

5. БАЛТИЙСКОЕ МОРЕ

5.1. Общая характеристика

Балтийское море - внутриматериковое море Атлантического океана. Площадь моря составляет 419 тыс.км², объем воды - 21,5 тыс.км³, средняя глубина - 51 м, максимальная - 470 м. Балтийское море соединяется с Северным морем проливом Скагеррак и 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 км³.

Для Балтики характерен морской климат умеренных широт. Температура воды зимой на поверхности в открытом море составляет 1-3⁰С, у берегов - ниже 0⁰С; летом температура воды повышается до 18-20⁰С. 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.

Специфической чертой гидрологической структуры Балтики является двойной скачок плотности. Временный верхний образуется за счет распреснения и часто совпадает с сезонным термоклином. Постоянный нижний галоклин с очень высокими градиентами солености формируется как вертикальная граница между верхними распресненными водами и глубинными морскими, периодически поступающими в Балтику из пролива Скагеррак через Датские проливы. Вследствие этой особенности обычно выделяют три водные массы: 1) поверхностную с соленостью 7-8‰, она покрывает всю южную и центральную части моря, на севере и в заливах соленость существенно ниже, температура изменяется в широком пределе от нуля до 20⁰С; 2) придонную с соленостью 10-21‰ и температурой от 4,5 до 12⁰С, она занимает впадины в открытых районах моря; 3) переходная (2-6⁰С, соленость 8-10‰) залегает между поверхностной и придонной водными массами и образуется в результате их смешения. Вертикальное перемешивание водной толщи охватывает слой от поверхности до глубины 50-60 м за счет термической и соленостной конвекции и ограничивается снизу постоянным галоклином.

Горизонтальная циркуляция носит циклонический характер. Скорость постоянных течений 3-4 см/с, иногда достигает 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 сгонно-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. Состояние вод восточной части Финского залива Невская губа

В восточной части Финского залива в 2008 г. наблюдения на сети наблюдений за загрязнением природной среды были выполнены ГУ «Санкт-Петербургский ЦГМС-Р» на 38 станциях. В Невской губе работы выполнялись ежемесячно на 1 станции на акватории морского торгового порта (МТП; в открытой части Невской губы от устья р. Невы на

мелководного района Восточной части Финского залива ИЗВ рассчитывался с учетом БПК₅. Кроме того, учитывая пресноводный характер Невской губы, при расчете ИЗВ использовались значения ПДК для поверхностных вод суши.

5.2.1. Гидрохимические показатели вод центральной части Невской губы

Солёность. Средняя годовая солёность у южного берега Невской губы (МГ-2 Ломоносов) была на 0,10‰ ниже средней годовой за период 1965-2005 гг. и составила 0,12‰. В течение года средняя месячная солёность изменялась в пределах 0,08-0,23‰. С апреля по декабрь средняя месячная солёность была ниже нормы. Наибольшие отрицательные отклонения отмечались в июне-июле и составили 0,40‰. В июне центральная часть Невской губы почти постоянно была заполнена распресненными водами с солёностью 0,07‰, изредка 0,08‰. В северном и южном курортных районах солёность на поверхности была от 0,88 до 0,32‰ соответственно, у дна - от 2,09‰ до 2,26‰ у южного побережья. К створам КЗС солоноватые воды практически не подошли. В июле солёность практически не изменилась, по-прежнему водоем был занят распресненными водами. Незначительное повышение солёности до 0,20‰ отмечено у южного створа дамбы и на северном фарватере. На поверхности солёность составила 0,16‰, у дна - 0,15 ‰. Самый сильный подток солоноватых вод наблюдался в августе в районе Ворот губы в морском канале, когда в среднем слое воды солёность составила 1,14‰, у дна - 3,59‰. Влияние солоноватых вод у дна в некоторых случаях отражалось на гидрохимических характеристиках. Во время гидролого-гидрохимической съёмки 22-23 декабря на акватории у южного створа сооружений солёность на поверхности и в придонном слое колебалась от 0,69‰ до 0,72‰. У северного берега восточной части Финского залива (МГ-2 Озерки) средняя годовая солёность составила 1,84‰ и была на 0,73‰ меньше, чем в среднем за период 1965-2005 гг. Средняя месячная солёность колебалась в пределах 0,83-2,60‰. С февраля по апрель она была на 0,18-0,98‰ выше нормы. У южного берега восточной части Финского залива (МГ-2 Шепелево) средняя годовая солёность составила 3,18‰. В течение года средняя месячная солёность изменялась в пределах 2,54-3,84‰.

Водородный показатель (рН). В 2008 г. наибольшие колебания рН были отмечены в июле, диапазон значений на поверхности варьировал от 6,16 до 8,22 (норма 6,5-8,5). Наименьшее значение рН было отмечено на поверхности в районе Морского канала. В другие месяцы содержание водородного показателя в воде было в пределах нормы. По величине водородного показателя воды центральной части Невской губы по результатам многолетних наблюдений (2004-2008 гг.) можно охарактеризовать как слабощелочные.

Щёлочность. Диапазон значений щёлочности в водах центральной части Невской губы на поверхности варьировал от 0,513 мг·э/л до 0,712 мг·э/л, а у дна - от 0,505 мг·э/л до 0,658 мг·э/л. Максимальное значение (1,168 мг·э/л) зафиксировано в сентябре. Среднегодовое значение щёлочности на поверхности (0,584 мг·э/л) и у дна (0,579 мг·э/л) занимает максимальное положения в ряду многолетних данных 2004-2008 гг.

Минеральный фосфор в водах центральной части Невской губы в 2008 г. был ниже предела обнаружения (0,005 мг/л) в 12% из 232 обработанных проб. Средняя за месяц концентрация фосфатов в толще вод губы достигала 0,036 мг/л, а максимальная зафиксированная величина составила 0,099 мг/л в феврале. В другие месяцы в поверхностном слое воды диапазон средних за месяц значений минерального фосфора составлял 0,010-0,034 мг/л. Среднегодовая концентрация в 2008 г. составила 0,014 мг/л. Средняя за месяц концентрация общего фосфора в поверхностных водах губы изменялась от 0,012 мг/л до 0,035 мг/л, а у дна от 0,014 мг/л до 0,040 мг/л. В течение года наибольшая средняя концентрация общего фосфора была отмечена в феврале и на поверхности, и у дна. Разовая концентрация общего фосфора достигала 0,120 мг/л и была зафиксирована у дна в августе. Средняя за год концентрация общего фосфора составила 0,018 мг/л.

В 2008 г. концентрация нитритного азота была ниже предела обнаружения (0,0025 мг/л) в 37% проб. Его содержание за период наблюдений изменялось от 0,0026 до 0,0337 мг/л (1,7 ПДК, начало июня) в столбе воды. В феврале (в 17 % проб), первой декаде июня (11 % проб) и в августе (6% проб) были отмечены случаи превышения ПДК (0,020 мг/л). За весь период наблюдений значения нитритного азота у дна были выше, чем на поверхности. Средняя за год концентрация в открытой части Невской губы в 2008 г. составила 0,005 мг/л - самое низкое значение в многолетнем ряду наблюдений 2004-2008 гг.

В течение 2008 г. концентрация нитратного азота в водах Невской губы не превышала допустимую норму. В периоды с начала июня по октябрь средняя за месяц концентрация составляла 0,171-0,293 мг/л (поверхность), 0,176-0,314 мг/л (дно). Максимальная концентрация (0,720 мг/л, 0,8 ПДК) отмечена в феврале у поверхности. Среднее за год содержание составило 0,286 мг/л. Это значение является максимальным в период 2004-2008 гг., диапазон средних значений составлял 0,224-0,279 мг/л.

Наибольшая средняя за месяц концентрация аммонийного азота наблюдалась в феврале и составила 0,186 мг/л на поверхности и 0,233 мг/л у дна. В остальное время с начала июня по октябрь средние значения изменялись от 0,024 мг/л до 0,093 мг/л. Максимальная концентрация отмечена в феврале в придонном слое и достигала 0,420 мг/л (1,1 ПДК). В 0,5% проб концентрация аммонийного азота превысила ПДК в 1,1 раза, а в 13 % проб значения были ниже предела обнаружения (0,015 мг/л). Средняя за год величина в 2008 г. составила 0,080 мг/л и это максимальное значение в 2004-2008 гг. (0,066-0,079 мг/л).

Среднее содержание общего азота в 2008 г. составило 0,720 мг/л; это значение близкое к максимальному за период 2005-2008 гг. (диапазон средних значений - 0,610-0,840 мг/л). В летний период концентрация составляла 0,580-0,810 мг/л у поверхности и 0,580-0,770 мг/л у дна, в октябре содержание общего азота достигало 0,710 мг/л. Максимальная концентрация (1440 мг/л) зафиксирована в поверхностном горизонте в июле.

Средняя концентрация кремния в водах центральной части Невской губы изменялась от 0,109 мг/л до 0,773 мг/л в поверхностном слое; в придонном слое - 0,113-0,756 мг/л. Наибольший уровень содержания кремния (0,930 мг/л) был отмечен в феврале. Средняя за год концентрация кремния в открытой части Невской губы в 2008 г. (0,239 мг/л) находится на уровне максимальных значений за период 2004-2008 гг.

В 2008 г. в 24% проб из 208 проанализированных из центральной части Невской губы концентрация БПК₅ превышала норму. Диапазон среднемесячных значений составил 1,20-2,47 мг/л. Максимальная концентрация (4,78 мг/л, 2,4 нормы) была зафиксирована в феврале у поверхности. Сезонная изменчивость БПК₅ связана с изменением температуры и концентрацией кислорода. Среднее за год значение БПК₅ в 2008 г. на поверхности (1,75 мг/л) и у дна (1,66 мг/л) было наименьшим для периода 2004 -2008 гг.

В 2008 г. в поверхностном и придонном слоях воды средняя концентрация растворенного в воде кислорода составила 10,66-10,46 мг/л соответственно. Эти значения были вторыми по величине после минимальных, отмеченных в 2006 г. В феврале средняя величина содержания кислорода в губе составила на поверхности 13,37 мг/л, а у дна 13,30 мг/л. В летний период с начала июня по сентябрь на поверхности диапазон среднемесячных величин составил 9,03-10,69 мг/л, у дна – 8,85-10,65 мг/л. В сентябре отмечалась минимальная концентрация абсолютного содержания кислорода (6,60 мг/л, ПДК = 6 мг/л) и дефицит относительного содержания кислорода (58,2%, нормативная величина - 70%), что связано с подтоком солоноватых вод (3,59‰) в этот период. Пересыщение вод кислородом наблюдалось в апреле, в начале июня, июле и сентябре. Максимальное значение относительного кислорода (114 %) было зафиксировано в начале июня в поверхностном слое. В целом содержание растворенного кислорода в водах соответствовало его многолетнему сезонному ходу.

5.2.2. Загрязнение вод центральной части Невской губы

В 2008 г. содержание **нефтяных углеводородов** в водах Невской губы было незначительным и изменялось в пределах от менее 0,04 мг/л (предел обнаружения) до 0,21 мг/л (4 ПДК, сентябрь у дна). В 90% из 220 проанализированных проб содержание НУ было ниже предела обнаружения использованного метода химического анализа. В 3 пробах концентрация НУ превышала ПДК. По сравнению с 2007 г. их содержание в водах Невской губы увеличилось.

В 32 пробах воды из центральной части Невской губы из 178 проанализированных (18%) содержание **СПАВ** было ниже чувствительности использованного метода химического анализа (9 мкг/л). Средняя за год концентрация СПАВ в столбе воды от поверхности до дна составила 20 мкг/л. Максимальные величины 58 мкг/л и 57 мкг/л (0,6 ПДК) были зарегистрированы в первой декаде июня на поверхности и дна соответственно. По сравнению с 2007 г. загрязненность вод Невской губы СПАВ несколько возросла.

Из 197 отобранных проб воды Невской губы концентрация **фенола** была ниже предела обнаружения используемого метода анализа (0,0005 мг/л) в 190. Из семи случаев с концентрацией выше аналитического нуля максимум содержания фенола составил 1 мкг/л (1 ПДК) и был зарегистрирован в феврале на дне в районе фарватера у Петродворца. По сравнению с предыдущим годом количество случаев выше предела обнаружения возросло.

Металлы. Концентрация свинца, никеля, кадмия, кобальта и хрома в водах центральной части Невской губы по большей части была ниже предела чувствительности использованного метода химического анализа. Концентрация **меди** была ниже предела обнаружения (0,5 мкг/л) в 6% из 221 проб. Диапазон остальных значений составил в поверхностном слое 1,0–9,8 мкг/л (10 ПДК сентябрь), а в придонном - 0,6–12,0 мкг/л (12 ПДК, июль, район Морского канала). В центральной части Невской губы в столбе воды содержание меди выше ПДК было в 93% проб. Наибольшее среднее за месяц значение меди в придонных водах отмечалось в июле (5,9 мкг/л), в поверхностном слое – в августе (4,8 мкг/л), а в конце лета снизились до 2,2 и 2,6 мкг/л соответственно (рис. 5.3).

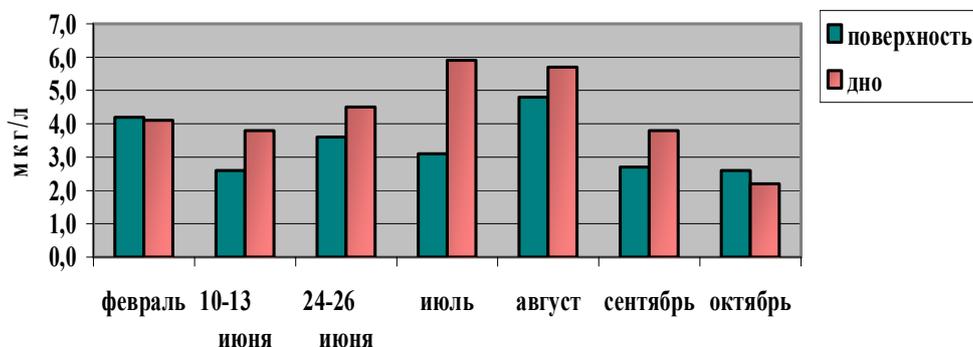


Рис. 5.3. Средняя концентрация меди в поверхностных и придонных водах центральной части Невской губы в 2008 г.

В центральной части Невской губы в столбе воды от поверхности до дна концентрация **цинка** выше 1 ПДК была отмечена в 26% проб из 221. Максимум составил 37 мкг/л (3,7 ПДК) и был зарегистрирован западнее Лисьего Носа в июле у дна и в августе на поверхности в районе Морского канала. Среднемесячное содержание цинка было наибольшим в феврале на поверхности (12,5 мкг/л) и у дна (14,9 мкг/л); также высоким содержание цинка было в придонных водах в июле.

Концентрация **марганца** в 9% проб из 221 была ниже предела обнаружения (1 мкг/л). В этих пробах диапазон значений 1,1-39 мкг/л. Наибольшая средняя за месяц концентрация марганца была в начале летнего сезона (первая декада июня, 9,0 мкг/л у поверхности и 6,0 мкг/л у дна) и в октябре (10,5 и 6,1 мкг/л соответственно). В среднем слое максимальная концентрация 39 мкг/л (3,9 ПДК) была зафиксирована в октябре. В

первой декаде июня на поверхности Морского канала была зафиксирована экстремально высокая величина содержания марганца в воде - 228 мкг/л (22,8 ПДК), которая не вошла в расчет средних характеристик.

В 64% проб из 221 обработанной концентрация **свинца** была ниже предела чувствительности метода определения (2 мкг/л). В 9 пробах она превышала ПДК. Максимальная концентрация (11 мкг/л, 1,8 ПДК) была зарегистрирована в устье Б. Невки в начале июня у дна. Количество проб с концентрацией **никеля** и **кобальта** менее предела обнаружения составило 95%. Остальные значения не превышали 1 ПДК. В 75% проб концентрация **кадмия** была менее предела обнаружения (0,5 мкг/л). Максимальная величина (10,4 мкг/л, 10,4 ПДК), квалифицируемая как экстремально высокое загрязнение (ЭВЗ), была зафиксирована в отобранной в сентябре у дна в Морском канале пробе. Количество проб с концентрацией хрома менее предела обнаружения составило 97%. Остальные значения не превышали 1 ПДК.

5.3. Загрязнение вод курортных районов Невской губы

Концентрация **нефтяных углеводородов** в водах северного курортного района в 6 отобранных в летний период 2008 г. пробах воды была ниже предела обнаружения (0,04 мг/л); а южного курортного района - в 50% случаев из 18 проб. В одной отобранной в первой декаде июня пробе концентрация НУ составила 10 мг/л (2 ПДК). В северном курортном районе в одной пробе из 6 отобранных концентрация **СПАВ** была ниже предела обнаружения (9 мкг/л), диапазон составил 18-35 мкг/л. В южном курортном районе в 3 пробах воды из 17 они не были обнаружены, а разброс значений составил 15-59 мкг/л. Содержание **фенола** в водах южного курортного района в 14 случаях из 18 было ниже предела обнаружения (0,5 мкг/л). Диапазон остальных значений был очень небольшим 0,6-0,8 мкг/л. В северном курортном районе в третьей части пробы фенол не был обнаружен, а максимум составил 0,7 мкг/л в сентябре.

Концентрация **меди** в 6 отобранных пробах воды северного курортного района превышала ПДК (в курортных районах Невской губы используются ПДК для пресных вод суши). Диапазон значений составил 2,9-6,0 мкг/л (6 ПДК), максимум был зафиксирован во второй декаде июня и в августе. В южном курортном районе 94% проб из 18 отобранных концентрация меди была выше ПДК. Размах значений составил 2,0–6,6 мкг/л. Максимум зафиксирован во второй декаде июня у Петродворца, вторая по величине концентрация (6,5 мкг/л) - в августе у Ломоносова.

В 2008 г. концентрация **цинка** в северном курортном районе изменялась в пределах 4,6 – 7,7 мкг/л (предел обнаружения – 1 мкг/л). Наибольшая величина была зафиксирована в августе; позднее они уменьшились и составили 4,6-4,7 мкг/л соответственно. В южном курортном районе в 28% проб из 18 концентрация цинка превысила ПДК. В первой декаде июня содержание цинка на всех станциях района были наименьшими по отношению к другим месяцам. Максимум (20 мкг/л, 2 ПДК) был зафиксирован в августе, а затем в сентябре и октябре на всех станциях значения понизились (рис. 5.4).

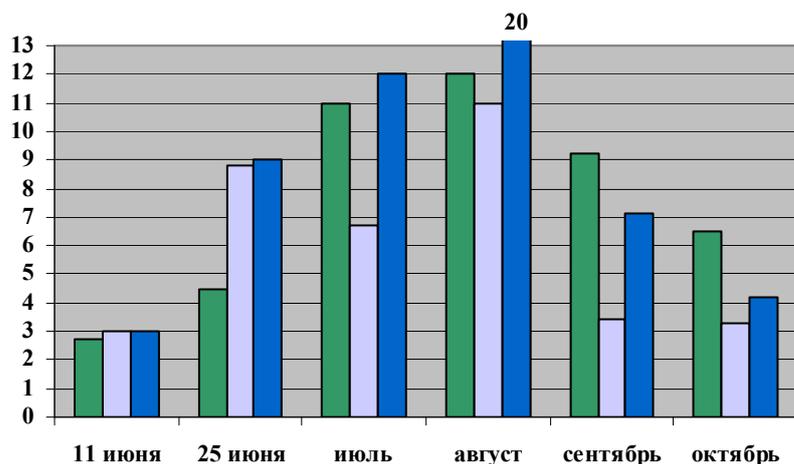


Рис. 5.4. Динамика концентрации цинка (мкг/л) в южном курортном районе Невской губы в 2008 г.

В 2008 г. в северном курортном районе содержание в воде **марганца** было незначительным, диапазон значений составил 1,0-8,2 мкг/л, максимум был зафиксирован в августе. В южном районе концентрация марганца превышала предел обнаружения (1 мкг/л) в 89% проб и изменялась в пределах 1,3-7,1 мкг/л с максимумом в первой декаде июня. Концентрация кобальта в водах курортных районов в 2008 г. была ниже предела обнаружения в 100% проб; общего хрома – в 89-100%; кадмия – в 78-100%; никеля и свинца – в 67-72%.

5.4. Загрязнение вод Морского торгового порта (МТП)

Содержание **нефтяных углеводородов** в водах акватории порта в 2008 г. изменялось от значений ниже предела обнаружения (0,04 мг/л, 54% проб) до 0,10 мг/л (2 ПДК, начало июня). Повторяемость Концентрация НУ выше 1 ПДК отмечена в 19% проб; в 2007 г. было 10 %. В поверхностном слое вод среднегодовое значение было менее 0,04 мг/л; в придонном слое составило 0,04 мг/л, максимальная концентрация (0,14 мг/л, 2,8 ПДК) была зарегистрирована в марте и начале июня. Концентрация **СПАВ** в поверхностных водах порта изменялась от величин, находящихся ниже предела обнаружения (9 мкг/л) до 47 мкг/л, в придонном слое - до 48 мкг/л. Из 20 отобранных в порту проб воды лишь в пяти концентрация **фенола** превышала предел обнаружения 0,5 мкг/л. Максимум (0,8 мкг/л) была отмечен в апреле у дна. Содержание фенола по количеству значений выше предела обнаружения в 2008 г. возросло по сравнению с 2007 г.

В 2008 г. в ходе ежемесячного отбора проб на акватории Морского торгового порта было отобрано 24 пробы воды, и только в одной концентрации **меди** была ниже ПДК (учитывая пресноводный характер вод акватории МТП использовались значения ПДК поверхностных вод суши). Среднее за год значение составило 4,1 мкг/л. Диапазон значений варьировал от 2,4 до 4,9 мкг/л у поверхности и от 3,2 до 7 мкг/л у дна (июль, август). За весь период наблюдений концентрация меди на поверхности были ниже, чем у дна. Средняя концентрация меди в летний сезон (поверхность – 3,7 мкг/л, дно – 6,8 мкг/л) была выше, чем в другие сезоны (рис. 5.5). В целом загрязнение медью вод порта было повышенным.

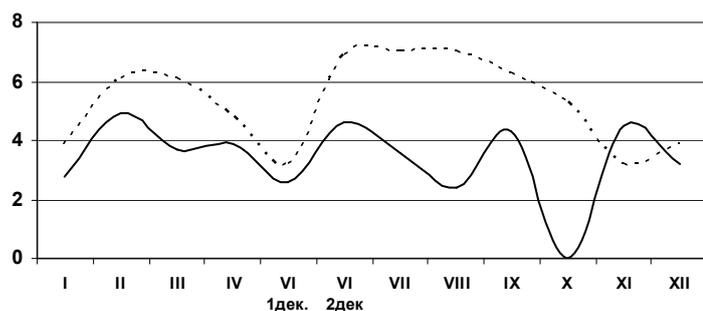


Рис. 5.5. Годовое распределение меди (мкг/л) в водах Морского торгового порта в 2008 г. (непрерывная линия - поверхность, точечная - дно).

Концентрация **цинка** в водах порта только однажды в феврале на поверхности была менее предела обнаружения (2 мкг/л). Разброс значений составил 3,4–10 мкг/л на поверхности и 2,4–19 мкг/л у дна (28 апреля). Количество проб с содержанием цинка больше ПДК составило 29% (табл. 5.1). Среднее за год значение составило 9,3 мкг/л. В весенний период средняя концентрация цинка на поверхности составила 8,2 мкг/л, у дна - 17 мкг/л (1,7 ПДК). В летний период значения были немного ниже - 7,3 мкг/л на поверхности и 12,9 мкг/л у дна. Зимой в водах МТП концентрация цинка составила 6,4–8,2 мкг/л на поверхности и у дна соответственно. Значения 2008 г. были в ряду самых низких за последние годы.

Таблица 5.1.

Концентрация цинка (мкг/л) в водах Морского торгового порта в 2008 г.

	весна		лето		осень		зима		среднее за год	
	пов	дно	пов	дно	пов	дно	пов	дно	пов	дно
кол-во проб	2	2	4	4	2	2	4	4	12	12
диапазон	7,7-8,6	15-19	5,3-9,9	8,4-17	3,4-9,2	5,4-11	<1-10	2,4-13	<1-10	2,4-19
средние	8,2	17	7,3	12,9	6,3	8,2	6,4	8,2	7,1	11,6
кол-во конц. выше ПДК		2		3		1		1		

В 2008 г. в водах порта только в одной пробе концентрация **марганца** была ниже предела обнаружения (1 мкг/л); в остальных пробах диапазон значений составил 1,5–100 мкг/л, среднее за год значение составило 7,1 мкг/л. Выше ПДК содержание марганца было в 8% проб. В период с января по ноябрь концентрация марганца изменялась незначительно с небольшим повышением в июле, сентябре и октябре - 8,1; 5,5 и 7,5 мкг/л соответственно. В декабре уровень был максимальным и составил 21 мкг/л (2,1 ПДК) на поверхности и 100 мкг/л (10 ПДК) у дна. Концентрация **свинца** была ниже предела чувствительности метода определения (2 мкг/л) в 58% случаев. Диапазон значений составил 2,5–6,0 мкг/л; максимум зарегистрирован в сентябре на поверхности. Концентрация **никеля** была ниже предела обнаружения (2 мкг/л) в 63% проб; диапазон составил 2,1–13,0 мкг/л (1,3 ПДК), а наибольшие величины зарегистрированы в декабре. **Кадмий** не был обнаружен в 63% проб (предел обнаружения 0,5 мкг/л). Значения варьировали от 0,52 мкг/л до 1,1 мкг/л (1,1 ПДК), максимум отмечен в поверхностных водах в июне. Только в двух пробах из 24 концентрация общего хрома (9,5 и 11 мкг/л) была выше предела чувствительности метода химического анализа (2 мкг/л).

5.5. Загрязнение вод восточной части Финского залива

На большинстве станций в различных районах восточной части Финского залива в 2008 г. содержание **нефтяных углеводородов** было ниже предела чувствительности

метода определения (0,04 мг/л), а максимум 0,06 мг/л (1,2 ПДК) был зафиксирован в мелководном районе у дна. Всего в этом районе из 14 проб в 86% значения ниже предела обнаружения, в глубоководном районе 14 проб, 93%; в Лужской губе – 5 проб, 100% и в Копорской губе – 5 проб, 80%. Концентрация **СПАВ** в мелководном районе превышала предел обнаружения (9 мкг/л) во всех 12 отобранных пробах, диапазон изменений 15-68 мкг/л; в глубоководном районе в двух пробах из 11 содержание СПАВ составило 15 и 26 мкг/л; в Лужской губе в трех пробах из четырех они составили 15-35 мкг/л, а в Копорской губе не были обнаружены в 4 пробах. В 26 пробах из 30 концентрация **фенола** была ниже чувствительности метода определения. Выявленные значения во всех районах восточной части залива составили 0,5-0,9 мкг/л. Во всех исследованных пробах воды содержание хлорорганических **пестицидов** (ДДТ и его метаболитов ДДЭ, ДДД, а также α -ГХЦГ и γ -ГХЦГ) было ниже использованного метода их аналитического определения.

Металлы. В 2008 г. в **курортном районе** мелководной зоны восточной части Финского залива в семи пробах воды из 12 отобранных концентрация **меди** была выше ПДК. Диапазон значений составил 0,9–19,0 мкг/л (4 ПДК, используется норматив для морских вод); максимальная концентрация зафиксирована в октябре. Концентрация **цинка** была выше предела обнаружения (1 мкг/л) во всех пробах. Диапазон значений составил 2,6-11 мкг/л (июнь-июль). Из 12 отобранных проб только в одной содержание **марганца** было ниже предела обнаружения (1 мкг/л); диапазон изменений 1,7–15 мкг/л. Максимум был зафиксирован в августе в районе Сестрорецка. В районе Зеленогорска концентрация марганца составила в первой декаде июня 11 мкг/л, в августе - 10 мкг/л. Концентрация кобальта и хрома не превышала предел обнаружения в 100% проб, кадмия – в 83%, свинца и никеля – в 58%.

В **мелководном районе** восточной части Финского залива в шести пробах воды из 13 содержание **меди** превышало 1 ПДК. Концентрация в толще воды изменялась от 4,0 до 10,5 мкг/л (2,1 ПДК). В целом содержание меди у дна было выше, чем на поверхности. В южной части мелководного района значения на поверхности и у дна были на одном уровне 4 мкг/л. Содержание **свинца** в 6 пробах из 13, отобранных из поверхностного и придонного слоев, было выше ПДК. Максимальная концентрация на поверхности составила 11,6 мкг/л (1,2 ПДК), у дна - 17,5 мкг/л (1,8 ПДК). В северной части содержание свинца на поверхности (5,9-11 мкг/л) было ниже, чем у дна (7,8-17,5 мкг/л); в южной части различие было незначительным. Содержание **марганца** составило в поверхностном слое вод 1,0-15 мкг/л, а у дна – 1,2-10 мкг/л. Диапазон концентрации **цинка** на поверхности составил 7,9-18 мкг/л, у дна – 7,5-14 мкг/л. Содержание общего хрома, кобальта и кадмия в водах восточной части Финского залива в 2008 г. было незначительным. Их концентрация была ниже предела обнаружения в 77% проб, никеля – в 62%.

В **глубоководном районе** восточной части Финского залива процент проб с концентрацией **меди** выше ПДК составил 82%. В поверхностном горизонте содержание металла варьировало от 4,9 мкг/л до 2,3 ПДК (на севере района). В придонном слое ПДК была превышена во всех пробах. В центральной части наибольшая концентрация составила на поверхности 9,6 мкг/л (1,9 ПДК), у дна - 7,5 мкг/л (1,5 ПДК). Распределение **цинка** на продольном разрезе характеризовалось увеличением значений в поверхностном и придонном горизонтах по направлению на запад - от 5,7 мкг/л до 17 мкг/л, у дна - от 12 мкг/л до 27 мкг/л. В северной части различие концентраций на поверхности и у дна было незначительным - 8,4–8,7 мкг/л соответственно. В распределении **свинца** на продольном разрезе отмечена противоположная тенденция - уменьшение значений с востока на запад в поверхностном слое от 12,7 мкг/л (1,3 ПДК) до 2,6 мкг/л; в придонном слое - от 12,4 мкг/л (1,2 ПДК) до 7,9 мкг/л. В северной части различие концентрации свинца на поверхности и у дна было незначительным (9,0 и 8,7 мкг/л соответственно). Содержание **марганца** в 4 пробах из 10 была ниже предела обнаружения (1 мкг/л). Диапазон значений на поверхности варьировал от 4,9 мкг/л до 7,4 мкг/л; у дна 2,3-13,0 мкг/л. Концентрация

хрома изменялась в поверхностном слое от менее 2 мкг/л до 3,8 мкг/л; у дна 2,5–4,3 мкг/л. У дна содержание хрома обычно было выше. В августе 2008 г. концентрация кадмия была ниже предела обнаружения в 64% из 11 отобранных проб воды, кобальта и никеля – в 40%.

В **Копорской губе** концентрация **меди** превышала ПДК в трёх пробах воды из четырёх. На поверхности наибольшее значение составило 10,2 мкг/л (2,3 ПДК). В глубоководной части губы концентрация на поверхности и у дна была почти на одном уровне и превышала ПДК в 1,4 раза. В Лужской губе концентрация меди изменялась от 2,9 мкг/л до 10,4 мкг/л (2,1 ПДК). В Копорской и Лужской губах концентрация **свинца** не превышала ПДК и была относительно низкой, причём в мелководной части была ниже, чем в глубоководной. Содержание **цинка** в обеих губах было повышенным в мелководной части: в Копорской губе в придонном горизонте составила 11 мкг/л, а в Лужской губе - 16 мкг/л. Концентрация **кобальта** в обоих районах была на уровне предела обнаружения - 2 мкг/л. Диапазон значений **никеля** в мелководной части Копорской губы в толще воды составил 2,0-4,2 мкг/л, в глубоководной части концентрация была на уровне предела обнаружения (2 мкг/л). В Лужской губе концентрация в толще воды в глубоководной части была незначительно выше, чем в Копорской губе. В Копорской и Лужской губах в 6 пробах из 8 концентрация **кадмия** была ниже предела обнаружения (2 мкг/л).

5.6. Заключение

Анализ загрязнения вод Невской губы и восточной части Финского залива в 2008 г. органическими веществами (нефтяные углеводороды, фенолы и СПАВ) и тяжелыми металлами (медь, цинк, марганец, свинец, никель, кадмий, кобальт и хром) по данным Северо-Западного УГМС свидетельствует о преобладании высоких концентраций тяжелых металлов, преимущественно медь, цинк, марганец, свинец и кадмий. В восточной части Финского залива 6 съёмки в курортном районе мелководной зоны и одноразовая экспедиция в августе 2008 г. в других районах показали доминирование высоких уровней загрязнения вод тяжелыми металлами (как и в Невской губе) по сравнению органическими ЗВ (НУ, фенолы, СПАВ и хлорорганические пестициды). По величине ИЗВ воды восточной части Финского залива в 2008 г. характеризуются как «умеренно загрязненные» (III класс), (табл. 5.2).

Таблица 5.2.

Оценка качества вод Невской губы и восточной части Финского залива в 2007-2008 гг. (данные Северо-Западного УГМС).

Район	2007 г.		2008 г.		Характеристика качества вод
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
Невская губа					
Центральная часть	1,83	III	1,40	III	«умеренно загрязненная»
Северный курортный район	2,29	III	1,82	III	«умеренно загрязненная»
Южный курортный район	1,47	III	1,36	III	«умеренно загрязненная»
МТП СПб	2,06	III	1,66	III	«умеренно загрязненная»
Восточная часть Финского залива					
Курортный район	0,78	III	0,90	III	«умеренно загрязненная»

5.7. Порты Лужской губы

5.7.1. Гидрохимические показатели вод портов Лужской губы

В период с апреля по август 2008 г. Северо-Западный филиал ГУ «НПО «Гайфун» выполнил обследование морских вод и донных отложений в восточной части Финского залива в районе Лужской губы на подходных фарватерах к портам Усть-Луга и Новая Гавань–Ручьи. В лабораторных условиях в пробах были определены основные гидрохимические показатели и концентрация загрязняющих веществ: ТМ, суммарного содержания НУ, ЛАУ, ПАУ, ХОС, включая ПХБ, фенолов и индивидуальных алкилфенолов, нитрофенолов и СПАВ.

Значения водородного показателя **pH** изменялись в пределах 6,63-8,51 ед. pH (среднее – 7,95) в поверхностном слое и 6,73-8,41 ед. pH (7,78) в придонном слое. Минимальное значение pH было зафиксировано в апреле, максимальное – в июне. Значения окислительно-восстановительного потенциала **Eh** изменялись от 99 до 221 мВ (среднее – 156 мВ) на поверхности и от 102 до 214 мВ (160 мВ) на дне. Минимальная величина Eh была зафиксирована в июне, максимальная – в апреле. Значения общей **щелочности** для поверхностного слоя вод обследованной акватории изменялись от 1,12 до 2,82 мг-экв/л (среднее – 1,89 мг-экв/л), а для придонного горизонта – 1,15-2,78 мг-экв/л (1,90). Минимальные значения были характерны для апреля, максимальные – для августа. Концентрация растворенного **кислорода** в поверхностном слое изменялась в пределах 7,35-12,44 мг/л (среднее – 8,74 мг/л), в придонном слое – 6,40-12,85 мг/л (8,52). Минимальное содержание растворенного кислорода в воде было зафиксировано в июне, максимальное – в апреле. Значения биохимического потребления кислорода (**БПК₅**) в поверхностном слое изменялись в пределах от 0,48 до 2,65 мг/л (среднее – 1,43 мг/л), на придонном горизонте – 0,38-2,69 мг/л (1,33). Минимальные значения БПК₅ как на поверхности, так и у дна, были характерны преимущественно для апреля, максимальные – для августа. В конце лета величина БПК₅ в поверхностном слое максимум достигал 1,3 ПДК, а превышение нормы зафиксировано в 19% проанализированных проб; в придонном слое уровень также составил 1,3 ПДК, 11%.

Концентрация аммонийного **азота** на поверхности изменялась в пределах 10-1240 мкг/л (3,3 ПДК, превышение нормы в 14% проанализированных проб, среднее – 180 мкг/л), придонном слое – 10,0-1080 мкг/л (2,8 ПДК, 12,8%, среднее – 178 мкг/л). Минимальная концентрация аммонийного азота была зафиксирована в июне, максимальная – в апреле. Содержание нитритного азота в поверхностном горизонте изменялось от величин, находящихся ниже предела обнаружения (<0,5 мкг/л) до 19,0 мкг/л (среднее – 9,0 мкг/л), в придонном горизонте – от <0,5 мкг/л до 33,0 мкг/л (среднее – 13,0 мкг/л). Минимальная концентрация нитритного азота на поверхности была зафиксирована в августе, максимальная – в июне; в придонном слое вод – в июне и августе, соответственно. Содержание нитратного азота в поверхностном горизонте изменялось от 14,0 мкг/л до 1650 мкг/л (среднее – 155 мкг/л), в придонном горизонте – 16,0-1710 мкг/л (154 мкг/л). Минимальная концентрация нитратного азота была зафиксирована в августе, максимальная – в июне. Концентрация общего азота на поверхностном горизонте изменялась в пределах 190-3130 мкг/л (среднее – 640 мкг/л), в придонном – 220-2970 мкг/л (680 мкг/л). Минимум отмечен в августе, максимум – в апреле.

Концентрация общего **фосфора** на поверхностном горизонте изменялась от 18,0 до 110 мкг/л (среднее – 46,0 мкг/л); в придонном слое – 21,0-193 мкг/л (58,0). Минимум общего фосфора в поверхностном слое был зафиксирован в июне, максимум – в августе; в придонных водах – в апреле и августе, соответственно. Содержание минерального фосфора на поверхности вод изменялось от 2,0 до 74,0 мкг/л (среднее – 19,0 мкг/л), в придонном горизонте – 3,0-83,0 мкг/л (28,0). Минимум зафиксирован в июне, максимум – в августе.

Содержание **кремния** в поверхностном слое изменялось в пределах 50,0-1430 мкг/л (среднее – 230 мкг/л), в придонном – 42,0-1330 (290). Минимальная концентрация кремния была зафиксирована в июне, максимальная – в апреле. Содержание **взвеси** в поверхностном слое изменялось в пределах 1,13-48,76 мг/л (среднее – 7,90 мг/л), в

придонном слое – 2,77-55,00 мг/л (9,83). Минимальное количество ВВ в водах района было зафиксировано в июне, а максимальное – в апреле.

В целом, полученные в весенний и летний период 2008 г. результаты полевых и лабораторных исследований гидрохимических параметров и биогенных соединений на участках дноуглубления фарватеров в Лужской губе соответствуют многолетней динамике основных гидрохимических характеристик вод прибрежной акватории восточной части Финского залива.

5.7.2. Загрязнение вод портов Лужской губы

Уровень содержания растворенных и эмульгированных нефтяных углеводородов (НУ) на поверхности вод изменялся в пределах от 11,0 до 230 мкг/л (4,6 ПДК, среднее значение 49,0 мг/л), у дна – 10,0-162 мкг/л (3,2 ПДК, 43,0 мг/л). Минимум на обоих горизонтах был зафиксирован в августе, максимум – в апреле.

Из 16 приоритетных соединений группы ПАУ содержание дибенз(ah)антрацена находилось ниже предела обнаружения используемого метода анализа. Частота обнаружения значимых количеств других соединений этой группы составляла: для нафталина 96-98%; для бенз(b)флуорантена+перилена 32-37%; в пределах 36-82% – для фенантрена, антрацена, флуорантена, бенз(k)флуорантена; в пределах 2-21% – для аценафтилена, флуорена, пирена, аценафтена, бенз(a)антрацена, хризена, бенз(a)пирена, индено(123cd)пирена и бенз(ghi)перилена. Суммарное содержание идентифицированных соединений группы ПАУ изменялось в поверхностном слое в пределах от 5,17 до 107,60 нг/л (среднее – 21,72 нг/л), в придонном слое – 2,98-87,70 нг/л (20,08 нг/л). Минимальная концентрация ПАУ в воде зафиксирована в июне, максимальная – в апреле.

Из 23 анализируемых хлорорганических соединений (ХОС) в водах контролируемой акватории регулярно фиксировались хлорбензолы, пестициды групп ГХЦГ и ДДТ, а также полихлорированные бифенилы (ПХБ). Как на поверхности вод, так и в придонных водах уровни содержания гептахлорэпоксида, транс-хлордана, цис-хлордана, цис-нонахлора, транс-нонахлора, фотомирекса, мирекса и 2,4 ДДД были ниже пределов обнаружения применяемого метода анализа. Содержание гептахлора и 4,4 ДДД исключительно в придонном слое также было ниже предела обнаружения. Частота обнаружения значимых количеств ХОС для соединений групп ГХЦГ, ДДТ и хлорбензолов составляла 100%. Максимальная концентрация пестицидов группы ГХЦГ (0,58 нг/л) и группы ДДТ (1,31 нг/л) была обнаружена в поверхностном слое в августе; суммы хлорбензолов (0,44 нг/л) – в придонном слое в апреле.

Из 15 анализируемых индивидуальных ПХБ регулярно фиксировались конгенеры: #28, #31, #52, #99, #101, #105, #118, #138 и #153. Частота обнаружения значимых количеств соединений группы ПХБ составляла 13-96%. Максимальное значение суммы конгенов ПХБ достигало 3,66 нг/л и было отмечено в апреле на поверхности.

Среднее значение содержания хлорорганических соединений в водах контролируемой акватории за период наблюдения составляло в поверхностном и придонном слоях соответственно: группа ГХЦГ – 0,53 и 0,18 нг/л; группа ДДТ – 0,70 и 0,26 нг/л; ПХБ – 0,86 и 0,66 нг/л; сумма хлорбензолов – 0,08 и 0,05 нг/л.

Из соединений группы фенолов (алкил-, нитро- и хлорфенолы) в превышающих уровень чувствительности метода анализа концентрациях был обнаружен только фенол, частота обнаружения которого составила 12%. Среднее содержание фенола для контролируемой акватории за период наблюдений находилось практически на уровне предела обнаружения (около 0,5 мкг/л).

Концентрация тяжелых металлов не превышала ПДК в поверхностных и придонных водах района, за исключением меди - в апреле у поверхности было отмечено превышение ПДК в 9% проб до величины 2,86 ПДК, а у дна - 13% наблюдений до величины 2,56 ПДК (табл. 5.3).

Таблица 5.3.

Концентрация тяжелых металлов (мкг/л) в водах Лужской губы в весенне-летний период 2008 г.

Металл	Минимум		Максимум		Средняя	
	Поверхн.	Дно	Поверхн.	Дно	Поверхн.	Дно
Марганец	<0,05	0,04	0,21	0,87	0,13	0,23
Цинк	0,30	0,94	11,40	12,10	3,48	3,93
Медь	0,80	1,30	14,30	12,80	2,96	3,37
Никель	0,50	0,36	3,00	4,70	1,01	1,39
Свинец	0,05	0,06	1,90	1,60	0,52	0,55
Кадмий	0,01	0,01	0,74	0,41	0,06	0,08
Хром	<0,3	<0,02	<0,3	0,04		<0,02
Ртуть	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05		
Мышьяк	<0,1	<0,5	0,10	<0,5	<0,1	

Расчеты ИЗВ для обследованной акватории выполнялись с использованием значений концентрации растворенного кислорода, БПК₅, суммарного содержания нефтяных углеводородов и нитритного азота. Полученное значение индекса ИЗВ, в целом за весь период наблюдений апрель–август 2008 г. равнялось 1,06 для поверхностного слоя воды и 0,98 для придонного слоя вод, составляя в среднем для всей толщи воды 1,02. В соответствии с принятой классификацией морских вод по индексу ИЗВ воды района характеризуются как «умеренно загрязненные» (III класс). В целом уровни содержания загрязняющих веществ в водах Лужской губы на участке фарватеров к портам Усть-Луга и Новая Гавань–Ручьи являются типичными для районов восточной части Финского залива, подверженных техногенному воздействию и приближенных к крупным портовым комплексам.

5.7.3. Загрязнение донных отложений Лужской губы

Содержание **НУ** в донных отложениях изменялось в пределах от 5,7 до 183,0 мкг/г (3,7 ДК); средняя величина составила 48,8 мг/кг. Превышение допустимого уровня концентрации нефтяных углеводородов в донных отложениях наблюдалось в 30% проб.

В донных отложениях района работ в значимых количествах были идентифицированы все 16 приоритетных соединений группы **ПАУ**. Частота обнаружения отдельных соединений ПАУ составляла: нафталин 96%, аценафтилен 9%, флуорен 22%, аценафтен 11%, фенантрен 74%, антрацен 13%, флуорантен 48%, пирен 13%, бенз(а)антрацен 15%, хризен 13%, бенз(б)флуорантен 78%, бенз(к)флуорантен 72%, бенз(а)пирен 22%, дибенз(аh)антрацен 20%, индено(123cd)пирен 9% и бенз(ghi)перилен 11%. Уровень суммарного содержания соединений группы ПАУ изменялся от 5,40 до 173,40 нг/г (0,2 ДК); средняя величина суммы ПАУ для донных отложений всей контролируемой акватории составляла 25,9 нг/г.

Из 23 **хлорорганических** соединений с различной частотой обнаружения (от 2% до 93%) были идентифицированы 12 соединений. Максимальные значения уровня содержания суммы ГХЦГ, суммы ДДТ и суммы хлорбензолов достигали соответственно 0,10, 2,10 (0,84 ДК) и 0,63 нг/г. Средние значения содержания этих групп ХОС для района работ в целом составляли соответственно 0,01, 0,58 и 0,13 нг/г.

Из 15 анализируемых индивидуальных **ПХБ** фиксировались все конгенеры с частотой обнаружения от 9% до 91%. Среднее значение содержания суммы ПХБ в донных отложениях контролируемой акватории составляло 1,88 нг/г, максимальное – 11,94 нг/г.

Максимальный уровень содержания ТМ в донных отложениях, превышающий ДК, наблюдался для меди (1,1 ДК) и кадмия (19 ДК), (табл. 5.4). Превышение ДК для группы тяжелых металлов в донных отложениях обследованной акватории было обнаружено для меди в 2,2% проб и для кадмия в 19,6% проб

Таблица 5.4.

Концентрация тяжелых металлов (мкг/г) в донных отложениях Лужской губы в весенне-летний период 2008 г.

Металл	Минимум	Максимум	Средняя
Цинк	4,60	88,13 (0,6 ДК)	32,27
Медь	1,00	37,60 (1,1 ДК)	12,06
Никель	0,50	17,30 (0,5 ДК)	5,42
Свинец	1,00	24,00 (0,3 ДК)	8,75
Кадмий	0,01	15,20 (19 ДК)	0,89
Хром	0,60	26,50 (0,3 ДК)	7,44
Ртуть	<0,05	0,06 (0,2 ДК)	<0,05
Мышьяк	0,22	4,10 (0,1 ДК)	1,35

Таким образом, наибольшее загрязнение донных отложений в районе связано с превышением уровня допустимой концентрации нефтяными углеводородами, медью и кадмием. Концентрация других металлов, полиароматических углеводородов и хлорорганических соединений в донных отложениях Лужской губы в восточной части Финского залива характеризуется значениями близкими к региональному фону для прибрежных морских акваторий, подвергающихся воздействию береговых промышленных объектов.