Моносов Л.М.¹, Попов В.И.²

К вопросам экологии при обобщении опыта проектирования, строительства и эксплуатации Комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений

¹ООО «Эверест»

²АО «Институт «Стройпроект», МАДИ

doi: 10.18411/sr-10-06-2018-08

idsp: 000001:sr-10-06-2018-08

Аннотация

В статье приведены сведения о истории наводнений в Санкт-Петербурге, проектах защиты города от наводнений и дискуссиях в связи с разработкой проектов строительства дамбы. Представлены данные по наводнениям, произошедшим после завершения строительства комплекса защитных сооружений (КЗС) и экологических аспектах реализованного проекта КЗС.

Ключевые слова: наводнение, комплекс защитных сооружений, экологическая обстановка

Abstract

In article presents the information about history of the floods in St.Petersburg, projects of city flood protection and the discussions concerning of dam construction design. Presented the dates for floods after the termination of flood protection complex (KZS) and the ecologist aspect of KZS project.

Keywords: flood, flood protection complex, ecologist situation.

История наводнений в Санкт-Петербурге

В августе 2017 года исполнилось шесть лет с момента ввода в эксплуатацию Комплекса сооружений по защите Санкт-Петербурга от наводнений (КЗС). Поскольку в России 2017 год был объявлен годом экологии» [1], целесообразно остановиться на ряде вопросов, связанных с экологическими проблемами, которые имели место при проектировании, строительстве и эксплуатации КЗС.

Как известно, КЗС – это протяженное морское гидротехническое сооружение, возведенное в замерзающем Финском заливе. Его длина составляет более 25 км, при этом 17,5 км проходят по открытой акватории восточной части Финского залива.

В составе защитных сооружений 11 каменно-земляных защитных дамб и проходящая по их гребню скоростная шести полосная автомобильная дорога, 6 водопропускных сооружений, включающих 64 сегментных затвора длиной 24м, 2 судопропускных сооружения С-1 и С-2 с пролетами соответственно 200м и 116 м, глубоководный автодорожный тоннель проходящий под судопропускным сооружением С-1 длиной 1961м, автодорожный мост с подъемным пролетным строением над судопропускным сооружением С-2, подходные каналы к судопропускным сооружениям С-1 и С-2, административно-технические здания и технологические сооружения на южной и северной частях судопропускного сооружения С-1, здание управления КЗС на о.Котлин с центральным пультом управления (ЦПУ), система предупреждения угрозы наводнения.

Комплекс относится к особо опасным, технически сложным, уникальным гидротехническим сооружениям [2,3,4,5]. Основные технологические операции по обеспечению работы КЗС осуществляются автоматизированным способом управления. В том числе операции по перекрытию, в случае угрозы наводнения, затворов водопропускных сооружений, плоского затвора судопропускного сооружения С-2 весом 2550т и наплавных затворов (ботапортов) судопропускного сооружения С-1 водоизмещением 2500 т. При эксплуатации защитных сооружений используется автоматизированная система управления технологическими процессами (АСУ ТП) и

автоматизированная система инфраструктуры (АСУ И). Информация о работе всех систем КЗС выведена на центральный пульт управления ЦПУ. Можно с уверенностью сказать, что в настоящее время КЗС – это успешно реализованный инновационный проект России XXI века.

С введением в эксплуатацию защитных сооружений, Санкт-Петербург, один из красивейших городов мира, навсегда избавился от постоянной угрозы наводнений – опаснейшего стихийного бедствия, висевшего «домокловым мечом» на протяжении всей его истории.

Как известно, за 314 лет существования Санкт-Петербурга имело место, по разным оценкам от 308 до 327 подъемов уровня воды выше отметки $H=160$ см.Б.С, что принято считать наводнениями.

Среди них три катастрофических 10 (21) сентября 1777 года, $H=321$ см.Б.С; 7(19) ноября 1824 года; 23 сентября 1924 года $H=380$ см.Б.С.

Самое исключительное по высоте наводнение ($H=421$ см Б.С.) произошло 19 ноября 1824 года и получило название «потопа». В результате этого наводнения было затоплено две трети территории города, разрушено 324 дома, повреждено 3257 строений, погибло 208 человек, городу был нанесен громадный материальный ущерб. Также были полностью разрушены город Кронштадт и Кронштадтская крепость, где погибло 76 человек [6].

Произошедшее ровно через сто лет наводнение 1924 года застало город врасплох. Регистрация уровня воды во время наводнения и предсказание наводнения оказались неудачными. Прогноз Главной геофизической обсерватории не оправдался. Уровнемер обсерватории у Горного института был поврежден. Принятая высота наводнения $H=380$ см. Б.С. была установлена нивелированием водяных следов на зданиях. При такой методике не исключались ошибки. Во время наводнения 1924 года погибло семь человек. В городе обострилось социально-экономическое положение. Возникли перебои в торговле и снабжении. Прекратилось электроснабжение центральной части города. В Ленинграде было введено военное положение. С правителем с последствиями наводнения городу бороться помогала вся страна в течение года. [7]. Наводнение 1924 года стимулировало разработку проекта защиты Ленинграда от наводнений.

Проекты защиты Санкт-Петербурга от наводнений

С наводнениями в Санкт-Петербурге начали бороться с момента основания города. Предлагалось множество вариантов защиты от этого опасного стихийного бедствия, но основными являлось два: «Восточный» и «Западный».

Восточный вариант был разработан академиком А.Н. Крыловым и предусматривал возведение в дельте р. Невы ряда быков с пазами для затворов. При угрозе наводнения затворы опускались и преграждали путь воды из Финского залива в Неву. Чтобы прибывающая из Ладоги через Неву вода не затопила город, в верховьях Невы предлагалось построить гидроузел, который при наводнении будет опускать затворы и не пропускать в Неву воду из Ладоги.

Этот вариант имел свои недостатки. Требовалось выполнение обвалования берегов Невы. От наводнений не защищались новые приморские районы города, крупные промышленные предприятия, а также Кронштадт и Стрельна. И самое главное, в случае отказа при перекрытии хотя бы одного из затворов, наводнения в городе избежать бы не удалось. Главное же достоинство состояло в том, что от Финского залива не отсекалась Невская губа.

Проект Западного варианта защиты города от наводнений предложил ректор Путейского института инженер П.П. Базен после наводнения 1824 года. Суть проекта заключалась в том, что система дамб с водо-и судопропускными сооружениями в створе Ораниенбаум-Котлин-Лисий Нос отсекает от Финского залива акваторию Невской губы с площадью зеркала 329 км². При отсутствии угрозы наводнения все затворы водо-и

судопропускных сооружений открыты. При угрозе наводнения затворы закрываются. П.П. Базен первым осознал, что наводнения в дельте р. Невы происходят не от текущей воды из Ладожского озера, а от воды, поступающей из Финского залива. Дальнейшие исследования природы наводнений полностью подтвердили предположения П.П.Базена.

Дискуссии по проекту комплекса защитных сооружений

На основании концепции «Западного» варианта П.П.Базена в 1972-1976 годах Институтом Ленгидропроект был разработан технический проект КЗС. В его создании принимало участие 52 проектно-изыскательских и научно-исследовательских институтов СССР. Проект был одобрен Государственной экспертизой и утвержден Советом министров СССР в декабре 1978 года.

Еще на стадии разработки, в июле 1975 года, проект КЗС подвергся серьезной критике. В Комитет Партийного Контроля при ЦК КПСС обратились с письмом академик АН СССР А.Тахтаджян (ботаник), химик-технолог, писатель А.Ливеровский, член-корреспондент АН СССР А. Федоров, адмирал Ю. Пантелеев. Они сравнили Западный вариант проекта КЗС «со второй блокадой Ленинграда» и считали более предпочтительным Восточный вариант.

В результате острой дискуссии, которая продолжалась почти три года, специалисты института Ленгидропроект во главе с главным инженером проекта С.С. Агалаковым убедительно доказали, что предлагаемые различные восточные варианты не обеспечивали защиту от затопления таких крупнейших заводов, как Кировский, Балтийский, Адмиралтейский, Севкабель, а также Морского торгового и Лесного портов, Южных очистных сооружений, объектов Минобороны и ряда жилых массивов. Постройка же Невского гидроузла, что являлось обязательным условием Восточного варианта, перекрывала бы пути миграции рыб по Неве. Доводы специалистов были приняты и от «Восточного варианта» отказались.

В 1979 году началось возведение защитного комплекса. Темпы строительства были высокими- в октябре 1980 началась отсыпка первой дамбы, в июле 1981 года был уложен первый кубометр бетона в основание водопропускного сооружения В-6, а 29 декабря 1984 года завершилось строительство сухопутного проезда на остров Котлин.

В 1987 году, когда уже была выполнена основная часть объемов работ по защитным сооружениям и достигнуты близкие к проектным условиям показатели пропуска воды через сооружения защиты, обеспечивающие их минимальное влияние на гидрологический режим основной акватории Невской губы, в газете «Известия» вышла статья Д.С.Лихачева, Д.Гранина, М.Дудина, А. Ливеровского, которая открыла зеленый свет для многочисленных критических публикаций о негативном влиянии строительства защитных сооружений на экологическое состояние Невской губы. [8]. В след за этой публикацией в газетах «Ленинградская правда», «Смена», «Ленинградский рабочий», «Невское время», в журналах «Звезда», «Знание-сила» и других печатаются статьи В. Знаменского, М. Кривошей, С. Цветкова, Д. Чаликова, в которых авторы пытаются доказать, что наводнения для города всегда были «благом», а строительство Комплекса безусловно приведет к непредсказуемым негативным последствиям для экологии Невской губы.

В поддержку авторов выступили крупные общественные деятели, писатели, артисты. В обращении к Ленсовету академик Д.С. Лихачев писал: «История дамбы есть часть истории уходящего деспотизма». Народный артист СССР О.В. Басиладзе задавался вопросом «Нравственно было ли начинать строительство дамбы, не зная всех возможных последствий?» [9].

Основные доводы противников строительства защитных сооружений были обобщены в статье В. Знаменского «Экологический ущерб-700 миллионов рублей».

Автор утверждал, что строительство защитных сооружений уже привело к нарушению гидродинамической, гидрохимической и гидробиологической взаимосвязи Финского залива и Невской губы. При этом ухудшение санитарного состояния Невской

губы им увязывалось именно со строительством защитных сооружений, а не с резким увеличением концентрированных сбросов в северные протоки дельты р. Невы с централизованных очистных сооружений расположенных на мелководьях в непосредственной близости от берега.

Заблуждения автора этой статьи и его коллег, выступавших с резкой критикой строительства, заключались в представлении Невской губы, до строительства защитных сооружений, как бассейна, свободно сообщающегося 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 является глубоко ошибочным и противоречит морфометрическим особенностям Невской губы и вершины Финского залива, что было отражено в многочисленной научной литературе о гидрологическом, гидрохимическом и гидробиологическом режимах этого района

Как известно, Невская губа сообщается с Финским заливом двумя проливами: Северным и Южным воротами, имеющими обширные отмели и многочисленные преграды, которые препятствуют проникновению морских ветровых волн и ветровых течений в Невскую губу, выносу льда из Губы в залив, затрудняют водообмен между пресными и солоноватыми водами залива.

В Северных воротах этому препятствует отмель от о. Котлин, до мыса Лисий Нос, сплошные ряжевые подводные преграды и форты расположенные на данной отмели. В Южных воротах – Ломоносовская отмель с глубинами до 0.8м от материкового берега, до о. Котлин, ряд подводных ряжевых преград и фортов западнее отмели.

Поэтому Невская губа в бытовых условиях, является практически почти замкнутым бассейном, в котором всегда формировался местный гидрологический режим, мало подверженный влиянию Финского залива [10,11].

Что же касается утверждения об ухудшении санитарного состояния Невской губы, якобы связанного со строительством защитных сооружений, то выполненные натурные исследования убедительно свидетельствовали, что причиной этого явления в тот период являлось резкое увеличение сбросов в северные протоки дельты р. Невы необеззараженных коммунальных и промышленных вод по мере застройки нового Шувалово -Озерковского района с населением в то время свыше 1.5 миллиона человек и концентрированные сбросы с централизованных очистных сооружений необеззараженных вод на мелководья в полутора километрах от берега у п. Ольгино и о. Белый.

Научно- техническое обоснование выпусков от централизованных очистных сооружений в мелководных зонах п. Ольгино и у о. Белый, а также в застойной зоне у Южно-Лахтинской отмели, были выполнены автором критики строительства КЗС В. Знаменским, который рекомендовал располагать выпуски от централизованных очистных сооружений ближе к берегу: *«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.»* (с. 196) [12].

К таким ошибочным выводам В.Знаменский пришел в результате проведения неких модельных исследований течений и водообмена Невской губы, данные которых не подтвердились материалами натурных наблюдений ведущих проектных и научно-исследовательских институтов (ГГИ, ЛоГОИН, Ленгидропроект), проводившихся, как в естественных условиях, так и в период строительства.

Причиной же резкого ухудшения в тот период санитарного состояния у северного побережья Невской губы явились ошибки при выборе расположения выпусков централизованных очистных сооружений. Строительство защитных сооружений к этому процессу не имело никакого отношения.

Тем не менее, даже в настоящее время, автор продолжает утверждать, что 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» [13].

Подобные утверждения так же не имеют под собой никаких оснований. Как свидетельствуют многочисленные натурные исследования, выполненные в обоснование проекта КЗС, в результате интенсивной циклонической деятельности в период наводнений в восточной части Финского залива всегда наблюдалось перемешивание вод и отступление на запад клина солоноватых вод (30-40 км, максимум 80-90 км) от створа защитных сооружений.

Следовательно, во время наводнений в восточную часть Финского залива поступали пресные воды Невской губы, которые практически не отличались по загрязнению. Это объясняется тем, что в периоды наводнений, в проектных условиях, 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 промышленных и коммунальных вод. Поэтому, на спаде уровня р. Нева выносила в Невскую губу воды с повышенной концентрацией загрязняющих веществ. К этому времени скорости бароградиентных течений в Невской губе падали, обуславливая отложение загрязняющих веществ в приустьевой и восточной частях Невской губы.

В большинстве случаев продвижение длинной волны в Финском заливе и Невской губе сопровождается усилением ветров западных и юго-западных направлений, которые увеличивают высоту нагона, вызывают сильно развитое ветровое волнение в этом районе, которое приводит к взмучиванию донных отложений и их переносу дрейфовыми течениями в восточном направлении. В результате усиливается загрязнение вод Невской губы.

Все вышеизложенное позволило сделать вывод, что нет никаких оснований утверждать о том, что наводнения способствуют очищению Невской губы и дельты р. Невы.

Строительство ж защитных сооружений в Невской губе не могло привести к нарушению некой «уникальной само очистительной природной системы», т. к. такой системы в природе просто не существует. Следует заметить, что и после шести лет успешной эксплуатации Комплекса, В. Знаменский продолжает критиковать проект КЗС утверждая, что «возведенные сооружения защитного комплекса изменили характер колебаний уровня воды в заливе. Низких уровней не стало. В лучшем случае ординар, либо выше» [13].

Такие голословные заявления не выдерживают критики, т.к. грамотно реализованные в процессе строительства проектные решения в основном не изменили систему течений, волновой и температурный режимы, естественный режим уровней воды в Невской губе и дельте р. Невы. Как и в бытовых условиях здесь отмечаются уровни значительно ниже ординара.

Вместе с тем, подобные некорректные высказывания, опирающиеся на неподтвержденные специалистами исследования, спровоцировали в конце 80-х годов прошлого века в обществе острейшую дискуссию по проблемам экологической безопасности строящегося Комплекса защитных сооружений. Фактически город Ленинград в конце 80-х годов XX века разделился на два лагеря: кто-то был за строительство и тех, кто-то был категорически против. К огромному сожалению, в тот период к мнению специалистов не прислушались. В результате в октябре 1990 г.

Ленинградский городской Совет народных депутатов, уступая беспочвенным обвинениям в адрес стройки со стороны «поборников защиты природы», принял решение о приостановке строительства КЗС.

Рис.1. Уровень воды ниже ординара у Горного института 15.02.2017г.

В последствии Проект КЗС рассматривался многочисленными экспертными комиссиями, включая международные, и был сделан окончательный вывод о том, что Защитные сооружения не оказывают отрицательного влияния на экологическое состояние Невской губы. [14].

Экологические аспекты проекта КЗС

В связи с отмеченным выше, следует заметить, что в рассматриваемом многочисленными, в том числе и зарубежными, экспертами проекте КЗС, впервые в отечественной практике, был представлен раздел по экологическому обоснованию объекта, который носил название «Охрана окружающей среды». Этот раздел был разработан на основе широкомасштабных научных исследований ведущих институтов страны и АН СССР и был подвергнут тщательной проверке Государственной экспертизой страны, ГКНТ СССР, Госстроем СССР, одобрен и утвержден Советом Министров СССР.

Правительство Российской Федерации в декабре 1994г принимает специальное Постановление о Комплексе защитных сооружений и его вводе в эксплуатацию в 2001году. Однако строительство началось в 2006г.

За более чем 16 летний период остановки строительства, стройка, которая оказалась не законсервированной, превратилась фактически в источник экологического загрязнения Невской губы (рис.2).

С начала строительства КЗС проблема загрязнения постепенно снималась и этому в большой степени способствовали созданные условия выполнения работ по завершению строительства объектов КЗС.

Правительство Российской Федерации заключило кредитное соглашение с ЕБРР на финансирования работ, которые были завершены в 2011 году. Выполнение строительно-монтажных работ осуществлялось на базе стандартных контрактов ФИДИК (Красная и Желтая книги), по которым одной из обязательных составляющих было обеспечение охраны окружающей среды.

В этих целях в службе технического надзора (Инженер) была организована группа специалистов — экологов, отвечающих за обеспечение на всех этапах строительства выполнения требований утвержденной проектной и рабочей документации разделов по охране окружающей среды.

Рис.2. Схема организации управления проектом КЗС

Поддержание требуемого уровня экологической безопасности контролировалось и экспертами-экологами из ЕБРР, приезжавшими на строящийся объект. Постоянный надзор осуществлялся и Северо-Западным управлением технологического и экологического мониторинга Ростехнадзора России.

Наряду с ежемесячными и ежеквартальными отчетами о ходе реализации проекта, специалисты-экологи из службы Инженера готовили отдельные отчеты о выполнении требований по охране окружающей среды и эти отчеты направлялись в ЕБРР и Исполняющую структуру проекта – Минрегион России (рис.3).

При эксплуатации Комплекса, как и в период строительства вопросам экологии уделялось и самое пристальное внимание. Это не только выполнение требований международных экологических организаций, европейских финансовых институтов, участвующих в реализации грандиозного проекта, но и активный ответ российской стороны экологическим вызовам и рискам.

Так, в 2010 году, Дирекцией КЗС были оформлены решения о предоставлении водного объекта в пользование, по которым была определена зона безопасности, в том числе и экологической в акватории Балтийского моря. Общая площадь этой зоны, за состояние которой несет ответственность Дирекция КЗС, составляет $F = 20.66$ кв. км.

Основной угрозой для прилегающего водного бассейна в период эксплуатации КЗС являются поверхностные стоки воды (диффузионный сток) с проезжей части морского участка кольцевой автодороги. На этом участке длиной 25.4 км шестиполосная магистраль способна пропускать в сутки до 27 500 автомобилей с расчетной скоростью 120 км/час.

Учитывая высокую и возрастающую с каждым годом интенсивность движения по магистрали, был разработан и реализован системный подход по сбору, отведению и очистке всего объема загрязненных вод. Эти масштабные мероприятия позволили предотвратить сброс в акваторию неочищенных стоков.

Сложность решения задачи по организации сбора и очистки стоков со всей территории КЗС была вызвана крайне ограниченными площадями дамб и наличием на трассе семи мостов (в том числе разводного) и глубоководного автодорожного тоннеля.

Для сбора рассредоточенных стоков с полотна трассы институты «Ленгидропроект», «Ленгипроинжпроект», «Проектный институт Водоканалпроект» спроектировали по обеим сторонам дороги специальные водоотливные лотки с переменной глубиной. Их протяженность составляет свыше 50 км. Из лотков вода по полимерным трубам, расположенным в теле защитных дамб, попадает в 36 локальных

очистных сооружений, где производится глубокая очистка собранного поверхностного стока. Используются комбинированные отделители песка и нефти с сорбционным блоком доочистки и колодцем для взятия проб. Производительность таких отделителей 20-30 л/с.

Оборудование очистных сооружений выполнено из материалов устойчивых к агрессивному воздействию загрязненных вод и размещено в теле защитных дамб. Самотечный принцип работы всех типов очистных сооружений не требует электроэнергии.

Для очистки диффузионного стока с проезжей части мостов над водопропускными сооружениями также применена система водоотводных труб и лотков, размещенных над пролетами мостов. Вода поступает на очистку в специальные комбинированные фильтр-патроны, заправленные клиноптиллолитом (минерал Холинского месторождения Бурятии) и активированным углем. На опорах мостов установлено 118 таких фильтр-патронов.

Для очистки сточных вод, попадающих в глубоководный автодорожный тоннель были построены очистные сооружения. Тоннель оборудован системой водоудаления, которая состоит из водоулавливающих дренажных лотков, емкостей приемных резервуаров для сбора и откачки, трех насосных станций, очистных сооружений.

В рамках проекта КЗС были построены очистные сооружения и для очистки сточных вод, попадающих в глубоководный автодорожный тоннель, который оборудован системой водоудаления, состоящей из водоулавливающих дренажных лотков, емкостей приемных резервуаров для сбора и откачки, трех насосных станций, очистных сооружений.

Грязевые и дождевые стоки по водоотводным лоткам поступают в насосные станции перекачивающие стоки в очистные сооружения, расположенные на территории судопропускного сооружения С-1. Основными загрязняющими веществами, присутствующими в поверхностных стоках тоннеля являются: минеральные и органические примеси естественного происхождения, вещества техногенного происхождения в различном фазово-дисперсном состоянии, нефтепродукты, вымываемые компоненты дорожных покрытий, соединения тяжелых металлов, СПАВ (синтетические поверхностно-активные вещества), бактериальные загрязнения. Обязательным элементом сооружений очистки поверхностных стоков является аккумулирующий отстойник.

Очистные сооружения автодорожного тоннеля С-1 КЗС предусматривают проведения физико-химической очистки поверхностных стоков после аккумулирующего отстойника, т.к. большая часть взвешенных веществ является очень мелкодисперсной (глины, продукты истирания дорожного полотна, резины) и оседает очень медленно. Благодаря существенному содержанию СПАВ (чем их больше, тем лучше содержание дорог) происходит практически полное эмульгирование нефтепродуктов, препятствующее их гравитационному осаждению и коалесценции.

Проведение процесса коагуляции с использованием производимых в промышленности коагулянтов и флокулянтов с последующей фильтрацией воды позволило получать на выходе очищенную воду с показателями, установленными для водоемов рыбо-хозяйственного назначения.

Сброс очищенной воды из очистных сооружений в акваторию производится, если ее состав соответствует нормативным требованиям по взвешенным веществам, биохимическому потреблению кислорода, хлоридам и нефтепродуктам.

Вместе с тем, следует обратить внимание на тот факт, что требование очищать поверхностные стоки до величины концентраций показателей ниже аналогичных естественных фоновых значений иногда приводит к ситуации, когда стоки с более

низким содержанием загрязняющих веществ, чем в водном объекте, все равно рассматриваются как недостаточно очищенные [17]. .

Для сбора и откачки их тоннеля легко воспламеняющейся жидкости (ЛВЖ) предусмотрены резервуары в виде автоцистерн.

Следует отметить, что все локальные очистные сооружения, используемые на КЗС производятся в Санкт-Петербурге. Они устойчивы к воздействию низких температур, коррозии. Очистка поверхностного стока производится в автоматическом режиме до значений, разрешающих сброс очищенных вод в водоемы, имеющие рыбохозяйственное значение.

В настоящее время можно констатировать, что Дирекцией КЗС реализован план водоохранных мероприятий в соответствии с требованиями Водного кодекса и Водной стратегии России на период до 2020г. Впервые в Европе обеспечена 100% очистка поверхностного стока с протяженного морского участка автодороги КЗС и вода в Балтийское море попадает только, пройдя очистку от загрязнений.

Эти мероприятия являются важной составной частью выполнения российской стороной «Конвенции по защите морской среды района Балтийского моря» (Хельсинская конвенция) и рекомендации этой Конвенции о сокращении сбросов с городских территорий посредством правильного регулирования системы ливневых стоков.

Опыт строительства и эксплуатации защитных сооружений убедительно свидетельствует о том, что была обеспечена экологическая безопасность зоны за состояние которой несет ответственность Дирекция КЗС. Это способствовало быстрейшему восстановлению экосистемы района.

Основные выводы

1. Ввод в 2011 году в эксплуатацию КЗС и завершение строительства главного канализационного коллектора северной части города – явились основными факторами, способствующими очищению Невской губы и дельты реки Невы. В настоящее время сбросы промышленных и коммунальных вод в р. Неву очищаются на 98.5%, а к 2020 году очистка сточных вод р. Невы составит 100% в связи с вводом Охтинского коллектора в соответствии с выполнением Водоканалом утвержденной «Схемы водоснабжения и водоотведения в Санкт-Петербурге».

2. В настоящее время Невская губа отделена от Финского залива защитными сооружениями по линии Горская – Кронштадт – Бронка. Водопропускные сооружения, суммарная площадь живого сечения которых составляет $F = 9540 \text{ м}^2$, а водосливной фронт $L = 1864 \text{ м}$, что в 1,5 раза больше устья р. Невы, имеют исключительно природоохранное значение.

3. Затворы КЗС в штатном состоянии постоянно открыты, обеспечивая полную «прозрачность» для свободного перемещения воды и биоты между Финским заливом и Невской губой. Их площадь живого сечения составляет 9540 м^2 , а водосливной фронт $L = 1864 \text{ м}$, что в 1,5 раза больше устья р. Невы. Система течений, волновой и температурный режимы, естественный режим уровней воды в Невской губе и дельте р. Невы не изменились. Как и в бытовых условиях, здесь постоянно отмечаются уровни значительно ниже ординара. Подтопление города не происходит.

4. При угрозе наводнения все судо - и водопропускные сооружения защитного комплекса перекрывают Невскую губу, и она превращается в замкнутую акваторию. Закрытые затворы КЗС предохраняют от переноса дрейфовыми течениями в Невскую губу взмученных ветровым волнением огромного количества донных отложений восточной части Финского залива. Поэтому со стороны Финского залива отсутствует загрязнение Невской губы. В самой же Невской губе в этот период происходит аккумуляция стока реки Невы.

5. После окончания наводненческой ситуации, выравнивания уровней и открытия всех затворов защитных сооружений, на спаде уровня, р. Нева, в отличие от бытовых

условий, больше не выносит в Невскую губу воды с повышенной концентрацией загрязняющих веществ.

6. Проектные решения, реализованные строителями под контролем службы Инженера создали благоприятные условия для успешного восстановления экосистемы после ввода в КЗС в эксплуатацию.

7. Успешный опыт эксплуатации подтвердил выводы ученых, проектировщиков, Международной комиссии независимых экспертов об экологической безопасности защитных сооружений. [15, 16].

8. Эксплуатируемый комплекс сооружений по защите Санкт-Петербурга от наводнений не оказывает отрицательного влияния на санитарный режим Невской губы, на воспроизводство рыбных запасов, в том числе ценных проходных и полупроходных рыб. Зафиксирован процесс устойчивого восстановления экосистемы в зоне КЗС после завершения строительного периода. Об этом свидетельствует сохранение условий для жизнедеятельности почти 60 видов водных и околотоводных птиц, ежегодно мигрирующих через Финский залив (рис.4).

Рис.4. Водные и околотоводные птицы вблизи водопропускного сооружения

В местах непосредственно примыкающих к створу защитных сооружений отмечено ежегодное появление в весенний период белых и черных лебедей, кроншнепов, глухарей, крачек и других птиц, занесенных в Красную книгу, а также появление хищных млекопитающих - рыжих лисиц и ласк. Отмечен постоянный подход к судо- и водопропускным сооружениям КЗС тюленей (Pinipedia) (Рис.5).

Рис.5. Присутствие лисиц и тюленей у створа защитных сооружений

Впервые после окончания строительства, в мае 2016 года, зафиксировано произрастание на газонах КЗС большого количества весьма редкого в дикой природе растения, занесенного в Красную книгу – первоцвета лекарственного (*Primula*) (Рис. 6).

Рис.6. Первоцвет лекарственный (*Primula*) на газоне Судопропускного сооружения С-1

9. Опыт эксплуатации КЗС убедительно свидетельствует о том, что обеспеченная экологическая безопасность акватории и прилегающих территорий способствовала быстрейшему восстановлению экосистемы после завершения строительства КЗС.

1. Указ Президента Российской Федерации от 05.01.2016г. Российской Федерации от 05.01.2016г. №7 «О проведении в Российской Федерации Года экологии».
2. Постановление Правительства РФ от 02.11.2013г. N 986 «О классификации гидротехнических сооружений».
3. Федеральный Закон от «О безопасности гидротехнических сооружений» от 21.07.1997г. № 117-ФЗ.
4. Градостроительный Кодекс Российской Федерации. М.:2013.- 159 с
5. Попов В.М., Моносов Л.М. Технический надзор в проекте по завершению строительства комплекса защитных сооружений г. Санкт-Петербурга от наводнений. Гидротехническое строительство. № 5.2013.- С.18-22.
6. Берх В.Н. Подробное историческое известие о всех наводнениях, бывших в Санкт-Петербурге. Записки, издаваемые Гос.адмиралт. деп-том, относящимся к мореплаванию/СПб. Морская тип.1826. - С.415-500.
7. Ленинград в борьбе с наводнениями. Л.: Ленинградского комендантского управления. 1925.- 212с.
8. Лихачев Д.С., Гранин Д, Дудин М, Ливеровский А. «А где защита от дамбы?» Известия 11 января 1987 г.
9. Гордон Л.А. Чудо Саян. Герои ненашего времени. СПб.:Алетей, 2011-240с.
10. Моносов М.Л., Влияние Ленинградских наводнений на очищение Невской губы. Тезисы докладов и сообщений V конференции изыскателей института «Гидропроект».М.: Информэнерго, вып.3.1978.
11. Азерникова О.А., Моносов М.Л.,Садков В.М.,Болотовский С.В.,Левина С.М. Влияние гидрометеорологических факторов на водообмен и очищение Невской губы. Известия ВНИИГ, том 132. Л.: Энергия, 1979. - С.17-23.
12. Знаменский В.Л. Гидрологические процессы и их роль в формировании качества воды. Гидрометеоздат, Ленинград.1981.- 220 с.
13. Дальская.Ю. Рубрика общество 31.03.2017. http://spbvedomosti.ru/news/obshestvo/posle_nas_knot_nbsp_potop/.
14. Роденхойс Г.С. Санкт-Петербургская Дамба. Результаты экспертизы международной комиссии: Выводы и рекомендации, 1992.
15. Полозов А.В. Морской барьер Санкт-Петербурга: прогулка по сооружениям защиты от наводнений- Санкт-Петербург: Русская коллекция, 2012. - 96 с.
16. Monosov L.M., Popov V.I. Five-years operation main results of St.Petersburg flood protection barrier. Znastvena misel journal N 4, 2017. - P.126-133.
17. ИТС 10-2015 Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям «Очистка сточных вод с использованием централизованных систем водоотведения поселений, городских округов»