

*В.А. Жигульский, М.Б. Шилин, Н.С. Царькова, С.А. Коузов*

**СОСТОЯНИЕ ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИХ СООБЩЕСТВ  
РАЙОНА АВАНПОРТА БРОНКА ПОСЛЕ ОКОНЧАНИЯ  
ДРЕДЖИНГОВЫХ РАБОТ (ОСЕНЬ 2015)**

*V.A. Zhygulsky, M.B. Shilin, N.S. Tsarkova, S.A. Kouzov*

**STAY OF HYDROBIOLOGICAL COMMUNITIES  
IN THE AREA OF AVAN-PORT BRONKA AFTER FINISHING  
DREDGING WORK (AUTUMN 2015)**

*Рассмотрено состояние водных и околотовных биологических сообществ южного берега Невской губы в районе аванпорта Бронка после окончания первого этапа строительных работ. Планктонные и бентосные сообщества, ихтио- и орнитофауна находятся в стабильном состоянии. Для поддержания гомеостаза береговой экосистемы предложены и реализованы компенсационные мероприятия.*

*Ключевые слова: дреджинговые работы, планктонные и бентосные сообщества, ихтиофауна, орнитофауна, прибрежные заросли макрофитов, особо охраняемая природная территория.*

*The stay of the water- and nearwater biological communities on the southern coast of Neva Bay in the area of the avan-port Bronka after finishing the first strage of dredging work is observed. Planctonic and benthos communities, ichthyo- and ornithofauna are in stable condition. For the support of homeostasys of the coastal ecosystem, compensative measures are developed and realized.*

*Key words: dredging work, planctonic and benthos communities, ichthyofauna, ornithofauna, coastal macrophytes, nature protected area.*

Аванпорт Бронка, расположенный в юго-западной части Невской губы в основании южной части Комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений (КЗС), спроектирован для разгрузки Большого порта Санкт-Петербург. Аванпорт включает в себя многофункциональный морской перегрузочный комплекс (расположенный на территории 206,9 га, в том числе площадь образованной территории 97,37 га), операционную акваторию и подходной канал (общая длина — 6 км, ширина I очереди — 150 м, ширина II очереди — 185 м, отметка дна канала и акватории — минус 11,2 м для I очереди и минус 14,4 м для II очереди). Строительство порта начато в январе 2011 г. В 2015 г. завершено выполнение первого этапа строительства. Дреджинговые работы, проводимые при формировании акватории порта и подходного канала к ней, а также в месте сброса грунта в подводный отвал, ежегодно приводили к увеличению содержания взвешенных веществ в водной среде.

Необходимость мониторинга состояния гидробиологических сообществ при производстве гидротехнических дреджинговых работ и после их окончания обусловлена важным рыбохозяйственным значением Невской губы, относящейся к рыбохозяйственным

водоемам высшей категории. Выполнение гидротехнических дреджинговых работ может привести к нарушению условий существования сообществ гидробионтов, включая рыб, и вызвать их ответную стрессовую реакцию [3, 4, 18, 19, 23, 24, 27, 30]. В этом случае необходима разработка комплекса компенсационных мероприятий, направленных на нейтрализацию стресса и минимизацию возможного ущерба.

Результаты гидробиологического мониторинга должны позволить оценить как прямое, так и косвенное воздействие гидротехнических дреджинговых работ на водные биологические ресурсы.

### ***Основные компоненты гидроэкосистемы Невской губы и их уязвимость к гидротехническим дреджинговым работам***

Основными компонентами биологических сообществ гидроэкосистемы Невской губы являются: фитопланктон, зоопланктон, макрофиты, донные беспозвоночные (мейо- и макрозообентос), рыбы и рыбообразные, гидрофильные птицы, околородные млекопитающие (норка) [16, 24].

Наибольшей уязвимостью по отношению к гидротехническим дреджинговым работам характеризуются донные беспозвоночные, заросли макрофитов, а также икра и мальки рыб [4, 24]. Это объясняется малоподвижным (или полностью неподвижным) образом жизни данных групп гидробионтов, которые не могут покинуть зону негативного воздействия работ. Обычно негативное воздействие со стороны гидротехнических дреджинговых работ носит временный характер [3, 23]. Его степень зависит от продолжительности действия фактора и времени, необходимого для их восстановления (естественным путем или с помощью специальных компенсаторных мероприятий). После окончания дреджинговых работ на трансформированном участке подводного донного ландшафта должны вновь сформироваться условия, пригодные для существования донных животных, нереста рыб и развития их молоди. Формирование и заселение нового биотопа идет достаточно медленно, обычно от 3 до 8 лет [23].

### ***Рыбохозяйственная характеристика акватории в районе запланированных работ***

По данным многолетних исследований [16], в Невской губе и прилегающей акватории залива отмечено 37 видов рыб из 16 семейств и минога. Ядро ихтиоценоза, в который входят виды, встречаемость которых на данной акватории в течение года превышает 50 %, составляют 7 видов — ерш, судак, окунь, плотва, укляя, лещ и трехиглая колюшка.

Сравнительная мелководность Невской губы, хороший прогрев воды и наличие на побережье участков («пятен») зарослей водной растительности создают благоприятные условия для существования гидробиологических сообществ, что, в свою очередь, обеспечивает хорошие условия для нагула рыб (в первую очередь, их ранней молоди). Наличие продуктивных пастбищ для молоди рыб, наряду с наличием нерестилищ, является главным условием, которое позволяет считать Невскую губу природным рыбопитомником. Губа служит основным местом размножения большинства частиковых рыб и корюшки; подрастающая молодежь пополняет запасы промысловых рыб как в самой губе, так и в восточной части Финского залива в целом. По ориентировочным данным,

здесь воспроизводится 98 % девятииглой колюшки, 88 % чехони, 82 % ерша, 74 % трехиглой колюшки, 65 % плотвы, 50 % окуня, 40 % судака, 38 % леща и других рыб [16].

Эффективность воспроизводства рыб в различных районах Невской губы существенно различается, о чем можно судить по концентрации ранних личинок в весенний и раннелетний периоды. В среднем концентрация личинок рыб у южного побережья Невской губы на порядок выше, чем у северного. Это свидетельствует о сформировавшихся здесь более благоприятных условиях для размножения. Промысловый возврат с одного гектара прибрежных мелководий, где расположены нерестилища рыб, в Невской губе варьирует в пределах 150–1200 кг/га в зависимости от их расположения и эффективности нереста.

Основными компонентами экосистемы, которые прямо и косвенно обеспечивают рост и развитие рыб, являются планктонные (фито- и зоопланктон) и донные (зообентос) организмы. Фитопланктон в живом виде и в виде детрита составляет основу пищи растительноядного зоопланктона и зообентоса — главных компонентов питания рыб — планктофагов и бентофагов. Зоопланктон составляет основу пищи молоди всех видов рыб и взрослых планктофагов. Кроме того, нехищный зоопланктон, к категории которого относятся седиментаторы и фильтраторы, при питании поглощает из воды seston (органическая взвесь — фито- и бактериопланктон, детрит), выполняя важную роль в процессах самоочищения водоема, то есть в формировании качества воды. Зообентос служит пищей для молоди большинства видов рыб и обеспечивает рацион бентофагов, которые составляют основу уловов рыбы в Невской губе.

В исследованном районе обитают пресноводные рыбы — судак (*Stizostedion lucioperca*), щука (*Esox lucius*), елец (*Leuciscus leuciscus*), густера (*Blicca bjoerkna*), чехонь (*Pelecus cultratus*), красноперка (*Scardinius erythrophthalmus*), язь (*Leuciscus idus*), сырть (*Vimba vimba*), голянь (*Phoxinus phoxinus*), пескарь (*Gobio gobio*), уклейка (*Alburnus alburnus*) [16]. Хотя стада перечисленных видов рыб невелики, они являются объектами любительского рыболовства. Сезонная изменчивость видовой разнообразия ихтиофауны незначительная.

### **Орнитофауна района аванпорта Бронка**

Орнитофауна составляет основу населения позвоночных животных исследованной территории. Она богата по видовому составу и является весьма чувствительной к различным факторам среды, поэтому орнитологический мониторинг не только позволяет выяснить влияние гидростроительства на птиц как таковых, но и оценить характер и масштабы воздействия на экосистему в целом. Мелководья и побережье Невской губы играют важную роль в жизнедеятельности размножающихся и мигрирующих водоплавающих птиц Северо-Запада России, однако за последние полвека из-за антропогенной трансформации площади этих мелководий многократно сократились. Одним из сохранившихся до наших дней участков плавней в Невской губе является кластер «Кронштадтская колония» регионального комплексного заказника «Южное побережье Невской губы».

В 2015 г. в период с весны по осень в районе исследований отмечено 53 вида гидрофильных птиц, из них 39 — на акватории Подходного канала. Встреченные виды относятся к 7 отрядам: Поганкообразные Podicipediformes, Веслоногие Pelecaniformes,

Аистообразные Ciconiiformes, Гусеобразные Anseriformes, Дневные хищники Accipitriformes, Журавлеобразные Gruiformes, Ржанкообразные Charadriiformes. Среди отмеченных видов преобладали мигранты, что обусловлено расположением угодья на одном из основных миграционных путей западной Евразии. Из числа охраняемых видов Красной Книги Санкт-Петербурга отмечено 20 видов, Красной Книги Ленинградской области — 16 видов, Красной Книги Российской Федерации — 4 вида, Красной Книги Международного Союза Охраны Природы — 1 вид, Красной Книги Балтийского региона — 19 видов, Красной книги Восточной Фенноскандии — 6 видов.

### *Материал и методика исследования*

Исследования выполнены в ноябре 2015 г. 4 ноября проведена комплексная гидро-биологическая съемка в районе аванпорта Бронка на двух станциях (табл. 1). Станция 1 расположена на значительном удалении от терминалов порта и на некотором удалении от зоны подходного канала. Станция 2 расположена в непосредственной близости от зоны порта в зоне недавно проведенного капитального дноуглубления. Как видно из табл. 1, станции существенно различаются глубинами. Станция 1 непосредственно не затронута дноуглублением, но, совершенно очевидно, находится в зоне воздействия антропогенно повышенной мутности.

На каждой из гидробиологических станций были отобраны пробы фито-, зоо- и бактериопланктона, макрозообентоса, а также поставлены опыты на определение первичной продукции фитопланктона и деструкции органического вещества. Полученный материал консервировался и далее обрабатывался в Центре экологического мониторинга и информации Российского государственного гидрометеорологического университета.

Для исследования условий обитания гидробионтов одновременно с отбором гидробиологических проб на каждой станции измерялись глубина, температура воды, прозрачность (по диску Секки) (см. табл. 1).

Таблица 1

Координаты станций 04.11.2015

№ п/п	Широта N	Долгота E	Время выполнения	Глубина, м	Белый диск, м
1	59° 58' 047	29° 44' 385	14.10–14.35	2,4	0,5
2	59° 56' 271	29° 41' 632	16.20–16.55	15,6	0,1

Пробы фито-, зоопланктона и бентоса собраны, зафиксированы, подготовлены к камеральной обработке и обработаны по стандартным методикам [9–11].

Для микробиологического анализа пробы воды отбирали батометром в стерильные емкости объемом 1 л с глубины 10–15 см от поверхности. Доставку проб воды в лабораторию осуществляли в контейнерах-холодильниках при температуре не выше 10 °С. Количество сапрофитных бактерий определяли в соответствии с требованиями МУК 4.2.1884-04 «Санитарно-микробиологический и санитарно-паразитологический анализ воды поверхностных водных объектов» [12]. К сапрофитным бактериям относили мезофильных аэробов и факультативных анаэробов, способных образовывать

на питательном агаре при температуре 22 °С в течение 72 ч колонии, видимые при увеличении в 2 раза. В ходе исследования из каждой пробы воды делали глубоинный посев 1 мл и по 1 мл из разведений 1:10, выбирая объем воды для посева из расчета, чтобы не менее чем на 2-х чашках выросло от 20 до 300 колоний. Чашки с посевами культивировали при температуре 22 °С в течение 3 суток. Результат выражается числом колонеобразующих единиц КОЕ в 1 мл воды (КОЕ/мл).

Общую численность бактериопланктона определяли методом прямого счета по А.С. Разумову [6]. В ходе анализа по 10 мл каждой пробы воды фильтровали через мембранный фильтр с диаметром пор 0,2 мкм, после чего фильтры окрашивали 5 % раствором эритрозина в карболовой воде. Подсчет бактерий проводили при иммерсионном объективе (×90) и окуляре (×10) с сетчатым микрометром.

Общую численность бактериопланктона определяли по формуле

$$x = \frac{S \cdot 10^6 \cdot a}{s \cdot n \cdot v}, \quad (1)$$

где  $x$  — количество микроорганизмов в 1 мл воды, клеток/мл;  $S$  — площадь фильтра, мм<sup>2</sup>;  $10^6$  — коэффициент для перевода мм<sup>2</sup> в мкм<sup>2</sup>;  $a$  — количество микроорганизмов, подсчитанных в  $n$  полях зрения;  $s$  — площадь окулярного микрометра, мкм<sup>2</sup>;  $n$  — число полей зрения;  $v$  — объем профильтрованной воды, мл.

Качество воды по количеству сапрофитных бактерий и общей численности бактериопланктона оценивали согласно ГОСТ 17.1.3.07-82 «Правила контроля качества воды водоемов и водотоков» по нормативам, представленным в табл. 2 (ГОСТ 17.1.3.07-82).

Таблица 2

**Классификация качества воды водоемов и водотоков по микробиологическим показателям**

Класс качества воды	Степень загрязненности воды	Микробиологические показатели	
		Общая численность бактериопланктона, 10 <sup>6</sup> кл/мл	Количество сапрофитных бактерий, 10 <sup>3</sup> КОЕ/мл
I	Очень чистые	Менее 0,5	Менее 0,5
II	Чистые	0,5–1,0	0,5–5,0
III	Умеренно загрязненные	1,1–3,0	5,1–10,0
IV	Загрязненные	3,1–5,0	10,1–50,0
V	Грязные	5,1–10,0	50,1–100,0
VI	Очень грязные	Более 10,0	Более 100,0

*Примечание:* Допускается оценивать класс качества воды и как промежуточный между вторым и третьим (II–III), третьим и четвертым (III–IV), четвертым и пятым (IV–V).

Первичную продукцию фитопланктона и деструкцию органического вещества определяли в зоне оптимального фотосинтеза ( $A_{opt}$ ) (верхний, наиболее освещенный и прогреваемый слой воды) [29]. Определение проводилось скляночным методом в кислородной модификации [2, 21]. Набор темных и светлых склянок экспонировался

сначала в палубном инкубаторе с постоянно сменяемой заборной водой, а после отбора всех проб — в водоеме. Для расчета суточного фотосинтеза под 1 м<sup>2</sup> поверхности ( $\Sigma A$ ) использовали уравнение:

$$\sum A = K_s A_{opt} S, \quad (2)$$

где  $\Sigma A$  — первичная продукция планктона в столбе воды;  $K_s$  — коэффициент, равный для восточной части Финского залива 0,8 (Шишкин и др., 1989);  $A_{opt}$  — суточная скорость фотосинтеза на глубине с оптимальными световыми условиями;  $S$  — прозрачность воды по диску Секки, м.

Для изучения ихтиоценоза проведена ихтиологическая съёмка на 2 станциях (см. табл. 1). В качестве орудий лова использовались ставные жаберные комбинированные сети [26]. По каждому улову определяли его массу, численность, видовой и размерный состав. Анализ видового состава уловов, параметры размерно-возрастной структуры, расчет относительной численности и биомассы рыб, статистическая обработка полученных материалов проводились с использованием наиболее часто применяемых методик [13, 14, 20]. Расчёт относительной численности и биомассы рыб производили по методике А.И. Трещева (1983) по формуле

$$N(B)_{га} = \frac{N(B)_{сеть}}{k \cdot S}, \quad (3)$$

где  $N(B)_{га}$  — численность (биомасса) рыбы на 1 гектаре акватории;  $N(B)_{сеть}$  — численность (биомасса) рыбы в улове 1 ставной сетью за 12 ч (улов на усилии);  $k$  — коэффициент уловистости ставной сети;  $S$  — площадь облова используемой ставной сети, га.

Результаты ихтиологической съёмки дополнены данными опроса рыбаков-любителей, проведенного в августе–ноябре. Опрошено более 30 рыбаков, постоянно ведущих любительский лов с Дамбы КЗС.

Орнитологическая съёмка проведена в зоне предполагаемого влияния гидротехнических работ — километровом коридоре (по 500 м в каждую сторону от оси) объектов строительства и на сопредельных территориях. Наблюдения выполнены в период осенней миграции 8, 16, 26 октября, 3 и 10 ноября. Фиксировались видовой состав, численность птиц на открытой акватории и в плавнях (мелководья, частично заросшие воздушно-водной растительностью), примыкающих к району работ. Основными методами проведения работ являлись наземные наблюдения с береговой части намыва, с Дамбы КЗС, с проходов сквозь плавни, тянущиеся вдоль береговой линии, а также на трансектах на лодках ПВХ с мотором и без мотора вдоль трассы подходного канала и береговой линии аванпорта «Бронка». При проведении наблюдений с берега и воды использовались стандартные методы учетов на протяженных маршрутах без ограничения полосы обнаружения [1, 17, 22], а также методы визуальных наблюдений за видимыми миграциями и поведением птиц, рекомендованные Прибалтийской комиссией по изучению миграций птиц [28]. Во время наблюдений велись прямые подсчеты птиц, сидящих на воде, сплавах, на берегу или пролетающих транзитом. Учеты велись на

полную дальность обнаружения с привязкой по месту встречи. Для наблюдений применялась оптика (подзорная труба — 100-Х, 25-кратный бинокль и фотоаппарат Nikon D90 с объективом Nikkor AF-S 300/4), а также GPS и MP3-плеер с усилителями звука (для предъявления голосов). Все учтенные птицы определялись до вида.

**Результаты**

**Наблюдения за фитопланктоном**

Фитопланктон исследованной акватории был сформирован водорослями 7 отделов: Cyanophyta — 5 таксонов рангом ниже рода, Chrysophyta — 1, Bacillariophyta — 10, Cryptophyta — 4, Dinophyta — 1, Xanthophyta — 1, Chlorophyta — 10.

Численность фитопланктона колебалась от 976 до 1793 тыс. кл/л. Основу численности составляли сине-зелёные, криптофитовые, диатомовые и зелёные водоросли (табл. 3). Доминантами по численности были синезелёные *Oscillatoria sp.* и *Planktothrix agardhii*.

Биомасса фитопланктона изменялась от 0,15 до 0,162 мг/л (табл. 4). Ее основу составляли криптофитовые и диатомовые водоросли. Доминирующей по биомассе группой были водоросли рода *Cryptomonas*.

Таблица 3

**Численность фитопланктона (тыс. кл/л) в районе аванпорта Бронка в ноябре 2015 г.  
Над чертой — численность, под чертой — доля в общей численности фитопланктона, %**

№ станции	Отдел							Весь фитопланктон
	Cyanophyta	Chrysophyta	Bacillariophyta	Cryptophyta	Dinophyta	Xanthophyta	Chlorophyta	
1	550	8	120	177	—	26	95	976
	55	0,8	12	17,7		2,6	12	100
2	1400	8	96	185	10	6	88	1793
	77,6	0,4	5,4	10,8	0,5	0,3	4,8	100

Таблица 4

**Биомасса фитопланктона (мг/л) в районе аванпорта «Бронка» в ноябре 2015 г.  
Над чертой — биомасса, под чертой — доля в общей биомассе фитопланктона, %**

№ станции	Отдел							Весь фитопланктон
	Cyanophyta	Chrysophyta	Bacillariophyta	Cryptophyta	Dinophyta	Xanthophyta	Chlorophyta	
1	0,010	0,001	0,05	0,09	-	0,003	0,008	0,162
	6	0,5	31	55,5	-	2	5	100
2	0,032	0,001	0,021	0,08	0,01	0,001	0,005	0,15
	21,3	0,7	14	53,3	6,7	0,7	3,3	100

В целом количественные показатели фитопланктона оказались несколько выше (хотя и не намного) среднемноголетних значений, характерных для исследованной

акватории в ноябре. Возможно, это вызвано большей протяженностью теплого сезона в 2015 г. Высокое содержание миксотрофных криптофитовых водорослей при одновременном уменьшении доли диатомовых может быть следствием проведенных гидротехнических дреджинговых работ.

#### Наблюдения за зоопланктоном

В составе зоопланктона отмечено 23 вида, в том числе: коловраток — 13, кладоцер — 7 и копепод — 3. На обеих станциях отмечены свойственные соленым водам коловратки р. *Synchaeta*, а также эвригалинные *Keratella cochlearis*, *Kellicottia longispina*, *Asplanchna priodonta*, *Brachionus angularis*; из кладоцер — пресноводная *Bosmina (E.) obtusirostris*, из копепод — молодь циклопов. Солоноватоводные копеподы были представлены преимущественно молодью *Acartia biflosa* и *Eurytemora hirundoides*.

Численность зоопланктона незначительно различалась на станциях и составила в среднем 41,27 тыс. экз./м<sup>3</sup> (табл. 5). Как видно из табл. 5, по численности в зоопланктоне преобладали коловратки. За ними следовали копеподы. В число массовых видов входили коловратки *Synchaeta monopus*, *S. baltica*, *S. triophthalma*, *Polyarthra dolychoptera*, *P. vulgaris*, а также копеподы — молодь и взрослые *Eurytemora hirundoides* и молодь мелких циклопов *Mesocyclops leuckarti* и *Thermocyclops oithonoides*.

Таблица 5

**Численность (*N*, тыс. экз./м<sup>3</sup>) и биомасса (*B*, г/м<sup>3</sup>) зоопланктона и соотношение его отдельных групп (в % от общего) на акватории аванпорта Бронка в ноябре 2015 г.**

№ станции	Коловратки		Кладоцеры		Копеподы		Всего	
	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>
в абсолютных величинах								
1	34,17	0,024	0,15	0,008	8,12	0,01	42,44	0,042
2	32,75	0,021	0,19	0,009	7,16	0,01	40,1	0,04
в % от общего								
1	80,5	57,1	0,4	19	19,1	23,9	100	100
2	81,7	52,5	0,5	2,3	17,8	26	100	100

Биомасса зоопланктона также имела на обеих станциях сходные значения (табл. 6). Основу биомассы составляли крупные коловратки родов *Synchaeta* и *Polyarthra*, а также *Asplanchna priodonta*.

Таблица 6

**Количество сапрофитных бактерий и общая численность бактериопланктона в пробах воды из акватории аванпорта Бронка в ноябре 2015 г.**

№ станции	Количество сапрофитных бактерий, КОЕ/мл	Общая численность бактериопланктона, кл/мл
1	19	3,2×10 <sup>5</sup>
2	17	4,2×10 <sup>5</sup>
Среднее значение	18	3,7×10 <sup>5</sup>



В целом количественные показатели зоопланктона оказались несколько выше, чем типично осенние [7, 18]. Очевидно, численность популяций поддерживалась на значительном уровне благодаря медленному остыванию воды и продолжающимся процессам размножения. Общее снижение количества мелкоразмерной фракции зоопланктона (коловатки, молодь ракообразных) — достаточно закономерно для осеннего периода.

**Наблюдения за бактериопланктоном**

По результатам микробиологических исследований численность сапрофитов составила 17–19 КОЕ/мл, а численность общего бактериопланктона — 0,32–0,42 млн кл/мл (табл. 6).

Как по количеству сапрофитных микроорганизмов, так и по общей численности бактериопланктона качество воды соответствует категории «очень чистая». Класс качества I–II. Это свидетельствует о закончившихся осенью процессах бактериального разложения в водной толще, а также об отсутствии на акватории порта Бронка источника бактериального заражения.

**Наблюдения за макрозообентосом**

В бентосном сообществе зафиксировано 11 видов беспозвоночных: 8 видов олигохет и по одному виду пиявок, моллюсков и личинок хирономид. Средняя численность макрозообентоса составила 24,84 экз./м<sup>2</sup>, биомасса — 5,0 г/м<sup>2</sup> (табл. 7). По численности доминировали олигохеты (за счёт *L. hoffmeisteri*), по биомассе — личинки комаров-хирономид (за счёт большой численности крупных личинок *Chironomus gr. plumosus*).

Таблица 7

**Численность (*N*, экз./м<sup>2</sup>) и биомасса (*B*, г/м<sup>2</sup>) макрозообентоса в районе аванпорта Бронка в ноябре 2015 г.**

№ станции	Oligochaeta		Chironomidae		Mollusca		Hirudinea		Всего	
	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>	<i>N</i>	<i>B</i>
1	2500	2,32	220	2,60	5	0,01	10	0,05	2735	4,98
2	1980	1,99	240	2,99	5	0,01	8	0,04	2233	5,03

Присутствие в бентосе гидробионтов, относящихся как к солоноватоводному, так и к пресноводному комплексу, свидетельствует о высокой гидродинамической активности исследованного района и о наличии достаточно выраженного подтока солоноватых вод из открытой части Финского залива через судопропускное отверстие КЗС. Такая гидрологическая ситуация может несколько снижать стрессовое воздействие гидротехнических дреджинговых работ, так как течение быстро уносит часть взвешенных частиц грунта, способствуя более быстрому снижению мутности в районе дноуглубления. Кроме того, течения содействуют быстрому расселению видов бентоса, имеющих планктонную личинку, что ускоряет восстановление видового состава бентоценозов. Именно гидрологическим режимом может объясняться наличие в районе исследований, несмотря на проведение активных гидротехнических работ, некрупных

моллюсков сем. Sphaeridae, имеющих относительно короткий жизненный цикл. Число видов-индикаторов для корректной оценки сапробности оказалось явно недостаточным [8, 21]. Тем не менее, высокая численность видов с полисапробным статусом на обеих станциях может свидетельствовать о значительном влиянии гидротехнических дреджинговых работ на бентос.

Весь зообентос в исследованном районе относится к категории кормового. По запасам кормовой базы район можно охарактеризовать как «низокормный» [15].

Разнообразию бентоса — низкое. Необходимо отметить, что в районе полностью отсутствует наиболее важный компонент питания особо ценных групп рыб-бентофагов (сиговых и лососевых) — ракообразные: мизиды, бокоплавы и изоподы. Подвижные организмы данной группы избегают районов, где активно проводятся гидростроительные дреджинговые работы, сопровождающиеся повышением мутности воды.

#### **Первичная продукция планктона и деструкция органического вещества**

Первичная продукция (ПП) в поверхностном слое воды изменялась от 0,10 до 0,30 и составляла в среднем 0,20 мг С/л. Деструкция (Д) органического вещества в поверхностном слое воды изменялась в диапазоне 0,20–0,30 и составляла в среднем 0,25 мг С/л (табл. 7).

Как видно из табл. 7, деструкционные процессы в столбе воды преобладали над продукционными, что характерно для осеннего периода.

Таблица 7

**Первичная продукция планктона (ПП) и деструкция (Д) органического вещества в поверхностном слое воды, выраженные в углеводе, в районе аванпорта Бронка в ноябре 2015 г.**

№ станции	ПП мгС/л	Д мгС/л
1	0,30	0,30
2	0,10	0,20
Средние	0,20	0,25

#### **Ихтиологические исследования**

В осенний период исследований район характеризовался невысоким видовым разнообразием рыб, низкими показателями их численности и биомассы. В уловах встречены только два вида — окунь (4 экз.) и плотва (4 экз.).

Опрос рыбаков-любителей, проведенный ранее (в августе – сентябре), показал, что в период с мая по сентябрь 2015 г. в их уловах присутствовали представители 13 видов рыб, принадлежащих к 5 семействам (табл. 8). В мае число видов в уловах достигало 10, в июле — 11, в августе и в сентябре — 9. Постоянно присутствовали 5 видов: окунь, судак, плотва, густера, сиг.

По результатам сопоставления данных уловов с опросом рыбаков-любителей к ядру местного ихтиоценоза можно отнести 2 вида — плотву и окуня.

Окунь в экспериментальных сетных уловах в исследуемом районе был представлен особями длиной 15–20 см в возрасте от 2 до 3 лет. Средняя длина окуня составила 18,5 см; масса — 110 г.

Плотва была представлена рыбами средних и старших возрастов (4+...10+) длиной от 16 до 24 см. Средние показатели плотвы составили: длина — 20,0 см; масса — 165 г.

Таблица 8

**Видовой состав рыбного населения исследованного района в мае – сентябре 2015 г.**

Fam. Coregonidae <i>Coregonus lavaretus (L.)</i> , <i>Coregonus albula (L.)</i>	Сем. Сиговые Сиг обыкновенный, Ряпушка европейская
Fam. Osmeridae <i>Osmerus eperlanus (L.)</i>	Сем. Корюшковые Корюшка
Fam. Cyprinidae <i>Rutilus rutilus (L.)</i> , <i>Abramis brama (L.)</i> , <i>Alburnus alburnus (L.)</i> , <i>Blicca bjoerkna (L.)</i> , <i>Pelecus cultratus (L.)</i> , <i>Leuciscus leuciscus (L.)</i>	Сем. Карповые Плотва, Лещ, Уклея, Густера, Чехонь, Елец
Fam. Percidae <i>Perca fluviatilis (L.)</i> , <i>Gymnocephalus cernuus (L.)</i> , <i>Stizostedion lucioperca (L.)</i>	Сем. Окуневые Окунь, Ёрш, Судак
Fam. Gasterosteidae <i>Gasterosteus aculeatus (L.)</i>	Сем. Колюшковые Колюшка трехиглая

**Орнитологические исследования**

Над акваторией Подходного канала всего за три осенних месяца отмечено 667 отдыхающих и кормящихся мигрантов 20 видов. Самым многочисленным видом была сизая чайка, вторым по численности видом была серебристая чайка. Достаточно обычны были кряква, хохлатая чернеть, гоголь, озерная чайка и речная крачка. Остальные виды отмечались единично, в том числе и встреченная впервые на стоянке в данном районе морская чернеть. По сравнению с летом, численность отдыхающих птиц в районе Подходного канала сократилась более чем в два раза. Это связано в первую очередь с окончанием в сентябре миграций и кочевок озерных чаек, составлявших основную массу птиц, державшихся здесь летом

На транзитной миграции над акваторией Подходного канала отмечено 3608 птиц 27 видов. Основную массу транзитных мигрантов составил белолобый гусь. Многочисленны были гуменник, белошекая казарка, кряква, чирок-свистунок, свиязь, хохлатая чернеть серебристая и сизая чайки. Наиболее редки были серая цапля, кулики, морская чайка, речная и полярная крачки.

Наибольшее количество мигрантов отмечалось в конце сентября — начале октября. Основные направления пролета: западное — вдоль южного берега Невской губы; юго-западное — от района Ольгино—Лисьего Носа в сторону Бронки и южное — со стороны Кронштадта к Бронке.

На прилегающих территориях, в том числе в плавнях на стоянках, за весь осенний период зарегистрировано 6849 встреч особей 33 видов. Доминировала хохлатая чернеть. Многочисленными видами являлись кряква, чирок-свистунок, свиязь, лысуха, и сизая чайка. Обычны — большая поганка, серая утка, широконоска, серебристая и озерная чайки. К наиболее редким видам следует отнести выпь, большую белую цаплю, чирка-трескунка, дербника, скопу и морскую чайку. Высокая численность миграционных скоплений наблюдалась в течение всего сентября. После окончания активного пролета (сентябрь — начало октября) до конца периода наблюдений (в ноябре) на территории

угодья наблюдались лишь единичные птицы, представленные в основном серебристой и сизой чайкой.

На транзитной миграции на прилегающих территориях отмечено 6347 встреч 36 видов. Наиболее массовым был белолобый гусь, многочисленны гуменник, белошекая казарка, многочисленны кряква, широконоска, свиязь, серая утка и чирок-свистун, хохлатая чернеть, серебристая и сизая чайки.

### ***Основные выводы***

Анализ результатов мониторинга позволяет сделать следующие выводы по каждому из направлений исследований.

**Фитопланктон.** Количественные показатели фитопланктона оказались несколько выше (хотя и не намного) среднемноголетних значений, характерных для исследованной акватории в ноябре. Воздействие гидротехнических дреджинговых работ на фитопланктон можно оценить как незначительное по интенсивности и локальное в пространстве. Стрессовый эффект воздействия дреджинга на фитопланктон выразился в увеличении доли в биомассе миксотрофных криптофитовых водорослей при одновременном уменьшении доли диатомовых.

**Зоопланктон.** Выраженного воздействия гидротехнических дреджинговых работ на зоопланктон не обнаружено. Количественные показатели зоопланктона оказались несколько выше, чем типично осенние. Очевидно, численность локальных популяций поддерживалась на значительном уровне благодаря медленному остыванию воды и продолжающимся процессам размножения. Это подтверждается наличием половозрелых особей (среди коловраток и ракообразных) и молоди, находящейся на разных стадиях развития (у ракообразных). Общее снижение количества мелкоразмерной фракции зоопланктона (коловратки, молодь ракообразных) достаточно закономерно для осеннего периода. Пространственное распределение зоопланктона оказалось однородным.

**Бактериопланктон.** Низкая численность микрофлоры может свидетельствовать о закончившихся осенью процессах бактериального разложения в водной толще, а также об отсутствии на акватории порта Бронка источника бактериального загрязнения. В целом показатели развития сапрофитных микроорганизмов и общего бактериопланктона характеризует исследуемый район как олигосапробный. Как по количеству сапрофитных микроорганизмов, так и по общей численности бактериопланктона качество воды соответствует категории «очень чистая» (класс качества I–II).

**Зообентос.** Отмеченное увеличение (относительно среднемноголетних значений) доли полисапробных организмов в бентосе является показателем ухудшения экологического состояния бентали, очевидно, под воздействием гидротехнических дреджинговых работ. По запасам кормовой базы исследованный район можно охарактеризовать как «низкормный». Существенно обеднило кормовую базу рыб-бентофагов выпадение из состава бентоценозов ракообразных, особо уязвимых по отношению к возрастанию мутности и концентрации механической взвеси в воде. Единственными организмами, которые несколько увеличили свое обилие в районе работ, являются полисапробные виды олигохет и личинок комаров-хинономид. Низкое обилие и невысокое разнообразие видов свидетельствует о деградации донных сообществ в районе.

Присутствие в бентосе гидробионтов, относящихся как к солоноватоводному, так и к пресноводному комплексу, свидетельствует о высокой гидродинамической активности исследованного района и о наличии выраженного подтока солоноватых вод из открытой части Финского залива через судопропускное отверстие КЗС. Такая гидрологическая ситуация снижает стрессовое воздействие гидротехнических дреджинговых работ, так как быстрое течение способствует снижению мутности в районе дноуглубления. Кроме того, течения содействуют быстрому расселению видов бентоса, имеющих планктонную личинку, что ускоряет восстановление видового состава бентоценозов.

Ихтиофауна. К ядру местного ихтиоценоза можно отнести 2 вида — плотву и окуня. Низкие показатели численности и биомассы ихтиофауны, вероятно, отражают не только естественную сезонную динамику этих показателей, но и реакцию рыбного сообщества на проводимые гидротехнические дреджинговые работы.

Продукция/деструкция органического вещества. По полученным в осенний период показателям скорости продукции/деструкции органического вещества делать выводы о трофическом статусе акватории аванпорта Бронка преждевременно, так как в ноябре продукционные процессы в Невской губе резко снижают свою интенсивность. В целом, в столбе воды деструкционные процессы преобладали над продукционными, что характерно для осеннего периода.

Орнитофауна. Видовое разнообразие и численность гнездящихся птиц на территории ООПТ «Южный Берег Невской губы» не изменились. Территория, прилегающая к строительству, продолжает играть важную роль русла пролёта водоплавающих и околоводных птиц. Выполняемые работы не оказывают существенного негативного влияния на транзитных мигрантов. Интенсивные дреджинговые работы вызвали снижение на стоянках численности рыбоядных ныряльщиков (поганок, бакланов и крохалей). По всей видимости, замутнение воды подавляет развитие кормовой базы водоплавающих птиц — водных растений и беспозвоночных. В то же время, в конце лета и осенью численность и распределение отдыхающих мигрантов были сходны с показателями предыдущих сезонов. Максимальная численность птиц наблюдалась в западной части угодья у границ строящегося порта. Это говорит о том, что, в результате отрастания в течение лета крупных полей полупогруженной растительности постепенно происходит самоочищение воды и восстановление сообществ гидрофитов и гидробионтов. Очевидно, биоценозы плавней обладают высокой резистентностью к негативным внешним воздействиям, и можно ожидать их быстрого восстановления после окончания дноуглубительных работ.

Воздействие строительных работ на высшую водную растительность имеет слабо выраженный локальный характер, не затрагивает видового состава и является обратимым.

Таким образом, воздействие строительства аванпорта Бронка на окружающую среду соответствует проектным прогнозам, весьма ограничено в пространстве и времени, умеренно и обратимо.

С целью компенсации негативного воздействия, оказываемого водному объекту вследствие загрязнения вод взвешенными веществами, в федеральный бюджет ежеквартально вносилась плата, общая сумма которой на текущий момент составила

384,6 млн руб. Причинённый в ходе строительных работ ущерб водным биологическим ресурсам компенсирован в полном объёме выпуском 336,9 тыс. шт. годовиков и сеголеток ладожской палии. Кроме того, в качестве компенсационного мероприятия на территории, прилегающей к аванпорту, организована особо охраняемая природная территория «Южный Берег Невской губы».

Для оценки возможности перспективного развития аванпортов в восточной части Финского залива предлагается провести комплексные исследования экосистем высшей водной растительности («зарослей») Невской губы и прилегающей области Восточной части Финского залива. По результатам выполнения программы можно будет с уверенностью прогнозировать сценарии дальнейших действий при развитии портовых комплексов в Невской губе Финского залива.

### Литература

1. Бибби К., Джонс М., Марсен С. Методы полевых экспедиционных исследований. Исследования и учеты птиц. Пер. с англ. — М.: Союз охраны птиц России, 2000. — 186 с.
2. Бульон В.В. Первичная продукция планктона внутренних водоемов. — Л., 1983. — 150 с.
3. Брэй Р.Н. Экологические аспекты дреджинга. — СПб.: РГГМУ, 2013. — 525 с.
4. Голубев Д.А., Погребов В.Б., Шилин М.Б. Экологическая уязвимость береговой зоны восточной части Финского залива по отношению к механическим воздействиям от подводных горно-технических работ // Инженерные изыскания, 2010, № 9, с. 34–43.
5. ГОСТ 17.1.3.07-82 Правила контроля качества воды водоемов и водотоков. — URL: <http://gostexpert.ru>
6. Кузнецов С.И., Дубинина Г.А. Методы изучения водных микроорганизмов. — М.: Наука, 1989. — 288 с.
7. Лаврентьева Г.М., Сулопарова О.Н., Аршаница Н.М., Богданов Д.В., Волхонская Н.И., Макарова С.В., Максимова О.Б., Мицкевич О.И., Лебедева О.В., Огородникова В.А., Терешкова Т.В., Яковлев А.С. Характеристика современного состояния водной биоты прибрежья комплекса защитных сооружений (КЗС) Санкт-Петербурга от наводнений (по материалам рыбохозяйственного мониторинга 2003–2004 гг.) // Экологические аспекты воздействия гидростроительства на биоту акватории восточной части Финского залива. Сб. науч. трудов ГосНИОРХ, вып. 331, т. 2, 2006, с. 195–262.
8. Макрушин А.В. Биологический анализ качества вод. — Л.: Зоол. ин-т АН СССР, 1974. — 60 с.
9. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Фитопланктон и его продукция. — Л., 1981.
10. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция. — Л., 1983.
11. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. — Л., 1984.
12. МУК 4.2.1884-04 — Санитарно-микробиологический и санитарно-паразитологический анализ воды поверхностных водных объектов. — М.: ФГУП «Стандартинформ», 2007, с. 92.
13. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. — М.: Наука, 1982. — 248 с.
14. Печников А.С., Терешенков И.И. К методике сбора и обработки ихтиологического материала. // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ, 1984, вып. 215, с. 13–38.
15. Пидгайко М.Л., Александров Б.М., Иоффе Ц.И. и др. Краткая биолого-продукционная характеристика водоемов Северо-Запада СССР // Изв. ГосНИОРХ, 1968, т. 67, с. 205–228.
16. Погребов В.Б., Сагитов Р.А., Дмитриев Н.В. Природоохранный атлас российской части Финского залива. — СПб.: «Тускарора», 2006. — 75 с.
17. Равкин Е.С., Челинцев Н.Г. Методические рекомендации по комплексному маршрутному учету птиц. — М., 1990. — 93 с.
18. Сулопарова О.Н., Огородникова В.А., Волхонская Н.И. Воздействие повышенной мутности воды, возникающей при выполнении гидротехнических работ, на структурно-функциональные характеристики зоопланктона // Сб. науч. тр. ФГНУ «ГосНИОРХ», 2006, вып. 331, с. 274–234.

19. *Суслопарова О.Н., Шурухин А.С., Мицкевич О.И., Терешенкова Т.В., Хозяйкин А.А.* Влияние гидротехнических работ на биоту Невской губы // Тез. док. X Международного экологического форума «День Балтийского моря». — СПб., 2009, с. 206–207.
20. *Трещев А.И.* Интенсивность рыболовства. — М.: «Легкая и пищевая пром-ть», 1983. — 236 с.
21. *Федоров М.П., Чусов А.Н., Шилин М.Б., Голубев Д.А., Горбунов Н.Е., Масликов В.И., Шишкин А.И.* Прикладная экология акваномов. — СПб.: изд-во Политехн. ун-та, 2012. — 254 с.
22. *Чайковский А.* Методика учета размножения водоплавающих птиц, предложенная национальной службой охоты Франции с уточнениями, сделанными ОМРО // Материалы I семинара по Прогр. «Изучение состояния популяций мигр. Птиц и тенденций их изменений в России». — М.-СПб., 1997, с. 94–101.
23. *Шилин М.Б., Голубев Д.А., Леднова Ю.А.* Техносферная безопасность дреджинга. — СПб.: изд-во Политехн. ун-та, 2010. — 385 с.
24. *Шилин М.Б., Погребов В.Б., Лукьянов С.В., Мамаева М.А., Леднова Ю.А.* Экологическая уязвимость береговой зоны Финского залива к дреджингу // Учёные записки РГМУ, 2012, № 25, с. 107–121.
25. *Шишкин Б.А., Никулина В.Н., Максимов А.А., Силина Н.И.* Основные характеристики биоты вершины Финского залива и ее роль в формировании качества воды. — Л.: Гидрометеониздат, 1989. — 95 с.
26. *Appelberg M.* Swedish standard methods for sampling freshwater fish with multi-mesh gillnets // Fiskeriverket Information. — Drottningholm, 2000.
27. *Chusov A.N., Lednova Ju., Shilin M.* Ecological assessment of dredging in the Eastern Gulf of Finland // 2012 IEEE/OES Baltic International Symposium (BALTIC), pp. 1–4.
28. *Kumari E.V.* Methods of Study of Visible Bird Migrations // Tartu, 1979, 29 p.
29. *Parsons T.R., Strickland J.D.H.* Discussion of spectrophotometric determination of marine-plant pigments with revised equations for ascertaining chlorophylls and carotenoides // Journal of Marine Research, 1963, vol. 21, pp. 155–163.
30. *Shilin M., Lukjanov S., Zhakova L., Mamaeva M., Lednova Ju.* Assessing the status and trends of the coastal ecosystems in the dredging material deposit areas // 8 th Baltic Sea Science Congress, St. Petersburg, 2011. — 221 p.