

ECOLOGY

Shulgunova N., Gorbovskaya A.

ASSESSMENT OF INFLUENCE OF THE COMPLEX OF PROTECTIVE CONSTRUCTIONS IN ST. PETERSBURG ON QUALITY OF WATER OF THE NEVSKY LIP

Shulgunova N., Russia, Saint-Petersburg State
Polytechnical University, student

Gorbovskaya A., Russia, Saint-Petersburg State
Polytechnical University, associate professor.

Abstract

These researches of sewage from a clearing construction which is on a complex of protective constructions of St. Petersburg from floods (KZS) are given in article. Negative impact of KZS on a water ecosystem it isn't revealed now. The special attention should be paid to quality of sewage from the industrial enterprises of the city which promote deterioration of the water environment.

Keywords: structures, flooding, dam, Protection Barrier, culvert openings, barrier.

Санкт-Петербург является важным научным, образовательным, промышленным и культурным центром России. Угроза затопления города в результате наводнений и необходимость защиты от экологических и экономических последствий водной стихии послужили к созданию комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений (КЗС). Актуальной задачей является выявление влияния КЗС на процессы водообмена через водопропускные сооружения, на общую циркуляцию воды, на очистные сооружения и гидрохимический режим.

2d the International Conference «Research, Innovation and Education» 2015

Материалы и методы: Производился отбор проб воды на судопропускном сооружении С1 с южной стороны. Для оценки качества воды использовались гидрохимические и гидробиологические методы анализа.

Разработка проекта сооружений защиты города от наводнений была начата в конце 1960-х, институтом «Ленгидропроект», с прохождением нескольких экспертиз [1]. Существовало два основных варианта создания защитных сооружений – Западный и Восточный. Существовал ещё и третий – без сооружений, но с локальной гидроизоляцией зданий и переделкой канализации, но от его детального рассмотрения отказались сразу, так как он не решал проблему. Западный вариант предусматривал строительство дамб в Невской губе по линии – от пос. Горская - о. Котлин - пос. Бронка. Восточный вариант предполагал перекрытие затворами протоков Невы между островами дельты, с обваловкой отдельных участков и строительства плотины на Неве для регулирования стока из Ладожского озера [2].

В результате проведённого конкурса, победил Западный вариант, как более эффективный, обеспечивающий не только защиту города от наводнений, но и транспортное сообщение с Кронштадтом [3,4]. К тому же эта магистраль становится участком кольцевой дороги вокруг Санкт-Петербурга, который оздоровит воздушную среду города за счёт вывода транзитного транспорта из центра. К тому же, этот вариант при расчётах оказался значительно дешевле.

День 19 августа 1979 года, когда было обнародовано решение руководства Советского Союза о строительстве сооружений защиты Ленинграда от наводнений, по праву можно считать началом стройки. 12 августа 2011 года завершилось создание на невских берегах защиты от наводнений.

Общая протяжённость Комплекса защитных сооружений – 25.4 км, по акватории залива – 22.2 км. В составе Комплекса 11 каменно-земляных дамб, 6 водопропускных (В-1 – В-6) и 2 судопропускных сооружения (С-1 и С-2) и шестиполосная автомагистраль, проходящую по гребню защитных дамб, с мостами, туннелем и транспортными развязками [5]. Нумерация сооружений идет от Бронки к Горской (с юго-запада на северо-восток). Водопропускные сооружения оборудованы 10 или 12 стальными сегментными затворами шириной 24 м. Общее количество затворов – 64. Сегментный затвор – главная составляющая данного технического сооружения. Такой затвор, напоминающий ковш

2d the International Conference «Research, Innovation and Education» 2015

трактора, опускается с помощью мощных гидроцилиндров (поршней).

Вопросы экологического благополучия являлись определяющими на всех этапах проектирования и строительства КЗС. До сих пор единого мнения о влиянии дамбы на экологическую обстановку в Невской губе и в целом заливе нет. Рассмотрим основные из них.

По мнению В.А. Знаменского: «Строительство КЗС с первых кубометров песка, вываленных в Невскую губу, стало оказывать все возрастающее влияние на естественный гидрологический режим губы. С постепенным наращиванием длины дамб сокращалась пропускная способность в створе Северных, а затем и Южных ворот губы. Это повлекло за собой изменение процессов внешнего водообмена губы за счёт сокращения притока воды со стороны Финского залива. Изменилась и система течений внутри губы, поскольку формирование транзитного потока происходит не на широком пространстве Северных и Южных ворот, а в узких проёмах водопропускных отверстий, что приводит к образованию транзитных потоков между рукавами дельты и водопропускными сооружениями КЗС с возникновением обширных водоворотных и застойных зон [6,7].»

Основным тезисом проектировщиков и строителей КЗС было и является утверждение, что сохраняется естественный гидрологический режим и обеспечивается беспрепятственный водообмен между Невской губой и акваторией Балтийского моря. Для этого было построено 6 водопропускных сооружений [8]. Их водопропускная способность в 1.5 раза больше, чем устье реки Невы, поэтому срок пребывания поступающей в Невскую губу воды практически не отличается от естественного и составляет 5-7 суток, КЗС "прозрачен" для невских вод и прохода рыб. Такое строительство предотвращает формирование застойных зон. Зоны возможного пониженного водообмена у непроточных участков сооружения в естественных условиях практически не возникают.

Действительно, если расход Невы поступает в губу по сечению рукавов дельты, то он беспрепятственно должен пройти через сечение в 1.5 раза больше. Однако упускается из виду то обстоятельство, что величины уклонов водных поверхностей в рукавах дельты и около дамбы разнятся между собой более чем в 10 раз [7]. Этот фактор, по мнению Н.Н. Павловского во многом определяет водопропускной режим водоема. Тем не менее, проектировщики комплекса и эксперты Главгосэкспертизы России утверждают, что следует применять

2d the International Conference «Research, Innovation and Education» 2015

формулу водослива с широким порогом. Но расчёт по этой формуле также подтверждает уменьшение пропускной способности в створе дамбы в 2-2.3 раза, распространяющееся как на сток невиской воды из Невской губы, так и на обратное поступление в губу вод Финского залива.

После строительства дамбы подтвердилось, что это уменьшение существует, а такое нарушение процессов внешнего водообмена на деле приводит к изменению характера колебаний уровня воды в губе, которая практически превратилась в приточное водохранилище с присущими ему аккумуляционными свойствами, а также повышению уровня в губе по сравнению с ее естественным состоянием.

Отмечено также, что природная амплитуда колебаний ежедневных и ежечасных уровней уменьшилась и, соответственно, нарушился природный механизм перемешивания воды в Невской губе, способствующий разбавлению и выносу загрязнений. В результате - естественный процесс, работавший во благо города, был нарушен. Компенсировать потери можно только путём дальнейших дорогостоящих мероприятий по обезвреживанию городских стоков.

Тем не менее, комплекс защитных сооружений играет положительную роль и проявил себя уже во время наводнения 2013 г. Выявленные загрязнения воды являются следствием стока сбросовых вод, что отрицательно сказывается на микробиологических и гидробиологических показателях [9]. Поэтому необходимо сократить объемы загрязненных сбросов и за счет промывки различных участков акватории, в результате изменения направления течения водных потоков, посредством регулирования проточности воды. Поскольку регулирование течения в Финском заливе осуществляет дамба, путем маневрирования затворов КЗС (открывая и закрывая их), это позволит улучшить качество водной среды Невской губы и восточной части Финского залива. Кроме того, маневрируя затворами, можно регулировать течения для предотвращения пониженных скоростей непосредственно у земляных участков дамбы [10]. Оппоненты этого утверждения опровергают надежду на очистку Невской губы путём маневрирования затворами КЗС, так как, оно может повлиять на перераспределение потоков в Невской губе лишь в пределах 0.5-1.0 км от дамбы. По их мнению, очистить Невскую губу способно только сильное наводнение или долговременная работа отряда землесосов.

**2d the International Conference
«Research, Innovation and Education» 2015**

В очистных сооружениях для очистки сточных вод КЗС содержатся питательные вещества - биогенные элементы (азот и фосфор), которые благоприятствуют развитию водорослей, ускоряя процессы эвтрофирования [11]. Тем более что достигнуть полного изъятия биогенных элементов из сточных вод на очистных сооружениях в настоящее время не представляется возможным как по технологическим, так и по экономическим причинам. Другие специалисты-экологи указывают, что всплеск роста зелёных водорослей прошёл, а наблюдался лишь в период, когда не функционировали водопропускные и судопропускные сооружения [12].

Система экологической безопасности на Комплексе сооружений уникальна. Основную угрозу для состояния прилегающего водного бассейна, представляют поверхностные стоки воды (диффузный сток) с проезжей части морского участка Кольцевой автодороги. Для предотвращения этой опасности был разработан и реализован системный подход по сбору, отведению и очистке всего объёма стоковых вод [13]. Для их сбора спроектированы по обеим сторонам дороги специальные водоотводные железобетонные лотки. Из лотков вода по полимерным трубам попадает в 36 локальных очистных сооружений. Здесь проходит глубокая очистка собранного поверхностного стока. Для этого используются комбинированные отделители песка и нефти с сорбционным блоком доочистки и колодцем для взятия проб [14].

В таблице 1 представлены данные исследования сточных вод из очистного сооружения, которое находится на судопропускном сооружении С1 с южной стороны.

Таблица 1. Состав сточных вод.

Состав	ДК для питьевого назначения мг/дм ³	ДК для бытового назначения мг/дм ³	ДК* мг/дм ³	Концентрация на входе в ОС мг/дм ³	Концентрация на выходе из ОС мг/дм ³
Взвешенные вещества	0,25	0,75	0,75	< 3,0	6,8 ± 2,0
Азот аммонийный	1	1	0,5	0,73 ± 0,25	0,39 ± 0,14
Сульфат	500	50	100	39,7 ± 7,9	72 ± 11
Хлориды	350	35	300	32,4 ± 3,9	26,2 ± 3,1
БПК5	≤2,0	≤4,0	БПК5 <2,0	3,44 ± 0,89	1,44 ± 0,37
Свинец	0,03	-	0,006	< 0,0020	0,0128 ± 0,0038
Нефтепродукты	0,1	0,3	0,05	0,232 ± 0,079	< 0,050
Железо общее	0,3	0,1	0,1	3,45 ± 0,76	3,11 ± 0,68
ХПК	15	30	-	8,4 ± 2,5	< 5,0
Сухой остаток	1000	400	-	150 ± 29	200 ± 38

2d the International Conference «Research, Innovation and Education» 2015

ДК* - нормативы качества водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы ПДК вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения.

После проведённых анализов состава сточных вод (Табл. 1), можно сделать следующие выводы, что для рыбохозяйственного, питьевого и бытового назначения:

1. Содержание взвешенных веществ не должно увеличиваться больше чем на 0.75 мг/дм^3 (для рыбохозяйственного назначения), на 0.25 мг/дм^3 и 0.75 мг/дм^3 (для питьевого и бытового назначения).

При увеличении концентрации в ОС $<3 \text{ мг/дм}^3$ (на входе), получаем значение ДК, которое на выходе из ОС свидетельствует о том, что качество воды не пригодно для питьевого назначения, а для бытового и рыбохозяйственного пригодно, если концентрацию на выходе оценить с учётом погрешности «-2» (Рис. 1).

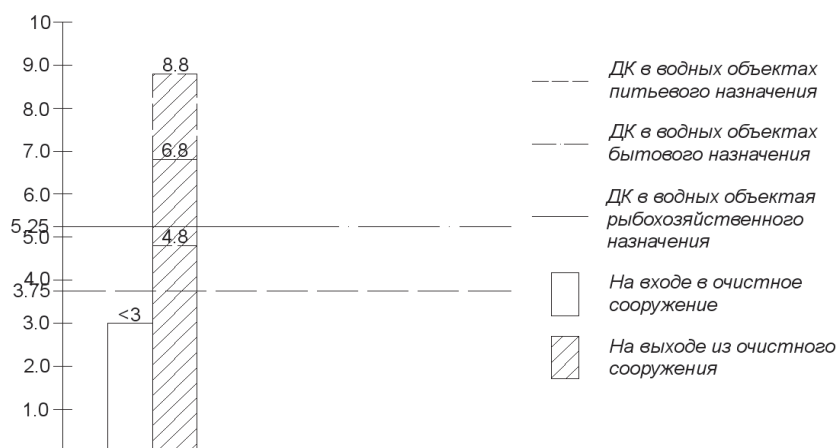


Рис. 1. Концентрация взвешенных веществ в воде

2. Содержание аммонийного азота в воде не превышает ПДК (0.5 мг/дм^3) и ПДК (1 мг/дм^3). Очищенная вода пригодна для питьевого и бытового назначения, за исключением рыбохозяйственного, при учёте погрешности «+0.14» (Рис. 2).

**2d the International Conference
«Research, Innovation and Education» 2015**

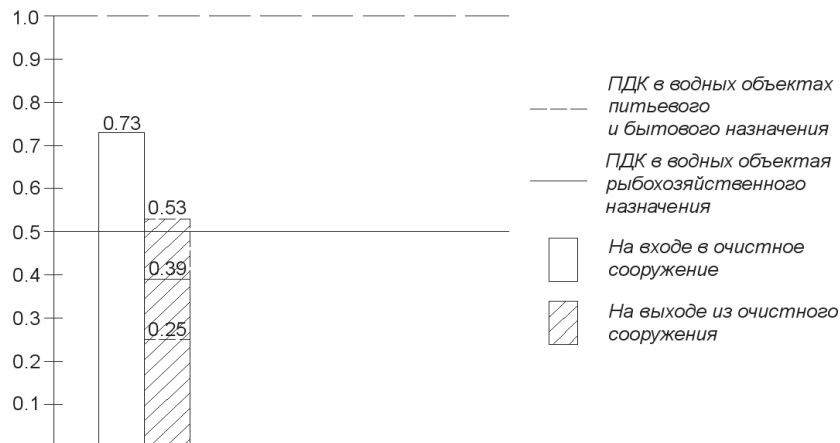


Рис. 2. Концентрация аммонийного азота в воде

3. Содержание сульфатов не превышают ПДК для рыбохозяйственного и питьевого назначения, но выше ПДК для бытового назначения (Рис. 3).

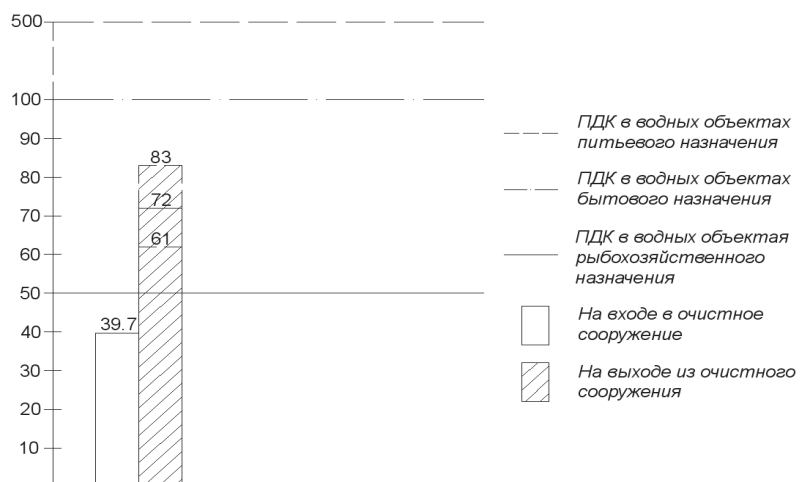


Рис. 3. Концентрация сульфатов в воде

4. Наличие хлоридов свидетельствует о том, что вода пригодна для водопользования и в долях ПДК не превышает 1.

5. БПК в воде соответствует нормативам качества по всем назначениям.

6. Концентрация нефтепродуктов, значения ХПК и сухого остатка, после выхода из очистного сооружения, так же не превышают нормативов и качество воды пригодно для всех назначений.

7. Концентрация свинца на выходе из ОС в долях ПДК не превышает 1 и поэтому вода пригодна для питьевого

**2d the International Conference
«Research, Innovation and Education» 2015**

назначения, но не предназначена для рыбохозяйственного (Рис. 4).

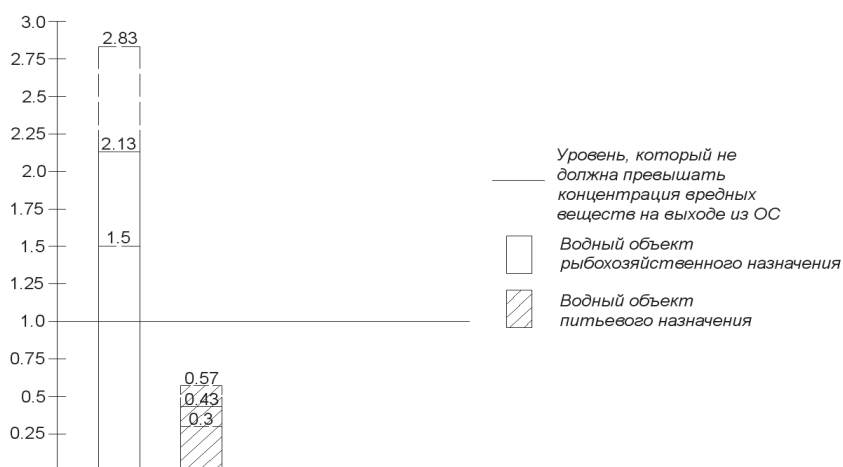


Рис. 4. Концентрация свинца в воде

8. Концентрация железа на выходе из ОС в долях ПДК превышает 1 и является непригодной для водопользования (Рис. 5).

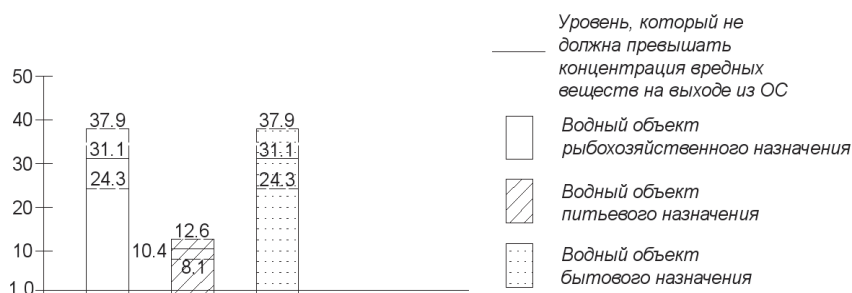


Рис. 5. Концентрация железа в воде

Отрицательного воздействия КЗС на водную экосистему в настоящее время не выявлено. Особое внимание следует уделить качеству сточных вод с промышленных предприятий города, которые способствуют ухудшению водной среды [15-18].

В любом случае комплекс защитных сооружений является памятником инженерной мысли XX, начала XI века, и одним из крупных гидротехнических сооружений в России.

**2d the International Conference
«Research, Innovation and Education» 2015**

Reference

- [1] Flether C.A., Spenger T. Flooding Environmental Challenges for Venice and its Lagoon: State of Knowledge (2005) Cambridge, 718 p
- [2] Polozov A.V. Morskie vorota Peterburga. Zashchita ot navodneniy [Sea Gate Petersburg. Flood protection] (2012) Russkaya kolleksiya, 200 p.
- [3] Schernwewski G., Schiewer U. Baltic Coastal Ecosystems. Structure, Function and Coastal Zone Management (2002) Springer, 398 p.
- [4] Flether C.A., Spenger T. Flooding Environmental Challenges for Venice and its Lagoon: State of Knowledge (2005) Cambridge, 718 p.
- [5] Russell J., Cohn R. Saint Petersburg Dam (2013) VSD, 105 p.
- [6] Znamenskiy V.A. Ekologicheskaya bezopasnost' vodnoy sistemy Sankt-Peterburga [Ecological safety of the water system of St. Petersburg] (2000) NII Khimii SPbGU, 120 p.
- [7] Znamenskiy V.A. Nevskie navodneniya [Neva floods] (2004) BBM, 96 p.
- [8] Kuraev S.N. Gorod i more [City and Sea] (1983) Magazine of Zvezda, p 152.
- [9] Satchanska G., Gorbovskaya A., AGolovinsky E., Topalova Y., Dimkov R., Petrov P., Tsvetanov C. Phenol biodegradation by two xenobiotics-tolerant bacteria immobilized in polyethylene oxide cryogels (2009) Comptes rendus de l'Acad'emie bulgare des Science, Tome 62, No 8, pp. 957-964.
- [10] Il'ina T.V. Kompleks zashchitnykh sooruzheniy Sankt-Peterburga ot navodneniy [Saint Petersburg Dam] (2011) Magazine of Expert Online, 3 (24), pp. 52-71.
- [11] Turner R.K., Georgiou S., Gren I.M., Wulff F., Scott B., Soderqvist T., Bateman I.J., Folke C., Langaas S., Zylicz T., Maler K.G. and Markowska A. Managing nutrient fluxes and pollution in the Baltic: an interdisciplinary simulation study (1999) Magazine of Ecological Economics, 2, pp. 333-352.
- [12] Lubis R., Cullen M., Li Z., Mausolff Ch. Public Consultation in Environmental Assessment 1997-2000. Findings for the Third Environmental Assessment Review (2002) Magazine of The World Bank Environmental Department, 87, p. 48.
- [13] Shchekachikhin V. KZS: zashchita, razvitie, garmoniya [Protection Barrier: the protection, development, harmony]

**2d the International Conference
«Research, Innovation and Education» 2015**

- (2011) Magazine of Stroitel'stvo i gorodskoe khozyaystvo v Sankt-Peterburge i Leningradskoy oblasti, 3 (125), pp. 74-75.
- [14] Kuratov L.E. Ochistnye sooruzheniya na KZS [Wastewater treatment facilities at the complex of protective structures] (2009) Magazine of Stroitel'stvo i transport, 2 , pp. 1-5.
- [15] Sevenard Yu.K. Otvesti ot goroda bedu [To withdraw from the city trouble] (1989) Magazine of Leningradskaya panorama, 9, pp. 1-3.
- [16] Aref'yev N.V., Badenko V.L, Badenko G.V. Metodicheskie podkhody k sozdaniyu informatsionno - analiticheskikh sistem na baze geoinformatsionnykh tekhnologiy dlya podderzhki upravleniya vodnymi resursami [Methodological approaches to the creation of awareness analytical systems on the basis of geographic information technologies to support management water Resources] (2007) Trudy SPbGTU. Stroitel'stvo, 502, pp. 171-178.
- [17] Aref'yev N.V., Badenko V.L., Volkova Yu.V. Ekologo-energeticheskie printsipy upravleniya energovodokhozyaystvennymi sistemami [Ecological and energy management principles energovodokhozyaystvennymi systems] (2014) Magazine of Int. J. Alternative Energy Ecol, 11 (151), pp. 131-138.
- [18] Shulgunova N., Gorbovskaya A. O komplekse zashchitnykh sooruzheniy [On the Complex of Protective Structures] (2014) Sbornik dokladov molodezhnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii v ramkakh XLIII Nedeli nauki SPBPU, Sektsiya "Prirodoobustroystvo", pp. 25-27.