

Интернет-бюллетень  
**Загрязнение акватории и районов морских портов  
Российской Федерации в 2019 г.**

**А. ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМЫ НАБЛЮДЕНИЙ**

Настоящий бюллетень подготовлен на основе данных наблюдения за состоянием морских вод и донных отложений в прибрежных районах морей России, которые регулярно проводятся на станциях государственной службы наблюдения и контроля загрязнения объектов природной среды (станции ГСН, Положение 2003). Категория и местоположение станций наблюдений могут корректироваться в зависимости от динамики уровня загрязнения морской среды, а также в связи с появлением новых объектов контроля. По полной программе в состав наблюдений обычно входит определение концентрации нефтяных углеводородов (НУ), синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ), фенолов, хлорорганических пестицидов (ХОП), тяжелых металлов (ТМ) и специфических для данного района ЗВ; отдельных показателей морской среды – концентрации растворенного в воде кислорода (O<sub>2</sub>), сероводорода (H<sub>2</sub>S), ионов водорода (pH), щелочности (Alk), нитритного азота (N-NO<sub>2</sub>), нитратного азота (N-NO<sub>3</sub>), аммонийного азота (N-NH<sub>4</sub>), общего азота (N<sub>total</sub>), фосфатного фосфора (P-PO<sub>4</sub>), общего фосфора (P<sub>total</sub>), кремния (Si-SiO<sub>3</sub>), а также элементов гидрометеорологического режима - солености воды (S‰), температуры воды и воздуха (ТОС), скорости и направления течений и ветра, прозрачности по диску Секки и цветности воды, концентрации взвешенных веществ и другие параметры. Горизонты отбора проб определяются глубиной на станции: до 10 м - два горизонта (поверхность, дно); до 50 м – три горизонта (поверхность, 10 м, дно); более 50 м - четыре горизонта (поверхность, 10 м, 50 м, дно). При наличии скачка плотности отбор проб проводится и на горизонте скачка. По сокращенной программе в состав работ включено определение приоритетных для акватории загрязняющих веществ и стандартных гидролого-гидрохимических параметров.

Химический анализ проб воды и донных отложений производится в соответствии с методами, изложенными в разработанных в ГОИН руководящих документах: «Руководство по химическому анализу морских вод» (РД 52.10.243-92, 1993) и «Определение загрязняющих веществ в морских донных отложениях и взвеси» (РД 52.10.556-95, 1996). Методические основы проведения химического анализа элементов и соединений в морской среде постоянно обновляются. В последние несколько лет в ФГБУ «ГОИН» был разработан, частично взамен устаревших, и одобрен к применению на сети комплект из 23 РД, включающий в себя методики измерения всех основных гидрохимических показателей морской воды и целого ряда загрязняющих веществ в морской воде и донных отложениях. Обычно уровень загрязненности морских вод и донных отложений характеризуется концентрацией отдельного химического соединения (ингредиента) в принятых для него единицах измерения, а также ее отношением к предельно допустимой концентрации (ПДК) этого загрязнителя в морской воде. ПДК в качестве норматива качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения была установлена приказом министра сельского хозяйства Российской Федерации А.Н. Ткачева от 13 декабря 2016 г., №552: «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения». Так, для нефтяных углеводородов ПДК составляет 0,05 мг/дм<sup>3</sup>.

Обычно в рамках государственной системы мониторинга морской среды основным методом для описания качества вод и сравнения по этому параметру различных акваторий является использование расчетных значений индекса загрязненности вод (ИЗВ), которые позволяют отнести воды исследуемого района к определенному классу чистоты (табл. 1).

Таблица 1. Классы качества вод и значения ИЗВ.

Класс качества вод		Диапазон значений ИЗВ
Очень чистые	I	ИЗВ $\leq$ 0,25
Чистые	II	0,25 < ИЗВ $\leq$ 0,75
Умеренно загрязненные	III	0,75 < ИЗВ $\leq$ 1,25
Загрязненные	IV	1,25 < ИЗВ $\leq$ 1,75
Грязные	V	1,75 < ИЗВ $\leq$ 3,00
Очень грязные	VI	3,00 < ИЗВ $\leq$ 5,00
Чрезвычайно грязные	VII	ИЗВ > 5,00

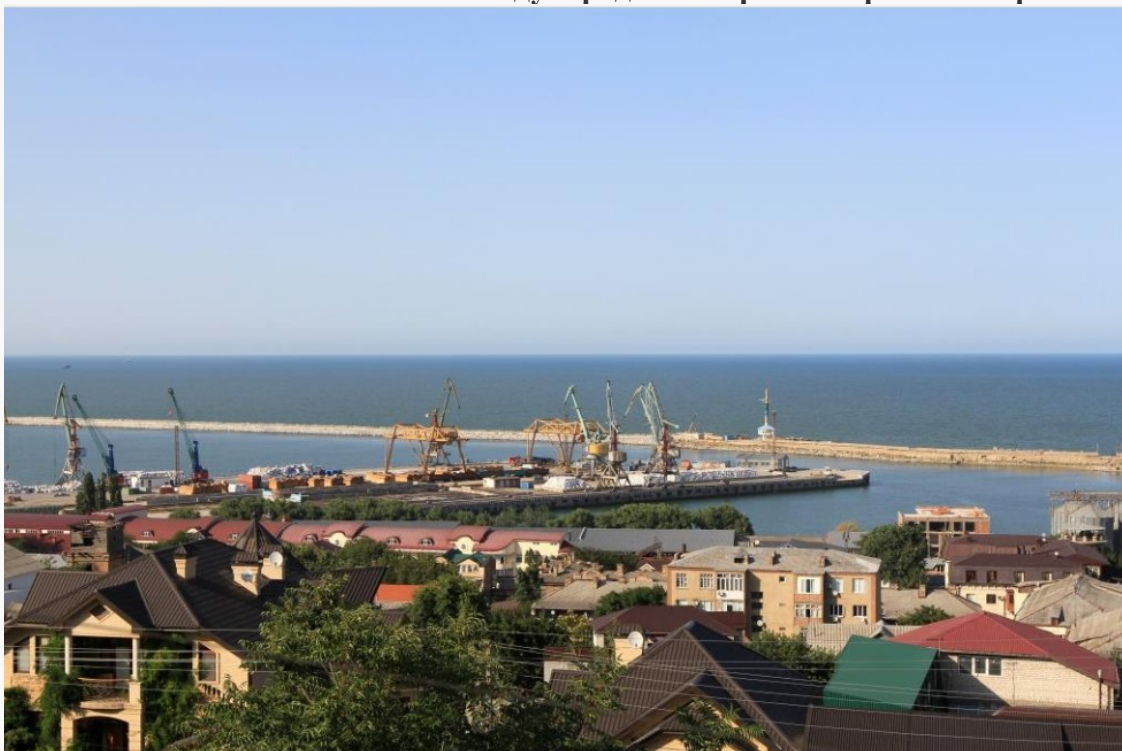
Для морских донных отложений в российских территориальных водах в настоящее время не существует нормативно закрепленных характеристик их качества по уровню концентрации загрязняющих веществ аналогично ПДК в водной толще. Однако существует возможность оценивать степень загрязнения донных отложений в контролируемом районе моря на основе соответствия уровня содержания отдельных ЗВ критериям экологической оценки загрязненности грунтов по принятым в других странах нормативным показателям, например по «голландским листам» (табл. 2). Полученные единицы превышения установленных верхних допустимых границ загрязнения («Допустимая Концентрация», ДК) не являются юридическим нормативным значением ни в европейских странах, ни в Российской Федерации. Эти величины только наглядно представляют, насколько реальное содержание вещества в пробе превышает некий относительно разумный предел. Они могут быть использованы для упрощенной сравнительной характеристики различных участков акватории или для оценки межгодовой изменчивости. Кроме «Голландских листов» существуют и иные системы оценки качества донных отложений в различных странах мира.

Таблица 2. Допустимый уровень концентрации (ДК) загрязняющих веществ в донных отложениях водоемов в соответствии с неофициальными зарубежными нормами (Neue Niederlandische Liste. Altlasten Spektrum 3/95, Warner H., van Dokkum R., 2002).

Загрязняющие вещества	ДК	Загрязняющие вещества	ДК
Кадмий, мкг/г	0,8	Сумма 10 ПАУ, нг/г	1000
Ртуть, мкг/г	0,3	Бенз(а)пирен, нг/г	25
Медь, мкг/г	35	Бензол, нг/г	50
Никель, мкг/г	35	Толуол, нг/г	50
Свинец, мкг/г	85	Ксилол, нг/г	50
Цинк, мкг/г	140	Этилбензол, нг/г	50
Хром, мкг/г	100	Сумма ДДТ, ДДД и ДДЭ, нг/г	2,5
Мышьяк, мкг/г	29	$\gamma$ -ГХЦГ (линдан) ( $\gamma$ -HCH, lindane), нг/г	0,05
Кобальт, мкг/г	20	Сумма 6 ПХБ, нг/г	20
Молибден, мкг/г	10	Хлорбензолы, нг/г	-
Олово, мкг/г	20	Хлорфенолы, нг/г	-
Барий, мкг/г	200	НУ (TPHs), мкг/г	50

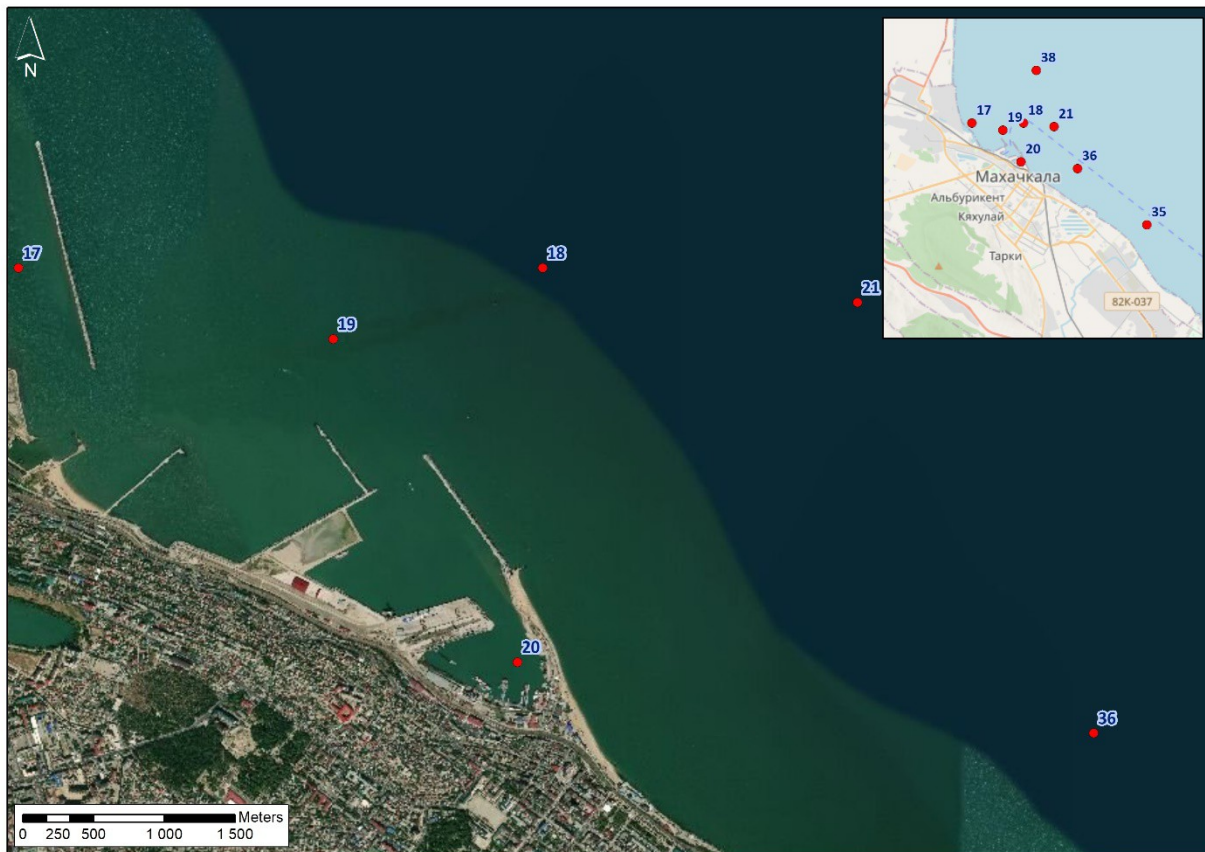
## Б. СОСТОЯНИЕ И ЗАГРЯЗНЕНИЕ АКВАТОРИИ И РАЙОНОВ МОРСКИХ ПОРТОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В 2019 Г.

### 1. Махачкалинский международный морской торговый порт



**Махачкалинский морской торговый пор** — единственный незамерзающий и глубоководный порт России на Каспии. Порт является важным стратегическим связующим звеном транспортной системы Юга России с государствами Средней Азии, Ираном, Закавказьем, другими странами региона. Порт занимается перевозкой и переработкой генеральных, минерально-строительных и наливных грузов, а также паромными и контейнерными перевозками. Навигация в Махачкалинском порту осуществляется круглогодично, морской порт имеет грузовой постоянный многосторонний пункт пропуска через Государственную границу Российской Федерации. Порт принимает суда длиной до 150 метров и с осадками до 4,5 метров. Правила захода судов в порт и выхода судов из порта, оформления захода и выхода определены Общими правилами плавания и стоянки судов в морских портах Российской Федерации и на подходах к ним. Нефтегавань порта – это современный комплекс по переработке нефтепродуктов, оборудованный высокопроизводительными средствами обработки танкеров грузоподъемностью 13 тысяч тонн и осадкой до 6,5 метров. В непосредственной близости к порту расположена и самая крупная на Северном Кавказе нефтебаза емкостью 540 тыс. кубических метров единовременного хранения, которая соединена с магистральным нефтепроводом Баку – Новороссийск пропускной способностью 5 млн. тонн нефти в год. Конфигурация береговой линии в районе Махачкалы, как и в других районах Дагестанского побережья, такова, что берег практически не защищен от влияния ветрового волнения, что способствует интенсивной динамике вод (ветровому перемешиванию и течениям) и пространственной однородности поля концентрации загрязняющих веществ в окрестностях порта.

В порту Махачкала и на подходах к нему расположены 8 станций мониторинга с глубинами от 4 до 14 м (рис. 1.1), которые проводят отбор проб морских вод 4 раза в год. При этом станции 20 и 17 расположены вблизи причалов для сухогрузов и нефтеналивных судов (нефтегавани), соответственно, и, как можно ожидать, в наибольшей степени подвержены влиянию источников загрязнения. Напротив, станция 38 расположена в открытом море и наиболее удалена от источников загрязнения в порту – около 6 км.



**Рисунок 1.1.** Расположение станций мониторинга загрязнения в районе Махачкалинского международного торгового порта

Сравнение средних значений концентрации нефтяных углеводородов (нефтепродуктов) вблизи причалов (станции 20 и 17) с одной стороны и станции 38, с другой за период 2000-2019 гг. показали, что они различаются незначительно, что позволяет оценивать уровень загрязнения порта и прилегающей акватории совместно. Средняя годовая концентрация нефтяных углеводородов в районе порта Махачкала, несмотря на интенсивное судоходство и перевалку нефти, за период 2011-2019 гг. находилась на уровне около 1 ПДК (табл. 1.1), причем отмечалось его статистически значимое снижение от 1,2-1,3 ПДК в 2012-2013 гг. до 0,9 ПДК в 2018-2019 гг.

**Таблица 1.1.** Многолетняя динамика концентрации (единицы ПДК) приоритетных загрязняющих веществ (ЗВ) в порту Махачкала.

ЗВ	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Фенолы	3,1	4,0	-	2,3	2,3	3,4	3,3	2,9	2,9
Нефтяные углеводороды	1,0	1,2	1,4	1,2	0,9	1,0	1,0	0,9	0,9
Азот аммонийный	0,4	0,2	0,5	0,1	0,4	0,5	0,9	0,5	0,7

Концентрация фенолов в порту Махачкалы и прилегающей к ней акватории в 2019 г. составляла в среднем 2,9 ПДК. При этом в 2012 и 2016 гг. этот показатель был значительно более высоким – 4,0 и 3,4, соответственно. Однако на данный момент преждевременно говорить о статистически значимой тенденции на уменьшение средней годовой концентрации фенолов. Следует отметить, что повышенные, по сравнению с ПДК, значения концентрации фенолов характерны для всего Дагестанского побережья, в том числе и акваторий, значительно удаленных от портов и других источников загрязнения. Таким образом, большая часть содержания фенолов в водах порта Махачкалы имеет, вероятнее всего, естественное происхождение.

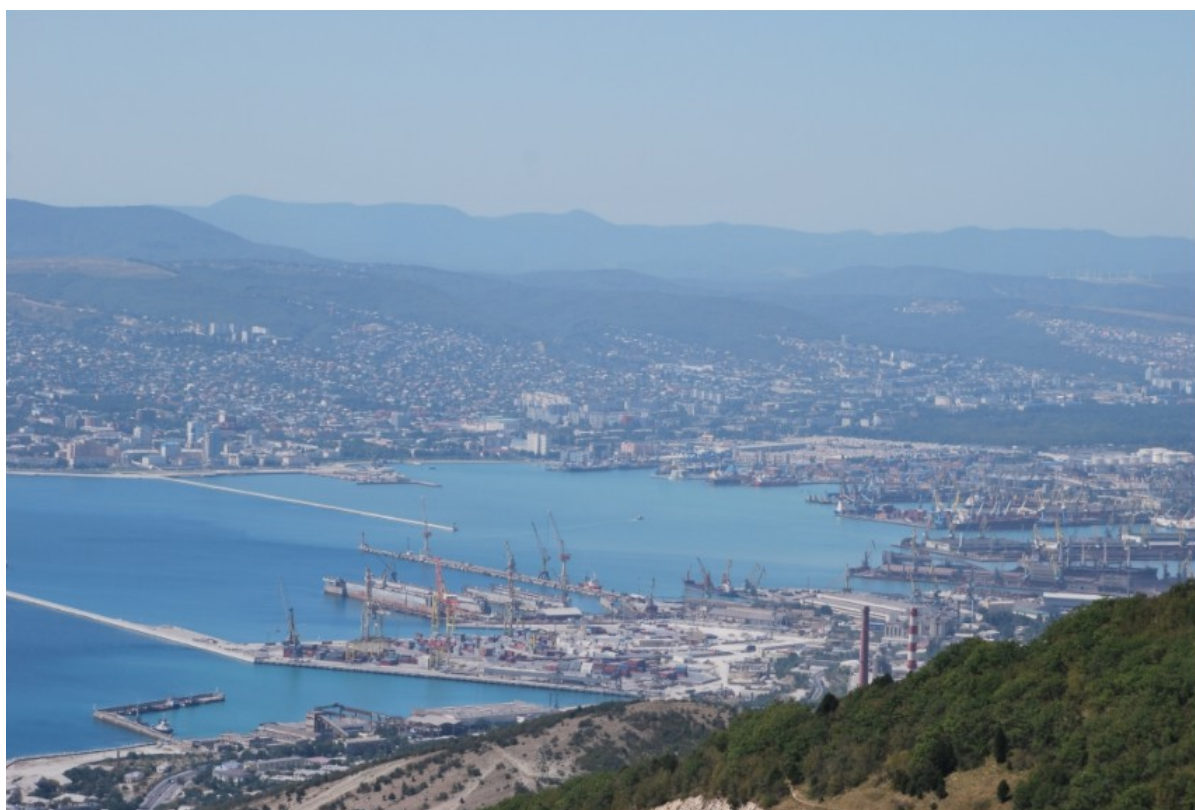
Кислородный режим вод в районе порта Махачкалы в целом был в пределах нормы. Так в 2011-2019 гг. он изменялся в пределах 8,82-10,18 мг/дм<sup>3</sup> при норме 6,0 мг/дм<sup>3</sup>. Влияние

работы порта на уровень аэрации вод незначительно, поскольку отличие средней концентрации кислорода здесь от других участков акватории побережья Дагестана незначительные как в 2019 г., так и в более ранние годы.

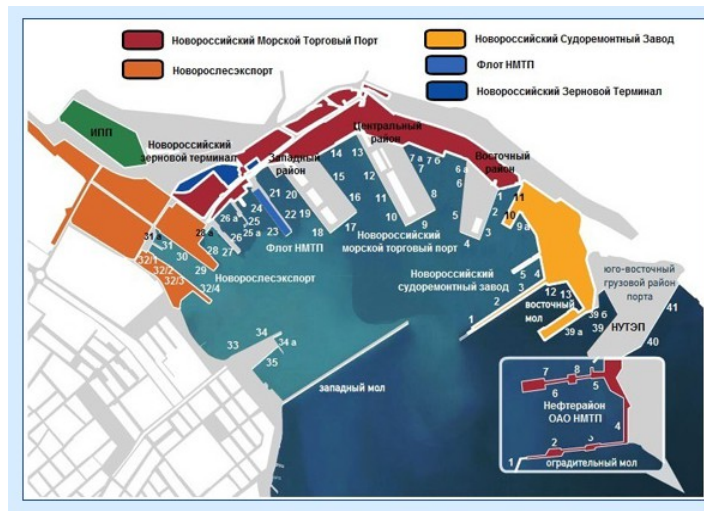
Содержание в водах района биогенных веществ (азота, фосфора и кремния) не выходит за пределы установленных ПДК. Вместе с тем, в период 2011-2019 гг. отмечен рост концентрации аммонийного азота с 0,2-0,4 ПДК в 2011-2012 гг. до 0,52-0,72 ПДК в 2018-2019 гг. Наиболее вероятно, что этот процесс носит естественный характер.

Индекс загрязненности вод (ИЗВ) в районе порта Махачкала, как и на других акваториях вдоль побережья Дагестана, формируется концентрацией фенолов, нефтепродуктов и аммонийного азота. Значения ИЗВ подвержены заметной межгодовой изменчивости и колебались от 1,29 в 2011 г. до 1,51 в 2012 и 2013 гг. Статистически значимого тренда ИЗВ в период 2011–2019 гг. не обнаруживаются. Вероятно, это обусловлено двумя упомянутыми выше разнонаправленными тенденциями – уменьшением концентрации нефтяных углеводородов с одной стороны и ростом концентрации аммонийного азота – с другой.

## 2. Новороссийский морской торговый порт

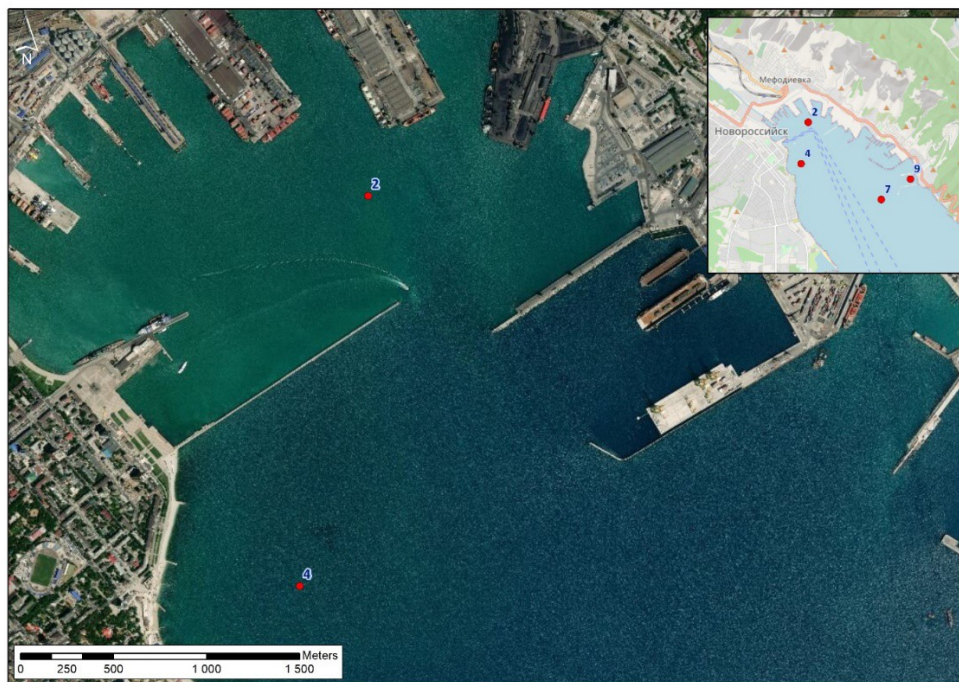


Новороссийск – один из черноморских портов России, входит в число крупнейших портов Черного моря. Он находится на его северо-восточном побережье Новороссийской или Цемесской бухты. Бухта доступна для судов с осадкой до 19,0 м, а акватория порта – до 12,5 м. В Новороссийском порте расположены причалы морского торгового, лесного, рыбного, геологического портов. Из 45 причалов 22 используются для обработки сухогрузов, 8 – для нефтеналивных судов, 2 – для перегрузки вина и растительного масла наливом (рис. 2.1).



**Рисунок 2.1.** План Новороссийского порта.

Станции мониторинга загрязнения размещены в большей части Новороссийской бухты как в сухогрузной, так и в нефтеналивной частях порта (рис. 2.2, 2.3). При этом существенных различий в средних годовых значениях концентрации загрязняющих веществ в разных частях порта не наблюдается, что позволяет рассматривать осредненные по всем станциям значения концентрации.

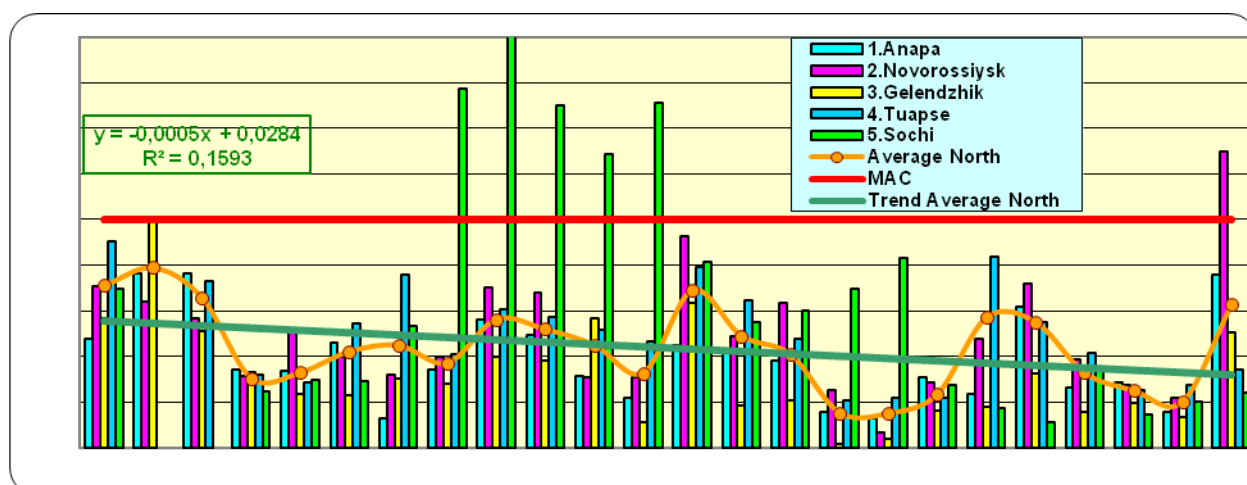


**Рисунок 2.2.** Размещение станций мониторинга в северной части Новороссийской бухты (сухогрузной части порта).



**Рисунок 2.3.** Размещение станций мониторинга в восточной части Новороссийской бухты (нефтеналивной части порта).

**Нефтяные углеводороды** (среднее содержание  $0,030 \text{ мг/дм}^3$ , максимальное  $0,424 \text{ мг/дм}^3$  или  $0,6 \text{ ПДК}$  и  $8,5 \text{ ПДК}$ , соответственно) в основном присутствовали в незначительном количестве за исключением данных, полученных в январе 2019 г. Эти данные стали причиной повышения уровня содержания НУ по сравнению с 2018 г. и увеличения среднего значения НУ в водах Новороссийска до  $1,3 \text{ ПДК}$  (рис. 2.4). В целом за последние два десятилетия наблюдается снижение уровня присутствия НУ в водах Новороссийской бухты, хотя иногда наблюдается существенная межгодовая изменчивость. Содержание СПАВ выше аналитического нуля было обнаружено в 14 пробах из 124 обработанных ( $DL=0,10 \text{ мкг/дм}^3$ ), максимальная концентрация СПАВ составила  $15 \text{ мкг/дм}^3$ . Концентрация растворенной в воде ртути превышала предел обнаружения  $DL=0,01 \text{ мкг/дм}^3$  в семи пробах из 19 отобранных и достигала  $0,018 \text{ мкг/дм}^3$  ( $0,18 \text{ ПДК}$ ); в среднем  $0,005 \text{ мкг/дм}^3$ . Хлорорганические пестициды групп ДДТ и ГХЦГ обнаружены не были. Значения растворённого в воде кислорода изменялись в пределах  $6,40\text{-}10,62 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ , в среднем  $8,81 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ . В целом, качество вод Кавказского побережья осталось на прежнем уровне.



**Рисунок 2.4.** Динамика средней концентрации нефтяных углеводородов ( $\text{мг/дм}^3$ ) в прибрежных водах Кавказа в 1996-2019 гг. Сокращения: Average North – средняя величина в северной части Кавказского побережья; MAC – предельно допустимая концентрация; Trend Average North – тренд концентрации НУ в северной части побережья.

### 3. Порт Ялта



Ялтинский морской торговый порт расположен в Ялте (рис. 3.1), одном из самых больших туристических центров Крыма. Помимо пассажирских перевозок, порт принимает океанские круизные суда, специализация порта - переработка каботажных грузов, в число которых входят строительные материалы. Объём пассажирских перевозок был значительным ещё в советские времена и порт Ялта считался одним из лидеров на побережье Крыма. Морские ворота Крыма принимали круизные суда, идущие со всего света. Сегодня морской порт взял курс на развитие, с каждым годом возрастает объём перевозок как пассажиров, так и грузов.

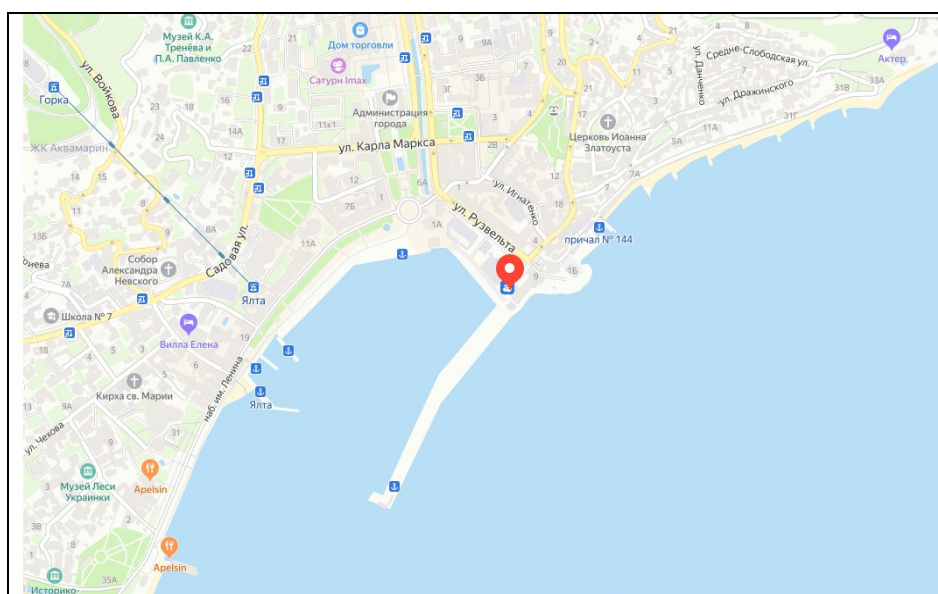


Рисунок 3.1. Схема порта Ялта.

На акватории порта Ялта на одной станции с глубиной 6 м в течение всего года с января по декабрь 2019 г. каждую декаду было отобрано 72 пробы морской воды из поверхностного и придонного слоев. Среднее и максимальное значения концентрации фосфатов  $P-PO_4$  3-



27/11,7 мкг/дм<sup>3</sup>, общего фосфора 20-110/53,2 мкг/дм<sup>3</sup>, аммонийного азота N-NH<sub>4</sub> 8-104/24,4 мкг/дм<sup>3</sup>, нитритного азота N-NO<sub>2</sub> 1,1-15,4/3,8 мкг/дм<sup>3</sup>, нитратного азота N-NO<sub>3</sub> 16-870/158,1 мкг/дм<sup>3</sup>. Таким образом, по сравнению с 2018 г. средняя концентрация биогенных элементов (фосфатов, общего фосфора, аммонийного азота, нитритного азота, нитратного азота) увеличилась в 1,8; 3,3; 1,6, 1,6 и 3,1 раза соответственно.

Содержание нефтяных углеводородов в водах акватории морского пассажирского порта изменялось от аналитического нуля в 72% проб до 0,19 мг/дм<sup>3</sup> (3,8 ПДК); среднее значение составило 0,015 мг/дм<sup>3</sup> и увеличилось по сравнению с 2018 г. в 2,8 раза. Содержание СПАВ в 24 пробах варьировало от нуля в 18 пробах до 12 мкг/дм<sup>3</sup>; среднее за год 1,8 мкг/дм<sup>3</sup> (менее 0,1 ПДК). Фенолы обнаружены не были. Из хлорорганических пестицидов был отмечен ДДТ в двух пробах в концентрации 0,61 и 2,06 нг/дм<sup>3</sup>, ДДЕ в трех пробах (0,52; 0,96 и 2,85 нг/дм<sup>3</sup>), а также ДДД в 17 пробах от – 0,56 до 11,06 нг/дм<sup>3</sup>, в среднем 1,93 нг/дм<sup>3</sup>. Из другой группы пестицидов в 4 из 24 исследованных проб воды был обнаружен «свежий» линдан (γ-ГХЦГ) в концентрации 0,57-1,33 нг/дм<sup>3</sup>; среднегодовая величина составила 0,15 нг/дм<sup>3</sup>, а также изомер α-ГХЦГ в двух пробах (0,62 и 0,65 нг/дм<sup>3</sup>). Пестицид альдрин и полициклические хлорированные бифенилы (ПХБ) в воде порта не обнаружены. Наличие различных пестицидов на акватории порта вероятно связано с их поступлением с водой двух горных рек, смывающих сельскохозяйственные химикаты с расположенных на склоне Крымских гор виноградников.

Значения концентрации растворённого в воде **кислорода** были очень близкими к таковым в 2018 г. и изменялись в пределах 5,44-10,34 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, в среднем 8,20 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. Процент насыщения вод кислородом снизился по сравнению с прошлым годом и варьировал в диапазоне 71-106%, в среднем 90,3% насыщения. Комплексный индекс загрязнённости вод (ИЗВ) позволяет оценить воды морского пассажирского порта Ялта II классом, «чистые».

#### 4. Порт Темрюк



Морской порт Темрюк расположен на северном берегу Таманского полуострова, в Темрюкском заливе Азовского моря, на расстоянии 5 км от города и 3 км от устья Кубани, в глубине морского канала. Порт принимает суда с осадкой до 4,6 м, длиной до 150 м и шириной до 18 м. Порт открыт для захода судов круглый год. Причалы порта оборудованы железнодорожными подъездными путями. Железнодорожная станция Темрюк располагается в непосредственной близости от порта. Она соединена железнодорожной веткой (14 км) с линией Крымская - Кавказ.

Концентрация нефтяных углеводородов (НУ) на акватории порта изменялась от предела определения применяемого метода до 2,2 ПДК (0,11 мг/дм<sup>3</sup>), что несколько ниже прошлогоднего максимума 0,18 мг/дм<sup>3</sup> (3,6 ПДК). Среднегодовая концентрация НУ составила 0,04 мг/дм<sup>3</sup> (0,8 ПДК), что в 2 раза ниже, чем в прошлом году (1,6 ПДК). Концентрация хлорорганических пестицидов ( $\alpha$ -ГХЦГ,  $\gamma$ -ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ) и фосфорорганических соединений (метафос, карбофос, фозалон и рогор) в водах канала порта Темрюк была ниже предела обнаружения применяемого метода анализа во всех пробах. Концентрация растворенной ртути изменялась от предела обнаружения применяемого метода до 0,02 мкг/дм<sup>3</sup> (0,2 ПДК); среднегодовая составила 0,01 мкг/дм<sup>3</sup> (0,1 ПДК). Содержание биогенных веществ, включая соединения азота и фосфора, в водах канала порта Темрюк в течение всего года не превышало ПДК. В течение года насыщение вод растворенным кислородом было удовлетворительным. Минимальное содержание составило 79%.

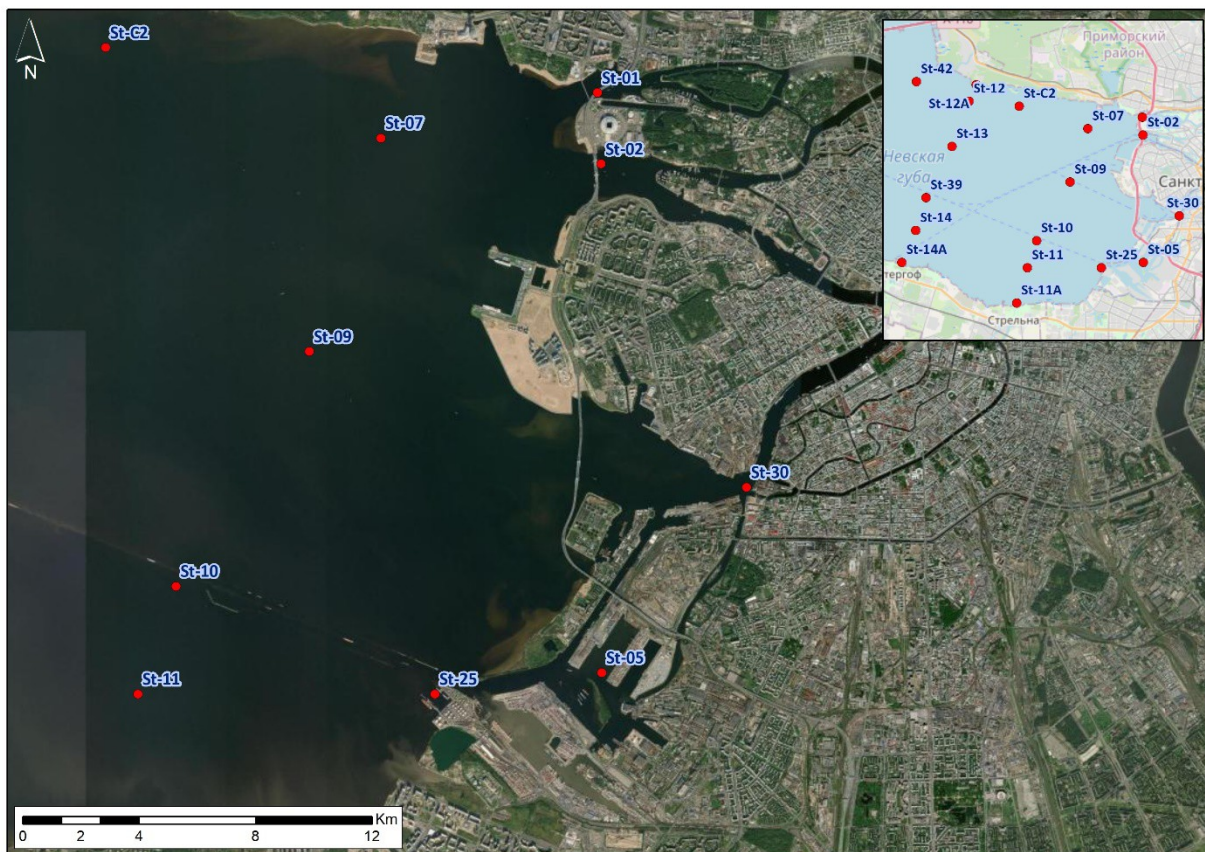
По индексу загрязненности вод (ИЗВ, 0,78), рассчитанному по средней концентрации НУ, РО<sub>4</sub>, NO<sub>2</sub> и растворенного кислорода, воды канала порта Темрюк относились к II классу качества, «чистые». По сравнению с 2018 г. (ИЗВ=0,98) качество вод улучшилось.

## 5. Морской Торговый порт Санкт – Петербурга



**Морской порт «Большой порт Санкт-Петербург»** - один из крупнейших портов на Северо-Западе России. Расположен в Невской губе Финского залива и устьевой части реки Нева. Навигация в морском порту осуществляется круглогодично, морской порт осуществляет работу круглосуточно. Портовый комплекс морского порта «Большой порт Санкт-Петербург» - это современная система, предоставляющая клиентам и пользователям весь спектр услуг по обслуживанию и снабжению судов по перевалке и транспортировке грузов на уровне мировых стандартов. На территории порта расположен Морской вокзал - причальный комплекс, открытый в 1982 г. специально для приема и обработки круизных и паромных грузопассажирских судов. Вокзал расположен на западной оконечности Васильевского острова. Суммарная длина причалов составляет 720 м, глубина у причалов — до 9 м. Вследствие этого Морской вокзал способен принимать практически любые суда, включая крупнотоннажные. По своим техническим возможностям комплекс «Морской вокзал» способен принять до 1 млн. пассажиров, прибывающих морем. Но из-за

особенностей построенного в конце XIX века морского канала, ведущего в порт, суда длиной более 200 м не могут подойти к причалам Морского вокзала. Морской торговый порт находится в дельте р. Нева из-за чего соленость воды на его акватории в среднем не превышает несколько сотых промилле, а в отдельных случаях – 1 промилле. Акватория порта защищена от волнения в Невской губе гидротехническими сооружениями. Мониторинг загрязнения акватории порта осуществляется на станции 5, расположенной непосредственно у причалов (рис. 5.1).



**Рисунок 5.1.** Расположение станций мониторинга морской среды в восточной части Невской губы.

Содержание в водах порта органических загрязняющих веществ (нефтяных углеводородов, фенолов, синтетических поверхностно-активных веществ - СПАВ) не вызывает опасений. Так, в 2019г. средняя концентрация нефтяных углеводородов составила 0,4 ПДК, фенолов 0,1, СПАВ менее 0,1 ПДК. Во всех отобранных пробах концентрация всех хлорорганических пестицидов была ниже предела чувствительности метода определения. Содержание легко окисляемых органических веществ по БПК<sub>5</sub> в водах Морского торгового порта в среднем остается в пределах норматива, но в отдельные годы превышает его (до 2 раз).

**Таблица 5.1** Среднее и максимальное значение БПК<sub>5</sub> (мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>) в водах Морского торгового порта в 2013-2019 гг.

2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	ПДК
1,96/ 4,19	1,61/ 3,30	1,47/ 3,40	1,79/ 3,80	1,52/ 2,90	1,29/ 2,40	1,41/ 3,10	2,1

Содержание растворенного кислорода превышает минимальную установленную норму, случаев дефицита кислорода (<70% насыщения) на акватории Морского торгового порта зафиксировано не было. При этом содержание растворенного кислорода в 2019 г. было немного ниже, чем в 2013-2018 гг. Максимальное насыщение вод кислородом (до 110%) наблюдается в мае на поверхностном горизонте.

**Таблица 5.2.** Среднее и максимальное значение содержания растворенного кислорода (абсолютные значения и степень насыщения) в водах Морского торгового порта в 2013-2019 гг.

Ингредиент	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Кислород (мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup> )	10,79/ 7,08	11,06/ 7,91	10,62/ 7,66	10,59/ 6,60	10,52/ 8,07	10,59/ 7,87	9,86/ 7,9
Кислород (%)	88,52/ 100,40	89,47/ 95,70	88,20/ 101,0	88,46/ 106,50	89,94/ 98,60	90,67/ 110,30	88,69/ 102,8

Биогенные вещества (азото- и фосфорсодержащие) присутствуют в водах порта в малых количествах, далеких от ПДК, при этом имеется тенденция к их уменьшению. Это свидетельствует о незначительном уровне загрязнения вод Морского торгового порта биогенными веществами.

**Таблица 5.3.** Средняя и максимальная концентрация биогенных веществ в водах Морского торгового порта в 2013-2019 гг.

Ингредиент	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	ПДК
Азот аммонийный N-NH <sub>4</sub> мкгN/дм <sup>3</sup>	191,70/ <b>520,0</b>	167,13/ <b>490,0</b>	151,91/ <b>390,0</b>	114,43/ <b>305,0</b>	76,47/ 120,0	55,67/ 102,0	65,72/ 120,0	389
Азот нитритов N- NO <sub>2</sub> мкгN/дм <sup>3</sup>	11,20/ <b>42,0</b>	13,14/ <b>78,0</b>	13,81/ <b>46,0</b>	11,28/ <b>53,0</b>	13,85/ <b>45,0</b>	8,22/ 16,0	8,10/ 13,0	24
Азот нитратов N- NO <sub>3</sub> мкгN/дм <sup>3</sup>	303,04/ 570,0	287,39/ 420,0	273,64/ 770,0	300,29/ 460,0	271,29/ 449,0	205,56/ 330,0	232/ 339,0	9032
Фосфатный фосфор P-PO <sub>4</sub> мкгP/дм <sup>3</sup>	9,80/ 40,0	4,31/ 14,0	6,77/ 13,0	7,27/ 15,0	5,84/ 13,0	2,71/ 9,3	9,77/ 17,0	50

Металлы являются наиболее важными загрязняющими веществами акватории Морского торгового порта: медь (средняя годовая концентрация 4,8 ПДК, максимальная 18,1 ПДК), цинк (2,7/6,2 ПДК) и марганец (0,76 ПДК/7,10 ПДК). При этом средняя концентрация меди заметно (приблизительно в 1,5 раза) возросла по сравнению с 2013 г., тогда как концентрация цинка, меди и железа существенно не изменилась. В отдельных случаях максимальная концентрация железа и алюминия превышает установленные ПДК. Сравнение многолетних изменений концентрации меди в морском порту и на удалении от него в центральной части Невской губы показывает, что скорость роста концентрации меди на удалении от порта существенно меньше скорости ее роста в водах на акватории порта. Однако утверждать, что это явление связано с деятельностью порта пока нельзя.

**Таблица 5.4.** Средняя и максимальная концентрация металлов (в ПДК) в водах Морского торгового порта в 2013-2019 гг.

Металлы	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Cu	3,4/ 9,8	3,1/ 4,1	3,7/ 7,8	3,8/ 7,8	3,7/ 11,7	4,8/ 12,0	3,4/ 7,5
Zn	0,2/ 0,8	0,1/ 0,25	0,1/ 3,7	0,1/ 3,7	0,2/ 5,2	0,3/ 5,4	2,7/6 ,2
Mn	1,4/ 6,0	1,1/ 3,0	1,1/ 6,1	1,1/ 6,1	1,4/ 1,1	1,4/ 4,7	0,8/ 7,4
Fe	Н/Д	Н/Д	1,0/ 4,6	1,1/ 2,4	1,2/ 4,5	1,3/ 2,6	1,0/ 4,6

Примечание: В связи с низкой соленостью вод Морского торгового порта значения ПДК приняты для пресных вод.

Индекс загрязненности вод (ИЗВ) Морского торгового порта в 2018 г. составил 2,30, что позволяет отнести район к V классу качества, «грязные». Ухудшение ситуации по сравнению с прошлым годом (ИЗВ=1,83) было определено ростом среднегодовой концентрации меди и цинка. В 2019 г. ИЗВ составил 2,28, что полностью соответствует предыдущему году. Расчет был выполнен по средней концентрации меди (4,81 ПДК), цинка (2,72 ПДК), железа (1,02 ПДК) и кислорода ((0,58). Содержание биогенных веществ и органических ЗВ было незначительным.

## 6. Мурманский морской торговый порт

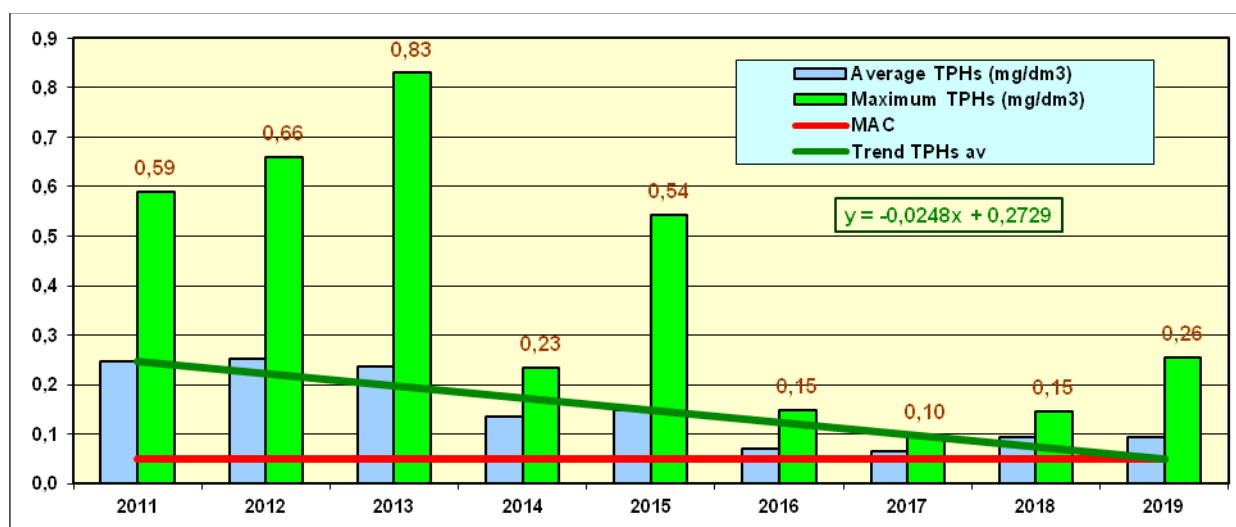


Мурманский морской торговый порт расположен на восточном берегу Кольского залива в 45 км от Баренцева моря и представляет собой крупнейшее транспортное предприятие города Мурманска. Порт занимает четвертое место в России по объёму перерабатываемых грузов и второе по величине на северо-западе Российской Федерации (после порта в Санкт-Петербурге). Мурманский порт состоит из трёх частей: Рыбный порт, Торговый и Пассажирский. Грузооборот порта за последние десятилетие увеличился вдвое. В последние годы наблюдается тенденция вытеснения Торговым портом всех остальных из-за увеличения экспорта каменного угля и ряда других минеральных ресурсов, для приёма и хранения которых Мурманск имеет необходимую инфраструктуру. Значительно уменьшилось поступление рыбы, поскольку её стало выгоднее поставлять на экспорт, а не внутрь страны. Кольский залив представляет собой довольно узкий фьорд с затрудненным водообменом с Баренцевым морем, что способствует накоплению загрязняющих веществ в его водах и особенно на акватории порта. В последние пять лет наблюдения проводятся только с берега на водомерном посту (рис. 6.1). Наблюдения на станциях на акватории Кольского залива не проводятся из-за отсутствия плавсредств.



**Рисунок 6.1.** Расположение действующей станции мониторинга в Мурманском торговом порту.

В 2019 г. средняя концентрация нефтяных углеводородов (НУ) составила 1,9ПДК, а максимальная - 5,2ПДК, что почти вдвое выше максимума 2018 г. При этом в период 2011–2017 гг. средние годовые значения концентрации НУ уменьшились в 4 раза (с 5 до 1,2 ПДК), а максимальные - в 4-6 раз (табл.6.1, рис. 6.2). Однако после 2017 г. вновь наметился рост как среднего годового, так и максимального содержания НУ, что несомненно является тревожным сигналом.



**Рисунок 6.2.** Многолетняя динамика средней (голубые столбики) и максимальной (зеленые столбики) годовой концентрации нефтяных углеводородов. Зеленая линия – тренд средней концентрации НУ, красная – ПДК НУ.

Среди растворенных металлов приоритетными загрязнителями акватории Мурманского порта являются железо и медь. В 2019 г. средняя годовая концентрация этих металлов была

близка к ПДК (табл.6.1), но еще 7 лет назад, в 2012 г. она составляла 7 ПДК для железа и 2,4 ПДК для меди. Содержание других металлов (никеля, свинца, марганца) не превышает 0,1 ПДК. Отмечается присутствие наиболее опасных металлов – ртути и кадмия, но в незначительной концентрации в несколько сотых единиц ПДК. Такое положение сохраняется в течение последних 10 лет.

**Таблица 6.1.** Динамика концентрации приоритетных загрязняющих веществ (в единицах ПДК) в районе водомерного поста торгового порта г. Мурманска в период 2012–2019 гг.

Показатель	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Нефтяные углеводороды	5,0	5,0	2,7	3,0	1,4	1,2	1,9	1,9
Железо	7,0	9,0	6,0	1,2	0,76	0,65	0,59	0,83
Медь	2,4	1,7	2,2	0,9	1,07	1,17	1,22	1,1

Кислородный режим на акватории порта не нарушен, содержание растворенного кислорода, как средняя, так и минимальная значительно превосходит установленный норматив (табл. 6.2). Значения БПК<sub>5</sub>, характеризующие содержание легкорастворимых органических веществ, существенно меньше ПДК. Содержание биогенных веществ, в частности аммонийного азота, также не вызывают опасений. Во всех отобранных пробах концентрация всех хлорорганических пестицидов была ниже предела чувствительности метода определения.

**Таблица 6.2.** Среднегодовая и максимальная концентрация аммонийного азота, растворенного кислорода, а также содержания легко окисляемых органических веществ по БПК<sub>5</sub> (в абсолютных значениях и ПДК) в водах Торгового порта г. Мурманска в 2016–2019 гг.

Показатель	2016 г.		2017 г.		2018 г.		2019 г.	
	С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК	С*	ПДК
Азот аммонийный, мкг/дм <sup>3</sup>	374	0,2	246,8	0,1	74,9	<0,1	123,7	0,05
	1115	0,5	1010	0,45	113,1	<0,1	218,3	0,10
БПК <sub>5</sub> , мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	0,8	0,3	0,63	0,2	0,3	0,1	0,98	0,5
	2,3	0,8	2,8	0,9	1,8	0,6	1,8	0,9
Растворенный кислород, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	10,12		8,44		10,4		10,2	
	9,34		5,10		8,0		8,2	

Примечание Для каждого ингредиента в верхней строке указано среднее за год значение, в нижней строке – максимальное (для кислорода – минимальное) значения.

По индексу загрязненности вод ИЗВ (1,12) качество вод в районе водпоста в торговом порту г. Мурманск оценивается III классом, «умеренно загрязненные». При этом наблюдается медленный рост ИЗВ (ухудшение качества вод) в период 2016–2019 гг. (табл. 6.3).

**Таблица 6.3.** Оценка качества вод торгового порта Мурманск Кольского залива Баренцева моря в 2016–2019 гг.

2016 г.		2017 г.		2018 г.		2019 г.		Содержание ЗВ в 2019 г. (в ПДК)
ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	Класс	
0,95	III	0,95	III	1,07	III	1,12	III	НУ 1,9; Cu 1,1; Fe 0,83 O <sub>2</sub> 0,67

## 7. Порт Кандалакша



Порт Кандалакша - универсальный глубоководный сухогрузный терминал, расположенный на восточном побережье Кандалакшского залива Белого моря в черте г. Кандалакша Мурманской области. Специализируется на обработке сыпучих грузов, в первую очередь – каменного угля. Навигационная обстановка позволяет порту круглогодично принимать суда длиной до 200 м, шириной до 31,5 м и осадкой до 9,9 м. Мониторинг загрязнения на акватории Кандалакшского порта ведется на одной станции (рис. 7.1).



**Рисунок 7.1.** Расположение станции мониторинга (ВПК) в Кандалакшском порту.

В 2019 г. на акватории Кандалакшского морского торгового порта было отобрано 6 проб из приповерхностного слоя. Кислородный режим был удовлетворительным, но с меньшими значениями по сравнению с 2018 г. Содержание растворенного кислорода в воде в течение



года изменялось от 6,85 до 9,48 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, среднегодовое значение 7,93 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> против 11,22 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> в 2018 г. Процент насыщения изменялся от 74,5% до 112,1%, в среднем составил 98,1% против 101,4% в 2018 г. Показатель БПК<sub>5</sub> был равен нулю во всех пробах, что говорит об отсутствии легко окисляемых органических веществ. Содержание нефтяных углеводородов в водах порта было незначительным и изменялось в диапазоне 0,007–0,014 мг/дм<sup>3</sup>, в среднем составило 0,01 мг/дм<sup>3</sup>, т.е. около 0,2 ПДК. Концентрация хлорорганических пестицидов групп ГХЦГ и ДДТ была ниже предела обнаружения.

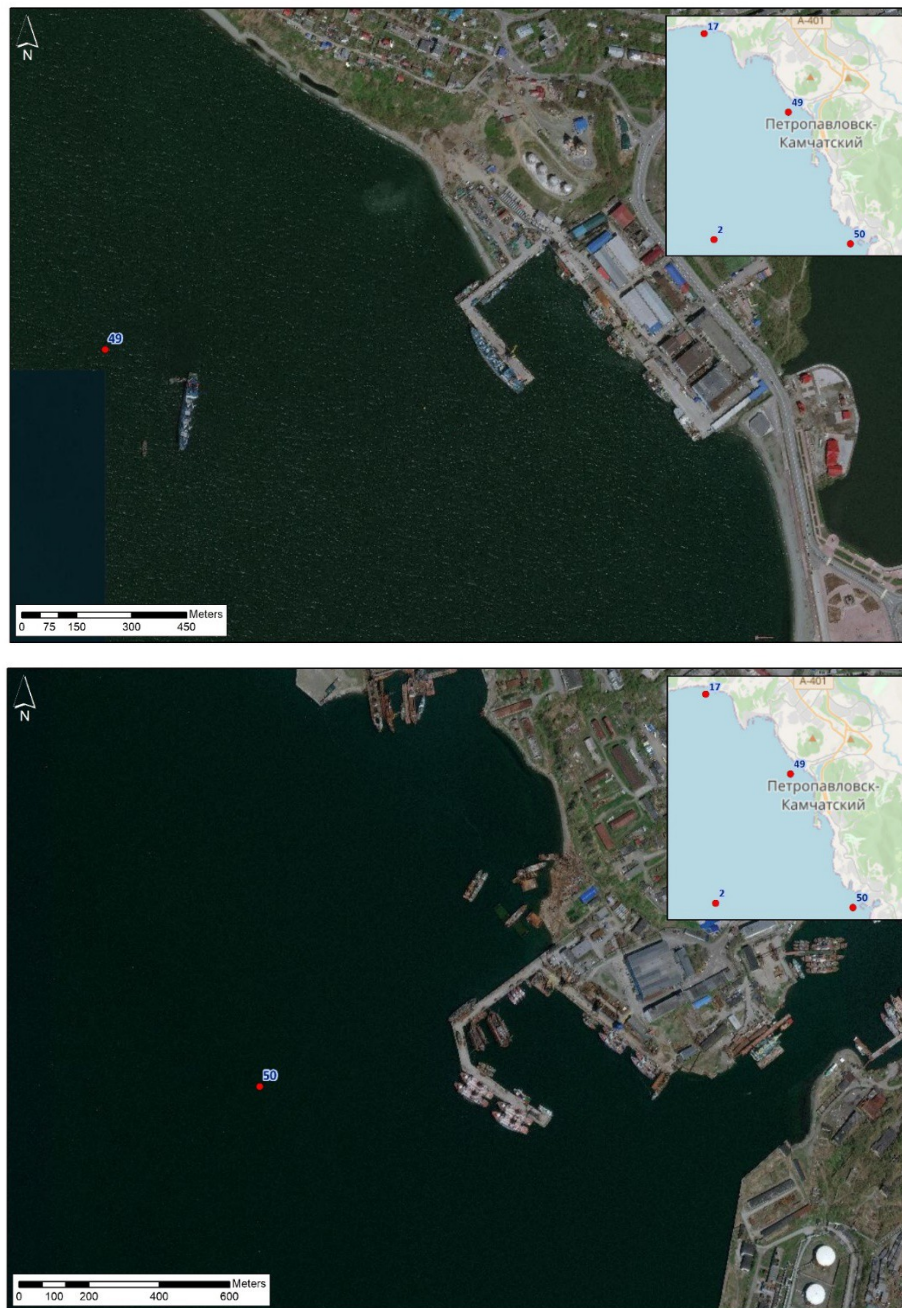
Концентрация растворенных форм тяжелых металлов изменялась в следующих пределах: медь – 3,3–16,5 мкг/дм<sup>3</sup>, при среднем значении 8,4 мкг/дм<sup>3</sup> (1,7 ПДК); никель – 2,0–9,9/4,8 мкг/дм<sup>3</sup>; марганец – 2,8–20/9,2 мкг/дм<sup>3</sup>; кадмий – 0–0,3 мкг/дм<sup>3</sup>; железо – 13,5–64/38,6 мкг/дм<sup>3</sup>, максимум отмечен в мае и составляет около 1,3 ПДК; ртуть – 0–0,026 мкг/дм<sup>3</sup>. Свинец и хром в пробах были в концентрации ниже предела обнаружения.

Содержание всех биогенных элементов было ниже установленных нормативов. Диапазон изменения содержания аммонийного азота 0–56,7 мкг/дм<sup>3</sup>, среднее 25,7 мкг/дм<sup>3</sup>; нитритов 0–3,26/1,2 мкг/дм<sup>3</sup>; нитратов 9,6–76,1/40,7 мкг/дм<sup>3</sup>; силикатов 1341,7–2812,3/1812,8 мкг/дм<sup>3</sup>. Содержание фосфатов изменялось в диапазоне 5,87–20,14 мкг/дм<sup>3</sup>, среднегодовое значение 11,9 мкг/дм<sup>3</sup>, что значительно меньше ПДК. По индексу загрязненности вод (ИЗВ, 0,85) воды оценивались как «умеренно загрязненные», III класс качества. Их качество ухудшилось по сравнению с уровнем 2018 г., воды оценивались как «умеренно загрязненные», III класс качества.

## 8. Порт Петропавловск – Камчатский



Порт Петропавловск – Камчатский расположен в Авачинской губе на восточном побережье полуострова Камчатка в центральной части города Петропавловска-Камчатского. Порт открыт для захода судов круглый год и способен принимать суда длиной до 200 м, шириной до 25 м и с осадкой до 9 м. В порту имеются 8 причалов. Для погрузки-разгрузки судов порт располагает специализированными перегрузочными участками с крытыми складами и грузовыми площадками для навалочных (включая зерно насыпью) и лесных грузов, металлолома, разных генеральных грузов и контейнеров, в т.ч. временного таможенного хранения. Порт разделен на несколько участков. Вблизи двух портовых участков расположены станции мониторинга загрязнения (рис. 8.1).



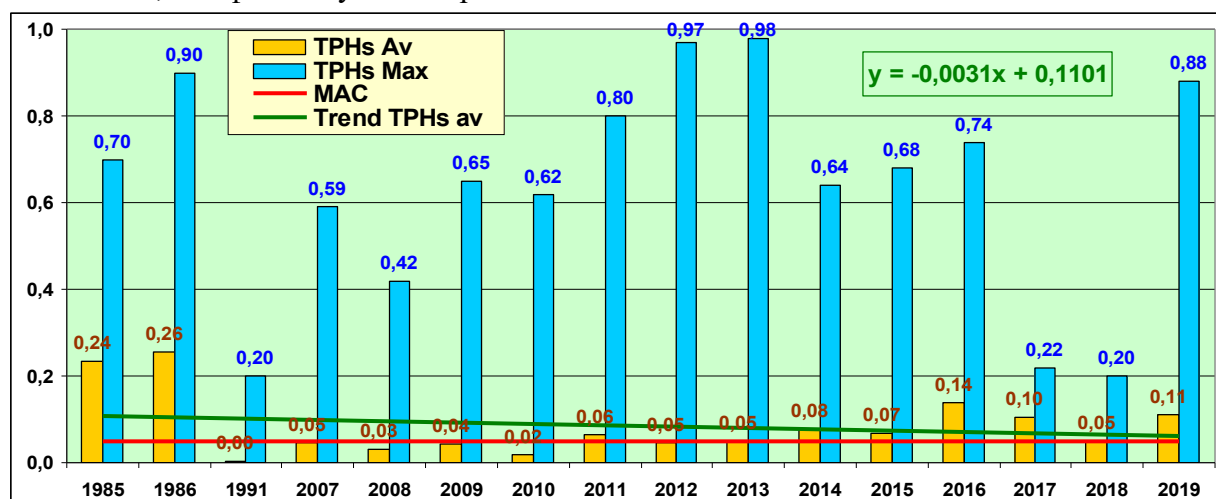
**Рисунок 8.1.** Расположение станций мониторинга загрязнения в районе порта Петропавловск-Камчатский.

В 2019 г. приоритетными загрязняющими веществами в водах Авачинской губы в целом и в районе порта, в частности, были нефтяные углеводороды, фенолы и СПАВ. Наибольшая концентрация растворенных нефтяных углеводородов (НУ) наблюдается в районах сброса сточных вод судоремонтных заводов, транспортных предприятий и в местах стоянки судов. Распространению НУ на всю акваторию губы способствуют приливо-отливные и сгонно-нагонные течения. Среднегодовое содержание нефтяных углеводородов в водах Авачинской губы в 2019 г. было высоким и составило 2,2 ПДК (0,11 мг/дм<sup>3</sup>), максимальное – 17,6 ПДК (0,88 мг/дм<sup>3</sup>). Значения выше ПДК отмечены в 86% отобранных проб. Максимальное значение существенно превышает значение прошлых двух лет и примерно соответствует уровню загрязнения НУ 2015-2016 гг. (рис. 8.2).

Фенолы образуются при биохимическом распаде, трансформации органического вещества и поступают в морскую среду с речными водами, стоками промышленных предприятий и коммунальных объектов. Их средняя концентрация составила 0,8 ПДК, максимальное – 3,1 ПДК, а повторяемость превышения ПДК достигла 35%. На протяжении последних шести лет концентрация фенолов оставалась стабильно повышенной на уровне 2–

4 ПДК. Максимальная концентрация СПАВ (1,6 ПДК) была отмечена в октябре в приустьевой зоне р. Авача.

Среднегодовое значение концентрации растворенного кислорода в водной толще составило 9,21 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> при среднем значении уровня насыщения 90%. На поверхности средний уровень насыщения поднимался до 142%, а в придонном слое опускался до 21%. По результатам расчета индекса загрязненности вод (ИЗВ), полученного на основе приоритетных для вод губы загрязняющих веществ (НУ, фенолы и детергенты) и растворенного в воде кислорода, в 2019 г. воды Авачинской губы классифицировались как «загрязненные» (ИЗВ 1,40). По сравнению с 2018 г. (ИЗВ=1,03) состояние вод ухудшилось и вернулось к уровню 2017 г. По сравнению с предыдущими годами концентрация фенолов понизилась, а нефтяных углеводородов повысилась.



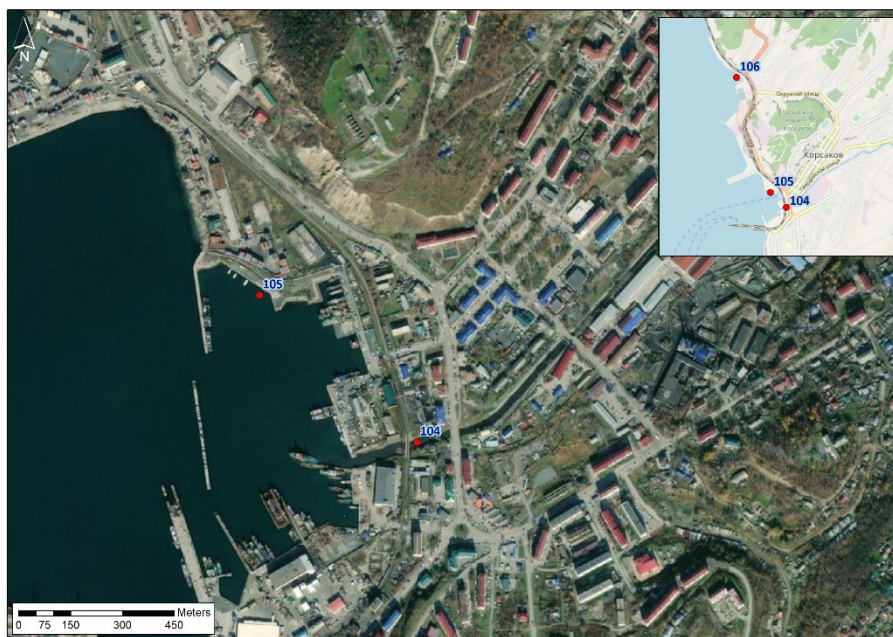
**Рисунок 8.2.** Средняя и минимальная концентрация нефтяных углеводородов (мг/дм<sup>3</sup>) в водах Авачинской губы на Камчатке в 1985-2019 гг.

## 9. Порт Корсаков



Морской порт Корсаков расположен на южном побережье острова Сахалин в заливе Анива, севернее мыса Томари-Анива. Включает в себя морские терминалы Озерский, Пограничное. Корсаковский порт является одним из ключевых портов дальневосточного бассейна. Порт связан регулярными линиями с портами Приморского края, Японии, Республики Корея и Курильскими островами. В порту обслуживаются круизные лайнеры и паромная переправа Корсаков - Вакканай. Площадь акватории морского порта составляет

44,82 кв. км. Количество причалов – 30, протяженность - 2 737,3 погонных метров. Пропускная способность грузовых терминалов – более 4 млн. тонн в год, пассажирских – 27 000 пассажиров в год. В районе порта расположены две станции мониторинга загрязнения, причем одна из них (станция 105) в пределах защитных гидротехнических сооружений порта, а вторая (станция 106) на открытой акватории Авачинской губы (рис. 9.1).



**Рисунок 9.1.** Расположение станций мониторинга в порту Корсаков.

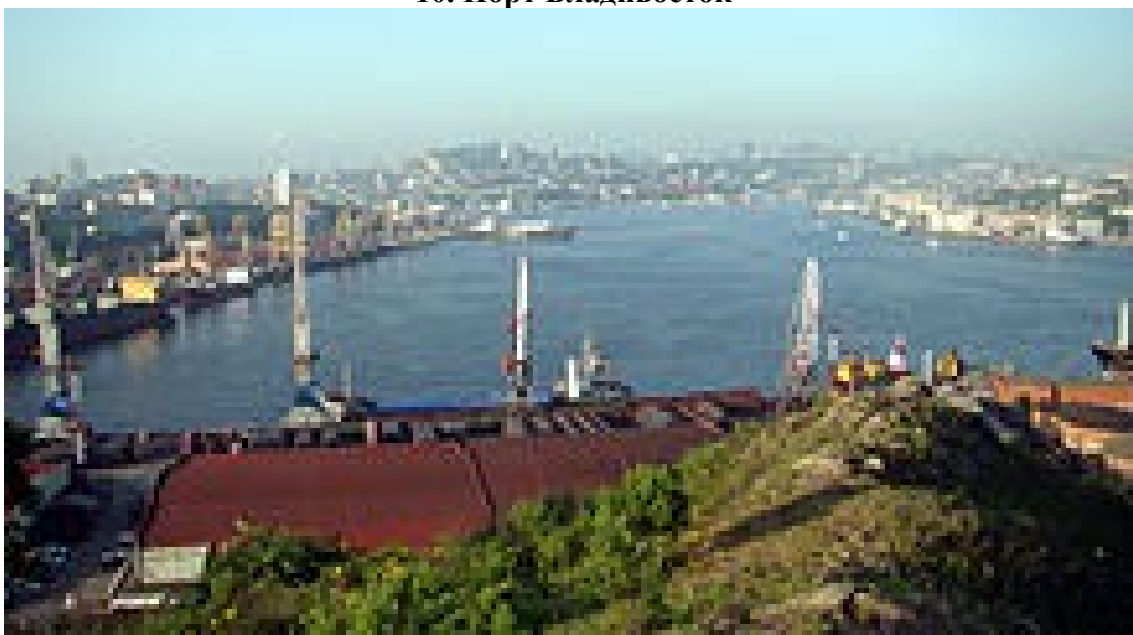
По данным мониторинга в 2019 г. в морских водах залива Анива в районе г. Корсаков отмечено значительное загрязнение нефтяными углеводородами: среднее значение  $0,05 \text{ мг/дм}^3$  (1 ПДК), а максимальное -  $0,164 \text{ мг/дм}^3$  (3,3 ПДК), которое соответствует уровню 2018 г. Значительно увеличилось содержание легко окисляемых органических веществ: среднее значение БПК<sub>5</sub> составило  $4,1 \text{ мг/дм}^3$ , максимальное -  $9,5 \text{ мг/дм}^3$  (2,0 ПДК и 4,5 ПДК, соответственно). Увеличилось содержание фенолов: среднее значение  $0,14 \text{ мкг/дм}^3$  (0,1 ПДК), максимальное -  $2,6 \text{ мкг/дм}^3$  (2,6 ПДК).

Показатели содержания растворенной меди остались на уровне 2018 г. - среднее значение  $3,2 \text{ мкг/дм}^3$  (0,6 ПДК), максимальное -  $7,7 \text{ мкг/дм}^3$  (1,5 ПДК). При этом средняя и

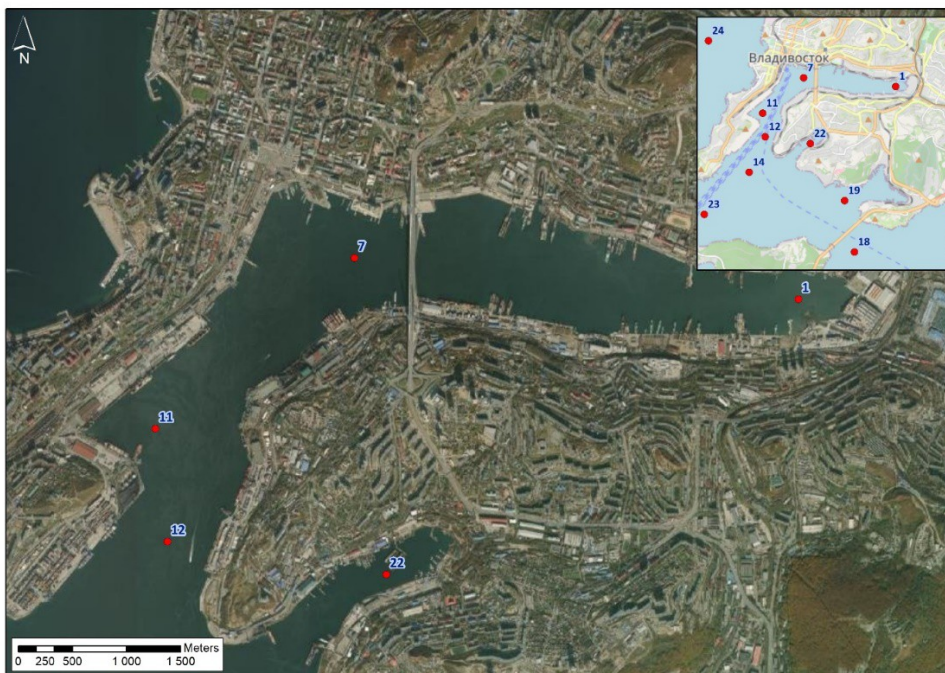
максимальная концентрации кадмия, цинка, СПАВ, свинца оставались в пределах ПДК, за исключением аммонийного азота, максимальная концентрация которого составила 1 ПДК, а средняя была 0,2 ПДК. Среднегодовое содержание кислорода снизилось ( $6,87 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ ), минимальное значение опускалось ниже уровня норматива и составило  $4,79 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ .

В донных отложениях отмечено значительно повышенное содержание нефтяных углеводородов (среднее значение  $450,6 \text{ мкг/г}$ , 9 ДК, максимальное -  $589 \text{ мкг/г}$ , 12 ДК), что может являться результатом нарушения правил обращения с горюче-смазочными материалами, сброса топлива и масел в акваторию порта. Концентрация фенолов, цинка и свинца не превышала 0,5 ДК. Показатели кадмия на уровне 2018 г. (среднее значение  $0,27 \text{ мкг/г}$  или 0,3 ДК, максимальное -  $0,55 \text{ мкг/г}$  или 0,7 ДК). Концентрация меди в донных отложениях мало изменилась по сравнению с предыдущим годом (среднее значение  $24,7 \text{ мкг/г}$  или 0,7 ДК, максимальное -  $32,5 \text{ мкг/г}$  или 0,9 ДК). В целом в 2019 г. состояние вод порта Корсаков соответствовало умеренно загрязненным водам (ИЗВ 1,23).

## 10. Порт Владивосток

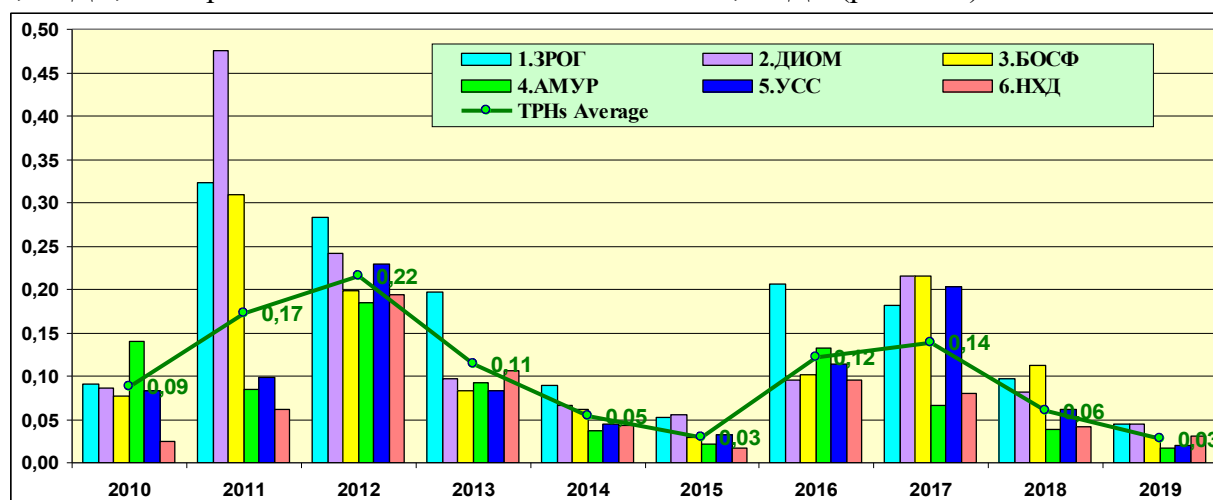


Владивостокский морской торговый порт (ВМТП) располагается на северо-западном берегу Владивостока в незамерзающей бухте Золотой Рог. Глубина на подходах к порту: 20-30 м. В порту имеется 15 причалов, универсальные, специализированные контейнерный и автомобильный терминалы, нефтебаза. Исторически ВМТП был ориентирован на перевалку каботажных грузов, хотя успешно справлялся с перегрузкой импортного и экспортного груза всю свою историю. В 1991 г. порт был открыт для внешнеторговой деятельности и с тех пор постоянно наращивает долю своего экспортно-импортного грузооборота. На акватории порта, занимающего всю бухту Золотой Рог, расположены 5 станций мониторинга, характеризующие всю акваторию бухты (рис. 10.1).



**Рисунок 10.1.** Расположение станций мониторинга загрязнения в порту Владивосток (Бухта Золотой Рог).

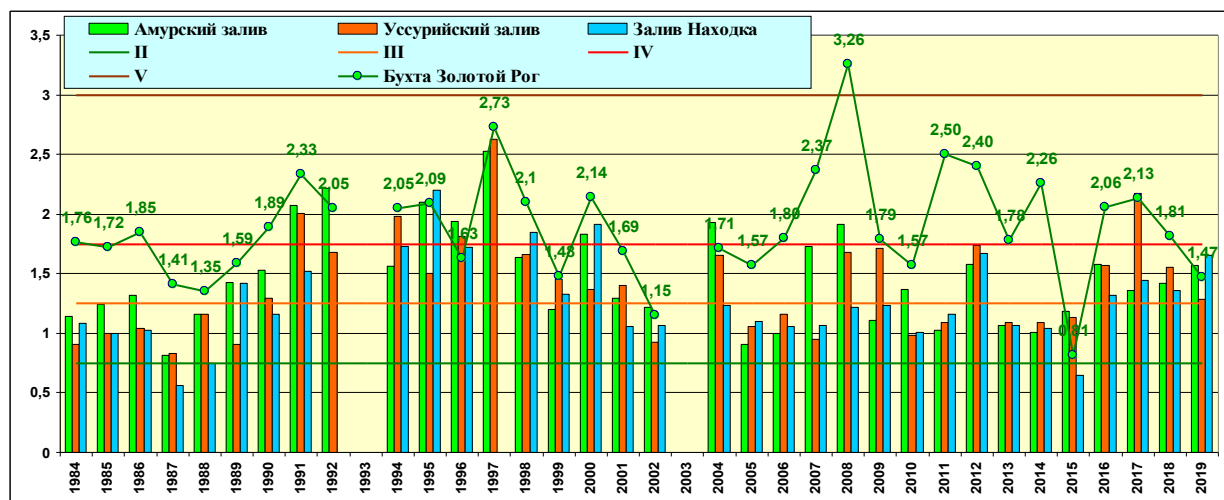
По данным мониторинга морской среды бухты Золотой Рог в 2019 г. продолжилось понижение среднегодовой концентрации нефтяных углеводородов (НУ) в морских водах, начавшееся в 2017 г., как в бухте Золотой Рог, так и на акваториях, прилегающих к городу Владивосток. В бухте Золотой Рог средняя концентрация НУ в морских водах составила 0,9 ПДК, в то время как еще в 2017 г. она достигала 4,5 ПДК (рис. 10.2).



**Рисунок 10.2.** Динамика среднегодовой концентрации нефтяных углеводородов ( $\text{мг/дм}^3$ ) в водах различных районов залива Петра Великого Японского моря. 1 – бухта Золотой Рог, 2 – бухта Диомид, 3 – пролив Босфор Восточный, 4 – Амурский залив, 5 – Уссурийский залив, 6 – залив Находка.

Среднегодовое содержание фенолов составило 1,2 ПДК. В сравнении с 2018 г. уровень загрязненности фенолами не изменился. Уровень загрязненности морских вод СПАВ по сравнению с 2018 г. снизился и составил 7,3 ПДК. В 2019 г. среднегодовое содержание металлов (медь, железо, цинк, свинец, марганец и кадмий) было менее 1 ПДК. По сравнению с предыдущим годом в бухте Золотой Рог среднегодовые показатели по цинку, свинцу и кадмию снизились, а по меди, железу и марганцу не изменились. Зафиксированы отдельные случаи существенного превышения ПДК по железу до 2,9 ПДК. Среднегодовое содержание ртути в морской воде составило 0,4 ПДК и по сравнению с 2018 г. существенно не изменился.

Кислородный режим в среднем был в пределах нормы, однако в летнее время в отдельных случаях отмечается его нарушение. Минимальная концентрация растворенного кислорода ( $3,95 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$  или 51% насыщения) была отмечена в вершине бухты Золотой Рог в августе. По результатам комплексной индекса загрязненности вод (ИЗВ) прибрежные воды в 2019 г. относятся к IV классу («загрязненные»), хотя качество вод бухты Золотой Рог улучшилось (рис.10.3).



**Рисунок 10.3.** Многолетняя динамика индекса загрязненности вод (ИЗВ) в различных районах залива Петра Великого Японского моря.

Среднегодовая концентрация нефтяных углеводородов в **донных отложениях** в 2019 г. составила 296 ДК, а в районе станции № 1 – 675 ДК (ДК - допустимый уровень концентрации). В то же время в 2013 г. среднее годовое содержание составляло 123 ДК (ДК - допустимый уровень концентрации), в 2014 г. - в 210 ДК; в 2015 г. – 261,8 ДК, в 2016 г. – 201,6 ДК, в 2017 – 258 ДК, а в 2018 г. – 336 ДК. Среднее содержание фенолов в донных отложениях составила 6,18 мкг/г, а максимальная - 8,0 мкг/г.

В 2019 г. в донных отложениях в бухте Золотой Рог по сравнению 2018 г. повысились среднегодовая концентрация кадмия (с 2,8 до 3,5 ДК), цинка (с 3,4 до 4,2 ДК) и железа (27359 мкг/г). Среднегодовое содержание меди (5,1 ДК), свинца (2,1ДК), никеля (0,5 ДК) и хрома (0,3 ДК) не изменилось или несколько снизилось. Среднегодовое содержание ртути составило 0,9ДК, максимальное – 2,0 ДК. Среднегодовая суммарная концентрация пестицидов группы ДДТ составила 39 ДК. Среднее содержание линдана в донных отложениях в бухте Золотой Рог составило 22 ДК (в 2018 г.- 4 ДК), а максимальное 68 ПДК. Повысилась по сравнению с предыдущим годом среднегодовая концентрация ПХБ – в 2019 г. их содержание составило почти 83 ДК.