней стороне доковой камеры. Система, обеспечивающая перемещение тягача – это так называемый «ценочный путь».



Тягач батопорта

Привод батопорта С-1 характеризуется следующими данными:

- усилие привода, тс – 350;
- мощность электродвигателей, кВт – 420;
- скорость движения, м/с – 0,1;
- масса, т – 110.

Колесо тягача имеет форму звездочки, лучи «зубья» которой цепляются за цилиндры (цевки), закрепленные перпендикулярно к рельсам по всей длине. Это обеспечивает надежное сцепление и необходимое тяговое усилие (300 т) без проскальзывания.

Принцип работы С-1 следующий. При получении сигнала о наводнении затапливаются доковые камеры и батопорты всплывают. После выравнивания воды в акватории и в доковых камерах открываются двухстворчатые доковые ворота. Затем приводы выводят батопорты в канал – створки синхронно выдвигаются навстречу друг другу. По штатной схеме время вывода составляет 45 минут. После этого балластные цистерны заполняются водой и происходит посадка батопортов на бетонное основание канала. Барьер высотой 23,3 метров возвышается над водой более, чем на 6 метров. Защита установлена. Когда опасность миновала, вода из батопортов сливается, они всплывают и заводятся на своё место в доковые камеры. Затем доковые ворота

закрываются, и створки встают на кильблоки в осушенных камерах. Впервые для предотвращения нагона воды к дельте Невы батопорты были задействованы при угрозе наводнения 28 ноября 2011 года.

Судопропускное сооружение С-2 расположено в Северной части акватории и предназначено для пропуска небольших судов типа «река-море». Ширина канала составляет 100 метров, его глубина – 7 метров. Сооружение снабжено плоским затвором с гидроприводом. В обычном состоянии затвор не препятствует прохождению судов. Он погружен в воду и находится в бетонной камере, расположенной под порогом канала, имеющей нижнюю отметку – 18 метров. При поступлении сигнала о наводнении проточная часть канала наглухо перекрывается затвором, который с помощью гидравлических механизмов выдвигается вверх. Барьер весом 2,5 тысячи тонн перекрывает весь канал и поднимается до 4,4 метров над уровнем моря. Под водой остаётся более 7 метров (из них около 0,2 м – в камере затвора). После отмены угрозы наводнения затвор возвращается в своё стационарное положение.

Транспортные объекты КЗС

В транспортную составляющую КЗС входят: автомобильная дорога с 6 полосами движения, мост над судопропускным сооружением С-2, транспортная развязка у Бронки и подводный тоннель. Кроме того, мосты (6 штук) устроены у водопропускных сооружений.

Каждое из построенных транспортных объектов представляет собой уникальное сооружение. Прежде всего, это мост над С-2. Он выполнен по разрезной балочной схеме с цельнометаллическим коробчатым пролетным строением над судопропускным сооружением С-2 с рекордным пролетом 102 м. Ширина двух коробчатых балок равна 7,7 м. Ширина пролетного строения составляет 2х15,5 м. Материал разводного пролетного строения, опорных рам и противовеса – низколегированная сталь 10ХСНД и 15ХСНД.

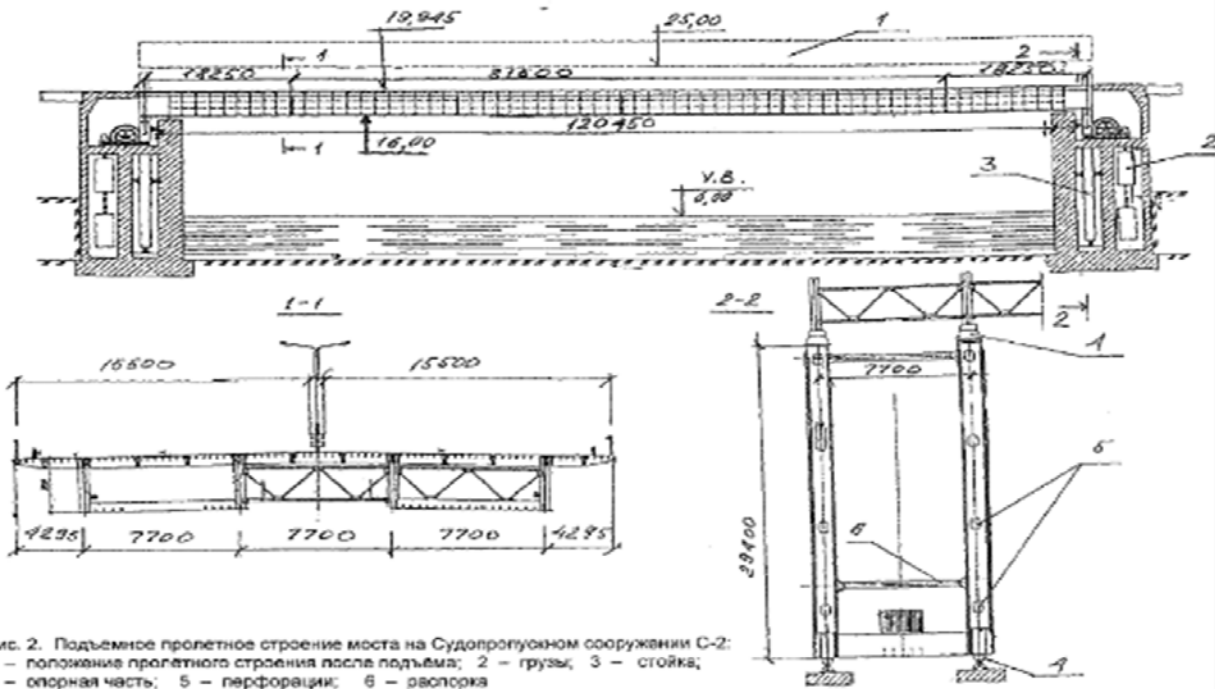


Рис. 2. Подъемное пролетное строение моста на Судопропускном сооружении С-2:
 1 – положение пролетного строения после подъема; 2 – грузы; 3 – стойка;
 4 – опорная часть; 5 – перфорации; 6 – распорка

Разводное стальное пролетное строение моста: 1 – положение пролетного строения после подъема; 2 – противовесы; 3 – стойка; 4 – опорная часть; 5 – перфорация; 6 – распорка

Монтажные соединения разводного пролетного строения и противовесов – болто-сварные: на высокопрочных болтах диаметром 22мм и сварке. Монтаж пролетного строения осуществлялся на сплошных подмостях с последующим подъемом в проектное положение. Пролетное строение массой 2470 т при проходе судов поднимается на высоту 9 м. Подъемные механизмы представляют собой гидродомкраты, что обеспечивает плавный подъем пролетного строения. Общий вид моста с поднятым пролетным строением и сверху представлен ниже.



Автомобильный мост с подъемным пролетным строением над судопропускным сооружением С-2

Разводка пролетного строения производится за 2 мин 57 сек. Перед мостом расположен плоский стальной затвор, являющийся барьером для воды при наводнениях.

Для перекрытия судопропускного сооружения в случае угрозы наводнения используется плоский подъёмно-опускной затвор, расположенный ниже порога судоходного канала, в бетонной камере, заполненной водой. Затвор имеет длину 116 метров, ширину 10 метров, высоту 16,6 метра. При угрозе наводнения затвор поднимается с помощью гидравлических цилиндров, установленных в четырёх башнях-пилонах по сторонам канала. Рабочее давление в цилиндрах достигает 150 бар. Время подъёма затвора – 50 минут. В поднятом состоянии затвор удерживается на устоях подхватями, которые установлены на тележки и выкатываются к торцовым стенкам затвора по рельсам.



Плоский затвор судопропускного сооружения С-2

В поднятом состоянии затвор возвышается над морем на 4,4 метра, под водой остаётся ещё 9,2 метра, из них 2,2 метра в камере затвора. При катастрофических наводнениях возможен перелив воды через затвор. Однако, в процентном отношении ко всей массе воды он ничтожен и не способен повлиять на подъём воды в Невской губе.

На проезжей части стального пролетного строения применен литой асфальтобетон толщиной 70 мм. В качестве гидроизоляции проезжей части применен Техноэластопласт С толщиной 5,5 мм.

Противовесы моста выполнены в виде стальных замкнутых корбоек, заполненных чугунами отливками массой 200 и 900 кг. Отливки первого ряда укладывались на железобетонную подушку, а последующие – на выравнивающий слой из цементного раствора. Вертикальные швы отливок заполнялись также цементным раствором.

Эстакадные части моста представляют собой железобетонные балочные пролетные строения из сборных преднапряженных балок на столбчатых опорах. Мост запроектирован проектным институтом «Трансмост», главный инженер проекта Шульман В.С. Схема моста: $10 \times 27 + 6 \times 33 + 120,45 + 6 \times 33 + 10 \times 27$ м. Мост был первым объектом КЗС, который был введен в эксплуатацию, а именно в декабре 2006 года. Строительство моста осуществляло ОАО «Трансстрой», представителем которого на КЗС был начальник управления Польский С.Б.

Наиболее серьезные проблемы при сдаче в эксплуатацию моста возникали с подъемом пролетного строения. На это было обращено внимание технического надзора. Регулировка подъемных устройств позволила исключить удары в шарнирах направляющих стоек.

Другим интересным с инженерной точки зрения является подводный тоннель под судопропускным сооружением С-1. Длина тоннеля 1960 м. Сечение обделок тоннеля – прямоугольное двухсекционное. В промежуточной стенке обделки предусмотрен служебный отсек. Проезжая часть каждого направления движения имеет ширину 13,25 м. Ширина технических двусторонних тротуаров равна 1 м. В рамповых частях сечение обделки – открытое.



Балочные железобетонные пролетные строения
эстакадной части моста

До начала стадии завершения строительства КЗС часть тоннеля было возведено и оставались рамповые части. При строительстве тоннеля в 70-е годы был применен способ опускных секций, которых до настоящего времени более не использовался в отечественной практике тоннелестроения.

Секции тоннеля изготавливали на заводе и на плаву доставляли к месту монтажа. Для этого их герметизировали и буксировали без погрузки на плавсредства. После разгерметизации секции под собственным весом опускались в проектное положение.

Тоннель не имеет аналогов в России по уровню оснащения инженерными системами безопасности. Их 47, в том числе системы пожаротушения, дымоудаления, вентиляции, водоотведения и многие другие. Благодаря применённым технологиям и инновациям, тоннель занимает лидирующие позиции среди подобных объектов в мире.

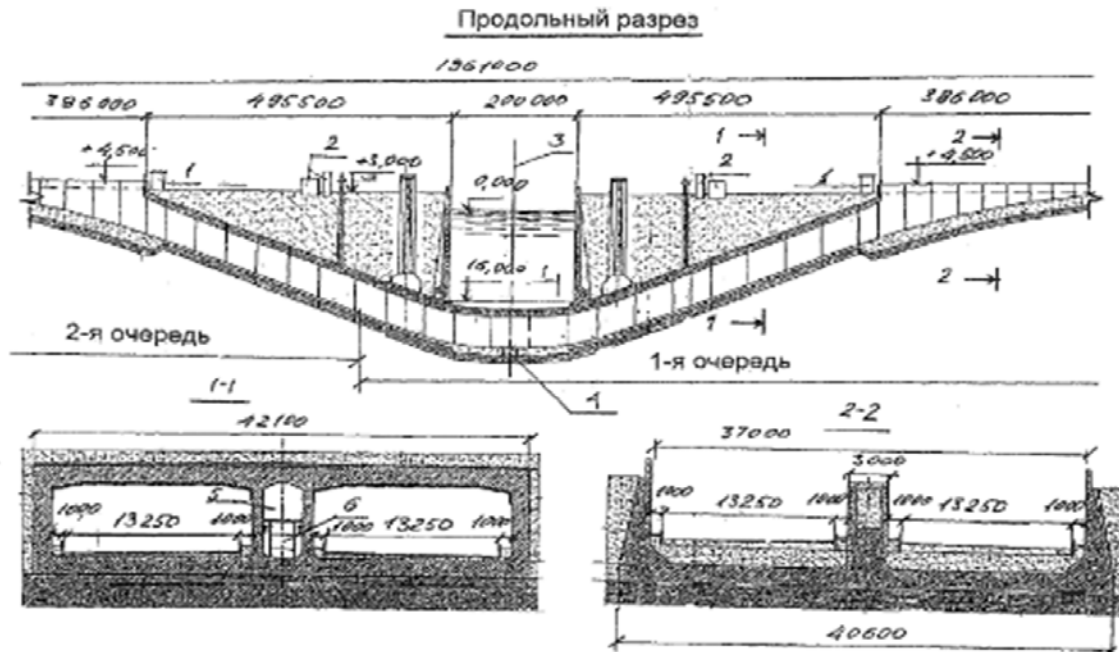


Схема подводного автомобильного тоннеля: 1 – насосная станция; 2 – очистные сооружения; 3 – ось морского канала; 4 – подземная насосная станция; 5 – служебный отсек; 6 – эвакуационный отсек

Схватка с волной

Основные параметры тоннеля следующие:

- протяжённость тоннеля, м – 1961;
- подземный/подводный участок, м – 1019/200;
- въездные/выездные рампы, м – 386/356;
- количество транспортных отсеков – 2;
- нижняя отметка проезжей части, м – 24,3 м;
- ширина/высота транспортного отсека, м – 15,25/5,5;
- ширина/высота проезжей части, м – 13,25/4,5.

Вид тоннеля внутри представлен на рисунке ниже.



Вид тоннеля внутри

Вид на тоннель со стороны портала показан ниже.



Вид на тоннель со стороны портала

Автомобильная дорога в составе КЗС представляет собой наиболее протяженное капитальное сооружение.



Автомобильная дорога КЗС

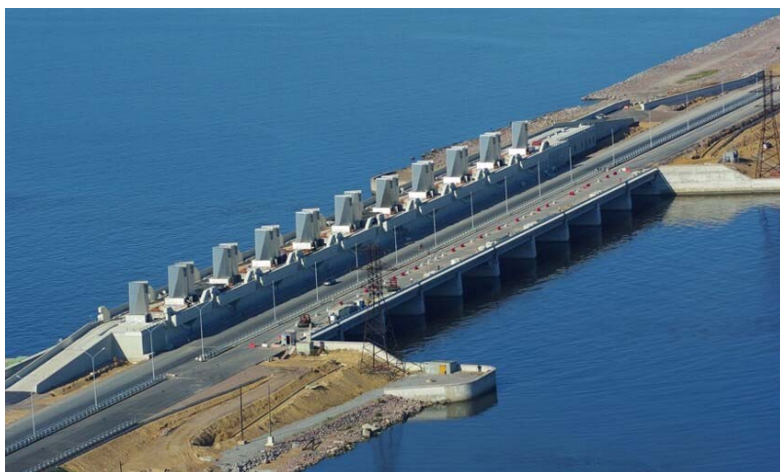
Дорога, проходящая по гребню дамбы, имеет 6 полос движения и входит в состав кольцевой автомобильной дороги (КАД) вокруг Санкт-Петербурга. Участок длиной 25,4 км оказался замыкающим, что обеспечило непрерывное движение по всей длине КАД и прежде всего, позволил впервые соединить г. Кронштадт и г. Санкт-Петербург автомобильным сообщением.

По концам участка автомобильной дороги, пересекающей Финский залив, устроены транспортные развязки в 2-х уровнях. Развязка на Бронке показана на рисунке ниже.



Транспортная развязка на Бронке

Путепровод развязки выполнен из сборных преднапряженных железобетонных пролетных строений. Такая же конструкция пролетных строений принята для 6 автодорожных мостов, сопряженных с водопропускными сооружениями В1-В6.



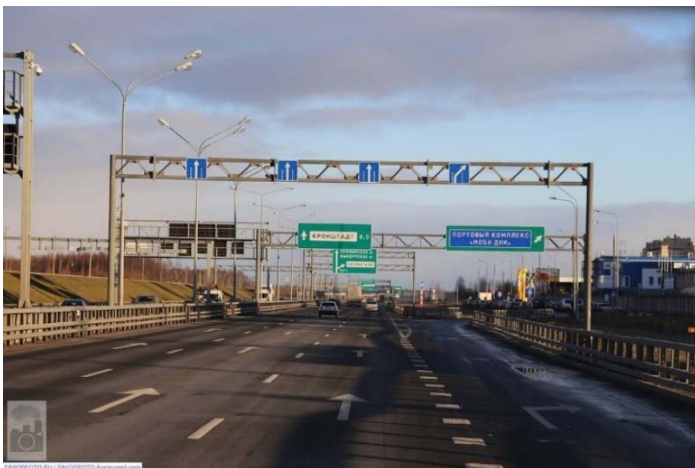
Многопролетный балочный мост на водопропускном сооружении

Поскольку КАД является скоростной дорогой, то помимо автодорожных мостовых сооружений на участке автомобильной дороги предусмотрены надземные пешеходные переходы, выполненные в виде железобетонных однопролетных мостов с остеклением проходной части.



Надземный пешеходный переход над автомобильной дорогой

Автомобильная дорога оснащена автоматизированной системой управления дорожным движением (АСУДД) и автоматизированной антигололедной системой, что в сочетании с удерживающими стальными ограждениями и элементами обустройства дороги позволяют обеспечить требуемую безопасность движения как по дороге, так и по мостам и в подводном тоннеле.



а)



б)

Обустройство автомобильной дороги: а – информационные щиты и разметка; б – удерживающие ограждения и мачты освещения

В состав КЗС входят также ряд автоматизированных систем. Помимо вышеупомянутых, следует отметить такие как: системы пожаротушения, дымоудаления, вентиляции, водоотведения, оповещения, связи. Морской участок скоростной автомагистрали на всём своём протяжении оборудован системой сбора и очистки сточных вод с полотна дороги. Всего задействовано и функционирует 52 системы жизнеобеспечения КЗС [4].

УПРАВЛЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЙ НАДЗОР ЗА СТРОИТЕЛЬСТВОМ

Менеджмент работ

Заказчик строительства КЗС – Росстрой России для управления Проектом создал группу реализации проекта (ГРП), состоящую из специалистов по закупкам товаров и услуг, а также по техническому и финансовому мониторингу.

Подведомственной Росстрою организацией на месте строительства являлась дирекция по строительству КЗС, которая непосредственно отвечала за всеми процессами по реализации Проекта.

Как уже отмечалось ранее, управление Проектом и технический надзор за строительно-монтажными работами осуществлял консультационный консорциум МП/И, с которым был заключен контракт на весь период завершения строительства КЗС.

Консультант – Менеджер проекта выполнял следующие услуги:

- подготовка тендерной и контрактной документации;
- оценка конкурсных предложений участников международных торгов;
- оказание технического содействия Заказчику на всех этапах реализации Проекта;
- осуществление руководства по управлению качеством;
- контроль выполнения подрядчиками графика работ;
- управление финансами, включая распределение бюджета, аудит и мониторинг бюджета Проекта в целом;
- осуществление планирования, включая составление программы работ, контроль ресурсов и координация работы;
- подготовка отчетности по Проекту;
- координация работы с генеральным проектировщиком и другими участниками Проекта;
- мониторинг работ и заключенных контрактов.

Консультант – Инженер (Инженер) выполнял следующие функции:

- ежедневный надзор за выполняемыми работами;
- контроль объемов выполненных работ;
- предоставление необходимой информации соответствующим сторонам;

- действия в чрезвычайных ситуациях;
- оценка изменений Проекта;
- организация альтернативных предложений Подрядчиками;
- оформление промежуточных платежных сертификатов;
- проведение оценки временных работ;
- сертификация работ;
- проверка исполнительной документации;
- внесение и согласование изменений контрактов;
- инициирование и разрешение споров;
- расторжение контрактов.

Принципиальная структура управления Проектом показана ниже.

Консультант МП/И в период реализации Проекта находился в тесном взаимодействии с ГРП, дирекцией КЗС, Консультантом-проектировщиком.



Организационная схема управления Проектом

В целях контроля работ по завершению работ на КЗС полномочный представитель Заказчика (Росстроя) директор департамента капитальных вложений (а позднее департамента капитального строительства) Коган В.И. еженедельно проводил рабочие совещания совместно с МП/И, дирекцией КЗС, генеральным проектировщиком, подрядчиками.

На совещаниях обсуждались текущие вопросы реализации Проекта, ставились задачи на каждую предстоящую неделю. После совещания осуществлялся выезд на объект, где непосредственно на месте обсуждались возникающие проблемы.

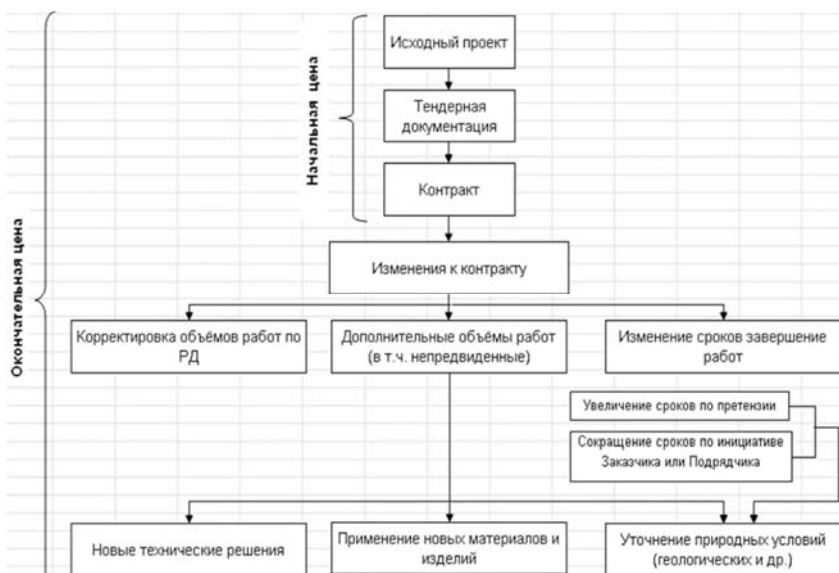
При завершении части Проекта проводились испытания сооружений и оборудования. Так, например, объемные испытания были проведены на затворах водопропускных сооружений, плавучих затворов С-1.



На испытаниях плавучего затвора судопропускного сооружения С-1: главный менеджер Попов В.И., заместитель главного резидент-инженера Михайлов С.А., главный резидент-инженер Моносов Л.М., специалист Моносов В.Л.

В процессе реализации Проекта потребовалось вносить изменения в контрактную документацию, что было связано как с устаревшими техническими решениями первоначального проекта, так и дефектами, образовавшимися в ранее построенных конструкциях и смонтированном оборудовании. Изменения вносились на стадии рабочего проектирования подрядчиками и Заказчиком, исходя из технико-экономической целесообразности.

В целях упорядочения работ по подготовке и согласованию изменений к контрактам Консультантом – МП/И был разработан соответствующий регламент. Порядок внесения изменений в контракты представлен на схеме.



Порядок внесения изменений в контракты

Важные функции в управлении Проектом были отведены главному менеджеру и главному резидент – инженеру. В соответствии с условиями консультационного контракта они несли полную ответственность перед Заказчиком за выполнение услуг по управлению и надзору. Менеджер проекта отвечал за профессиональную подготовку и компетентность всех участников надзора, а также:

- утверждал порядок выполнения всех работ по надзору;
- поддерживал контакт с представителями Заказчика;

- согласовывал платежные сертификаты Подрядчика и изменения контрактов.

При этом главный инженер-резидент являлся руководителем группы надзора на объектах Проекта. Главный менеджер проекта до начала работ выполнял следующую работу:

- согласовывал с подрядчиками вопросы размещения офиса, организации транспорта, жилья;

- проверял и согласовывал программу работ на весь период выполнения работ;

- проверял наличие проектной документации у подрядчиков и разъяснял ее им;

- участвовал при передаче объекта Подрядчику во время строительно-монтажных работ.

Главный менеджер Проекта обеспечивал:

- составление еженедельных и ежемесячных отчетов;

- контроль затрат Подрядчика на основе принятых Резидентом-инженером объемов работ;

- проверку предложенных Подрядчиком изменений контракта.

По окончании подрядчиком работ Менеджер Проекта совместно с главным резидент-инженером:

- проверял готовность объекта к сдаче;

- извещал Заказчика о готовности объекта;

- участвовал в приемочной комиссии при сдаче объекта;

- утверждал «Окончательный отчет».

Главный резидент – инженер непосредственно руководил резидент-инженерами по отдельным контрактам на стройплощадке. По каждому подрядному контракту для резидент-инженера предусматривался офис, оснащенный телефонной, факсовой связью, компьютером и контрольно-измерительными инструментами. Для передвижения резиденту-инженеру придавался легковой автомобиль. По специальным вопросам, требующим квалифицированной подготовки, могли привлекаться краткосрочные консультанты, услуги которых предусматривались в смете контрактов по надзору.

Для КЗС схема управления в структуре МП/И была следующей:



Схема управления МП/И

Главный резидент – инженер руководит работой резидент-инженеров по отдельным контрактам. В свою очередь резидент-инженеры располагали группой инспекторов, которые непосредственно на объектах КЗС вели работу по техническому надзору.

Служба МП/И на проекте КЗС была развернута непосредственно в зоне строящихся объектов. Резиденция располагалась на о. Котлин, там же, где был расположен штаб строительства, в котором находился офис представителя Заказчика – дирекции по строительству. На о. Котлин размещались и офисы подрядчиков, принимавших участие в строительстве. Концентрация офисов Заказчика, подрядчиков и Менеджера Проекта/Инженера в одном месте давала возможность оперативно решать все производственные вопросы.

Технический надзор

В структуре службы МП/И была предусмотрена группа технических специалистов разных профилей, которые рассматривали подготовленную подрядчиками рабочую и технологическую документацию: рабочие чертежи, проекты производства работ, программы и регламенты проведения испытаний оборудования и конструкций. Эти же специалисты проводили проверку качества и полноты исполнительной документации [12].

В рамках Проекта были успешно реализованы крупные технические задачи, решению которых способствовала и работа Инженера. В первую очередь следует отметить большой объем работ по замене слабых грунтов в основании дамбы ДЗ, расположенной на продолжении южной рампы подводного тоннеля, а также гидронамыв котлована за южной рампой тоннеля.

Эти работы были выполнены голландской компанией «Boskalis». Из-за задержек в работе смежного подрядчика, намыв грунта в котлован пришлось выполнять в осенний период 2010 г.

В конце ноября температурный режим района строительства характеризовался низкими отрицательными температурами воздуха и наличием устойчивого ледостава в акватории, что не позволило продолжать гидронамыв и работы по заполнению котлована были завершены подсыпкой сухого грунта. Общий объем уложенного в котлован песчаного грунта составил около 700 тыс. куб. м.

Служба технического надзора в период проведения земляных работ вела ежедневный контроль уплотнения намываемого грунта, показатель плотности, по действующим нормативам которого должен быть не менее 0,95, а под проектируемыми фундаментами технологических зданий – не менее 0,98. Указанные требования по плотности, а также по гранулометрическому составу грунта были обеспечены, что являлось одним из условий безопасности и надежности возводимых сооружений на намывных территориях.

Другой не менее важной задачей являлся монтаж 124 элементов двух плавающих затворов (батопортов) судопропускного сооружения С1 (общая длина сварных швов 105 км) и двух шаровых опор крепления затворов для перекрытия морского канала шириной 200 м.

Параметры каждого батопорта составляют: высота – 23,3 м, ширина – 8,3 м, длина – 121,4 м, радиус движения – 130 м, глубина

максимального погружения – 16 м, объем отсеков плавучести – 3500 м. куб., время посадки на порог – 25 минут, масса – 2500 тонн.

Для российских специалистов данная задача представлялась уникальной, т.к. до этого подобных конструкций в стране не возводили. По ходу выполнения работ конструкторам и инженерам ЦКБ МТ «Рубин» и ООО «Сименс» пришлось столкнуться с необходимостью создать масштабную плавучую конструкцию, работа которой должна была происходить в сложных гидрометеорологических и волновых условиях.

Как показала статистика, угроза развития наводнений сохраняется в течение всего осенне-зимнего периода (зимние наводнения составляют 51 процент общего их количества), и поэтому необходимо было предусмотреть, что продолжительный период работы батопортов будет приходиться на время с устойчивыми отрицательными температурами и значительно осложняться тяжелой ледовой обстановкой в акватории КЗС.

Специалистам технического надзора потребовалось вести кропотливую работу по контролю качества сварочных работ, защите металлоконструкций от коррозии, установке батопортов в устойчивое положение в доковых камерах на опорные устройства после вывода в рабочее положение. Серьезная работа была проведена по испытанию батопортов в различных гидрологических, волновых условиях, в том числе и при наличии ледяного покрова, и здесь специалистами МП/И было внесено много предложений, которые смогли обеспечить создание надежной плавучей конструкции. Надо отметить совместный вклад российских и голландских специалистов, работавших в составе группы технического надзора.

Специалисты «Royal Haskoning» на первых этапах строительства выполняли ключевые функции в службе технического надзора, поскольку обладали наибольшим опытом среди остальных участников консорциума в управлении работами и техническом надзоре за строительством дамб с судопропускными и водопропускными сооружениями. Инженеры-резиденты по всем контрактам были специалисты из Нидерландов.

ЗАО «Институт «Стройпроект» в консорциуме был представлен опытными инспекторами и делегировал в начальные годы реализации проекта главного инженера-резидента.

Проект включал в себя услуги по обеспечению технического содействия заказчику в подготовке документов торгов и проведении торгов, управлении проектом в процессе его реализации, осуществлении строительных и монтажных работ.

Как показала практика проводимого менеджмента, эффективность реализации Проекта во многом определялась пониманием всеми его ведущими участниками своей роли в структуре управления. В целях повышения квалификации руководителей разного звена МП/И в соответствии с контрактными обязанностями проводил обучающие семинары по разъяснению условий заключенных контрактов и их практическому применению.

Реализация крупного инвестиционного проекта по завершению строительства КЗС с участием отечественных менеджеров обеспечило как защиту города от наводнений, так и совершенствование уровня менеджмента в области строительства в Российской Федерации.

КЗС В ПЕРИОД ЭКСПЛУАТАЦИИ

Основные достижения и проблемы

Комплекс защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений (КЗС) вступает во второе десятилетие эксплуатации. Спроектированные в конце семидесятых годов прошлого века уникальные защитные сооружения прошли долгий и непростой путь строительства, который завершился в августе 2011 года вводом в эксплуатацию.

На сегодняшний день КЗС – это успешно реализованный международный проект России XXI века. За период эксплуатации Комплекса в Санкт-Петербурге было предотвращено 30 морских наводнений, в том числе 12 наводнений, относящихся к категории «особо опасные» (с уровнем подъема воды на гидрологическом посту (ГП) Горный институт выше отметки +211 см. БСВ (Балтийской системы высот)).

В период сильных ветровых нагонов, было произведено 18 перекрытий судо- и водопропускных отверстий. Из них 12 перекрытий (67%), производилось без задействования затвора судопропускного сооружения С-1. В результате, на практике было доказано, что при сильных ветровых нагонах и прогнозируемых подъемах уровней воды близких к критическим (+160 см БСВ), имеется возможность, при закрытых водопропускных сооружениях и С-2, держать открытыми затворы судопропускного сооружения С-1, и тем самым не препятствовать судоходству по Кронштадтскому корабельному фарватеру. При этом подтопления города не происходит.

Оценка последствий наводнений показала, что только первое предотвращенное особо опасное наводнение 26 декабря 2011 года, вызванное штормом «Святой Патрик» (прогноз подъема уровня воды +294 см БСВ), могло затопить 17 % территории Санкт-Петербурга, включая всю его историческую часть. Потенциальный ущерб³ от этого предотвращенного особо опасного наводнения составил 41,68 млрд. рублей (в ценах 2011 года).

³ Потенциальный ущерб – это такой ущерб, который существует, но дополнительных затрат на его ликвидацию не требуется.

По оценке экспертов, финансовые средства, вложенные в строительство КЗС (109 млрд. руб.), полностью окупились за десятилетний период эксплуатации. Опыт эксплуатации КЗС свидетельствует о том, что в настоящее время сняты основные претензии скептиков, активно дискутировавших на тему нецелесообразности строительства дорогостоящих защитных сооружений в акватории Невской губы.

Несмотря на очевидные положительные результаты работы КЗС, продолжаются дискуссии по отдельным острым вопросам защиты Санкт-Петербурга от наводнений. К наиболее обсуждаемым темам относятся:

- изменение климата и роста числа опасных наводнений в восточной части Финского залива;
- надежность гидромеханического оборудования и необходимость установки дублирующих затворов на судо- и водопропускных сооружениях;
- восстановление экосистемы региона после завершения строительства КЗС и обеспечение экологической безопасности акватории Невской губы и Финского залива при эксплуатации морского участка автомобильной дороги по дамбе КЗС;
- необходимость берегоукрепления и модернизации прибрежных участков в районе КЗС;
- возможность создания в акватории Невской губы искусственных островов и намывных территорий;
- влияние эксплуатации КЗС на развитие сейсмических процессов в регионе.

По каждой из этих тем представляется возможным высказать нижеследующее.

Влияние глобального потепления на рост опасных наводнений

Рассматривая этот вопрос, необходимо подчеркнуть, что в России, за последние десятилетия, потепление климата происходило быстрее и масштабнее, чем на остальной части Земного шара. Рост среднегодовой температуры воздуха за последние 40 лет в 2,5 раза выше скорости роста глобальной температуры на планете за тот же период / 3, 5 /.

Закономерное следствие этого процесса – резкое увеличение количества опасных природных явлений, одним из проявлений которых являются наводнения. Если за период 1990–2000 гг. в России ежегодно фиксировалось 150-200 опасных явлений, то в последующие годы их число возросло до 250-300 в год, а с 2007 года превысило 400 в год. В ближайшее десятилетие основным фактором риска возникновения и роста числа наводнений в восточной части Финского залива и Невской губе будет являться изменение климата, влияющее на усиление циклонической активности над Северной Атлантикой. Этот устойчивый процесс мы наблюдаем с 1981 года, что подтверждает статистика наводнений.

Если за период с 1703 по 2010 год (307 лет) зафиксировано 322 наводнения (в среднем по 1 наводнению в год), то за период эксплуатации КЗС (2011-2021 гг.) предотвращено 30 наводнений (в среднем по три наводнения в год).

Еще любопытней статистика зимних наводнений, произошедших в декабре – марте месяце. Если с 1703 года по 1980 год (277 лет) имело место 68 зимних наводнений, то с 1982 по 2022 год (40 лет) зафиксировано 52 наводнения, включая предотвращенные опасные (18) и особо опасные (12).

Относительная частота наводнений выросла в 4.6 раза. Только в 2020 году КЗС было предотвращено 7 опасных наводнений.

Наблюдающаяся устойчивая тенденция увеличения числа опасных и особо опасных наводнений, связанных с процессами глобального потепления, подтверждает правильность и своевременность принятого в 70-е годы XX столетия решения о необходимости строительства Комплекса сооружений по защите Санкт-Петербурга от наводнений и свидетельствует о реальной угрозе для Санкт-Петербурга возникновения в 2024 году катастрофического наводнения.

Влияние наводнений на состояние акватории Невской губы

В период проектирования КЗС часть специалистов считало, и об этом сказано было выше, что наводнения выполняли идеальную очистку Невской губы от загрязнений и наносов и в результате строительства КЗС эта уникальная система, самоочистки, будет утрачена. Проектом КЗС было предусмотрено проведение систематических наблюдений за изменением гидрологических и экологических характеристик Невской губы. с целью определения степени влияния наводнений на состояние ее акватории и ее очищение.

Поскольку процесс очищения Невской губы определяется динамикой ее вод, связанных с целым рядом гидрометеорологических факторов, то для обоснования технического проекта КЗС были проведены комплексные натурные и лабораторные исследования структуры, динамики, гидрохимического и санитарного режима водных масс, которые позволили определить характер водообмена, влияние ветра, течений, сгонно-нагонных колебаний уровня и наводнений на очищение Невской губы от загрязнений.

Наблюдения за соленостью и элементами загрязнения вод Невской губы, выполненные в период осенних наводнений, показали, что как до, так и после наводнений вода в Невской губе на всех горизонтах оставалась практически пресной с показателем солености $S = 0.05\%$ и практически не отличались по загрязнению.

Это объясняется тем, что в периоды наводнений р. Нева находилась в подпертом состоянии, что с одной стороны уменьшало ее расход, а с другой увеличивало объем загрязняющих компонентов в самой реке за счет сбросов неочищенных промышленных и коммунальных вод.

На спаде уровня воды р. Нева, в бытовых условиях, выносила в Невскую губу воды с повышенной концентрацией загрязняющих веществ. При этом, скорости бароградиентных течений в Невской губе падали, обуславливая отложение загрязняющих веществ в приустьевой и восточной частях Невской губы.

Продвижение длинной волны в Финском заливе, в период наводнений, сопровождается усилением ветров западных и юго-западных направлений, которые увеличивают высоту нагона, вызывают сильное ветровое волнение, приводящее к взмучиванию

донных отложений и их переносу дрейфовыми течениями в восточном направлении, что усиливало процесс загрязнения вод Невской губы.

Из отмеченного можно сделать вывод о том, что нет оснований утверждать, что наводнения способствуют очищению Невской губы и дельты р. Невы.

В Проекте КЗС был научно обоснован прогноз улучшения экологического состояния акватории Невской губы после окончания строительства за счет регулирования проточности огражденной акватории Невской губы, а также за счет ввода в эксплуатацию новых очистных сооружений системы городской и областной канализации и применения широкого спектра водоохраных мероприятий.

Данный прогноз полностью подтвердился. Ввод в эксплуатацию КЗС в 2011 году и завершение строительства главного коллектора северной части города в 2013 году явились факторами, способствующими очищению Невской губы и дельты реки Невы.

Работа гидротехнического оборудования и транспортных сооружений

Оценивая надежность работы гидромеханического оборудования КЗС, следует отметить, что при операциях по перекрытию затворов КЗС, которые выполнялись из единого центра с помощью автоматизированных систем управления, случаев нештатных ситуаций за весь период эксплуатации отмечено не было.

Не было отказов при выводах, установках в створ, подъемах и заведении в доковые камеры наплавных затворов (батопортов) судопропускного сооружения С-1 водоизмещением более 5 тысяч тонн. Не зафиксировано случаев отказов при поднятии из-под воды плоского затвора судопропускного сооружения С-2 и при закрытии всех 64 сегментных затворов водопропускных сооружений В1-В6 общим весом свыше 20 тыс. тонн. Все операции проходили в штатном режиме и в сроки, установленные нормативными документами. Впервые за всю свою историю Санкт-Петербург, после ввода в эксплуатацию КЗС, ни разу не был подтоплен.

В период эксплуатации КЗС были обращения в Правительство Санкт-Петербурга, а также публикация, в которых авторы делали такого рода заявления, как: «КЗС построен с крупной ошибкой», «надежность КЗС Санкт-Петербурга недостаточна», «КЗС не работает, если не будет закрыто любое из двух судопропускных сооружений» и, «на все 64 водопропускные отверстия необходимо не только «установить дополнительные, дублирующие затворы», но и «специальные аварийные устройства, содержащие взрыв-патроны для снятия затворов с подхватов».

Отмеченные опасения и предложения основывались на «сравнительном анализе» эксплуатации сооружений защиты Лондона от наводнений (Tahmes Barrieg) и КЗС Санкт-Петербурга. По нашему мнению, подобное сравнение весьма спорно, т.к., рассматриваемые сооружения отличны друг от друга по размерам, установленному гидромеханическому оборудованию и условиям эксплуатации. Различны причины и характер природных явлений, вызывающих наводнения. Как известно, причинами наводнений в Лондоне являются приливы Северного моря, которые достаточно хорошо изучены и точно прогнозируемы, а в Финском заливе наблюдается длинная волна, формируемая в акватории Балтийского моря. Протяженность КЗС Санкт-Петербурга в 43,4 раза больше Tahmes Barrieg, а длина водопропускного фронта КЗС (1836 м) в 3,5 раза превышает КЗС Лондона.

Электроснабжение судо- и водопропускных сооружений КЗС обеспечивается по схеме особой группы электроприемников первой категории надежности. Оно дублируется подключением автономных дизель-генераторов, для водопропускных сооружений имеется возможность их опускания в ручном режиме. Таким образом, в период наводнений, вероятность отказов гидромеханического оборудования затворов КЗС из-за сбоев энергоснабжения сведена к минимуму.

Опыт эксплуатации свидетельствуют, о том, что нет никаких оснований для применения на затворах В1-В6 специальных аварийных устройств и, тем более, установки дублирующих затворов. Безусловно, необходимо изучать и совершенствовать методы обеспечения безотказности гидромеханического оборудования КЗС, надежности, но эти работы должны опираться на опыт эксплуатации КЗС и реализованных в нем современных технических решений.

Транспортные сооружения КЗС: мост с подъемным пролетным строением, подводный тоннель, автомобильная дорога с транспортной двухуровневой развязкой, а также малые мосты у водопропускных сооружений показали надежную работу. Уникальное цельнометаллическое коробчатое пролетное строение разводного моста длиной 102 м над судопропускным сооружением С-2, железобетонные пролетные строения у водопропускных сооружений В1-В6 и транспортной развязки не приобрели каких-либо существенных дефектов и обеспечили нормативную грузоподъемность за истекший период эксплуатации. Автомобильная дорога по гребню защитной дамбы вместе с искусственными сооружениями обеспечивали необходимый скоростной режим и комфортабельные условия движения по участку длиной 25.4 км, входящему в состав кольцевой автомобильной дороги вокруг Санкт-Петербурга.

В целом комплекс защитных сооружений, объединяющий гидротехнические и транспортные сооружения за годы эксплуатации, показал высокую эффективность своей работы. Дальнейшая его эксплуатация, несомненно, должна сопровождаться изучением работы всех ее составляющих, мониторингом технического состояния оборудования и конструкций и, конечно, научным сопровождением их поведения в реальных и прогнозируемых условиях внешней среды.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Книга о комплексе защитных сооружений г. Санкт-Петербурга от наводнений дает не только представление об объектах КЗС, но и о том, как рождался этот грандиозный проект, какие сложные и драматические этапы он прошел, какие жаркие дискуссии возникали у многих известных людей и специалистов, небезучастных к своей стране и к Санкт-Петербургу.

Авторы постарались показать, что КЗС это не только крупный гидротехнический объект России, уникальный по своим параметрам многофункциональный комплекс, но и объект для проведения научных исследований в обоснование проектов морских гидротехнических сооружений, возводимых в суровых климатических условиях на континентальном шельфе.

КЗС позволяет вести долговременные научные, в том числе и совместные международные исследования, обобщать опыт его эксплуатации и, что очень важно, изучать влияние защитных сооружений на окружающую среду.

Нельзя было не отметить людей, чей самоотверженный труд и знания были вложены в создание этого грандиозного инновационного проекта России XX I века.

Ученые, специалисты, инженеры и рабочие, все кто работал над созданием проекта КЗС, отдавая все свои силы и осуществляя его реализацию, – все они достойны уважения, а светлой памяти те, кто не смог увидеть работу нашего общего творения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берх В.Н. Подробное историческое известие о всех наводнениях, бывших в Санкт-Петербурге // Записки, издаваемые Государственным Адмиралтейским департаментом, относящимся к мореплаванью. СПб.: Морская тип., 1826. С. 415-500.

2. Лев Годованник. Ученые Политеха хотят запретить Неву со стороны Ладожского озера // Фонтанка.ру. URL: <https://www.fontanka.ru/2018/10/01/082/>

3. Другачук Д.А., Моносов Л.М., Полищук И.В., Попов В.И. Влияние глобального потепления на наводнения и работу КЗС в Санкт-Петербурге // Дороги (инновации в строительстве). 2019. №№ 79, 81.

4. Защита Ленинграда от наводнений. Технический проект. Общая пояснительная записка. Ленинград, 1977. 133 с.

5. Клеванный К.А., Еремеева А.О. Прогноз воздействия опасных гидрометеорологических процессов на акваторию Невской губы и территорию в районе // МФК Лахта-Центр. 2020. 65 с.

6. Ленинград в борьбе с наводнением. Комендантское управление. Ленинград, 1925. 212 с.

7. Мигуренко В.Р. Актуальные вопросы эксплуатации Комплекса защитных наводнений // Гидротехническое строительство. 2015. №8. С.56-58.

8. Нежиховский Р.А. Река Нева и Невская губа. Л.: Гидрометеопиздат, 1981. 112 с.

9. Письмо Федерального агентства водных ресурсов Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 25.04.2018 г. № 802474-3.

10. Попов В.И. Менеджмент работ по строительству комплекса защитных сооружений от наводнений Санкт-Петербурга // Вестник МАДИ (ГТУ). 2008. Вып. 1 (12). С. 49-56.

11. Попов В.И. Риски крупных строительных проектов и пути их устранения // Наука и техника в дорожной отрасли. 2012. № 2. С. 40-43.

12. Попов В.И., Моносов Л.М. Технический надзор в проекте по завершению строительства комплекса защитных сооружений г. Санкт-Петербурга от наводнений // Гидротехническое строительство. 2013. № 5. С. 18-22.

13. Знаменский В.А. Гидрологические процессы и их роль в формировании качества воды. Л.: Гидрометеиздат, 1981. 248 с.
14. Принципы и правила закупок товаров и услуг. Европейский банк реконструкции и развития. Август, 2000 г. 3 с.
15. Серебрицкий И.А. О проявлении опасных геологических процессов в береговой зоне Финского залива // Окружающая среда. 01.09.2016 г.
16. Спиридонов М.А. Восточная часть Финского залива и его береговая зона // Окружающая среда. 01.09.2016 г.
17. Усанов Б.П. Под морем город основался. Изд-во «Гуманистика», 2005. 166 с.
18. Жигульский В.А., Шуйский В.Ф., Чебыкина Е.Ю. и др. Плавни Невской губы. Научно-исследовательская программа. Итоги 1 этапа / ООО «Эко-Экспресс-Сервис». СПб.: Реноме, 2020. 304 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	3
История наводнений в Санкт-Петербурге.....	5
ПРОЕКТЫ ЗАЩИТНЫХ СООРУЖЕНИЙ И БОРЬБА ЗА ИХ СТРОИТЕЛЬСТВО.....	13
Этапы в создании проекта защитных сооружений	13
Экспериментальные исследования	20
Применение прогрессивных методов строительства.....	26
ЗАЩИТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ И ЭКОЛОГИЯ.....	33
Критика проекта защитных сооружений	33
Экологическая обстановка после 10 лет эксплуатации КЗС	43
Влияние эксплуатации КЗС на развитие сейсмических процессов в регионе.....	50
Береговая защита Финского залива и территорий от затоплений и подтоплений.....	52
Намывные работы в Невской губе	54
СТРОИТЕЛЬСТВО КЗС	57
Начало строительства	57
Приостановка работ по строительству	65
Подготовка к завершающей стадии строительства.....	68
ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ И ПРАВИЛА РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА КЗС ..	75
СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ ПРОЕКТА КЗС	82
Гидротехнические объекты КЗС	82
Транспортные объекты КЗС.....	89
УПРАВЛЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЙ НАДЗОР ЗА СТРОИТЕЛЬСТВОМ ...	101
Менеджмент работ	101
Технический надзор	107
КЗС В ПЕРИОД ЭКСПЛУАТАЦИИ.....	110
Основные достижения и проблемы	110
Влияние глобального потепления на рост опасных наводнений	111
Влияние наводнений на состояние акватории Невской губы	113
Работа гидротехнического оборудования и транспортных сооружений ...	114
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	117
ЛИТЕРАТУРА	118

Для заметок

Для заметок

Для заметок

Научно-популярное издание

Моносов Лев Моисеевич
Попов Виктор Иванович
Другачук Дмитрий Александрович

СХВАТКА С ВОЛНОЙ

Монография

Чебоксары, 2022 г.

Компьютерная верстка *Л.С. Миронова*
Дизайн обложки *Н.В. Фирсова*

Подписано в печать 28.07.2022 г.

Дата выхода издания в свет 04.08.2022 г.

Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Печать офсетная.

Гарнитура Times. Усл. печ. л. 7,2075. Заказ К-1016. Тираж 500 экз.

Издательский дом «Среда»
428005, Чебоксары, Гражданская, 75, офис 12
+7 (8352) 655-731
info@phsreda.com
<https://phsreda.com>

Отпечатано в Студии печати «Максимум»
428005, Чебоксары, Гражданская, 75
+7 (8352) 655-047
info@maksimum21.ru
www.maksimum21.ru