

## 5. БАЛТИЙСКОЕ МОРЕ

### 5.1. Общая характеристика

Балтийское море - внутриматериковое море Атлантического океана. Площадь моря составляет 419 тыс. км<sup>2</sup>, объем воды - 21,5 тыс. км<sup>3</sup>, средняя глубина - 51 м, максимальная - 470 м. Балтийское море соединяется с Северным морем Датскими проливами. На севере берега скалистые, преимущественно шхерного и фьордового типа, на юге и юго-востоке - низменные, песчаные, лагунного типа. Береговая линия сильно изрезана. В море впадает 250 рек. Годовой сток составляет примерно 433 км<sup>3</sup>. Характеризуется морским климатом умеренных широт.

Температура воды зимой на поверхности в открытом море составляет 1-3<sup>0</sup>С, у берегов - ниже 0<sup>0</sup>С; летом температура воды повышается до 18-20<sup>0</sup>С. Вертикальное распределение температуры характеризуется ее незначительным понижением до 20-30 м, скачкообразным понижением до 60-70 м и затем некоторым повышением ко дну. Холодный промежуточный слой сохраняется круглый год.

Соленость в западной части моря 11‰, в центральной части - 6-8‰. В центральной части моря соленость плавно увеличивается от поверхности до глубины 30-50 м. Ниже, между горизонтами 60 и 80 м, располагается очень резкий слой скачка, глубже которого соленость снова несколько увеличивается ко дну. Плотностное перемешивание охватывает слой от поверхности до глубины 50-60 м за счет термической и соленостной стадий конвекции и ограничивается снизу галоклином. Одна из специфических черт гидрологической структуры Балтики - двойной скачок плотности. Временный верхний скачок образуется за счет распреснения, постоянный нижний галоклин формируется как вертикальная граница между верхними распресненными водами и глубинными солеными, поступающими в Балтику из пролива Скагеррак через Датские проливы.

Выделяются три водные массы: поверхностная (Т = 0...20<sup>0</sup>С, соленость 7-8‰) покрывает всю южную и центральную части моря; придонная (Т = 4,5...12<sup>0</sup>С, соленость 10-21‰) занимает глубокие впадины в открытых районах моря; переходная (Т = 2...6<sup>0</sup>С, соленость 8-10‰) залегает между поверхностной и придонной водными массами и образуется в результате их смешения.

Горизонтальная циркуляция носит, в общем, циклонический характер. Скорость постоянных течений 3-4 см/с, иногда до 10-15 см/с. Направление дрейфовых течений определяется преобладающими ветрами. Глубинная циркуляция также имеет циклонический характер и в значительной степени зависит от поступления соленых вод Северного моря.

Приливы небольшие - от 0,04 до 0,1 м, имеют полусуточные и суточные ритмы. Под влиянием ветров и резкой разницы давления повышение уровня в вершинах заливов может достигать 1,5-3 м, вызывая наводнения (например, в Невской губе). Максимальная высота ветровых волн достигает 4-6 м.

Хорошо выражены стонно-нагонные колебания уровня моря, которые могут достигать 2 м. Наблюдаются также сейшеобразные колебания уровня до 1-2 и даже 3-4 м.

В отдельных районах море покрывается льдом. Льдообразование начинается в начале ноября. В суровые зимы толщина неподвижного льда может достигать 1 м, а толщина плавучих льдов - 40-60 см. В мае море обычно очищается ото льда.

## 5.2. Загрязнение вод восточной части Финского залива

Наблюдения за качеством вод восточной части Финского залива в 2006 г. выполнены ГУ «Санкт-Петербургский ЦГМС-Р» на 24 станциях сети наблюдений за загрязнением природной среды, в том числе в Невской губе: 1 станция I-ой категории на акватории морского торгового порта (МТП); 17 станций II-ой категории в открытой части губы; 4 станции II-ой категории в курортной зоне губы. В восточной части Финского залива за пределами КЗС выполнены работы на 2 станциях II-ой категории в курортной зоне мелководного района (рис. 5.1). Наблюдения осуществлялись с использованием арендованного экспедиционного судна «Мираж», в зимний период со льда, на курортных станциях – с берега. Содержание нефтяных углеводородов в воде определялось методом ИК-спектрофотометрии; фенола – методом хроматографии; СПАВ – (для Невской губы) экстракционно-фотометрическим методом; хлорорганических пестицидов – газохроматографическим методом; металлов – методом атомно-абсорбционной спектрометрии фильтрованных проб воды.

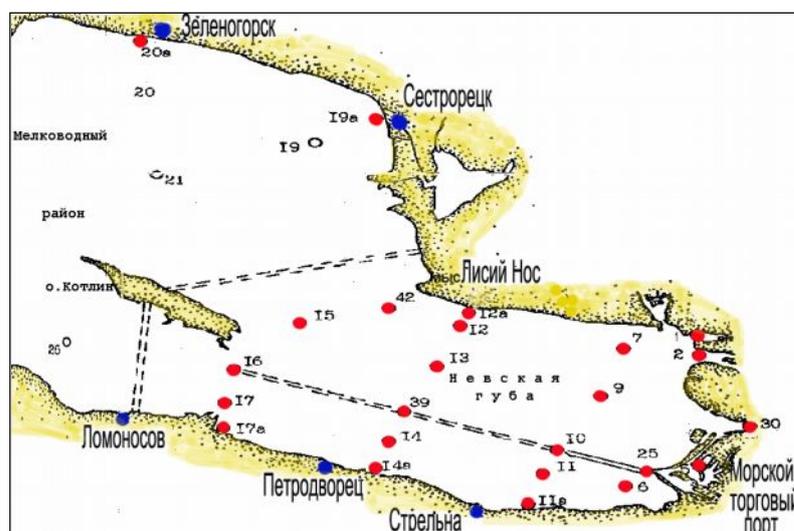


Рис. 5.1. Схема расположения станций контроля состояния морской среды в Невской губе и в восточной части Финского залива в 2006 г.

В восточной части Финского залива выделяется ряд районов, различающихся специфическими чертами гидролого-гидрохимического и гидробиологического режима:

- Невская губа - от устья р. Невы на востоке до комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений (КЗС).
- мелководный район - от Невской губы до разреза мыс Шепелевский - мыс Флотский,
- глубоководный район - от Шепелевского разреза до о. Гогланд,
- Лужская и Копорская губы,
- Выборгский залив.

В пределах Невской губы отдельно рассматриваются Морской торговый порт (МТП СПб), Северный курортный район (СКР), Южный курортный район (ЮКР) и Центральная часть (ЦЧ). Для оценки качества вод, учитывая пресноводный характер Невской губы, при расчете ИЗВ использовались значения ПДК для поверхностных вод суши (табл. 1.1). В Невской губе ИЗВ рассчитывался с учетом показателя биохимического потребления кислорода (БПК<sub>5</sub>), который является интегральной характеристикой наличия легкоокисляемых органических веществ (норма для БПК<sub>полн.</sub> – 3 мг/л), для других районов – без БПК<sub>5</sub>. Нормы для расчета ИЗВ с учетом БПК<sub>5</sub> были приняты следующие: до 3 мг/л включительно = 3, от 3 до 15 мг/л = 2, более 15 мг/л = 1.

### 5.2.1. Невская губа

В 2006 г. в открытой части и в курортных районах Невской губы в навигационный период осуществлялись ежемесячные наблюдения с июня по октябрь на всей сети станций. В зимний период наблюдения были проведены со льда в феврале. В Морском торговом порту наблюдения осуществлялись ежемесячно с января по декабрь. В январе, марте и апреле одновременно с ними были проведены дополнительные наблюдения в устье Б.Невы, что обеспечило возможность сопоставления данных МТП с устьевыми.

Продолжавшаяся несколько лет тенденция повышения водности р. Невы с конца 2003 г. по 2005 г. сменилась понижением в 2006 г. Средний годовой расход р. Невы составил 2140 м<sup>3</sup>/с, что на 26% меньше, чем в 2005 г. и на 14% меньше среднего многолетнего. По данным гидрологического поста Петрокрепость средний годовой уровень воды в 2006 г. (400 см БС) был на 38 см ниже среднего многолетнего.

Средняя годовая температура воды на поверхности на прибрежных морских станциях в Невской губе была на 1,0-1,2°С выше нормы и на 0,2-0,4°С превышала значение 2005 г. Она составляла у северного берега 8,1°С (Лисий Нос), у южного берега 8,4°С (Ломоносов), на устьевом взморье 7,5°С (Невская-порт). Летом наибольшая средняя месячная температура воды в Невской губе у южного (Ломоносов) и северного берега (Лисий Нос) была в июле и составляла 20,6°С; на морском взморье (Невская-порт) - 18,7°С в июле и августе.

**Соленость.** Средняя годовая соленость воды на поверхности в Невской губе (измеряемая на морской береговой станции Ломоносов) была 0,11‰, что на 0,20‰ меньше нормы. Наибольшее среднее месячное значение солености

воды наблюдалось в сентябре и составляло 0,31‰, абсолютный максимум солености воды также наблюдался в сентябре и составлял 0,52‰. В течение почти всего года акватория Невской губы была заполнена пресными водами, соленость как севернее, так и южнее Морского канала составляла 0,07-0,09‰. Иногда вдоль южного берега губы она повышалась до 0,12-0,20‰, а во время затока в Невскую губу солоноватых вод по дну Морского канала и Северного фарватера в августе на глубине 12 м был зафиксирована соленость 3,43‰.

У северного берега восточной части Финского залива на прибрежной морской станции Озерки средняя годовая соленость воды на поверхности была 1,70‰. Это на 0,27‰ меньше нормы и на 0,46‰ больше по сравнению с 2005 г. Максимальное значение средней месячной солености воды наблюдалось в сентябре и составляло 3,52‰, абсолютный максимум солености воды наблюдался в сентябре и составлял 4,75‰.

В результате гидротехнических работ в 2006 г., связанных с намывом новой территории под строительство Морского пассажирского терминала, в Невской губе к северу и югу от Морского канала резко уменьшилась прозрачность воды, она составляла 0,3-0,1 м. Влияние строительства на замутнение воды распространялось по всей Невской губе, вплоть до створа комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений. Наибольшая прозрачность в Невской губе вдоль северного берега наблюдалась в июне и составляла 1,3-1,4 м. В центральной части Невской губы севернее Морского канала, на станциях попадающих под влияния шлейфов от намыва, прозрачность составляла 0,4 м, южнее канала она достигала 1,0-1,1 м.

**Тяжелые металлы.** Высокий уровень загрязнения медью и цинком был зафиксирован в 2006 г. как на всей акватории Невской губы, так и в отдельных ее районах. В отдельных случаях отмечена высокая концентрация марганца (табл. 5.1).

Таблица 5.1.

Максимальная концентрация металлов (в единицах ПДК) в Невской губе в 2006 г.

Район	Медь	Цинк	Свинец	Марганец
МТП СПб	10,0	9,6	1,5	9,6
Северный курортный район	5,6	1,7	0,6	1,0
Южный курортный район	16,0	1,9	2,2	1,6
Открытая часть	13,0	5,5	2,3	7,1

Содержание хрома было меньше чувствительности метода химического анализа в 97% отобранных проб. Концентрация свинца, кадмия, никеля и кобальта была относительно невысокой (табл. 5.2). По уровням загрязнения всей акватории Невской губы в 2006 г., оцениваемых по проценту проб с превышением ПДК, металлы располагаются в порядке:

**медь > цинк > свинец > марганец > кадмий > никель > кобальт**

Таблица 5.2.

Процент проб с превышением 1 ПДК на акватории Невской губы в 2006 г.

Металл	Медь	Цинк	Свинец	Марганец	Кадмий	Никель	Кобальт
% проб	84	34	9,7	5,6	3,0	0,4	0

Загрязнение акватории Невской губы медью сохраняется на протяжении многих лет (табл. 5.3). При этом наиболее высокие концентрации меди за период наблюдений с 1994 г. по 2006 г. во всех рассматриваемых акваториях отмечаются в 2003 г., а наименьшие – в 2006 г.

Таблица 5.3.

Средняя за год концентрация меди в единицах ПДК в Невской губе в 1994 – 2006 гг.

Акватория	1994	1995	1996	1997	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
МТП СПб	5,0	4,7	3,5	4,1	5,7	7,5	6,0	7,0	11,1	7,3	4,5	3,6
СКР	5,6	6,3	4,8	5,6	6,7	6,1	5,3	6,9	11,0	9,8	6,1	4,2
ЮКР	5,4	4,3	3,8	3,7	6,3	8,5	4,7	7,0	10,3	7,0	6,0	3,5
ОЧ	6,0	4,4	4,3	3,9	5,5	8,7	4,5	8,2	8,4	5,9	6,3	3,4

Условные обозначения: МТП СПб – морской торговый порт Санкт-Петербурга, СКР – северный курортный район, ЮКР – южный курортный район, ОЧ – открытая часть.

Распределение меди на акватории Невской губы отличается относительной однородностью, тогда как для цинка различия были значительными как между районами Невской губы в целом, так и в пределах её открытой части (рис. 5.2). Самые высокие среднегодовые концентрации отмечались в устье Б.Невы и в МТП (18-20 мкг/л). Это примерно вдвое выше, чем преобладающие значения (8-10 мкг/л).

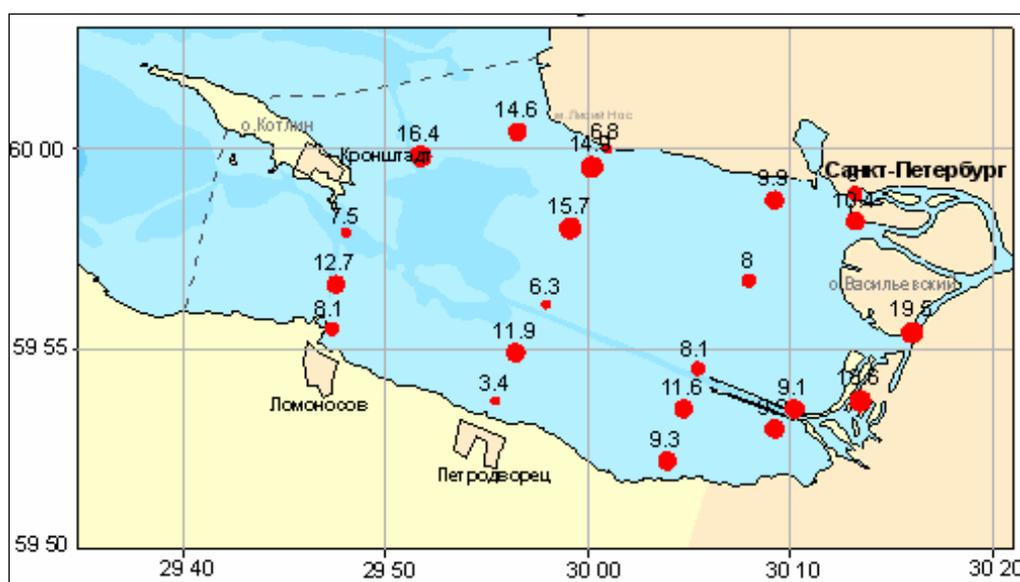


Рис. 5.2. Распределение концентрации цинка в водах Невской губы в 2006 г.

Особенность полученных значений концентрации марганца – единичные, но значительные по величине, случаи превышения ПДК на фоне большого количества данных ниже предела обнаружения (в открытой части губы около

30%, в МТП – 42%) и преобладания относительно низких значений (в открытой части губы лишь 7% данных превышали 0,5 ПДК, в МТП - лишь в одной из 24 проб). Случаи превышения ПДК носят характер «выбросов», оказывающих большое влияние на среднегодовую концентрацию несмотря на их немногочисленность. Возможно, что районы «выбросов» не случайны – из 12 значений выше 1 ПДК пять отмечены в Морском канале, три - в южной зоне, в том числе два у Петродворца, три - в западной части. Анализ данных по марганцу, превышающих 1 ПДК в открытой части Невской губы, показал сезонный характер их колебаний. Очень высокая концентрация наблюдалась в феврале в придонном слое в устье Невы (56 мкг/л), в южной зоне у Ломоносова (28 мкг/л) и у Петродворца (71 мкг/л). В интервале 15-23 мкг/л концентрация марганца наблюдалась с мая по июль (7 проб).

**Синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ).** В 70% из 228 проанализированных проб воды концентрация СПАВ была ниже предела чувствительности метода анализа - 15 мкг/л. Наибольшие значения достигали 73-79 мкг/л, что соответствует 0,8 ПДК (табл. 5.4).

Таблица 5.4.

Содержание СПАВ в водах Невской губы в 2006 г.

Акватория	Кол-во проб	Диапазон, мкг/л	Среднегодовая концентрация, мкг/л
Открытая часть	183	От менее 15 до 79	Менее 15
МТП СПб	24	От менее 15 до 73	Менее 15
Северный курортный район	5	От менее 15 до 23	Менее 15
Южный курортный район	16	Менее 15	Менее 15

**Фенолы.** В 95 пробах воды из 125 (76,0%) содержание фенола было ниже чувствительности использованного метода химического анализа. Лишь в одной пробе была зафиксирована концентрация фенола, превысившая 1 ПДК – в конце сентября у дна в устье Б.Невы.

**Нефтяные углеводороды.** Концентрация НУ в водах Невской губы в целом была невысокой. В большей части проб содержание НУ было ниже предела обнаружения метода химического анализа – 40 мкг/л. Только в 4 пробах из 262 (1,5%) было зафиксировано превышение 1 ПДК (табл. 5.5). Максимальное значение (2 ПДК) было обнаружено в МТП у дна в январе, где и в поверхностном слое была зафиксирована повышенная концентрация НУ - 60 мкг/л (1,2 ПДК). В открытой части Невской губы повышенная концентрация была отмечена в феврале на поверхности (1,2 ПДК) и в августе у дна.

Таблица 5.5.

Содержание нефтяных углеводородов в водах Невской губы в 2006 г.

Акватория	Количество проб	Число проб с превышением ПДК	Диапазон изменений, мкг/л
Открытая часть	217	2	От менее 40 до 60
МТП СПб	24	2	От менее 40 < 40-100

Северный курортный район	5	0	Менее 40
Южный курортный район	16	0	От менее 40 до 50
<b>Невская губа в целом</b>	262	4	От менее 40 до 100

**Хлорорганические пестициды.** В большинстве исследованных проб воды содержание хлорорганических пестицидов (ДДТ и его метаболитов ДДЭ, ДДД, а также  $\alpha$ -ГХЦГ и  $\gamma$ -ГХЦГ) в 2006 г. было ниже чувствительности использованного метода химического анализа. Ни в одной из проб не было зафиксировано содержание хлорорганических пестицидов выше 1 ПДК (10 нг/л).

Результаты мониторинга Невской губы в 2006 г. подтверждают факт повышенного загрязнения вод губы тяжелыми металлами, преимущественно медью и цинком, по сравнению с органическими загрязняющими веществами, включая нефтяные углеводороды, фенолы, СПАВ и ХОП.

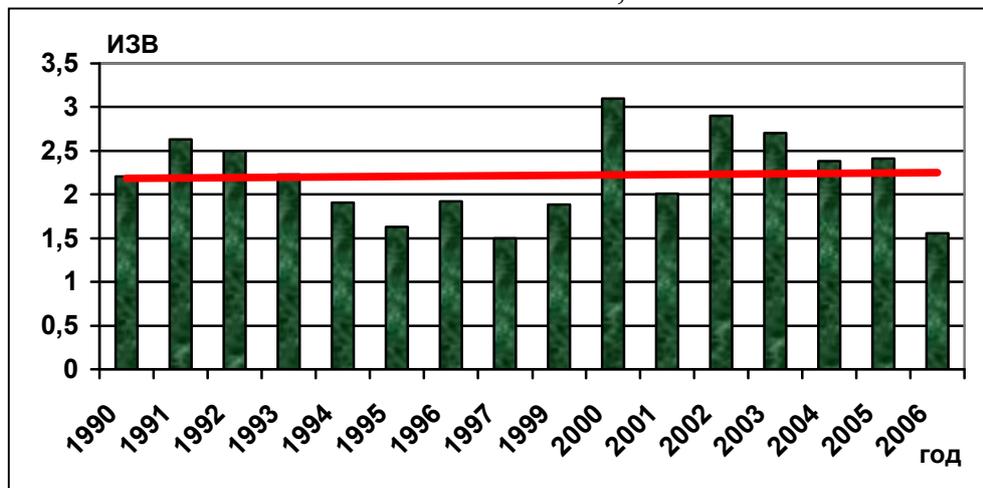
Индекс загрязненности вод рассчитывался для Невской губы с использованием данных по кислороду, БПК<sub>5</sub>, меди и цинку для всех рассматриваемых районов губы. Полученные величины ИЗВ позволяют охарактеризовать воды всех районов губы в 2006 г. как «умеренно загрязненные» (табл. 5.6).

Таблица 5.6.

Качество вод Невской губы и восточной части Финского залива Балтийского моря по ИЗВ в 2004 - 2006 гг.

Район	2004 г.		2005 г.		2006 г.	
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс
Курортная зона мелководного района	0,94	III	1,15	III	0,9	III
<b>Невская губа в целом</b>			<b>2,39</b>	<b>III</b>	<b>1,56</b>	<b>III</b>
Невская губа, центральная часть	2,38	III	2,41	III	1,56	III
Северный курортный район Невской губы	3,60	IV	2,62	IV	1,75	III
Южный курортный район Невской губы	2,91	IV	2,30	III	1,62	III
Порт Санкт-Петербург (МТП СПб)	2,70	IV	2,01	III	1,78	III

Анализ колебаний расчетных величин ИЗВ с 1990 г. по 2006 г. для открытой части Невской губы показал отсутствие существенного тренда многолетних изменений (рис. 5.3). При относительно небольшом диапазоне изменений значения индекса можно выделить пятилетние отрезки повышенных и пониженных значений ИЗВ, что особенно заметно в



интервале 2000-2005 гг.

Рисунок 5.3. Многолетняя динамика значений расчетного индекса ИЗВ для открытой части Невской губы Финского залива.

### 5.2.2. Восточная часть Финского залива

В восточной части Финского залива выделяются мелководный район (6 станций), курортная зона мелководного района (2 ст.), глубоководный район (5 ст.), Лужская губа (2 ст.), Копорская губа (2 ст.), Выборгский залив (7 ст.) и Выборг-порт (1 ст.). В 2006 г. в восточной части Финского залива за пределами Невской губы наблюдения проводились только в курортной зоне мелководного района у Сестрорецка и Зеленогорска в мае-июне, в августе и в октябре.

#### Курортная зона мелководного района

**Соленость.** В течение 2006 г. в курортных районах преобладала низкая соленость. Самые низкие значения отмечались у Сестрорецка в мае-июне и в октябре (0,07-0,11‰). Наибольшая солёность (1,6‰) была зафиксирована в октябре у Зеленогорска, но и она была не очень высокой на фоне нагонов солоноватых вод в 1999-2003 гг.

**Растворенный кислород.** В исследуемом районе в 2006 г. высокое содержание растворенного кислорода было отмечено в мае и в августе и обусловлено интенсивными весенней и летней вспышками фитопланктона. В районе у Зеленогорска перенасыщенность вод кислородом была наибольшей в мае – 131%, в августе – 122%; у Сестрорецка была меньшей (113-115%). Между периодами интенсивного цветения фитопланктона концентрация растворенного в воде кислорода была меньше: в июне - 6,2 мл/л и 97% насыщения.

Изменение значений **БПК<sub>5</sub>** было относительно небольшим (диапазон 2-3,6 мг/л), а величины почти не различались в обоих районах. Сезонный характер изменений отразился в более низких осенних значениях относительно наибольших летних, вклад в повышение которых был связан с продуцированием нового органического вещества в процессе фотосинтеза. У Сестрорецка в мае и в августе значения БПК<sub>5</sub> (3,4 мг/л и 3,3 мг/л) были заметно выше, чем в июне (2,4 мг/л), но повышение в мае могло быть связано с влиянием берегового поступления, а в августе – со сбросом сточных вод. Октябрьские данные в обоих районах были близкими (около 2,6 мг/л). Хотя многие значения превышали 1 ПДК, но кратность превышения была невелика. Максимальные значения в 2006 г. были ниже почти всех максимумов 1999-2005 гг., а наименьшие выше минимумов, вследствие этого можно оценить уровень данных этого года как средний в многолетнем ряду.

Концентрация **аммонийного азота** у Зеленогорска была относительно низкой в мае-августе - от ниже предела обнаружения до 35-50 мкг/л, однако у Сестрорецка в августе достигала 160 мкг/л, по-видимому, из-за сброса сточных вод. Осенние значения составляли 110-170 мкг/л и не превышали максимальных величин предыдущих лет с 1999 по 2006 гг.

**Тяжелые металлы.** В 2006 г. воды курортного района мелководной зоны восточной части Финского залива в наибольшей степени были загрязнены медью (табл. 5.7). В 30% проб наблюдалось небольшое по кратности (1,1-1,2 ПДК) превышение норматива. Эти показатели состояния загрязнённости вод значительно ниже, чем в курортных районах Невской губы. В частности в южном курортном районе частота превышения 1 ПДК была втрое больше, а кратность – в 4 раза выше. При этом сопоставление среднегодовых концентраций практически близкие значения, в курортном районе мелководной зоны она была даже несколько выше - 3,9 мкг/л и 3,6 мкг/л соответственно. Это противоречие в оценках уровня загрязнённости вод медью связано с различиями использованных значений ПДК. В мелководной зоне значение ПДК для морских вод в 5 раз превышает этот показатель для Невской губы, где традиционно применяются нормативы для пресных вод. При использовании такого же значения ПДК, как и для Невской губы, частота превышения ПДК составила бы 90%, а средняя кратность – 5,2, что даже больше, чем в южном курортном районе губы - 4,35. Исходя из реальных данных, содержание меди в курортной зоне мелководного района и оценка состояния загрязнённости были не меньшими, чем в курортных районах Невской губы. По оценочным показателям такая загрязнённость медью квалифицируется как «характерная» по степени и среднего уровня по величине.

Таблица 5.7.

Содержание металлов в воде курортной зоны мелководного района восточной части Финского залива в 2006 г. (май – октябрь).

Металлы	Диапазон концентрации, мкг/л	Количество проб	% данных ниже предела обнаружения	Превышение ПДК: кол-во проб/%	Среднее значение, мкг/л

Медь	<0,5–6,1	10	10	3	30	3,9
Цинк	4,1-27	10	-	-	-	10,2
Свинец	<2,0–7,0	10	60	-	-	2,2
Марганец	0,5-56	10	20	1	10	11,4
Кадмий	<0,5–2,5	10	40	1	10	0,86
Никель	1,0-14	10	20	1	10	4,5
Кобальт	1,0-10	10	60	1	10	2,7
Хром общий	1,0-2,2	10	90	-	-	1,2

Для цинка при использовании «морского» норматива, по величине в 5 раз выше, чем для Невской губы, в курортной зоне мелководного района не наблюдалось случаев превышения 1 ПДК, хотя среднегодовая концентрация была больше, чем в курортных районах губы - 10 мкг/л и 7 мкг/л соответственно. При использовании «пресноводного» норматива ПДК, превышение отмечалось бы в 50% проб при средней кратности 1,8. Это могло бы характеризовать загрязнённость вод курортной зоны мелководного района цинком как «устойчивую» с низким уровнем превышения. Эти показатели свидетельствуют о загрязнённости данной зоны цинком на 30-40% больше, чем в курортных районах Невской губы.

Для марганца при единичном превышении ПДК в обеих курортных зонах различия среднегодовых концентраций были значительными (11 мкг/л в мелководном районе и 1,8 мкг/л в южном курортном районе губы). Вызваны эти различия существенным разбросом экстремальных значений - 56 мкг/л и 16 мкг/л соответственно. При этом в мелководном районе содержание марганца было больше даже без учёта максимума. Здесь диапазон преобладающих значений составил 1,5-4,7 мкг/л и лишь 2 из 10 значений были ниже предела обнаружения, тогда как в южном курортном районе губы более половины всех данных были на уровне или ниже предела обнаружения, а интервал остальных составил 1,3-2,7 мкг/л.

Для никеля среднегодовая концентрация в данной зоне (4,5 мкг/л) выше, чем в курортных районах губы – 2,7 мкг/л (южный) и 2,9 мкг/л (северный). В южном курортном районе губы почти половина значений была ниже предела чувствительности метода анализа, а в мелководной зоне всего 2 из 10. По единичному превышению ПДК в обеих курортных зонах загрязнённость вод никелем характеризуется как «единичная» низкого уровня.

Единственный случай превышения ПДК по кадмию в 2,5 раза обусловил среднегодовую концентрацию около 0,9 мкг/л, что выше, чем в курортных районах губы. Единичное превышение ПДК по кобальту наблюдалось на фоне всех остальных значений на уровне или ниже предела обнаружения и не может служить показателем загрязнённости данного района. Характерно, что все эти единичные случаи загрязнения наблюдались в районе у Зеленогорска.

Различия среднегодовых концентраций свинца были невелики - 2,2 мкг/л в курортной зоне мелководного района, а в курортных районах Невской губы - 2,5 мкг/л (северный) и 2,9 мкг/л (южный). Загрязнённость свинцом акватории квалифицируется как «единичная» низкого уровня и была меньше, чем для

вод курортных районов губы (в южном курортном районе с частотой превышения ПДК 25% загрязнённость характеризовалась как «неустойчивая» низкого уровня).

Анализ показывает, что в курортных районах мелководной зоны восточной части Финского залива в прибрежных водах у Зеленогорска и Сестрорецка при сравнении с Невской губой в 2006 г. наблюдалось такое же высокое содержание меди, как в губе и несколько более высокое (на 30-40%) содержание цинка.

**Органические загрязняющие вещества.** Концентрация нефтяных углеводородов, фенолов и СПАВ не превышала 1 ПДК. Концентрация ниже чувствительности метода определения преобладала для всех компонентов: из 10 отобранных проб на нефтяные углеводороды - в 7 случаях (70%), фенола - в 8 (80%), СПАВ - в 100%. В 2006 г. содержание пестицидов в водах района не определялось.

Индекс загрязнённости ИЗВ рассчитывался с включением данных по кислороду и БПК<sub>5</sub>, из металлов - по содержанию меди и кадмия. Значение ИЗВ (0,9) было несколько ниже, чем в 2005 г. (1,15), и соответствовало характеристике качества вод - «умеренно загрязнённые».

## **ВЫВОДЫ**

Результаты проведенного в 2006 г. гидрохимического мониторинга восточной части Финского залива свидетельствуют об обычном относительно высоком уровне загрязнённости вод медью и цинком, характерном или устойчивом, неустойчивом загрязнении свинцом и единичном по встречаемости, но значительным по концентрации загрязнению марганцем. При этом не наблюдалось значимое загрязнение нефтяными углеводородами, фенолами, поверхностно-активными веществами и хлорорганическими пестицидами. В 2006 г. для всех контролируемых ингредиентов не были зафиксированы случаи высокого или экстремально высокого уровня загрязнения.

### **5.3. Экспедиционные исследования в Восточной части Финского залива**

В 2006 г. Северо-Западный филиал ГУ «НПО «Тайфун» с 2 по 9 июля выполнил летнюю съемку акватории восточной части Финского залива по трассе от острова Гогланд до бухты Портовая Выборгского залива.

Уровень насыщения вод кислородом в поверхностном слое находился в пределах от 107 до 114%, в придонном слое – от 90,6 до 108%. Наиболее низкий уровень насыщения (90,6 – 92,8%) был отмечен в придонных водах глубоководной южной части бухты Портовая, где наблюдался заток более соленых (соленость - до 3,45‰) и холодных вод (температура - до 10,2°C). На всей акватории бухты в поверхностном слое и в придонном слое мелководной части наблюдается перенасыщение вод кислородом, что

обусловлено массовым цветением фитопланктона, вызванного сильным прогревом воды. В придонном слое закономерным являлось уменьшение уровня насыщения вод от вершины бухты к южной, более глубоководной части.

Величина биохимического потребления кислорода за 5 суток (БПК<sub>5</sub>) в поверхностном слое вод изменялась от 0,59 до 1,52 мг/л, в придонном - от 0,12 до 0,87 мг/л. Среднее значение БПК<sub>5</sub> для исследованной акватории составило 0,70 мг/л. Наибольшее значение зафиксировано в поверхностных и придонных водах мелководной, северо-западной части, минимальное – в поверхностных и придонных водах центральной части обследованного участка. Пространственное распределение БПК<sub>5</sub> в поверхностном слое вод характеризовалось уменьшением значений от северной части к южной мористой части обследованного участка; в придонном слое отмечено незначительное увеличение значений БПК<sub>5</sub> от центральной части к периферии.

Водородный показатель воды (рН) в поверхностном слое вод находился в интервале от 8,11 до 8,57 единиц, в придонном слое - от 7,79 до 8,60 единиц. Среднее значение рН для всей обследованной акватории составило 8,34 единиц. Максимальное значение рН наблюдалось в поверхностном слое центральной части и в придонном слое воды северо-западного участка; минимальное – в поверхностном и придонном слое воды южной части обследованного участка трассы. Повышенные значения рН в поверхностном слое воды на всей акватории трассы и придонного слоя мелководной части обследованной акватории обусловлены интенсивным потреблением двуокси углерода СО<sub>2</sub> вследствие связанной с цветением фитопланктона резкой активизации фотосинтетической деятельности.

Содержание взвешенных веществ в поверхностном слое вод изменялось от 0,75 до 1,24 мг/л при среднем значении 1,03 мг/л. В придонном слое их содержание изменялось от 0,49 до 1,10 мг/л при средней концентрации 0,78 мг/л. Среднее содержание взвешенных веществ по всей обследуемой акватории составило 0,91 мг/л. Наибольшая концентрация взвешенных веществ на обоих горизонтах зафиксирована в северо-восточной части района наблюдений; наименьшая – в центральной части акватории трассы как в поверхностных, так и в придонных водах.

Концентрация сероводорода в водах исследуемого района находились ниже уровня предела обнаружения использованного метода химического анализа (0,1 мл/л).

### **Биогенные элементы**

Концентрация **аммонийного азота** изменялась в поверхностном слое вод в пределах 64,0 – 101 мкг/л, в придонном слое – от 69,0 до 113 мкг/л. Средняя концентрация аммонийного азота для всей обследованной акватории за период наблюдений составила 85,0 мкг/л (0,2 ПДК). Минимальное содержание аммонийного азота на обоих горизонтах было зафиксировано в северо-восточной части, максимальное - в средней части обследуемой акватории. Общей закономерностью пространственного распределения

аммонийного азота в поверхностном и придонном слоях является увеличение его концентрации от северо-восточного участка района наблюдений к его южной части.

Содержание **нитритного азота** изменялось от величин, находящихся ниже предела обнаружения (0,5 мкг/л) до 9,20 мкг/л. В поверхностном слое вод их содержание изменялось от аналитического нуля до 8,00 мкг/л (среднее значение – 1,95 мкг/л), в придонном – до 9,20 мкг/л (средняя концентрация – 3,74 мкг/л). Средняя концентрация нитритного азота для всей обследованной акватории за период наблюдений составила 3,51 мкг/л (менее 0,1 ПДК). Максимальная концентрация нитритного азота зафиксирована на обоих горизонтах в юго-западной части района наблюдений. По мере удаления от мелководной северной части бухты концентрация нитритного азота увеличивалась, и в южной мористой части значения достигали 5,0-8,0 мкг/л.

Содержание **нитратного азота** в поверхностном слое вод изменялось от 6 до 11 мкг/л (среднее значение – 8,04 мкг/л), в придонных водах - от 6 до 19 мкг/л (средняя величина – 11,7 мкг/л). Средняя концентрация нитратного азота для всей обследованной акватории за период наблюдений составила 9,87 мкг/л. Максимальная концентрация нитратного азота зафиксирована на обоих горизонтах в юго-западной части обследованной акватории. Минимальные значения отмечались в северной, мелководной части района наблюдений. Распределение нитратного азота на акватории трассы характеризовалось незначительным увеличением концентраций от северо-восточной ее части по направлению к юго-западной, мористой части.

Концентрация **общего азота** для поверхностного горизонта изменялась в пределах 164 – 231 мкг/л (среднее значение - 195 мкг/л), для придонного горизонта – в пределах 171 – 256 мкг/л (среднее содержание - 205 мкг/л). Средняя концентрация общего азота составила 200 мкг/л. Минимальная концентрация общего азота была зафиксирована на обоих горизонтах в северо-восточной части, максимальная – в юго-западной части обследованной акватории. Изменение содержания общего азота на акватории обследованного района характеризовалось увеличением концентрации по мере приближения к южной, мористой его части. По уровню содержания общего азота обследованную акваторию можно отнести к олиготрофным водоемам.

Содержание **минерального фосфора** изменялось от величин, находящихся ниже предела обнаружения (5,0 мкг/л) до 11,0 мкг/л. Максимальная концентрация минерального фосфора была зафиксирована в придонном слое вод восточной части бухты Портовая. Содержание **общего фосфора** в поверхностном горизонте изменялось от 18,0 до 35,0 мкг/л (средняя концентрация – 24,4 мкг/л); в придонном слое - от 21,0 до 33,0 мкг/л (25,2 мкг/л). Средняя концентрация общего фосфора для всей обследованной акватории составила 24,8 мкг/л. Максимальная концентрация общего фосфора была зафиксирована на поверхности вод в центральной части обследованной акватории, у дна - в южной, более глубоководной части.

Содержание **кремния** изменялось в пределах 109 – 164 мкг/л, средняя концентрация для всей обследованной акватории составила 131 мкг/л. Минимальная концентрация кремния была зафиксирована в поверхностном слое в средней части акватории трассы, максимальная – в придонных водах в северо-восточной части района наблюдений. Распределение кремния на акватории характеризуется на обоих горизонтах относительно низким уровнем его содержания в центральной части и выраженным увеличением концентраций к северо-восточной части.

Концентрация **нефтяных углеводородов** в водах исследованной акватории изменялась в пределах 30,0–97,5 мкг/л, среднее содержание НУ в целом за период наблюдений составило 49,9 мкг/л. Максимальная концентрация НУ (2 ПДК) была зафиксирована в придонном слое южной части обследованного района, а наименьшая отмечена на востоке района наблюдений. В 39% всех проанализированных проб наблюдалось превышение ПДК.

Концентрация синтетических поверхностно-активных веществ (**СПАВ**) в водах обследованной акватории в течение всего периода наблюдений находилась ниже предела обнаружения используемого метода анализа (0,25 мкг/л).

Из соединений группы **фенолов** (алкил-, нитро- и хлорфенолы) концентрация фенола превышала уровень чувствительности метода анализа (0,5 мкг/л) в 82,6% проб; 2-метилфенола - в 8,7%. Максимальная концентрация фенола (1,30 мкг/л, 1,3 ПДК) была зафиксирована в северо-восточной части акватории трассы. Среднее содержание фенола для всего района наблюдений составило 0,61 мкг/л.

Из 16 приоритетных соединений группы полиароматических углеводородов (**ПАУ**) уровень содержания аценафтилена, аценафтена, антрацена, пирена, бенз(а)антрацена, хризена, бенз(а)пирена (наиболее токсичного соединения из группы ПАУ), индено(123cd)пирена находился ниже предела обнаружения используемого метода анализа (0,5 нг/л). Частоты обнаружения значимых количеств других соединений этой группы составляли для: нафталина, фенантрена, бенз(б)флуорантена + перилена – 100%; бенз(ghi)перилена, бенз(к)флуорантена и флуорантена – 56,5-69,6%; дибенз(ah)антрацена и флуорена – 4,3-13%. Суммарное содержание идентифицированных соединений группы ПАУ изменялось от 15,0 до 40,4 нг/л, средняя концентрация для района работ в целом составила 24,2 нг/л. Наибольшие значения суммы ПАУ были обнаружены в северо-восточной части обследованной акватории.

Из 39 анализируемых **хлорорганических соединений (ХОС)** в водах контролируемой акватории регулярно фиксировались пестициды групп ГХЦГ и ДДТ, а также полихлорированные бифенилы (ПХБ). Частота обнаружения значимых количеств ГХЦГ составила 91,3 - 100%; соединений группы ДДТ – 4,3-91,3%. Максимальная концентрация пестицидов группы ГХЦГ (0,42 нг/л) была обнаружена в северо-восточной части обследованной

акватории, пестицидов группы ДДТ (0,67 нг/л) – в средней части акватории; средние величины составили 0,30 нг/л и 0,31 нг/л соответственно.

Из 9 анализируемых индивидуальных **ПХБ** в морских водах регулярно фиксировались конгенеры: #28, #52, #101, #105, #118 и #153. Частота обнаружения значимых количеств соединений группы ПХБ составляла 13-78%. Максимальное значение суммы концентраций конгенов ПХБ было обнаружено в придонном слое вод на северо-восточном участке акватории трассы и достигало 0,67 нг/л; средняя величина – 0,32 нг/л.

**Тяжелые металлы.** Максимальное содержание железа, цинка, меди, никеля, кадмия и мышьяка наблюдалось на западе центральной части обследуемой акватории; марганца, свинца и алюминия – в южной части; кобальта, хрома, сурьмы, молибдена и ртути – в северо-восточной части. В целом концентрация металлов не выходила за диапазон многолетних межгодовых колебаний (табл. 5.8).

Таблица 5.8.

Концентрация **тяжелых металлов** (мкг/л) в придонном слое вод контролируемой акватории восточной части Финского залива.

	Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	Co	Pb
Min	4,0	1,9	3,7	1,7	0,6	0,1	1,44
Max	7,2	2,4	5,3	3,3	1,1	0,2	2,11
Средняя	5,1	2,1	4,4	2,3	0,9	0,2	1,71

	Hg	As	Sn	Sb	Mo	Cr	Cd
Min	0,01	0,66	0,22	0,58	0,8	0,23	0,01
Max	0,023	1,05	0,37	0,91	1,3	0,43	0,18
Средняя	0,014	0,83	0,28	0,71	1,0	0,33	0,11

Уровни содержания загрязняющих веществ в придонных водах района наблюдений, за исключением содержания НУ, являются типичными для районов восточной части Финского залива, не подверженных прямому техногенному воздействию и отдаленных от крупных портовых комплексов. При оценке качества вод по ИЗВ (0,61, для бухты Портовая – 0,58) придонные воды обследованного участка акватории в целом можно отнести к II классу – «чистые».