



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра метеорологии, экологии и природопользования

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)
по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование
(квалификация – бакалавр)

На тему «Влияние карантинных ограничений на гидрохимический состав прибрежных вод восточной части Черного моря»

Исполнитель Кириенко Анна Александровна

Руководитель к.б.н., Долгова-Шхалахова Алина Владимировна

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой _____

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Цай Светлана Николаевна

«20» июня 2022 г.

| |
|---|
| Филиал Российского государственного гидрометеорологического университета в г. Туапсе |
| НОРМОКОНТРОЛЬ ПРОЙДЕН |
| «18» июня 2022 г. |
| <i>Д. Цай С. Н.</i> |
| ПОДПИСЬ РАСШИФРОВКА ПОДПИСИ |

Туапсе
2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|----|
| Введение..... | 3 |
| 1 Географическое местоположение и окружающая среда Черного моря..... | 5 |
| 1.1 География Черного моря..... | 5 |
| 1.2 Естественный состав морских вод в прибрежной зоне..... | 10 |
| 2. Влияние карантинных ограничений на гидрохимический состав прибрежных вод восточной части Черного моря..... | 19 |
| 2.1.Результаты мониторинга гидрохимических показателей исследуемой акватории Черного моря с 2015 по 2019 гг..... | 19 |
| 2.2 Анализ динамики гидрохимических показателей 2020 исследуемой акватории..... | 28 |
| 3 Основные мероприятия по снижению поступления загрязняющих веществ в прибрежно-морскую акваторию..... | 36 |
| 3.1 Ранжирование экологических проблем бассейнов рек Черноморского побережья..... | 36 |
| 3.2 Основные направления по охране Черного моря..... | 40 |
| Заключение..... | 49 |
| Список использованной литературы..... | 51 |

Введение

Вследствие увеличивающейся техногенной и антропогенной нагрузки на побережья морей, которая на сегодняшний день опережает рост численности биодеструкторов, большинство морских акваторий находятся под риском потери способности к самоочищению.

Следует отметить, что процесс самоочищения является одним из важнейших, т.к. заключается в биологической и химической деструкции загрязняющих компонентов и последующего включения их частей в общий круговорот веществ.

Более редко, при аварийных ситуациях, связанных с разливом нефти и нефтепродуктов, возникающих при ее перевалке и перевозке, в морскую воду могут поступать различные соединения нефти.

Новая коронавирусная инфекция «Covid-19», которая начиная с декабря 2019 г. привела к глобальной пандемии во всем мире и ведению необходимых карантинных мер, которые не только снизили социальную активность населения и привели к приостановке деятельности многих предприятий, но и привели к значительному мировому экономическому спаду.

В результате, в 2020г во всем мире сокращены объемы потребления электроэнергетических ресурсов всех видов и отмечена отрицательная тенденция в экономическом развитии, и как следствие, снижены транспортные потоки.

Для экологического состояния прибрежных вод Черного моря сложившаяся экономическая ситуация имела положительное влияние, заключающееся в сокращении объемов выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду. Как следствие в период глобальной пандемии отмечается улучшение качества природных вод и атмосферного воздуха.

Актуальность темы исследования обусловлена необходимостью проведения анализа мониторинга за состоянием прибрежных вод Черного моря и поиском путей снижения на них антропогенной нагрузки.

Объект исследования – воды Черноморского побережья

Предмет исследования – динамика качества прибрежных вод.

Цель исследования – проанализировать влияние карантинных мер, связанных с борьбой с новой коронавирусной инфекцией «Covid-19», на динамику состояния прибрежных вод восточной части Черного моря в пределах побережья Краснодарского края.

В соответствии с данной целью в исследовании поставлены следующие задачи:

- изучить гидрохимический состав вод Черного моря и его зависимость от антропогенных факторов;
- проанализировать динамику гидрохимических показателей исследуемой акватории;
- исследовать результаты мониторинга гидрохимических показателей исследуемой акватории Черного моря в динамике
- изучить источники антропогенного воздействия на химический состав прибрежных вод Черного моря;
- предложить комплекс мероприятий по поддержанию естественного гидрохимического состава прибрежных вод Черного моря.

1 Географическое местоположение и окружающая среда Черного моря

1.1 География Черного моря

Черное море относительно обособленное уникальное озеро, расположенное на юге Европы, в длину - тысячу сто пятьдесят км, а в самом широком месте, между южным и северным берегом - 580 км, а в узком от мыса Сарыч - 263 км. (рисунок 1.1).

Площадь Черного моря - 423 тыс. км², средняя глубина около 1315 м, максимальная - 2210 м [5, с. 7].



Рисунок 1.1 – Географическое положение Черного моря

На севере через Керченский пролив соединяется с Азовским морем, а на крайнем юго-западе через пролив Босфор с Мраморным морем и пролив Дарданеллы с Эгейским и Средиземным морями.

В силу отсутствия прямого обмена водой с океаном, из-за узости проливов, здесь не наблюдаются приливов и отливов.

Берега Черного моря омывают территории таких государств, как Украина, Россия, Румыния, Грузия, Болгария и Турция, откуда впадают огромное количество крупных рек и речушек, тем самым создают колоритное разнообразие различных стоков от предприятий промышленности и сельскохозяйственных плантаций (рисунок 1.2).



Рисунок 1.2 – Физико-географическая карта бассейна Черного и Азовского морей

Вполне естественно, что принося дополнительные воды рек от таяния ледников, озер, лиманов и других источников они пополняют и в определенной степени опресняют увеличивая его содержание, и в определенной степени участвуют в поддержании водного баланса водоема. Однако ввиду южного расположения на 45° с.ш эти поступившие воды быстро испаряются [6, с. 85].

По предварительным подсчетам гидрологов, объемы воды Черного моря увеличиваются до $300-400 \text{ км}^3$ ежегодно, за счет поступления в нее речных стоков.

По данным 2015 года (таблица 1.1), средние значения водного баланса водоема составили:

Таблица 1.1 – Годовой водный баланс Черного моря

| Годовой водный баланс Черного моря | |
|--|----------------------------|
| Речной сток | 369 км ³ в год; |
| Атмосферные осадки | 230 км ³ в год |
| Приток воды из Мраморного моря <u>нижнебосфорское течение</u> | 176 км ³ в год |
| Вынос воды через пролив Босфор | 210 км ³ в год |
| Материковый сток | 310 км ³ в год |
| Поступление воды из Азовского моря | 30 км ³ в год; |
| Испарение воды с поверхности моря | 395 км ³ в год; |

Учитывая, что под годовым балансом воды, рассматривается понятие равновесие между притоком и испарением воды, его можно считать положительным, в связи с тем, что поступление берегового стока и осадков, больше испаряющейся воды с поверхности.

По своей территории, море вытянуто с запада на восток и имеет разные глубины и расстояния, которые характеризуются данными в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Параметры гидрологических характеристик Черного моря

| | |
|---|-------------------------|
| Наибольшая глубина Черного моря | 2212 м |
| Наибольшее расстояние от берега до берега | 1500 км |
| Протяженность береговой линии | 4340 км |
| Объем Черного моря | 550 000 км ³ |
| Площадь поверхности моря | 423 000 км ² |
| Площадь водосборного бассейна | 2 300 000 км |
| Глубина <u>пикноклина</u> (слоя резкого изменения плотности и др. свойств воды) | 50-150м |
| Соленость поверхностных вод | 17‰ |
| Соленость <u>под пикноклином</u> | 20-30‰ |
| Температура глубин моря (глубже <u>150 м</u>) | 9°С |
| Граница <u>безкислородной зоны</u> | 140-200 м |

Естественно все выше представленные факторы оказали влияние на формирование климатических условий, и пожалуй подвержены большей

континентальности и сезонности, нежели воздушная среда прибрежных территорий (рисунок 1.3).



Рисунок 1.3 – Среднегодовые показатели температурного режима воды в море

По информации градусника видно, что нагрев, более чем на 20°C наступает только в июле, когда воздух в этих районах прогревается значительно раньше и такая температура, зачастую держится по сентябрь и только в первой декаде октябре начинает охлаждаться до 18-17 °С.

Берега Черного моря, на территории Краснодарского края, составляют около 400км и приблизительно расположились между 43'-45⁰ 12'с.ш. и 40⁰ 00'-36⁰ 36' в.д.[26].

Очень разнообразны по рельефу, местами это ровные пологие, в частности в районе Анапы, тогда как с продвижением на юг более высокие и горные, которые в некоторой степени отражаются на сезонность метеорологических условий: температурный режим, осадки и особенно ветровой, которые различаются не только по скорости но и направлениям. На рисунке 1.4, наглядно можно проследить за показателями сезонности

температурного режима в разных частях моря.

ТЕМПЕРАТУРА ВОДЫ НА ПОВЕРХНОСТИ МОРЯ

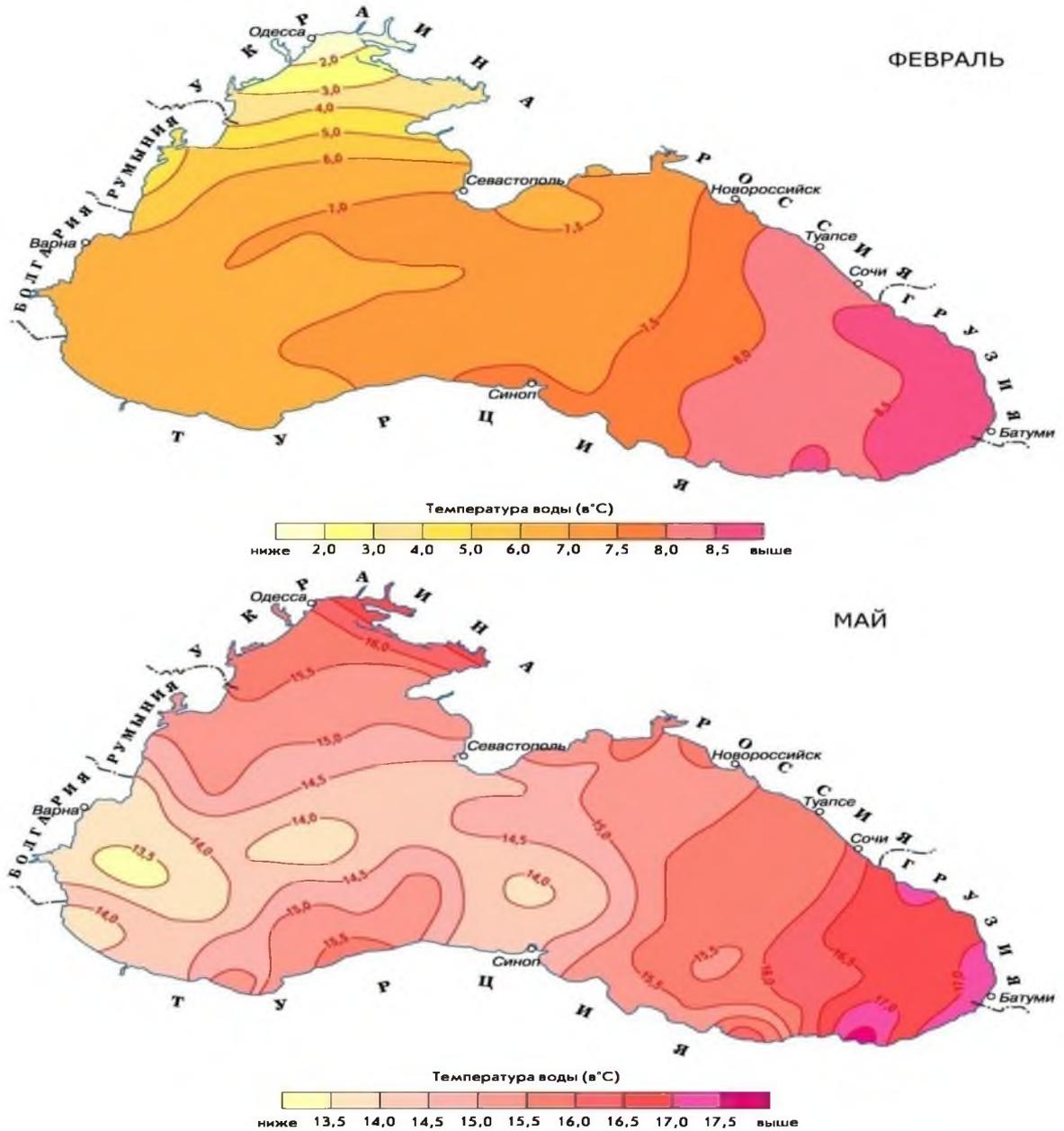


Рисунок 1.4 – Температурный режим воды в разных частях моря

Зимой вода в верхнем слое, вблизи берега, из-за мелководья, охлаждается до $8-10^{\circ}\text{C}$ а открытом море $6-8^{\circ}\text{C}$. На представленной карте очень хорошо демонстрируется температура февраля, самого холодного периода, и начала прогрева в мае, из показателей которых, очень хорошо прослеживается зависимость от географии ее расположения [21, с.97].

Северо-западные воды в феврале охлаждаются до $+ 2,0^{\circ}\text{C}$, а на юго-

западе, в тот же период до $+6-7^{\circ}\text{C}$. В мае прогревается также неравномерно как и охлаждается к зиме, на западе в этот период температура достигает $12-14^{\circ}\text{C}$, а севернее в районе Одессы уже до $17-18^{\circ}\text{C}$.

Поверхность моря летом, прогревается до $25-28^{\circ}\text{C}$, а на южном берегу гораздо выше. Как и в большинстве морских вод с глубиной температура воды изменяется и зависит от сезона года и др. факторов.

Метеорологи за последнее пятидесятилетие процесса образование льда не отмечали, даже на мелководье, хотя в исторической летописи такие факты встречались [27, с. 135].

1.2 Естественный состав морских вод в прибрежной зоне

Основными характеристиками вод Черного моря, влияющих на их химический состав являются подвижность глубинных слоев, которая характеризуется как слабая и довольно большой объем пресной (речной) воды вливающейся в Черное море.

При этом, необходимо отметить, что для черноморских вод немалое значение имеет состав речных вод, впадающих в море и их количество. Основными пресными водами для Черного моря являются воды Дуная.

На состав морских вод оказывают влияние процессы испарения и температурные колебания поверхностных слоев, которые в большей мере влияют на многие физико-химические и биохимические процессы, протекающие в ней [25, с. 112].

В глубинных водах, которые являются весьма малоподвижными, биохимические процессы протекают также значительно, при этом, развивающиеся на глубинах специфические анаэробные микроорганизмы, обуславливают изменения в качественном составе растворенных газов и солей и их количественном содержании.

Вследствие этого, в глубинных водах значительно снижено содержание сульфатов и увеличено количество бикарбонатов [13, с.55].

Следует отметить, что пресные воды, попадающие в Черное море, оказывают влияние на количество хлоридов, содержащихся в поверхностных водах, значительно снижая их, по сравнению с глубинными водами и водами океанов. Соленость Черного моря составляет 17- 18 ‰ (рисунок 1.5).

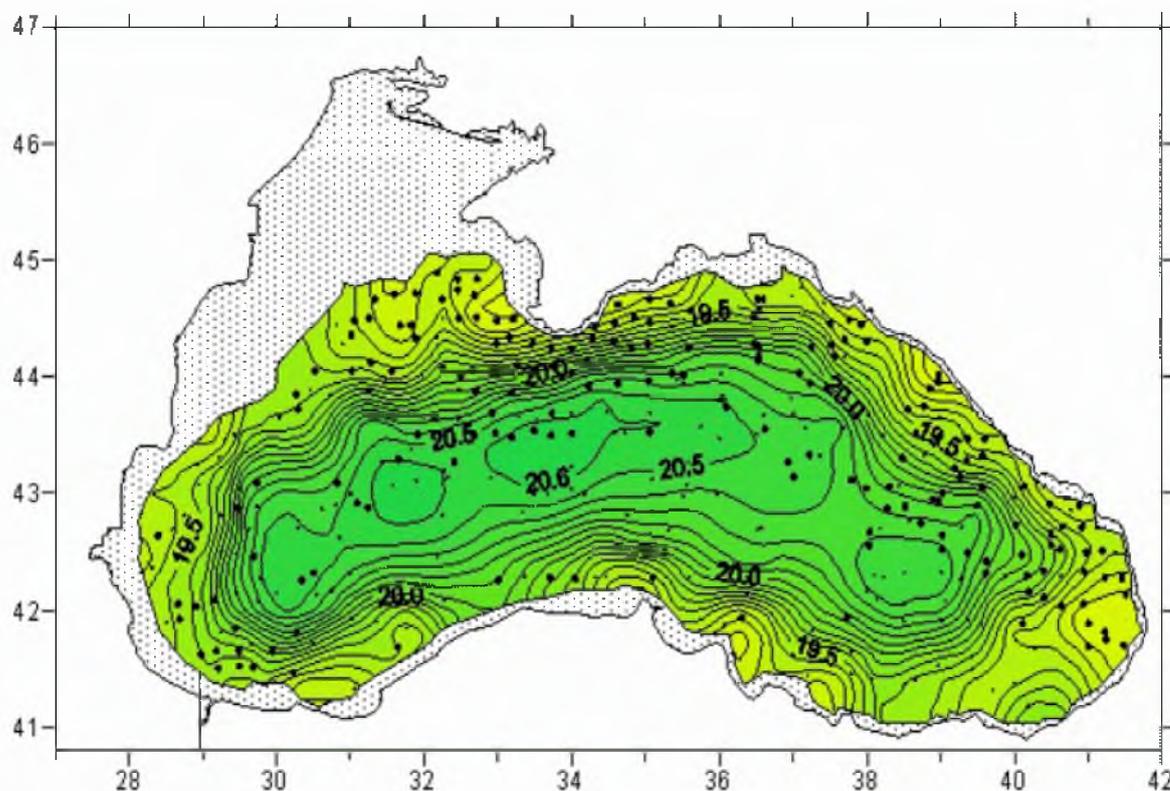


Рисунок 1.5 – Средняя многолетняя соленость вода Черного моря

Усредненная соленость около 18 ‰, возле устьев рек составляет менее 9 ‰. Сезонный цикл солености поверхностного слоя прибрежных вод связан с изменением соотношения речного потока и общей циркуляции. Годовой речной сток малых рек Кавказа составляет около 7,17 км³. В прибрежных водах от Анапы до Сочи относительно низкая соленость всесезонно. Сезонный минимум в течение года приходится в марте-апреле во всех областях района, и изменяется от 16,39 ‰ (Сочи) до 17,99 ‰ (Анапа). Летом есть небольшое увеличение солености в прибрежной зоне, максимум обычно наблюдается в октябре-ноябре в пределах от 16,92 ‰ (Сочи) до 18,26 ‰ (Анапа)[2, с. 89].

В открытой части моря соленость возрастает с глубиной от 17-18 ‰ на поверхности до 22,3 ‰ в нижней части. Важной особенностью

гидрологической структуры вод моря является наличие постоянного галоклина между горизонтами 90-120 м. Соленость в этом интервале глубин увеличивается с 18,5 до 21,5 ‰.

В сравнении с глубинными водами содержание сульфатов в поверхностных водах также снижено, что обусловлено наличием большого количества в глубинных водах сероводорода.

При апвеллинге, часть глубинных вод окисляется бактериями до коллоидной серы, а часть возвращается обратно, осаждаясь на дне моря в виде труднорастворимых сульфидов [11, с.23].

Процесс испарения, происходящий с поверхности моря приводит к увеличению в морской воде количества бикарбонатов.

В целом, можно отметить, что воды Черного моря содержат значительно больше бикарбонатов и карбонатов, чем океанические и средиземноморские воды.

При этом, в поверхностном слое воды содержание карбонатов находится в прямой зависимости от времени года, что обусловлено распределением двуокси углерода [7, с. 402].

При повышении температуры воды и, следовательно, усилении фотосинтеза, количество двуокси углерода уменьшается, и увеличивается содержание карбонатных анионов, поэтому можно сделать вывод, что в теплый период года, особенно летом, уменьшается содержание бикарбонатов и увеличивается количество карбонатов.

Сложившееся равновесие описывается данным уравнением:



Данное явление (уменьшение содержания бикарбонатов и увеличение количества карбонатов) наблюдается до тех пор, пока не начинают доминировать процессы дыхания, поэтому в вертикальном направлении, описанное равновесие распространяется от поверхности до горизонта 25 м.

Обратное отношение (уменьшение количества карбонатов и увеличение содержания бикарбонатов), наблюдается в глубинных водах, где достаточно много двуокси углерода.

На величину солености воды оказывает влияние содержание в ней главных ионов, при этом, после прокаливания, соли содержат окиси, вместо бикарбонатов и карбонатов, что говорит о меньшей величине солености, чем общее количество главных ионов.

Таблица 1.3 – Естественный гидрохимический состав прибрежных морских вод Черного моря

| Гидрохимический показатель | рН | Растворенный кислород | Сероводород | Фосфор | Азот | Кремний | Железо | Медь |
|----------------------------|---------|-----------------------|-------------|----------------------------|------------------------|---------------------------|----------------------|-----------------------|
| Концентрация | 8.1-8,5 | 5,5- 8,5 мг/л | 1-3 мл/л | 100-250 мг/ м ³ | 8-14 мг м ³ | 500-700 мг м ³ | 20 мг м ³ | 4—5 мг м ³ |

В морской воде помимо хлоридов находятся бромиды, фториды, иодиды, Например, если рассмотреть содержание боратов и борной кислоты в различных слоях Черного моря, то в 1 кг поверхностного слоя воды находится около 0,0018 г веществ, а в глубинном — 0,003 г.

Содержание других веществ в 1 кг поверхностных вод следующее: 0,025 г брома, 0,0006 г фтора и 0,00002 г йода [8, с. 57].

Для глубинных вод Черного моря характерным является большое содержание гидросульфидов, что обуславливается также с высоким содержанием сероводорода, например, на больших глубинах на 1 кг воды приходится 0,01 г гидросульфитного аниона (HS⁻).

Средняя щелочность поверхностных вод в Черном море составляет 3,33 мг-экв/л, минимальная щелочность (около 3,29 мг-экв/л) отмечается на глубине 100—150 м.

Водородный показатель (рН) в поверхностных водах меняется от 8,1 до 8,5, с с минимумом зимой, а максимум летом, а с глубиной уменьшается до

7,6 [19, с.105].

Гидрохимические условия в Черном море необычны в частности отсутствие кислорода после 150-170м в глубине (рисунок 1.6).

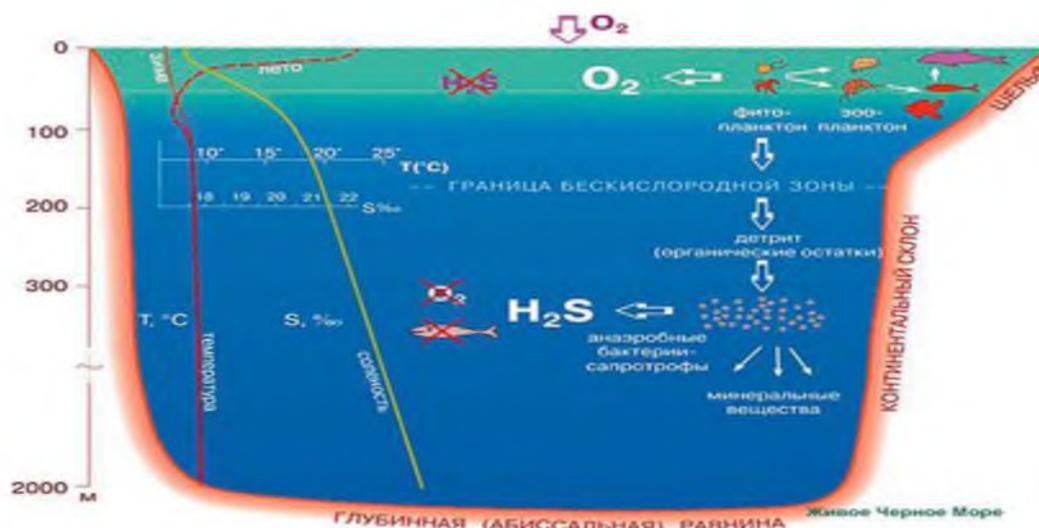


Рисунок 1.6 – Химический состав вод Черного моря в вертикальном срезе

Как видно из рисунка 1.6, кислород в вертикальном наблюдается на 100-150 метровой глубине, а за ним следует толща сероводорода, где обитают анаэробные сапротрофные бактерии, активно разлагающие останки живых организмов поступающие из верхнего слоев моря.

При анаэробном (безкислородном) разложении останков образуется сероводород - вещество, ядовитое и для животных, и для растений (он блокирует дыхательную цепь митохондрий) [12, с. 201].

Четкой границы между сероводородом и кислородом в Черном море нет. Отслеживается только переходная зона, где оба газа содержатся в доминирующих количествах. Многие специалисты-гидрохимики полагают, что сероводород образовался за счет распада пресноводной фауны, которая погибла во время проникновения соленых вод Средиземного моря при формировании Босфора и Дарданелл [26].

В растворенном состоянии в поверхностных водах находится в виде молекул O₂. Растворимость его растет с понижением температуры, повышением давления и увеличением минерализации.

К наиболее распространенным химическим загрязнителям морских вод

относятся: нефть и нефтепродукты, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), пестициды, тяжелые металлы и др.

Сырая нефть и нефтепродукты представляют собой наиболее частые и опасные загрязнители поверхностных вод. Общий объем загрязнения воды нефтью из природных источников составляет около $6 \cdot 10^3$ тонн в год, из антропогенных - до $2,5 \cdot 10^7$ тонн в год.

Нефть нефтепродукты являются чрезвычайно сложной, неустойчивой и различной смесью веществ, включающей в себя (рисунок 1.7):



Рисунок 1.7 – Циркуляция НУ Черного моря в вертикальном срезе

Отрицательный характер несет влияние нефти на людей, диких животных, водную флору, физическое, химическое и биологическое состояние водных объектов [3, с.44].

СПАВ широко используются в промышленности и в быту в качестве основных компонентов синтетических моющих и других средств и естественно в больших масштабах попадает в водную среду.

Хлорорганические пестициды (ХОП) - твердые кристаллические вещества, устойчивы к высоким температурам и плохо растворяются в воде, но

растворимы в жирах и липидах [18, с. 210].

Ртуть или киноварь (сульфид ртути), обладает высокой летучестью паров из-за низкой температуры парообразования.

Черное море содержит большое количество биогенных веществ. Основными источниками загрязнения водной среды минералами и биогенными веществами можно назвать пищевую промышленность и сельскохозяйственную деятельность.

Концентрация и распространение нитритов в воде колеблется в больших пределах, в зависимости от их использования фитопланктоном. Соединения азота играют важную роль в развитии и жизнедеятельности водоемов. Отсутствие азотсодержащих соединений в воде приводит к прекращению роста и развития водной растительности. Однако избыточное содержание также ведет к плохим последствиям. Это ведет к образованию процессов эвтрофикации водоема, отчего качество воды значительно ухудшается. Минеральные формы азота в водоемах представлены в основном ионами нитритов, нитратов, аммиака и аммония [20, с. 44].

К источникам поступления соединений азота в природной воде, относится распад омертвевших клеток водных организмов, атмосферные осадки, фиксация из воздуха в результате деятельности азотфиксирующих бактерий. Большие объемы азота поступают в водные объекты от бытовых, сельскохозяйственных и промышленных сточных вод [15, с. 4].

Самое высокое содержание нитритов фиксируется в конце лета. Связано это с отмиранием водных организмов и разложением органических остатков, а также увеличением интенсивности процесса восстановления нитратов микроорганизмами [15, с. 15].

В подземных водах содержание нитритов обычно выше, особенно в верхних водоносных горизонтах, где достигает сотен микрограммов на дм^3 .

Для Черного моря характерно относительно большое, по отношению к другим морям, количество фосфатов, особенно в глубоких водах.

Фосфор - один из важнейших биогенных элементов, который влияет на

жизнедеятельность водоема. Фосфорные соединения содержатся во всех живых организмах, где они регулируют процессы метаболизма.

В сравнении с другими биогенными компонентами фосфор, как правило, намного активнее переходит из органических в минеральные формы.

Минимальные концентрации фосфатов обычно наблюдаются летом, а максимальные - осенью и зимой [17, с. 15].

Поэтому Черное море продуктивней, урожайней многих морей умеренной зоны - здесь больше планктона, гуще растут водоросли по берегам.

Снижение биоразнообразия Черного моря, обусловлено стоком в полузамкнутый морской бассейн и другим следствием высокая продуктивность экосистемы Черного моря.

На той глубине, куда обычно добираются только водолазы - в холодной воде живут скат морская лисица, камбала калкан, морской петух и колючая акула катран (таблица 1.4).

Таблица 1.4 – Биоразнообразие Черного моря

| Биоразнообразие Черного моря | КОЛИЧЕСТВО ВИДОВ |
|--|------------------|
| Морские млекопитающие | 3 |
| Рыбы | ~180 |
| Донные беспозвоночные | ~1500 |
| Макроводоросли (многоклеточные водоросли, макрофиты) | ~300 |
| Водоросли и фотосинтезирующие бактерии фитопланктона | ~700 |
| Зоопланктон | ~150 |

В результате, достаточности кислорода для жизни животных и растений только в верхних 150 метрах, его концентрация падает с глубиной, и основная масса живого в море - биомасса Черного моря - сосредоточена выше 100-метровой глубины (рисунок 1.8).

Вот так и получается, что 90% водной массы Чёрного моря - почти безжизненны. Но ведь и в любом другом море или океане почти вся жизнь сосредоточена в верхнем, 100-200-метровом слое воды - как и здесь.

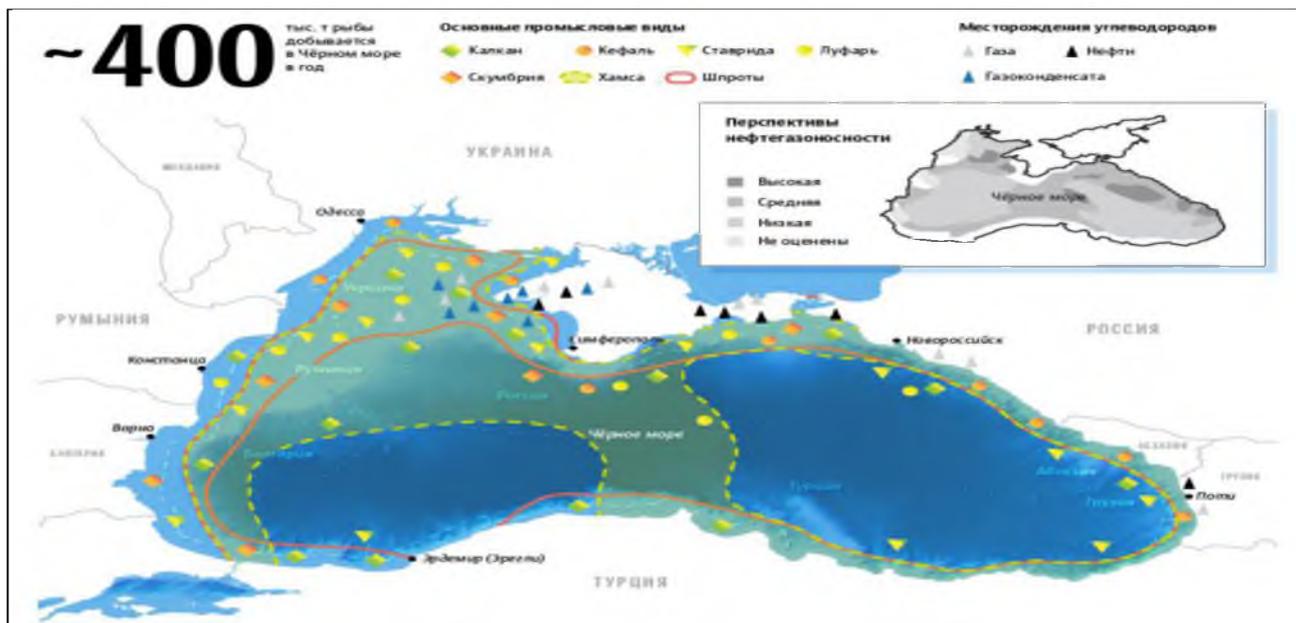


Рисунок 1.8 – Распространение живых организмов в планктоне Чёрного моря

Правда, из-за недостатка кислорода и наличия сероводорода в воде, в Чёрном море отсутствует глубоководная фауна, это снижает его биоразнообразие еще больше, вдобавок к влиянию низкой солености. Например, нет хищных рыб глубин с огромными зубастыми пастьми, перед которыми вешены светящиеся приманки [20, с.57].

2 Влияние карантинных ограничений на гидрохимический состав прибрежных вод восточной части Черного моря

2.1 Результаты мониторинга гидрохимических показателей исследуемой акватории Черного моря с 2015 по 2019 гг.

Физико-химические исследования качества вод проведены в лаборатории, где используются современные аналитические методы исследований (рисунок 2.1):



Рисунок 2.1 – Основные методы исследований

По ранее проведенным исследованиям установлено, что качество воды в реках бассейна Черного моря, что под влиянием природных факторов и антропогенных воздействий, наблюдается повышенное содержание отдельных

поллютантов в устьевых зонах рек, которые превышают нормативы рыбохозяйственных, гигиенических ПДК и установленных фоновых показателей (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Классы качества воды в реках бассейна Черного моря с экологических позиций

| Водный объект | Сухой остаток | БПК ₅ | NO ₃ - | NH ₄ ⁺ | PO ₄₃ ⁻ | Средний балл |
|---------------|---------------|------------------|-------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------|
| Джубга | 1 | • 2 | 1 | 2 | 2 | 1,6 |
| Агой | 2 | 2 | 3 | 4 | 2 | 2,6 |
| Туапсе | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1,6 |
| Аше | 1 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1,8 |
| Шахе | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1,8 |
| Сочи | 1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2,2 |
| Мзымта | 1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2,2 |
| Псоу | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1,8 |

За исследуемый период было отобрано более 280 проб в акватории Туапсе, Анапы, Геленджика, Новороссийска (рисунок 2.2).

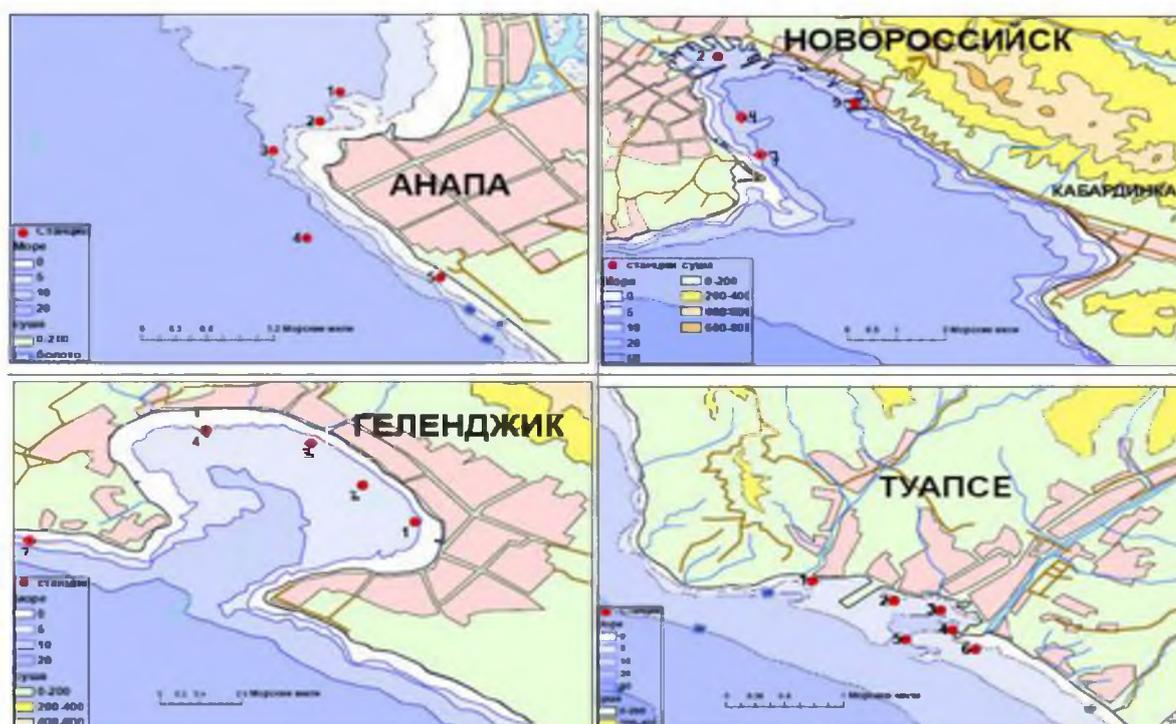


Рисунок 2.2 - Схемы точек отбора проб

Результаты анализа массовых концентраций исследуемых компонентов,

представлены ниже. Содержание нефтепродуктов в пробах распределялось следующим образом (таблица 2.2).

Таблица 2.2 – Среднегодовое содержание нефтепродуктов (мг/дм³) в морской воде

| Год | Анапа | Новороссийск | Геленджик | Туапсе |
|------|-------|--------------|-----------|--------|
| 2015 | 0,01 | 0,01 | 0 | 0,01 |
| 2016 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 |
| 2017 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,01 |
| 2018 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,02 |
| 2019 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,03 |

Среднегодовые значения содержания нефтепродуктов в морской воде изменялись от 0 мг/дм³ до 0,03 мг/дм³ (рисунок 2.3).

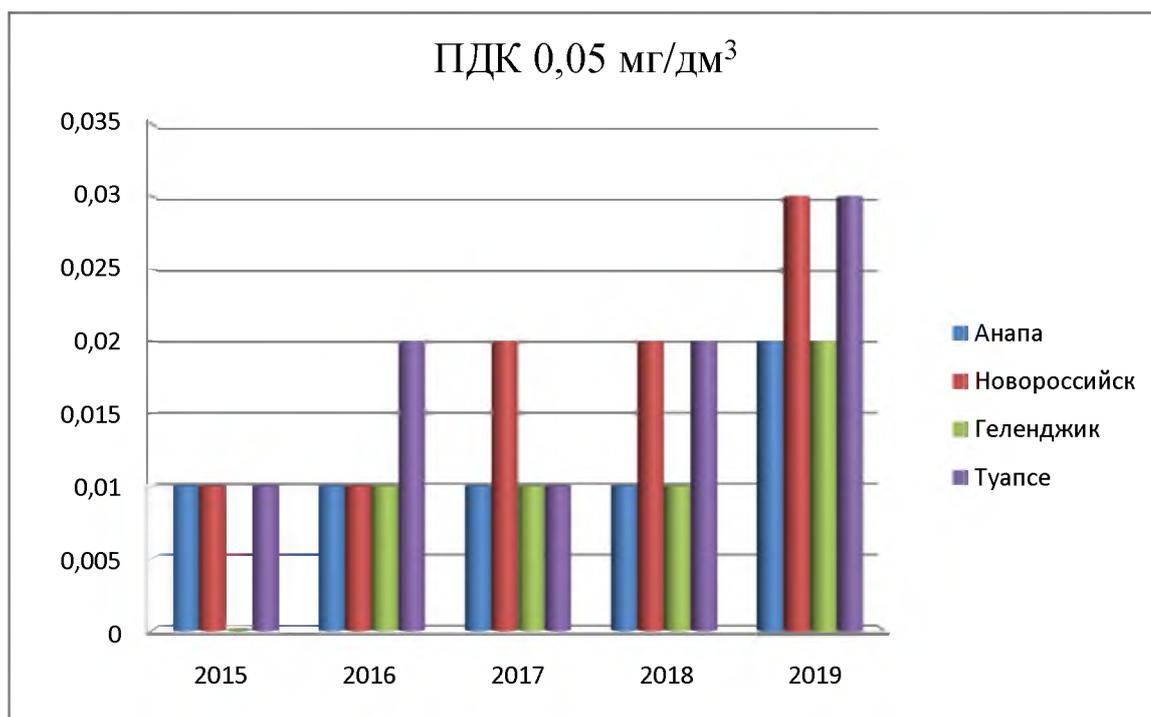


Рисунок 2.3 – Распределение нефтепродуктов (мг/дм³) в пробах морской воды

Максимум наблюдался в декабре 2018 года - 0,41 мг/дм³, что во много раз превысило ПДК, было вызвано разгерметизацией нефтепровода компании «Черномортранснефть» в районе поселка Греческий.

Незначительные превышения зафиксированы почти во всех точках, за

исключением Геленджика. Ниже представлены показатели содержания растворенной ртути (таблица 2.3, рисунок 2.4)

Таблица 2.3 – Среднегодовые показатели растворенной ртути (мкг/дм³)

| Год | Анапа | Новороссийск | Геленджик | Туапсе |
|------|-------|--------------|-----------|--------|
| 2015 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2016 | 0 | 0 | 0,01 | 0 |
| 2017 | 0,004 | 0,01 | 0,004 | 0,005 |
| 2018 | 0 | 0,006 | 0 | 0,001 |
| 2019 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Среднегодовые значения содержания растворенной ртути в морской воде менялись от 0 мкг/дм³ до 0,01 мкг/дм³. Все показатели в пределах нормы.

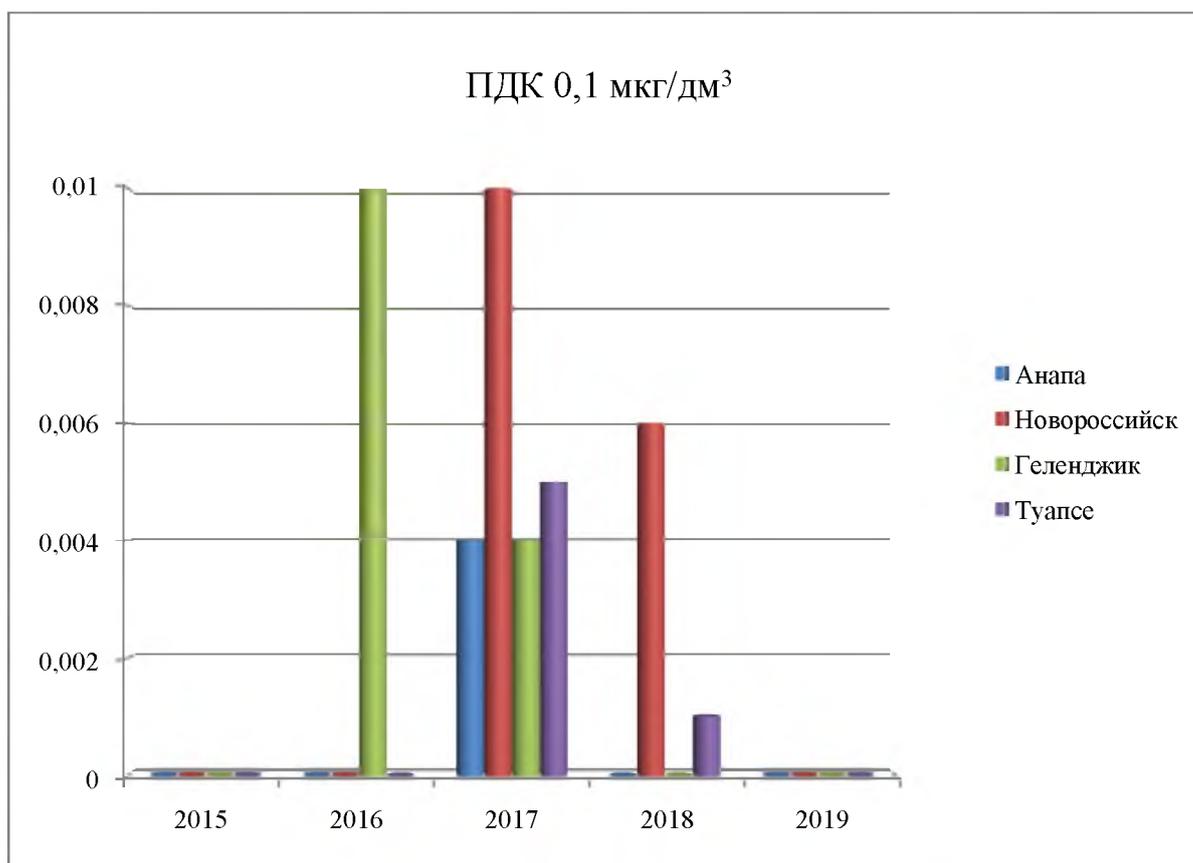


Рисунок 2.4 – Распределение растворенной ртути (мкг/дм³) в морской воде

Все показатели в пределах нормы, за исключением одного образца. Показатели СПАВ выглядят таким образом (таблица 2.4).

Таблица 2.4 – Среднегодовые показатели СПАВ (мкг/дм³) в морской воде

| Год | Анапа | Новороссийск | Геленджик | Туапсе |
|------|-------|--------------|-----------|--------|
| 2015 | 6,5 | 5,0 | 6,6 | 4,3 |
| 2016 | 5,8 | 5,7 | 4,7 | 4,8 |
| 2017 | 3,5 | 5,0 | 4,2 | 2,5 |
| 2018 | 5,5 | 6,9 | 6,0 | 6,0 |
| 2019 | 6,2 | 5,2 | 5,1 | 11,9 |

Показатели СПАВ варьируют в пределах от 2,5 мкг/дм³ до 11,9 мкг/дм³ (рисунок 2.5).

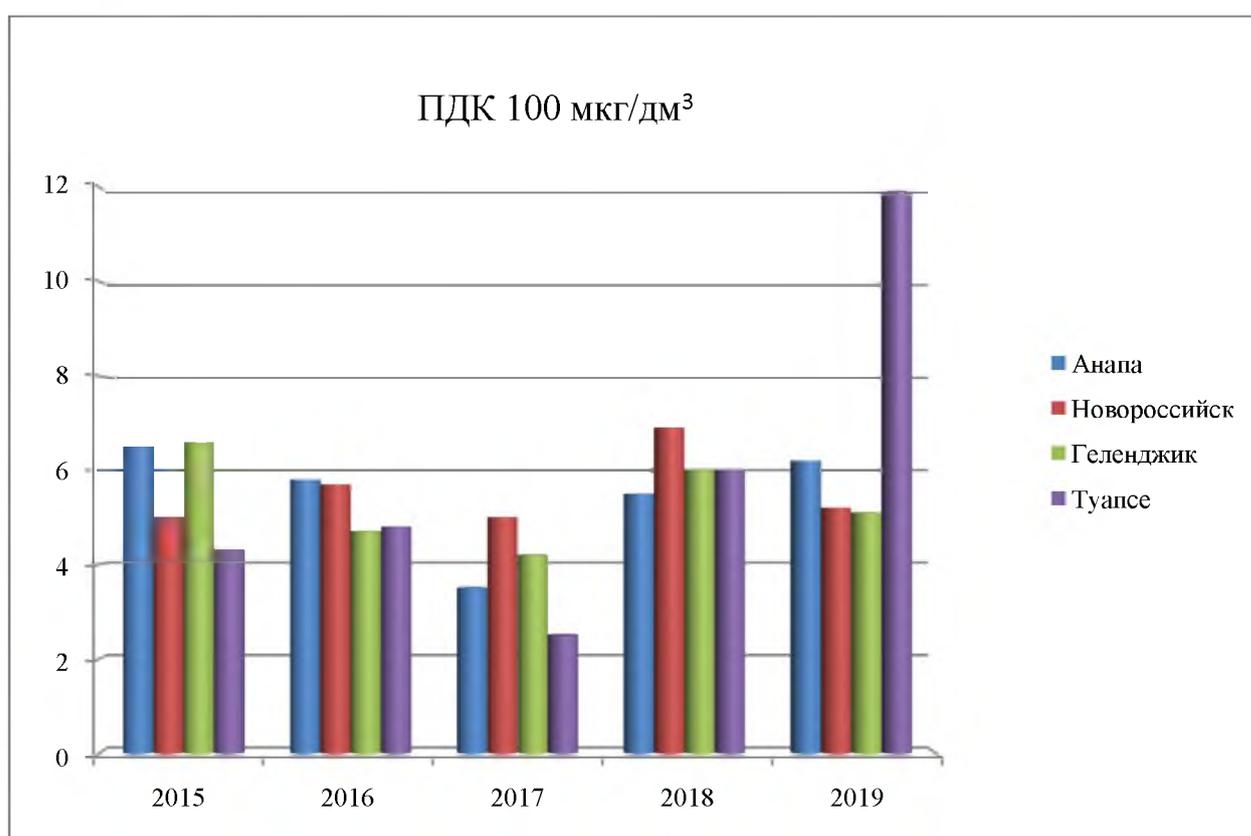


Рисунок 2.5 – Распределение СПАВ (мкг/дм³) в морской воде

Максимальное значение СПАВ, зафиксированное на станции ГМБ Туапсе за период с 2015 по 2019 г, наблюдалось в точке №5 порта Туапсе и составило 30 мкг/дм³. Это значительно ниже допустимой нормы.

Ионы аммония и аммиака в исследуемых водах содержится (таблица 2.5).

Таблица 2.5 – Среднегодовые показатели аммонийного азота (мкг/дм^3) в исследуемых акваториях

| Год | Анапа | Новороссийск | Геленджик | Туапсе |
|------|-------|--------------|-----------|--------|
| 2015 | 27,0 | 51,5 | 26,5 | 33,1 |
| 2016 | 43,5 | 32,3 | 35,9 | 53,0 |
| 2017 | 51,8 | 63,0 | 37,2 | 31,9 |
| 2018 | 104,0 | 94,4 | 114,0 | 51,0 |
| 2019 | 74,9 | 78,4 | 72,4 | 53,6 |

Концентрация аммонийного азота варьировала от $26,5 \text{ мкг/дм}^3$ до $114,0 \text{ мкг/дм}^3$ (рисунок 2.6). Все значения также ниже ПДК.

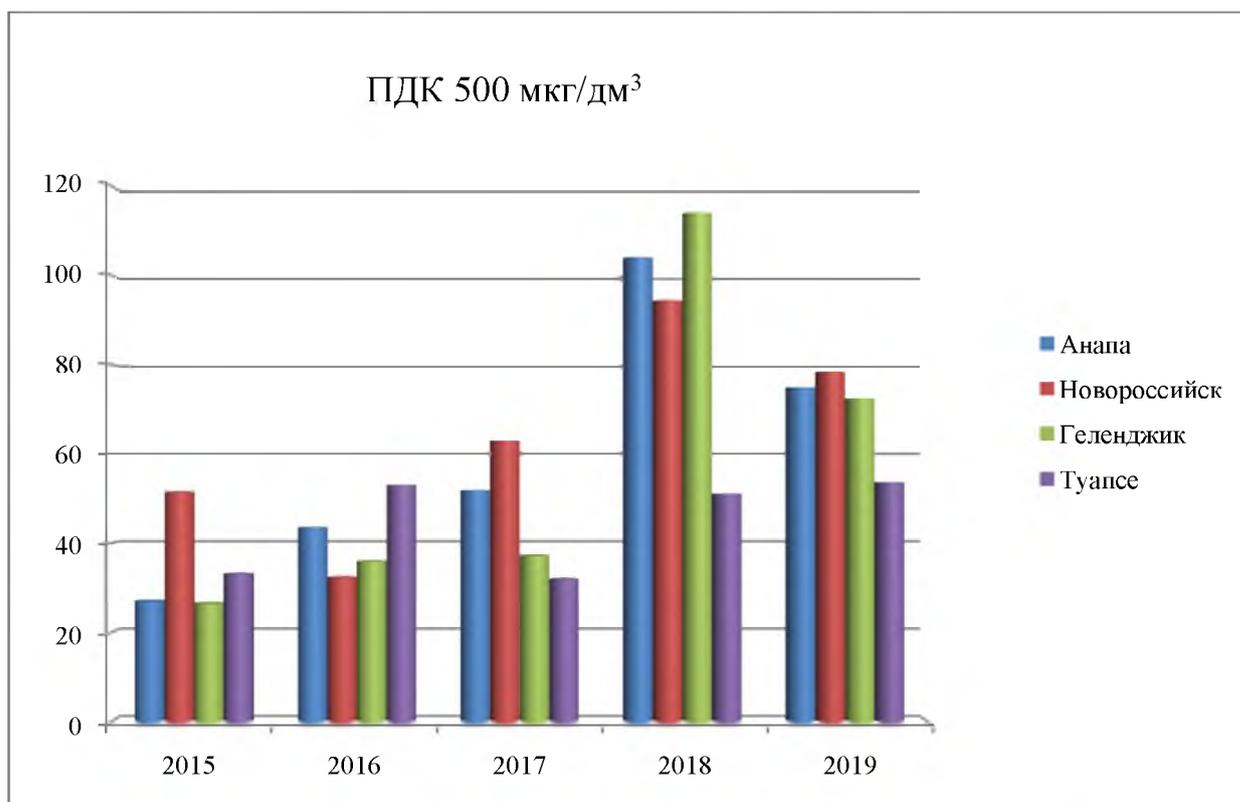


Рисунок 2.6 – Распределение аммонийного азота (мкг/дм^3)

Максимальное значение, зафиксированное на станции ГМБ Туапсе за период с 2015 по 2019 г, наблюдалось в точке №3 порта Анапа и составило 220 мкг/дм^3 , что не нарушает допустимых норм.

Далее представлены показатели нитритов в исследуемых водах (таблица

2.6).

Таблица 2.6 – Среднегодовые показатели нитритов (мг/дм³)

| Год | Анапа | Новороссийск | Геленджик | Туапсе |
|------|-------|--------------|-----------|--------|
| 2015 | 2,3 | 1,7 | 2,5 | 3,9 |
| 2016 | 4,0 | 3,3 | 2,7 | 4,0 |
| 2017 | 3,1 | 2,9 | 3,3 | 1,5 |
| 2018 | 1,3 | 1,3 | 1,4 | 2,4 |
| 2019 | 3,4 | 2,8 | 2,4 | 2,1 |

Среднегодовые содержания данного биогенного элемента в морской воде, менялись от 1,3 мкг/дм³ до 4,0 мкг/дм³ (рисунок 2.7). Все значения в пределах нормы.

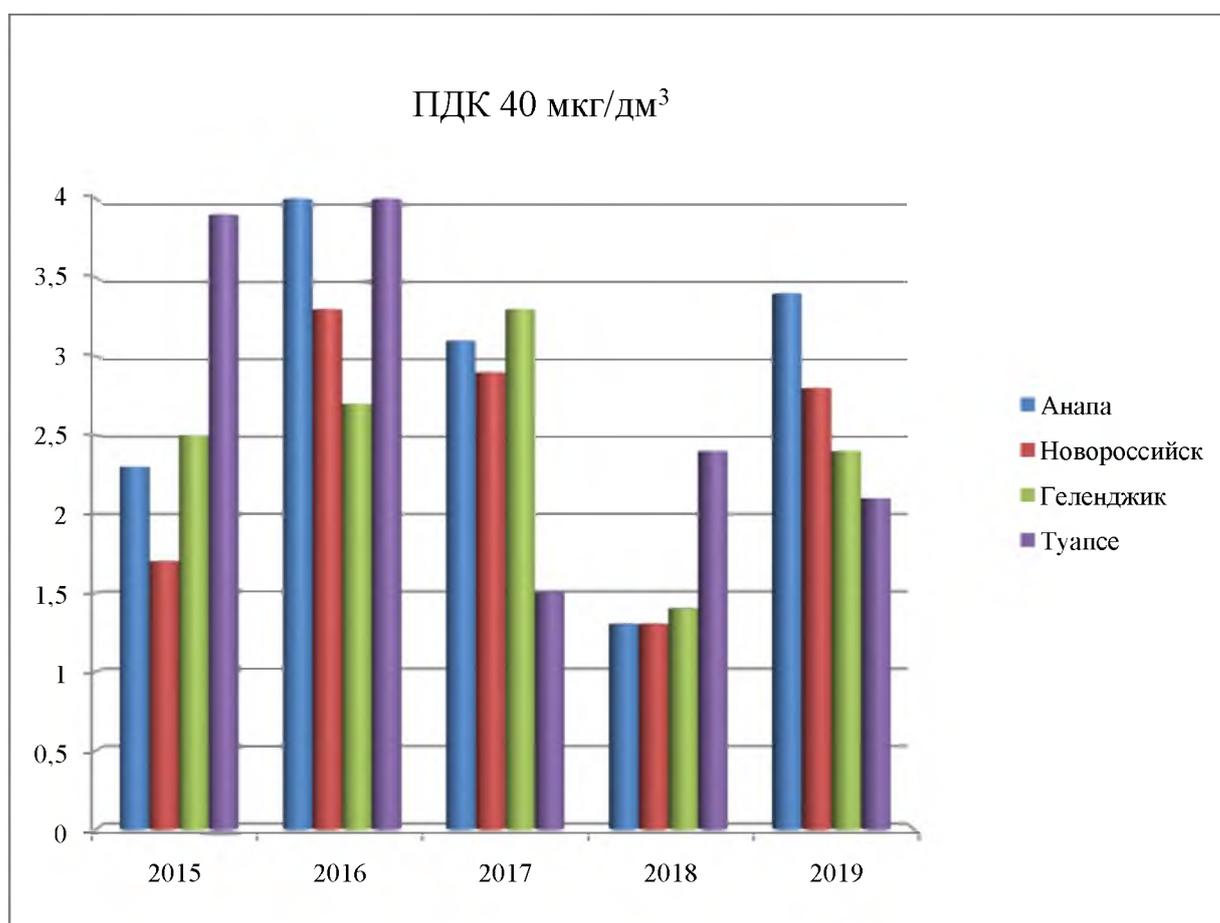


Рисунок 2.7 – Распределение нитритов (мг/дм³) в морской воде

Максимальные значения, зафиксированные на станции ГМБ Туапсе за период с 2015 по 2019 г, наблюдались в точках №1 и 5 порта Анапа и составило

9,7 мкг/дм³, что не нарушает предельно допустимые нормы.

Содержание фосфатов выглядит следующим образом (таблица 2.7).

Таблица 2.7 – Среднегодовые показатели фосфатов (мкг/дм³)

| Год | Анапа | Новороссийск | Геленджик | Туапсе |
|------|-------|--------------|-----------|--------|
| 2015 | 18,5 | 14 | 19,3 | 16,1 |
| 2016 | 9,2 | 11,4 | 12 | 22 |
| 2017 | 13 | 15,8 | 13,6 | 13,7 |
| 2018 | 11 | 12 | 13 | 40 |
| 2019 | 54,1 | 58,3 | 48,6 | 37,3 |

Среднегодовые значения содержания данного биогенного элемента в морской воде менялись от 9,2 мкг/дм³ до 58,3 мкг/дм³ (рисунок 2.8). ПДК не превышена.

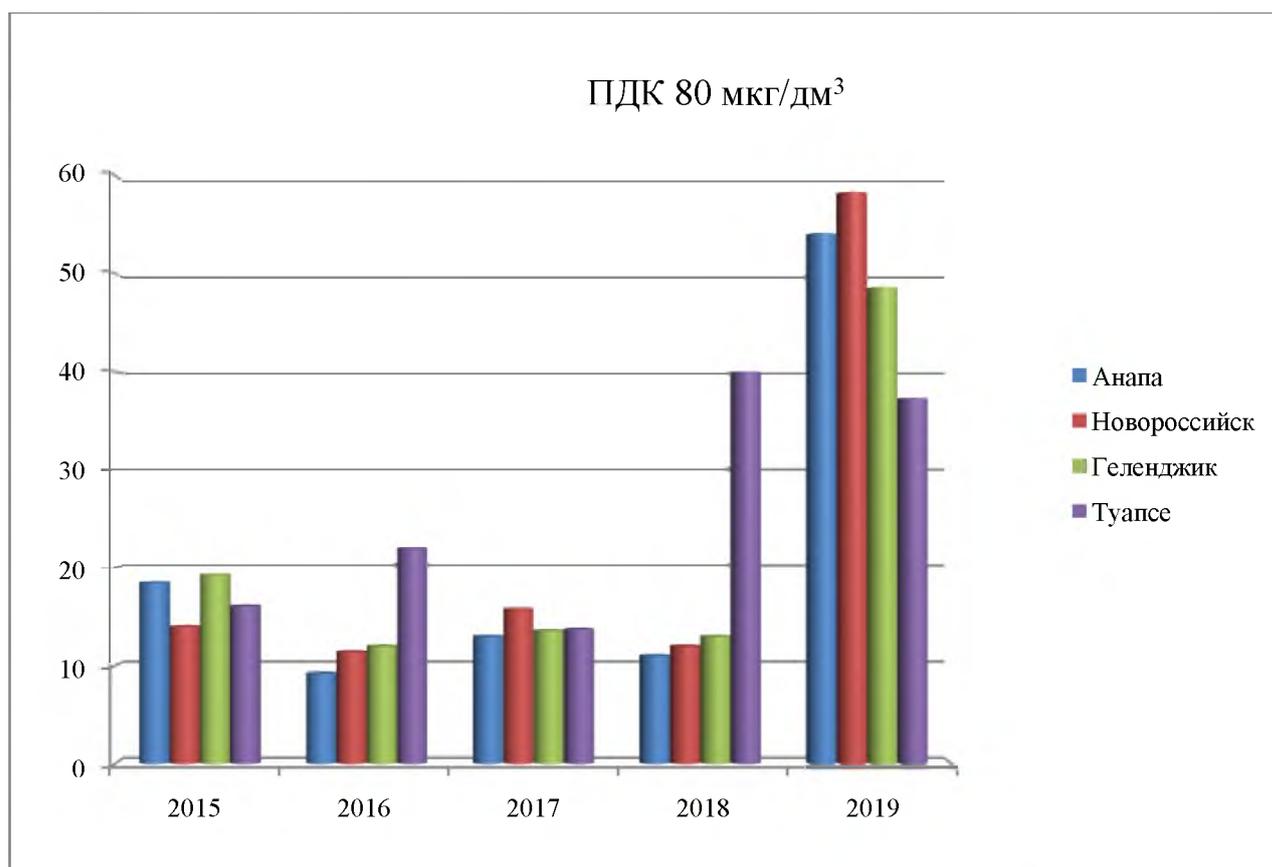


Рисунок 2.8 – Распределение фосфатов (мкг/дм³)

Максимальное значение наблюдалось в точке №1 порта Анапа и составило 74 мкг/дм³, что не превышает ПДК, но близко к ней. Причиной

можно считать разложение отмирающих водорослей и других организмов в наиболее жаркие дни лета.

Ниже представлены показатели кремния в исследуемых акваториях (таблица 2.8).

Таблица 2.8 – Среднегодовые показатели кремния (мкг/дм³)

| Год | Анапа | Новороссийск | Геленджик | Туапсе |
|------|-------|--------------|-----------|--------|
| 2015 | 197,6 | 128 | 200,5 | 311 |
| 2016 | 243 | 249 | 203 | 239,1 |
| 2017 | 241 | 234 | 227 | 228 |
| 2018 | 297 | 266 | 240 | 114 |
| 2019 | 436 | 471 | 339 | 303 |

Среднегодовые значения содержания данного биогенного элемента менялись от 114 мкг/дм³ до 471 мкг/дм³ (рисунок 2.9). Показатели соответствуют установленным нормам.

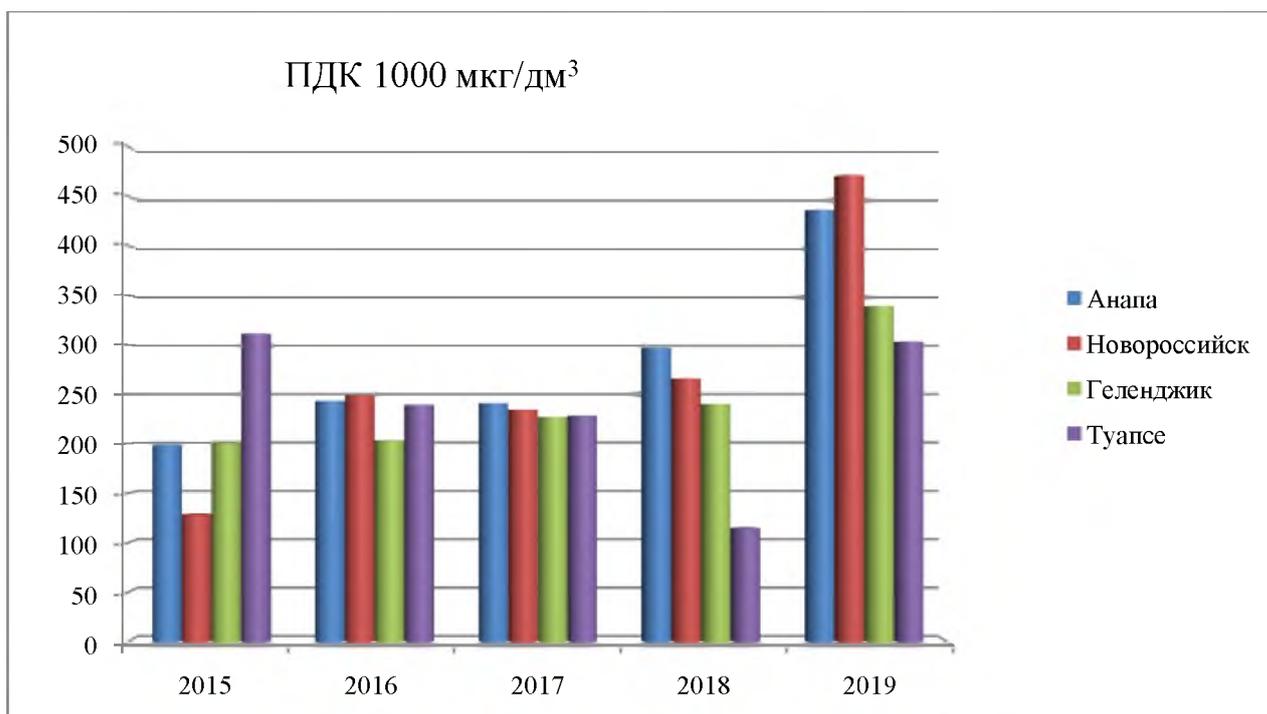


Рисунок 2.9 – Распределение кремния (мкг/дм³)

Максимальное значение зафиксировано в точке №2 порта Анапа и составило 1010 мкг/дм³, что незначительно превысило допустимую концентрацию. Причина этого события, вероятна, та же, что и превышение

содержания фосфатов.

2.2 Анализ динамики гидрохимических показателей 2020 исследуемой акватории

Введенные карантинные ограничения на Черноморском побережье Краснодарского края в период с апреля по 15 июля 2020 года предоставили уникальную возможность проследить динамику гидрохимических показателей в прибрежных водах муниципального образования (МО) Туапсинский район.

Данные оценки на соответствие значений гидрохимических показателей качества морской воды предельно допустимыми их концентрациям представлены на рисунках 2.10 – 2.13.

Снижение рекреационной нагрузки в исследованный период 2020 года привело к уменьшению поступления загрязняющих веществ в прибрежные морские воды: по всем оцениваемым показателям наблюдали приближение концентраций к значениям ПДК. По показателям содержания нефтепродуктов, нитратов и взвешенных веществ выявили снижение концентраций до уровня менее ПДК.

После снятия карантинных ограничений 15 июля 2020 года и возобновлении рекреационной нагрузки на побережье наметилась тенденция к нарастанию концентраций в морской воде наиболее мобильных загрязняющих компонентов – нефтепродуктов и аммонийного азота (рисунок 2.10, 2.11).

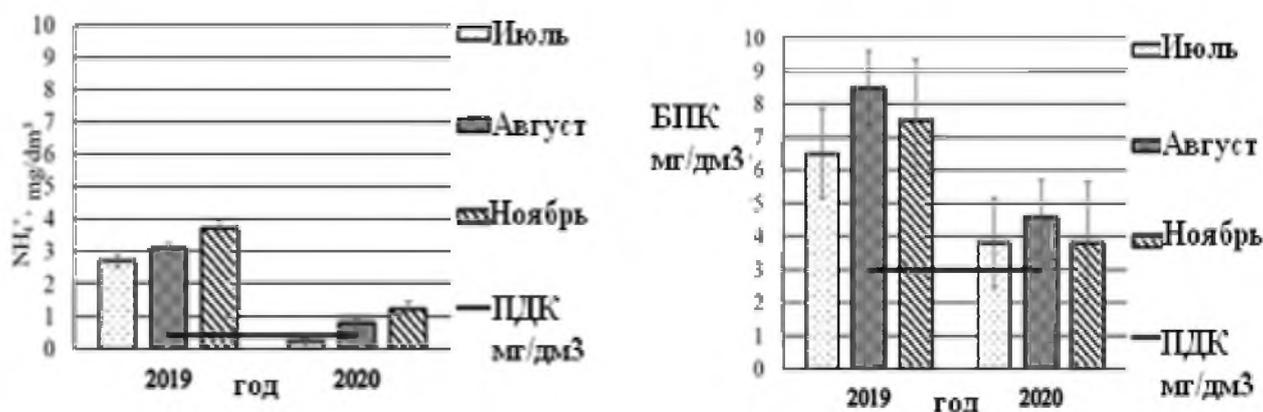


Рисунок 2.10 – Динамика концентрации аммонийного азота и $BПК_5$

Установлено, что в морской воде в периоды средней, минимальной и возобновившейся рекреационной нагрузки прибрежных вод Черного моря в МО Туапсинский район Краснодарского края выявлено пропорциональное увеличение концентрации аммонийного азота и БПК₅ в морской воде: в пробах 2019 года концентрация аммонийного азота и БПК₅ составили в третьем квартале 7 ПДК и 2.5 ПДК, в четвертом квартале – 9 ПДК и 3 ПДК соответственно; и в пробах 2020 года снижение концентрации аммонийного азота до 2 ПДК в третьем и 3 ПДК в четвертом квартале привело к пропорциональному снижению БПК₅ до 1.5 ПДК и 1.3 ПДК соответственно (рисунок 2.10).

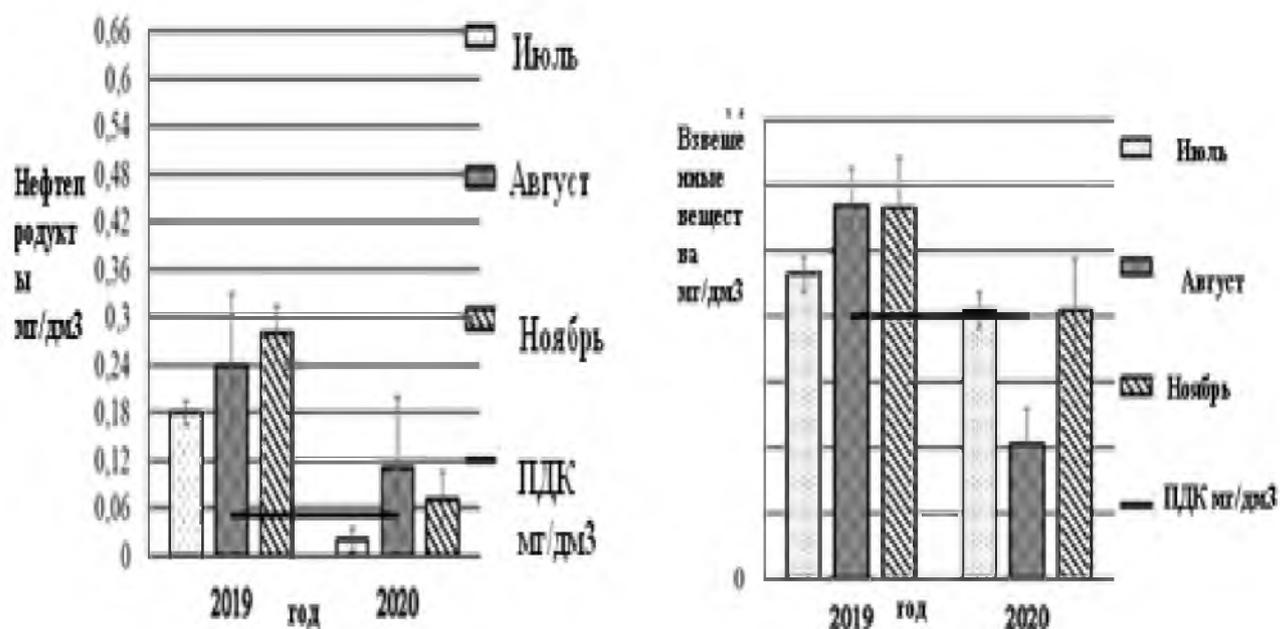


Рисунок 2.11 – Динамика концентраций нефтепродуктов и взвешенных веществ

Количество поступающих в морскую воду нефтепродуктов и взвешенных веществ в периоды средней, минимальной и возобновившейся рекреационной нагрузки прибрежных вод Черного моря в МО Туапсинский район Краснодарского края зависело от степени рекреационной нагрузки на побережье: с введением карантинных мер наблюдали резкое снижение концентраций НУ и ВЗВ ниже ПДК (рисунок 2.11).

Подобная тенденция прослежена в динамике концентраций железа общего и СПАВ: при снижении рекреационной нагрузки на побережье в связи с

введением карантинных мероприятий произошло снижение концентраций вышеуказанных веществ в 2–5 и 2–9 раз соответственно (рисунок 2.12).

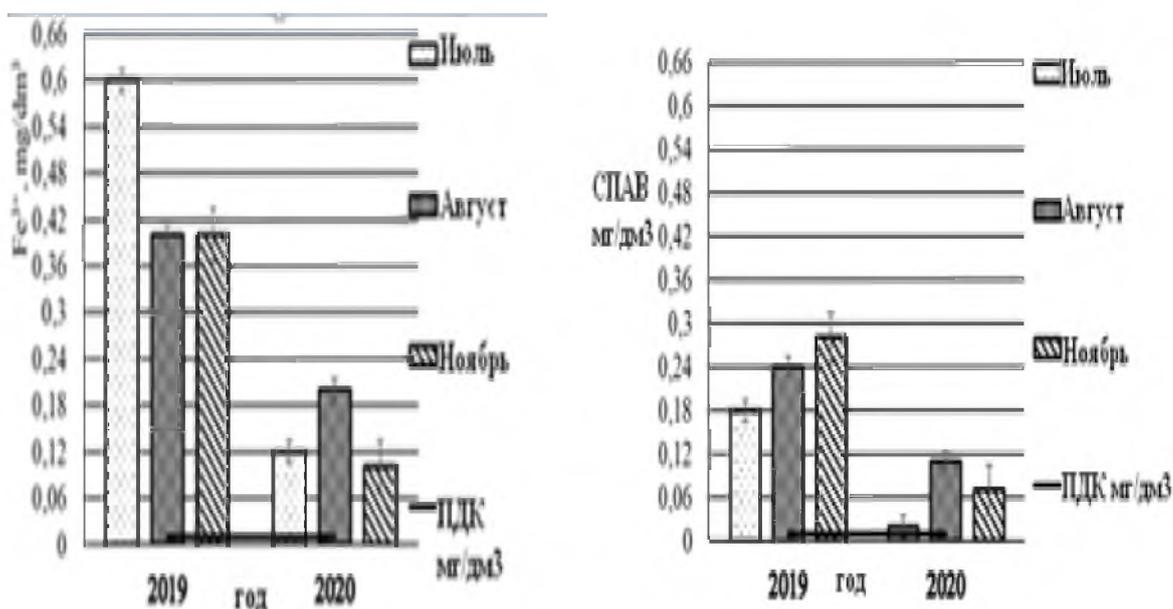


Рисунок 2.12 – Динамика концентраций железа общего и СПАВ

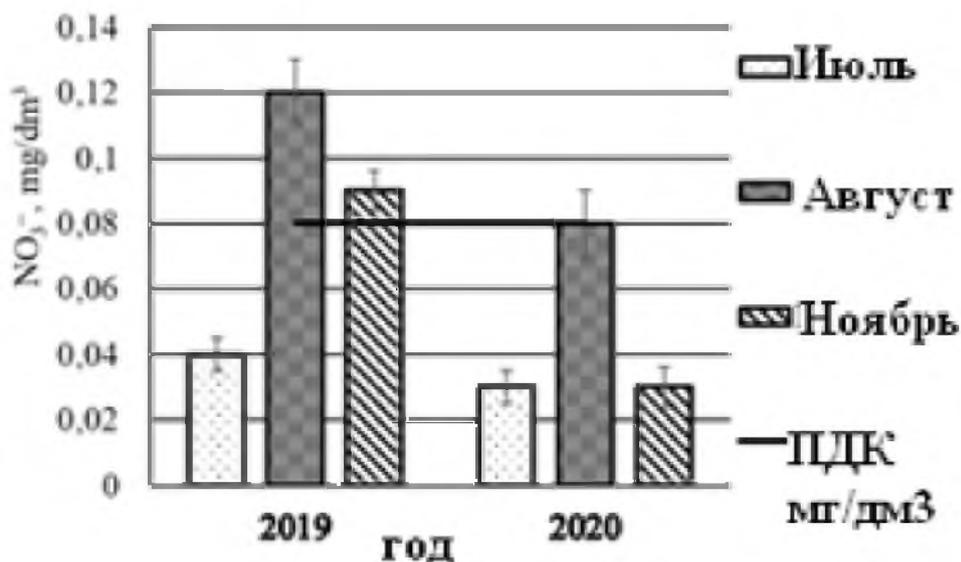


Рисунок 2.13 – Динамика концентрации нитратов NO_3^- нагрузки прибрежных вод Черного моря в МО Туапсинский район Краснодарского края

В отличие от вышеприведенных гидрохимических показателей на концентрацию нитратов введение карантинных мер оказало не столь значительное влияние, хотя тенденция к ее уменьшению прослеживается (рисунок 2.13).

Таблица 2.9 – Усредненные значения гидрохимических показателей за период с апреля по июнь 2020 года в сравнении с усредненными показателями за тот же период 2019 года

| Район взятия проб | В ₃ В ₁ | Нитриты ₁ | БПК ₅ | Азот аммонийный ₁ | НУ ₁ | СПАВ ₁ |
|----------------------|-------------------------------|----------------------|-----------------------------------|------------------------------|--------------------|--------------------|
| | мг /дм ³ | мг /дм ³ | мг /дм ³ | мг/дм ³ | мг/дм ³ | мг/дм ³ |
| | ПДК | ПДК | ПДК | ПДК | ПДК | ПДК |
| | 8,0 | 0,08 | не более 3 мг /дм ³ | 0,4 мг /дм ³ | 0,05 | 0,1 |
| Туапсе 2020 | 8,2 | 0,04 | 4,7 | 2,4 | 0,04 | 0,04 |
| Туапсе 2019 | 9,3 | 0,04 | 6,5 | 2,7 | 0,18 | 0,05 |

Как видно из таблицы 2.9, произошло снижение концентрации загрязняющих веществ в прибрежных водах исследуемой акватории.

Особенно снизилась концентрация нефтеуглеводородов: с 3,6 ПДК в 2019 году до 0,8 ПДК в 2020.

Эти данные говорят о том, что наибольший загрязняющий эффект прибрежным водам исследуемого района наносит автотранспорт, а конкретно ливневый сток с дорожного полотна автодороги федерального значения, проходящей в непосредственной близости от прибрежной зоны.

В то время, как находящиеся на территории МО Туапсинский район предприятия «Роснефть» имеют современные очистные сооружения, эффективно справляющиеся с очисткой ливневых стоков с их промышленной территории.

Концентрация аммонийного азота в 2020 году снизилась незначительно; с 2,7 мг/дм³ до 2,4 мг/дм³, так как аммонийный азот поступает в прибрежные морские воды в основном с речным стоком.

Большинство прибрежных поселений Черноморского побережья Краснодарского края или вовсе не имеют централизованных очистных сооружений бытовых сточных вод, или нуждаются в их модернизации.

Как видно из диаграммы (рисунок 2.14), концентрация нитритов в морских прибрежных водах исследуемого района фактически не изменилась в 2020 году по сравнению с 2019 годом, так как на исследуемом участке

побережья Краснодарского края фактически не развит агропромышленный комплекс и источников нитритов и нитратов в виде азотсодержащих удобрений применяется относительно немного.

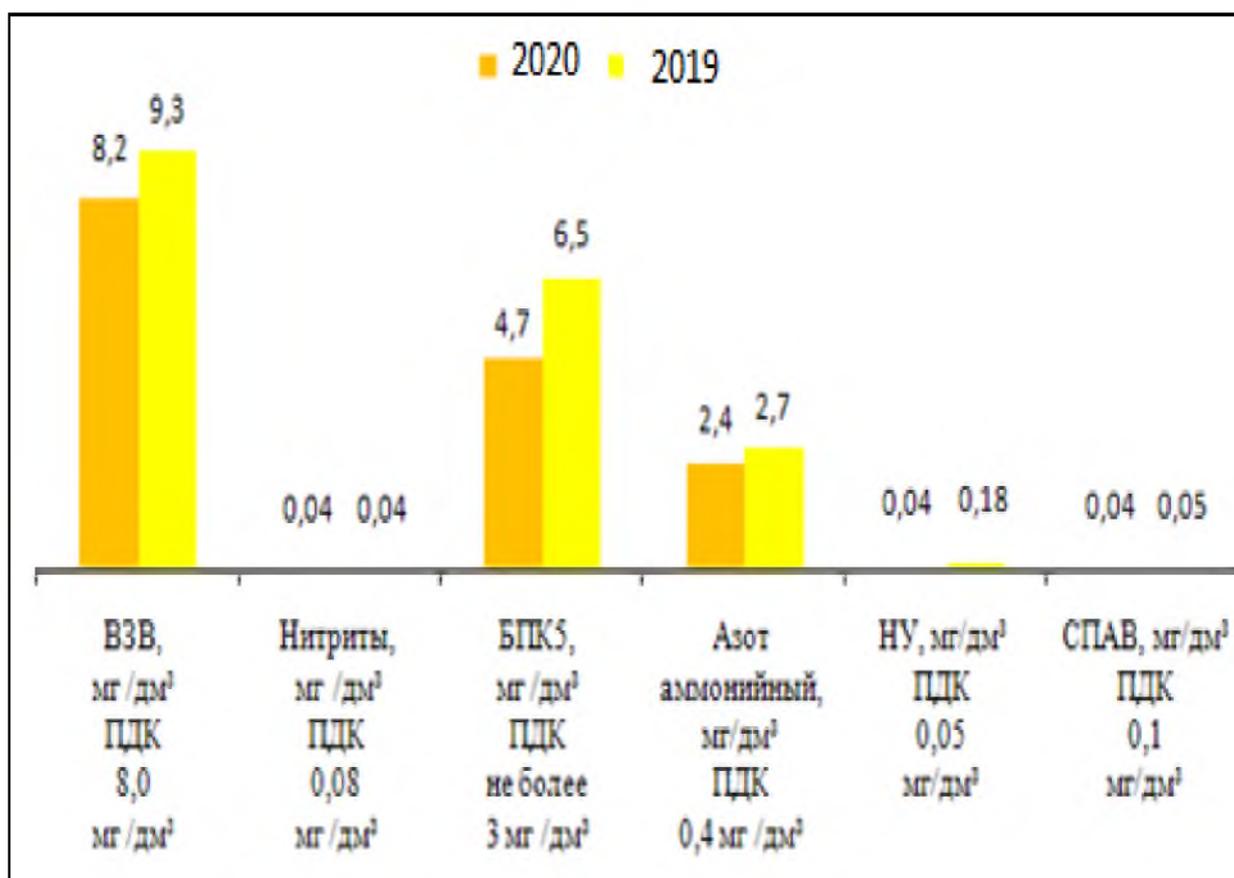


Рисунок 2.14 – Сравнительные показания концентраций определяемых гидрохимических показателей в 2019 и 2020 гг.

Тем более, что исследования гидрохимического состава прибрежных вод проводились фактически в весенний период, когда поступление нитритов в окружающую среду минимально.

Таблица 2.10 – Значения гидрохимических показателей в июле 2020 года в сравнении с усредненными показателями за тот же период 2019 года

| Район взятия проб | V ₃ B, мг /дм ³ ПДК 8,0мг /дм ³ | Нитриты, мг /дм ³ ПДК 0,08мг /дм ³ | БПК ₅ ,мг /дм ³ ПДК не более 3 мг /дм ³ | Азот аммонийный, мг/дм ³ ПДК 0,4 мг /дм ³ | НУ, мг/дм ³ ПДК 0,05мг/дм ³ | СПАВ, мг/дм ³ ПДК 0,1мг/дм ³ |
|----------------------|---|---|---|--|---|--|
| Туапсе 2020 | 8,2 | 0,03 | 3,8 | 1,2 | 0,02 | 0,01 |
| Туапсе 2019 | 9,3 | 0,04 | 6,5 | 2,7 | 0,18 | 0,05 |

Очевидно значимые результаты потенциала самоочищения прибрежных морских вод были зафиксированы в начале июля 2020 года (таблица 2.10).

Наблюдается снижение концентраций всех исследуемых гидрохимических показателей: нитратов (незначительно), аммонийного азота (снижение концентрации в 2,25 раза в июле 2020 года по сравнению с тем же периодом 2019 года); концентрация НУ уменьшилась в 9 раз, что связано с карантинными ограничениями перемещения автотранспорта; с этими ограничениями связано и уменьшение концентрации СПАВ (в 1,5 раза) – автомойки в период ограничений не работали, а попадание СПАВ в прибрежные воды можно объяснить не канализованными бытовыми стоками.

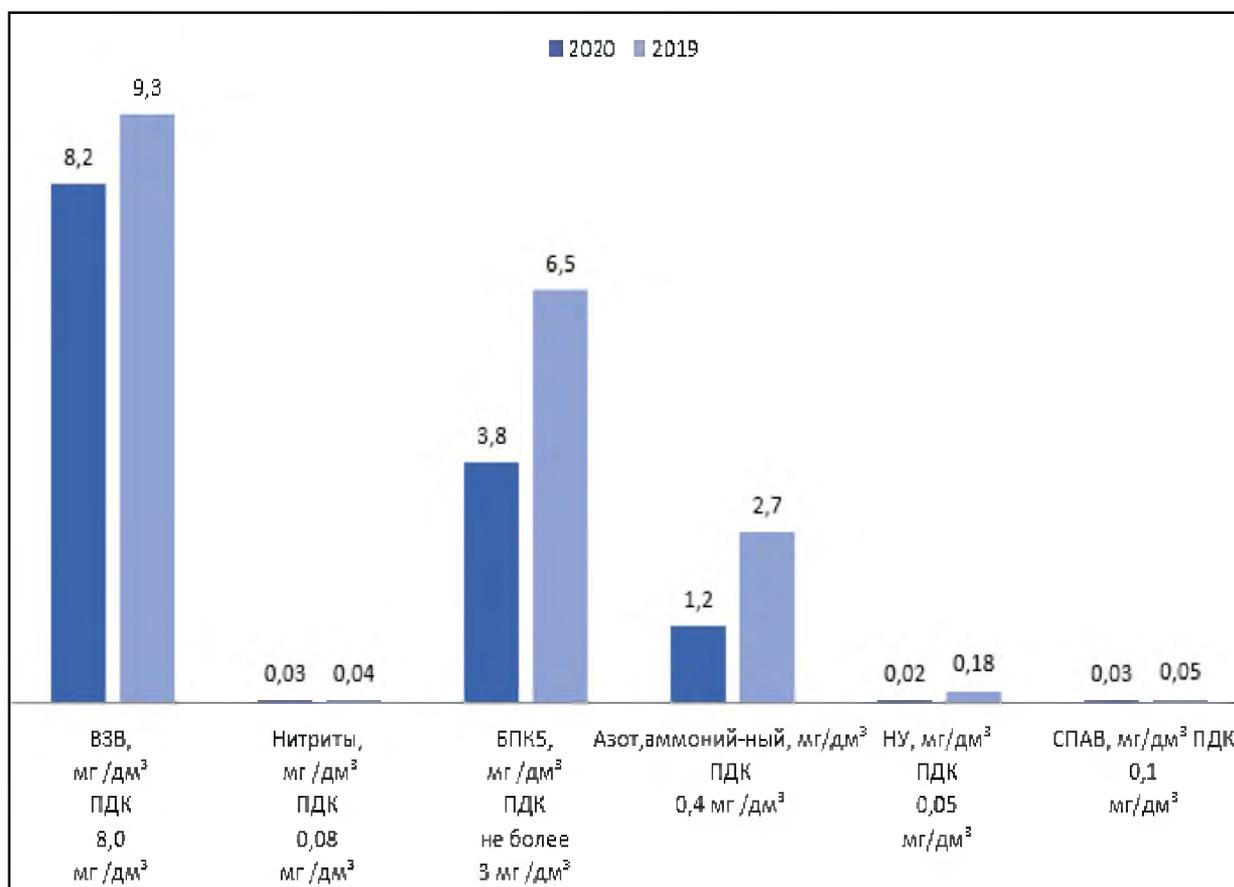


Рисунок 2.15 – Динамика уменьшения концентраций загрязняющих веществ в морских водах в июне 2019 и 2020 гг.

Как видно из рисунка 2.15 снижение азотсодержащих веществ в морских водах на исследуемом участке побережья (азота аммонийного, нитритов и нитратов) приводит к снижению биологического потребления кислорода (БПК).

Незначительное снижение концентрации взвешенных веществ можно объяснить абиогенными факторами: выпадением осадков, волнением моря.

Таблица 2.11 – Значения гидрохимических показателей в июле 2020 года в сравнении с показателями ноября того же года

| Район взятия проб | ВЗВ, мг /дм ³ ПДК 8,0мг /дм ³ | Нитриты, мг /дм ³ ПДК 0,08мг /дм ³ | БПК ₅ ,мг /дм ³ ПДКне более3 мг /дм ³ | Азот аммонийный, мг/дм ³ ПДК 0,4 мг /дм ³ | НУ, мг/дм ³ ПДК 0,05мг/дм ³ | СПАВ, мг/дм ³ ПДК 0,1мг/дм ³ |
|----------------------|--|---|---|--|---|--|
| Туапсе июль | 4,3 | 0,01 | 2,1 | 0,3 | 0,01 | 0,01 |
| Туапсе ноябрь | 8,4 | 0,06 | 4,5 | 2,3 | 0,11 | 0,04 |

Самые низкие концентрации определяемых веществ были зафиксированы в июле 2020 года (таблица 2.11): все показатели оказались ниже ПДК.

К сожалению, наблюдаемый эффект самоочищения прибрежных вод Черного моря оказался кратковременным: после отмены карантинных ограничений с 15 июля 2020 года к ноябрю того же года концентрации определяемых веществ в морских прибрежных водах резко возросли концентрация взвешенных веществ возросла почти в 2 раза; нитритов – в 6 раз; азота аммонийного – в 7,6 раза; НУ – в 5 раз; СПАВ – в 4 раза. Это связано с открытием пляжей и автомагистралей для перемещения населения края и России (рисунок 2.16):

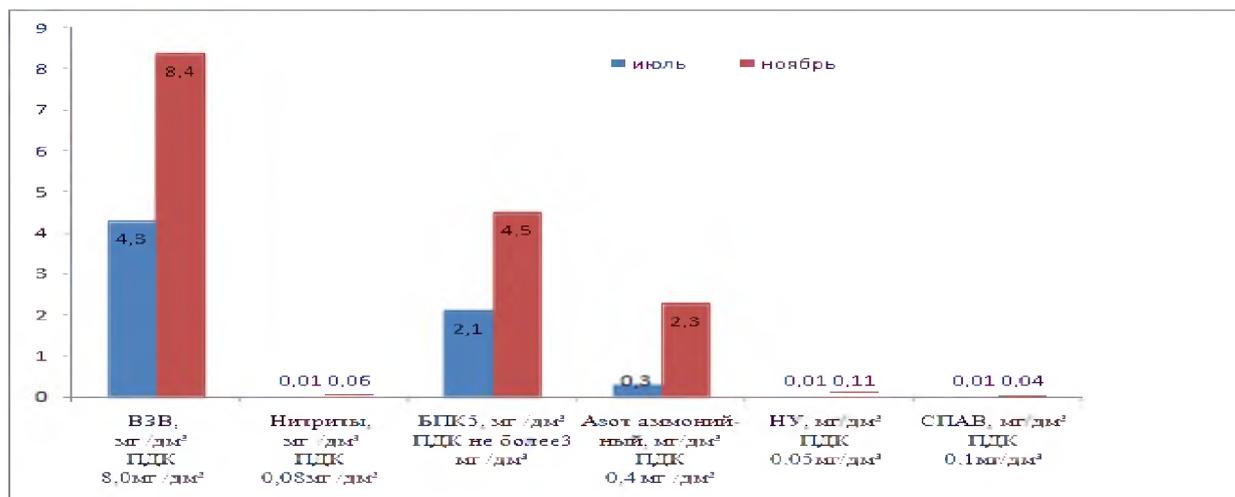


Рисунок 2.16 – Динамика уменьшения концентраций загрязняющих веществ в морских водах в июле и ноябре 2020 гг.

В 2021 году усредненные показатели концентрации загрязняющих веществ в морских прибрежных водах исследуемой акватории возросли по сравнению с 2020 годом.

3 Основные мероприятия по снижению поступления загрязняющих веществ в прибрежно-морскую акваторию

3.1 Ранжирование экологических проблем бассейнов рек Черноморского побережья

Учитывая значимость региона, прежде всего как лечебно-оздоровительного курорта, а также приоритет использования водных объектов для целей питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения перед иными целями их использования (ст.3, Водный Кодекс РФ), произведено ранжирование проблем по степени их приоритетности (рисунок 3.1).

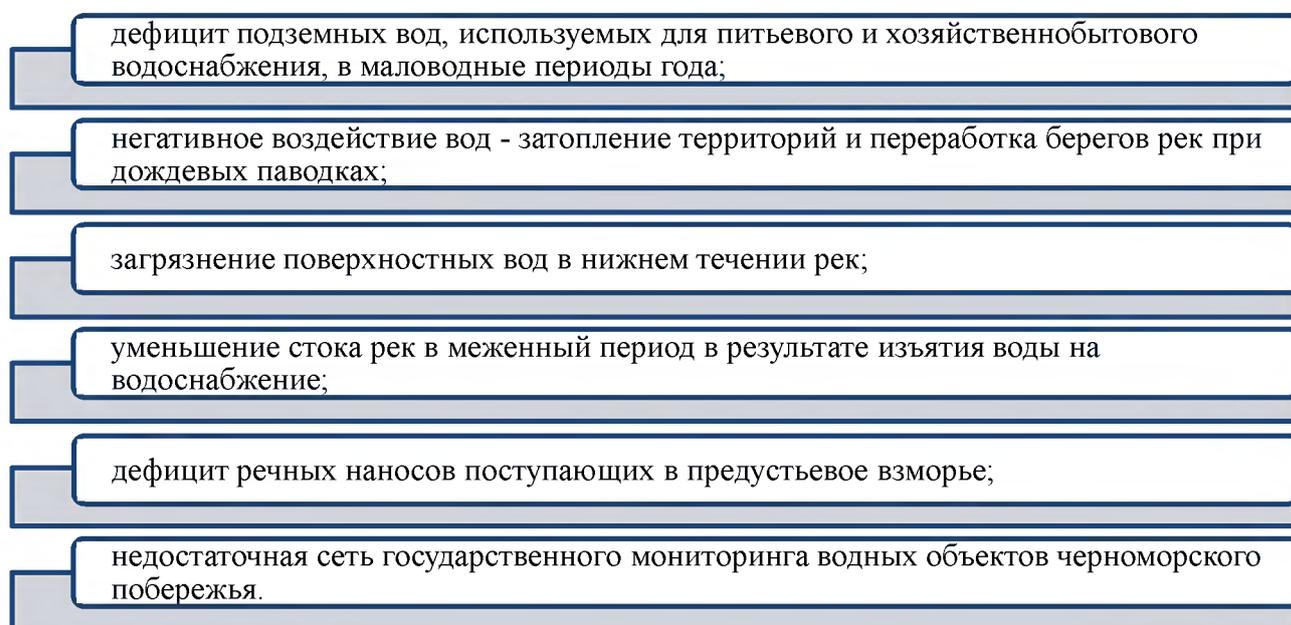


Рисунок 3.1 – Экологические проблемы состояния прибрежных вод

Анализируя таблицу 3.1 можно выделить наиболее «проблемные» бассейны рек, это Цемес, Мезыб, Туапсе, Сочи и Мзымта, в остальных бассейнах основными проблемами являются дефицит воды, снижение стока или негативное воздействие вод.

Снижение качества воды в нижнем течении рек характерно для всех рек бассейна Чёрного моря.

Для всех остальных веществ из исходных данных допустимая

концентрация определена по второму условию.

Таблица 3.1 – Качественная прогностическая характеристика сточных вод

| Показатели состава оборотных вод | Утвержденные допустимые концентрации, мг/л | Утвержденные нормативы ПДС, г/час | Сбросы, т/год |
|----------------------------------|--|-----------------------------------|---------------|
| Взвеш.вещества | 8,6 | 65016 | 569,5 |
| БПК ₅ | 7,1 | 53676 | 470,20 |
| Азот аммонийн. | 1,75 | 13230 | 115,8 |
| Нитраты | 117,92 | 891475,2 | 7809,3 |
| Нитриты | 22,12 | 167227,2 | 1464,9 |
| ХПК | 76,26 | 576525,6 | 5050,36 |
| Нефтепродукты | 0,3 | 2268 | 19,8 |
| Фосфаты | 13,33 | 100774,8 | 882,78 |
| Минерализация | 1000 | 7560000 | 66225,6 |
| Сульфаты | 294 | 2222640 | 19470,3 |
| Хлориды | 881,25 | 6662250 | 58361,31 |
| Железо | 0,27 | 2041,2 | 17,88 |
| СПАВ | 1,83 | 13834,8 | 121,19 |

Общий анализ содержания вредных веществ на акватории портов побережья Черного моря, контролируемых группой мониторинга загрязнения природных вод ГМБ Туапсе, свидетельствует о незначительном увеличении уровня загрязнения вод по сравнению с предыдущим годом (таблица 3.2).

Таблица 3.2 – Оценка качества вод августе и октябре 2019г

| Название участка акватории | ИЗВ | | | Классификация морских вод | |
|-------------------------------|--------|---------|----------|---------------------------|-----------------------|
| | август | октябрь | среднее. | Класс качества | Наименование |
| Район пос. Магри – бухта Инал | 0,62 | 0,79 | 0,70 | II | Чистая |
| Порт г. Туапсе, внешний рейд | 0,63 | 1,13 | 0,88 | III | Умеренно загрязненная |

В акваторию порта сбрасываются сточные воды без очистки от неканализованного жилого фонда МУП ЖКХ г. и недостаточно очищенные ливневые с причальных сооружений сухогрузного района ОАО «Туапсинский морской торговый порт».

Количество загрязняющих веществ, поступивших со сточными водами в акваторию порта Туапсе и прибрежные воды Черного моря города приводится в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Количество загрязняющих веществ, поступивших со сточными водами в акваторию порта Туапсе

| Всего тонн / год | 2017 год | 2018 год | изменения |
|--|----------|----------|-----------|
| Огранич. вещества по БПК _{полн} | 157,9 | 104,1 | -53,8 |
| Взвешенные вещества | 189,5 | 108,7 | -80,8 |
| Нефтепродукты | 9,9 | 10,9 | +1,0 |
| Азот аммонийный | 12,1 | 11,2 | -0,9 |
| Нитриты | 2,8 | 1,5 | -1,3 |
| Нитраты | 432,0 | 296,0 | -136,0 |
| СПАВ | 0,59 | 0,67 | +0,08 |
| Фосфор | 19,5 | 16,2 | -3,3 |
| Фенолы | 0,08 | 0,14 | +0,06 |
| Общее железо | 1,60 | 2,3 | +0,7 |

В массе загрязняющих веществ отмечается тенденция уменьшения сброса органических загрязнений по БПК_{полное}, взвешенных веществ, биогенных элементов (азота аммонийного, нитритов, нитратов, фосфора) как следствие сокращения сброса хозяйственных сточных вод. Происходит увеличение поступления нефтепродуктов, фенолов и общего железа от ООО фирмы «НАФТА (Т)» в связи с увеличением судозаходов и объема сбрасываемых балластных вод, а также ненормативной очистки балластных вод.

Наибольшее загрязнение морских вод в порту Туапсе происходит в акватории порта, куда сбрасывается без очистки хозяйственные сточные воды города, ливневые воды судомеханического завода, с причальных сооружений сухогрузного района порта, происходит поступление дренируемых нефтепродуктов с территории ОАО «Роснефть-Туапсенефтепродукт», а также попадание нефтепродуктов при переливах при погрузке с судов.

С сухогрузных причалов ОАО «Туапсинский морской торговый порт» в море сбрасываются взвешенные вещества от перевалки угля в концентрациях,

превышающих нормы предельно-допустимого сброса в 17-20 раз, в результате чего в морской воде в контрольных створах морского порта отмечается увеличение взвешенных к фону в 3-10 раз [1, с. 132].

В Туапсинском районе эксплуатируется 16 очистных сооружений сточных вод, общей мощностью 53,0 тыс. м³/сутки, из них сброс сточных вод двух очистных сооружений: ст. Кривенковская и д/о «Туапсе» производится в поверхностные водоемы р. Туапсе и р. Бжид.

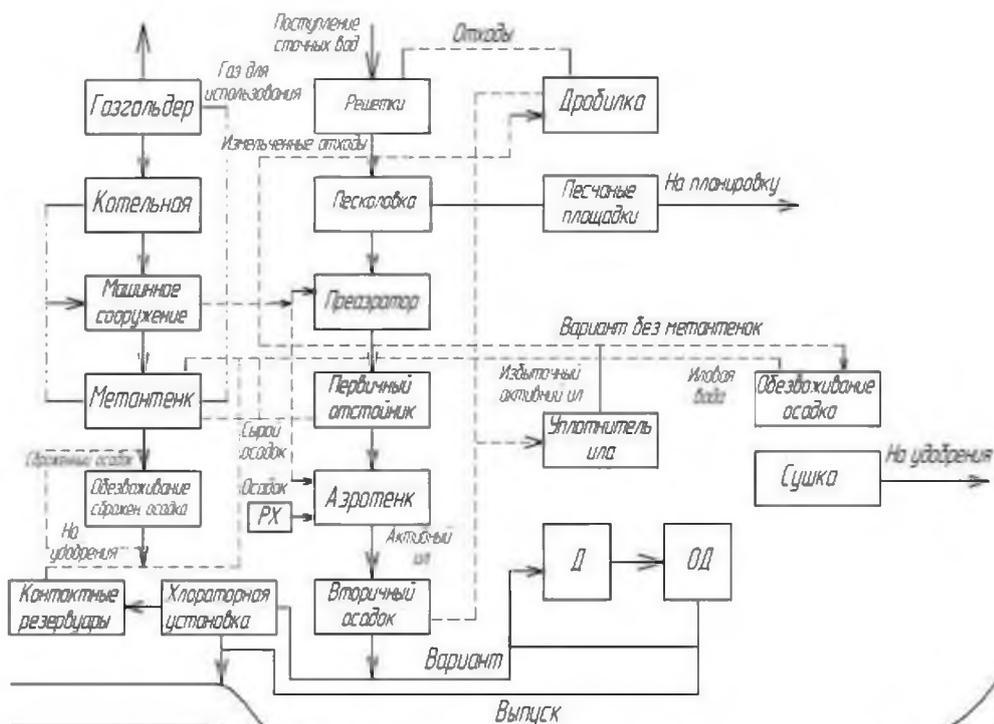
Количество загрязняющих веществ, поступивших со сточными водами в прибрежную полосу Черного моря Туапсинского района представлено в таблице 3.4.

В 2018 году отмечается снижение сброса загрязняющих веществ, которое произошло в результате реконструкции о.с. ВДЦ «Орленок» и ОТ «Сургут» в пос. Тюменском, а также за счет незначительного уменьшения водоотведения. Таблица 3.4 – Количество ЗВ поступивших со сточными водами в прибрежную полосу Туапсинского района

| Всего тонн / год | 2017 год | 2018 год | изменения |
|--|----------|----------|-----------|
| Огранич. вещества по БПК _{полн} | 40,7 | 37,5 | -7,8 |
| Взвешенные вещества | 35,9 | 32,9 | -3,0 |
| Азот аммонийный | 19,9 | 16,2 | -3,7 |
| Нитриты | 2,6 | 1,9 | -0,7 |
| Нитраты | 125,8 | 132,0 | +6,2 |
| СПАВ | 0,61 | 0,61 | 0 |
| Фосфор | 8,3 | 5,9 | -2,4 |

В результате эксплуатации судовых механизмов, жизнедеятельности экипажа и пассажиров образуются бытовой и производственный мусор. Нефтепродукты являются загрязнителями в случае их разлива при авариях и при сбросе нефтесодержащих вод. Если качество очистки сточных вод не удовлетворяет условиям их сброса в водные объекты или сточные воды после очистки предполагается использовать для технического водоснабжения или пополнения городских рек, то в этих случаях организуется их доочистка.

Схема полной биологической очистки городских сточных вод в аэротенках представлена на рисунке 3.2.



РХ - удаление солей фосфора; Д - удаление солей азота в денитрификаторах; ОД - удаление солей азота в отстойниках-денитрификаторах

Рисунок 3.2 – Схема полной биологической очистки городских сточных вод в аэротенках

Из опыта известно, что применение одного способа очистки сточных вод, невозможно из-за разнообразия их состава. Они зависят от режима работы судна, и класса работы судна и его комфортабельности.

3.2 Основные направления по охране Черного моря

Основным международным документом, регулирующим вопросы охраны Чёрного моря, является Конвенция о защите Чёрного моря от загрязнения. Она подписана шестью черноморскими странами: Болгарией, Грузией, Россией, Румынией, Турцией и Украиной в 1992 в Бухаресте (Бухарестская конвенция). Также в июне 1994 года представителями Австрии, Болгарии, Хорватии, Чешской Республики, Венгрии, Молдавии, Румынии, Словакии, Словении,

Украины, Германии и Европейского союза в Софии была подписана Конвенция о сотрудничестве по защите и устойчивому развитию реки Дунай [10].

Ранжирование ключевых проблем рек бассейна Чёрного моря представлено в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Ранжирование ключевых проблем рек бассейна Чёрного моря

| Река | Ключевые проблемы водных объектов по степени приоритетности | | | | | |
|---------|--|----------------------------|--|---|---|---|
| | Дефицит ПВ для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения | Негативное воздействие вод | Загрязнение поверхностных вод в нижнем течении рек | Уменьшение стока рек в межливневый период в результате изъятия воды | Дефицит пляжеобразующего материала поступающего в летне-летний период в прибрежной зоне | Недостаточная сеть государственного мониторинга водных объектов |
| Джубга | | + | + | | + | + |
| Агой | | + | + | | - | + |
| Туапсе | + | + | + | + | + | |
| Аше | | + | + | | | + |
| Шахе | | + | + | | + | + |
| Дагомыс | | + | + | | + | + |
| Сочи | + | + | + | + | + | |
| Мацеста | | + | + | | | + |
| Хоста | | + | + | | | |
| Мзымта | + | + | + | + | + | |

Как результат указанных соглашений, были созданы Черноморская комиссия (Стамбул), и Международная комиссия по охране реки Дунай (Вена). Данные органы выполняют функцию координации природоохранных программ, осуществляемых в рамках конвенций. Ежегодно 31 октября во всех странах Черноморского региона отмечается Международный день Чёрного моря.

Стороны договорились создать для Черного моря систему мониторинга при широком сотрудничестве с международными организациями. Сотрудничество должно включать, при необходимости, двусторонние или многосторонние программы наблюдения, измерения, оценки и анализа факторов опасности в связи с последствиями загрязнения морской среды Черного моря.

Стороны решили, что до начала такой деятельности они оценивают потенциальные последствия на основе всей соответствующей информации и данных мониторинга. Результаты таких оценок направляются в созданную комиссию.

Представители созданной комиссии причерноморских стран условились сотрудничать в разработке, приобретении и внедрении чистых и малоотходных технологий, в частности путем принятия мер для содействия обмену такой технологией.

В конвенции оговорены основные мероприятия, направленные на защиту Черного моря (рисунок 3.3).

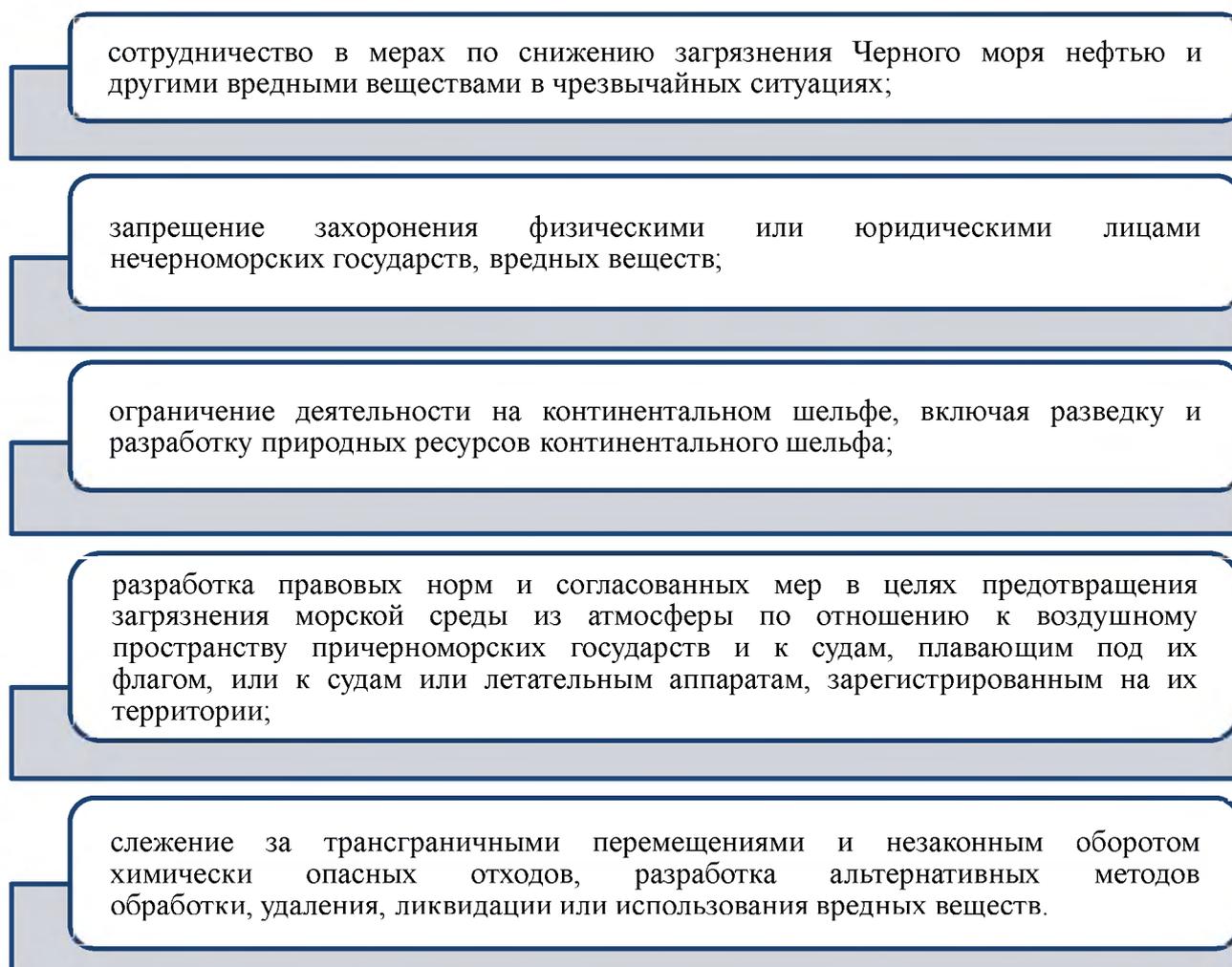


Рисунок 3.3 – Меры по защите вод Черного моря

С помощью комиссии по защите Черного моря разработаны и

согласованы правила и процедуры, касающиеся ответственности, оценки и компенсации ущерба, причиненного загрязнением морской среды Черного моря. Это в максимальной степени благоприятствует предохранению и защите от загрязнения Черного моря в целом.

Для защиты Черного моря от загрязнения стационарными источниками, находящимися на суше, приняты следующие правила (рисунок 3.4)

сброс вод из коммунальных канализационных систем должен осуществляться таким образом, чтобы сокращалось загрязнение морской среды Черного моря;

нагрузка окружающей среды промышленными отходами должна соответствовать принятым концентрациям веществ и материалов;

обработка вод, используемых для охлаждения на атомных электростанциях или других промышленных предприятиях, должна производиться таким образом, чтобы избежать загрязнения морской среды Черного моря;

загрязнение из сельскохозяйственных и лесных районов, должно сокращаться и осуществляться в соответствии с принятой концентрацией веществ и материалов.

Рисунок 3.4 – Правила по сокращению сбросов от стационарных источников

При выборе методов сокращения и удаления отходов в промышленных и бытовых стоках следует учитывать наличие и возможности применения: альтернативных процессов переработки; методов рециркуляции, повторного использования или ликвидации; альтернативных вариантов удаления на суше; соответствующих чистых и малоотходных технологий.

Основными причинами продолжающегося загрязнения поверхностных водных объектов являются (рисунок 3.5):

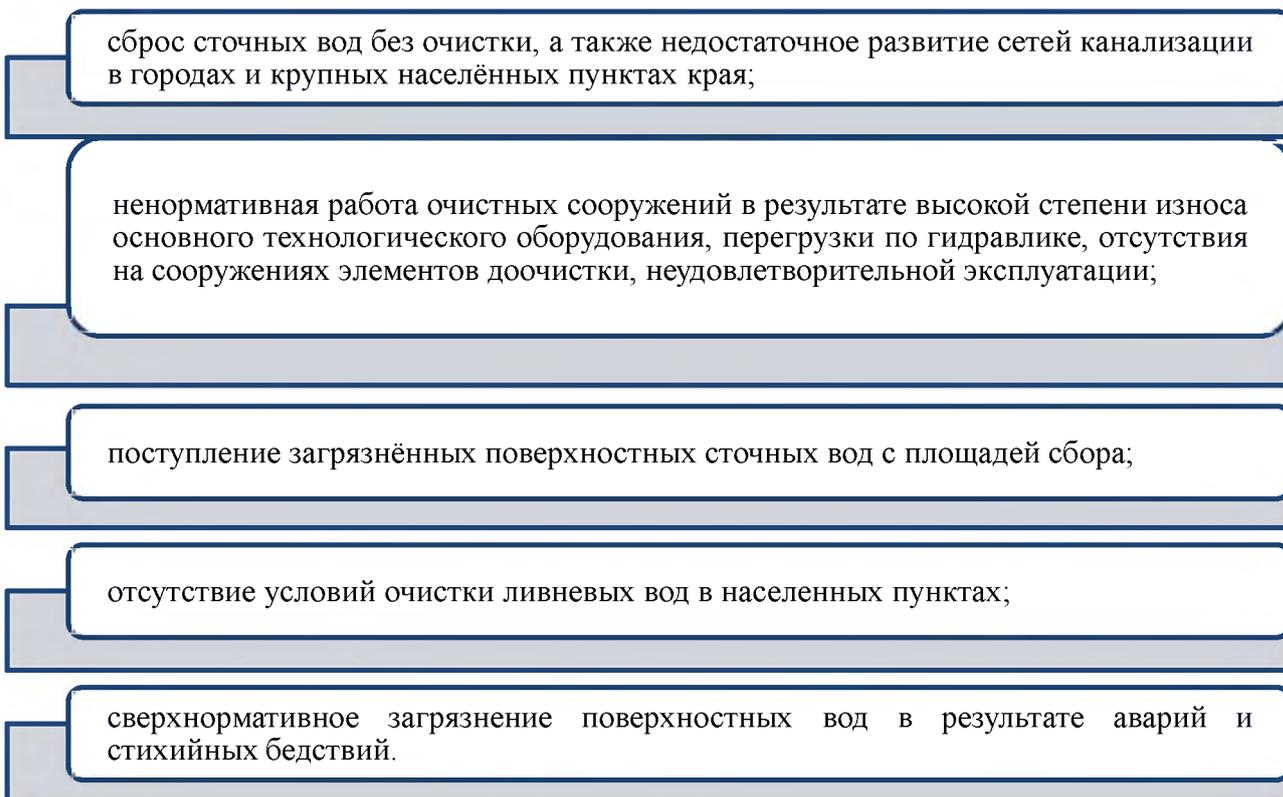


Рисунок 3.5 – Перечень основных причин ухудшения качества вод

Улучшения экологического состояния Черного моря можно достичь с помощью сокращения объемов сбросов, модернизации очистных сооружений, формирования экологического сознания у населения, принятия различных мер в области законодательства и политики.

Необходимо осуществить ужесточение контроля над сбросом отходов и химикатов; выработать способы расчета материального ущерба, причиненного Чёрному морю в результате различной хозяйственной деятельности людей; разработать новые способы утилизации твердых бытовых отходов (ТБО); создать благоприятные условия жизни для морской биоты; контролировать чрезмерный вылов рыбы.

Все страны с тяжелым экономическим положением, имеющие выход к Черному морю, хотят решить свои экономические проблемы за счет транспортировки нефти. Проведено или запланировано строительство множества терминалов. Часто это делается наспех и с нарушениями нормативов и законодательств. Необходимыми мерами по снижению загрязнения

окружающей среды нефтью и нефтепродуктами являются (рисунок 3.6):

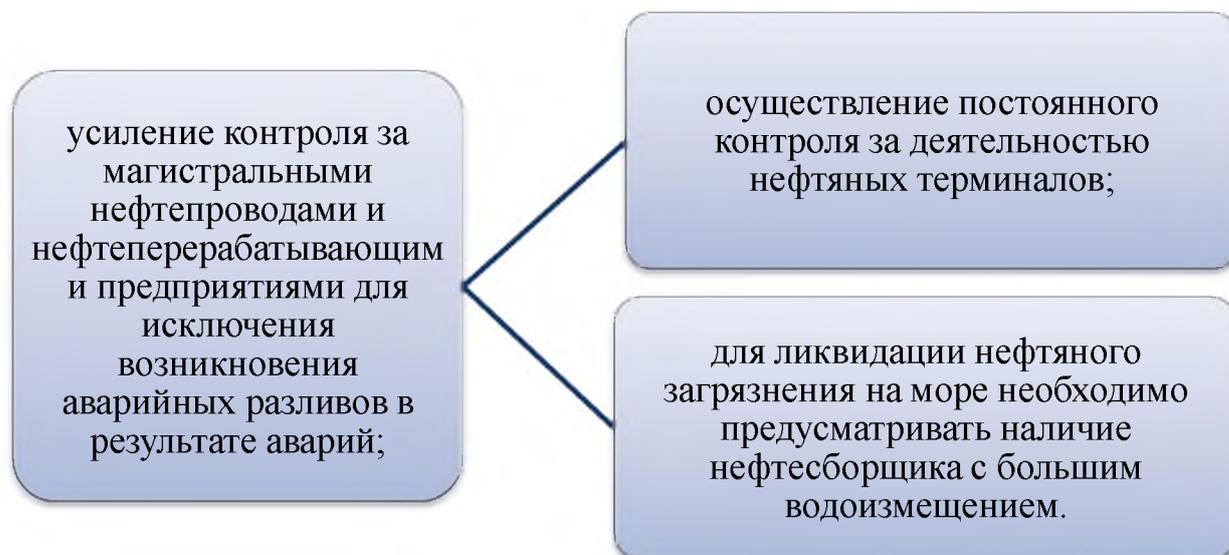


Рисунок 3.6 – Мероприятия по снижению нефтяными загрязнениями

Ливневые стоки портовых городов являются существенным источником загрязнения прибрежной зоны Черного моря. Они содержат нефтяные и полиароматические углеводороды, ионы тяжелых металлов, биогенные соединения и другие химические соединения.

Проблема изучения ливневых стоков особенно остро стоит в районах больших городов с развитой промышленной и портовой инфраструктурой. Их прибрежные акватории испытывают мощные нагрузки загрязнения со стороны суши.

При выпадении интенсивных осадков они насыщаются загрязняющими веществами из атмосферы. Выпадая на поверхность земель, они в виде ливневых стоков вымывают различные химические соединения, мусор, почву и доставляют их в море.

Таким образом, загрязняющие вещества из атмосферных осадков и поверхности земель переходят в ливневые стоки. В санитарном отношении эти стоки часто являются неблагополучными, так как содержат патогенные бактерии.

Под ливневым стоком подразумевают смесь городских сточных вод и поверхностных вод, образованных в результате сильных ливней или таяния

снега. Не все ливневые стоки заключены в канализацию, где они проходят очистку, многие стоки поступают в море естественным путем по рельефу.

Для решения проблемы очистки сточных вод необходимо принимать следующие меры (рисунок 3.7):

производить реконструкцию существующих очистных сооружений и осуществлять строительство новых, отвечающих современным требованиям к очистке сточных вод для сокращения сбросов загрязняющих веществ в водные объекты;

обустривать населенные пункты, в первую очередь расположенные по берегам рек и морей, ливневой канализацией и строительством очистных сооружений, а также принимать меры по недопущению вывода канализационных стоков прибрежных городов и поселков в реки и моря;

строить системы ливневой канализации и очистных сооружений на выпусках дождевых коллекторов в населенных пунктах региона;

осуществлять строительство систем оборотного и повторного водоснабжения, где вода используется многократно и систематически очищается от загрязняющих веществ;

Рисунок 3.7 – Предложения по очистке от сточных вод

Для снижения темпов эвтрофикации или уменьшения трофичности моря - деэвтрофикации (если иметь в виду весь водоем) можно использовать следующие два способа. Первый из них заключается в уменьшении биогенного стока рек, второй - в увеличении добычи морских растений и животных, утилизирующих нитраты, фосфаты и органику. Первый путь предполагает большой объем работ в водосборных бассейнах рек. Он предполагает переход к использованию совершенных технологий в производстве детергентов, минеральных удобрений, к высокоэффективным технологиям в сельскохозяйственной отрасли, к полной очистке хозяйственно-бытовых и промышленных вод. Известны успешные результаты такого рода мероприятий. Однако альтернативы этому пути нет.

Добыча морепродуктов как способ деэвтрофикации всего водоема менее эффективна, чем снижение биогенного стока рек, и может иметь скорее

локальное применение[19, с. 96].

Процесс усиления негативного воздействия человека на окружающую природную среду доказывает острую необходимость ускоренного развития фундаментальной экологии. Без этого невозможно получать глубокие, объективные сведения о состоянии экологических систем, об их естественных и антропогенных изменениях. Невозможно непредвзято проводить экологические экспертизы, эффективно решать вопросы практической экологии. Все это целиком справедливо и по отношению к экологии моря.

На первых порах следует провести обстоятельный диагноз экосистемы Черного моря. Необходимо развивать фундаментальные исследования по экологии и подготавливать специалистов-экологов высшей квалификации. Их малочисленность особенно заметна на фоне резко возросшего в последние годы числа экологов – дилетантов. К сожалению, ограничены возможности для проведения глубоких научных исследований по экологии. Таковы причины отсутствия объективных оценок изменений в черноморской экосистеме и обоснованной программы практических действий.

Поскольку состояние морской экосистемы и ее изменения зависят от многих причин и факторов, в том числе, от деятельности многих отраслей народного хозяйства, необходимо разработать и осуществить систему мер по экологическому образованию и воспитанию производственников. Это касается администрации и лиц, принимающих решения на различных уровнях.

Ответственность за состояние морской среды (в первую очередь, в прибрежных водах) лежит на всем обществе и каждом его члене - независимо от того, является ли он отдыхающим на море или жителем города, поставляющего в море неочищенные стоки.

Экологические убеждения должны быть присущи всем, особенно работникам производства. Понятно, что прививать их нужно с детских лет в течение всей жизни. Это - обязанность родителей, школы, вузов, средств массовой информации.

Черное море, подобно акватории Мирового океана, относится к

юрисдикции многих стран, расположенных на его берегах. Кардинальные решения основных экологических проблем невозможны без участия всех стран. Международное сотрудничество составляет необходимое условие познания, освоения и охраны ресурсов Черного моря.

Заключение

Ученые, изучающие акваторию Черного моря, сходятся во мнении, что экологическое состояние данного водоема можно определить, как неблагоприятное. Значительный вклад в уничтожение чистой воды Черного моря вносят люди, которые своей бурной деятельностью оказывают негативное воздействие на экологическое состояние акватории.

Углубление морского дна, строительство волнорезов, прокладка нефтепроводов, добыча полезных ископаемых, уничтожают хрупкую экосистему этого водоема, страдающего от переизбытка сбрасываемых в его воды загрязняющих веществ.

Неочищенные бытовые и промышленные канализационные стоки, также, как и устремляющиеся в море потоки сельскохозяйственных удобрений, уменьшают прозрачность воды и повышают питательность среды.

Мутная поверхность снижает пропускную способность, и, значит, поверхностный слой воды ощущает недостаточное поступление необходимой для фотосинтеза солнечной энергии. По этой причине в 2003 году в Черном море полностью погибло уникальное поле Зернова, состоявшее из скопления красной водоросли филлофоры, произраставшей на площади 11 тыс. км².

Перенасыщенная удобрениями водная среда способствует активному росту сорного фитопланктона и распространению зарослей примитивных нитчатых водорослей, органические останки которых в огромном количестве оседают на дне, где за дело берутся генерирующие сероводород бактерии.

Интерес к изучению Черного моря вызван не только особенностями его химического режима, но и большим экономическим значением этого бассейна для государств, расположенных на его берегах. Черное море служит местом массового отдыха и туризма, напряженной активности транспорта, интенсивного рыболовства. На побережье Черного моря расположены большие порты и крупные промышленные центры. Кроме того, вокруг Черного моря обнаружены залежи нефти и газа. При разработке этих месторождений нефть

перекачивается в порты на судна для транспортировки, что создает угрозу нефтяного загрязнения бассейна.

На основании выполненных исследований были сделаны следующие выводы:

– изучен естественный гидрохимический состав вод Черного моря;
– определены основные антропогенные факторы, влияющие на гидрохимический состав исследуемой акватории; проведено определение гидрохимических показателей исследуемой акватории Черного моря;

– наиболее экстремальные значения по загрязненности морских вод выявлены в 2019 году. В этом году впервые зафиксирован факт, что в фоновых точках определения гидрохимических показателей морских прибрежных вод Черного моря определены ИЗВ, превышающие показатели чистые воды, для станции отбора проб в Геленджике до умеренно загрязненных (ИЗВ более 0,75);

– самые низкие концентрации определяемых веществ были зафиксированы в июле 2020 года: все показатели оказались ниже ПДК: взвешенные вещества – 0,5 ПДК, нитриты – 0,13 ПДК, азот аммонийный – 0,75 ПДК, НУ – 0,2 ПДК, СПАВ – 0,1 ПДК;

– наблюдаемый эффект самоочищения прибрежных вод Черного моря оказался кратковременным: после отмены карантинных ограничений с 15 июля 2020 года к ноябрю того же года концентрации определяемых веществ в морских прибрежных водах резко возросли: взвешенные вещества – 1,1 ПДК, нитриты – 0,8, азот аммонийный – 5,75 ПДК, НУ – 2,2 ПДК, СПАВ – 0,4 ПДК;

– выявлено, что основными загрязнителями являются автотранспорт и не канализованные бытовые стоки;

– рассмотрен комплекс мероприятий по поддержанию естественного гидрохимического состава прибрежных вод Черного моря.

Список использованной литературы

1. Аракелов, М.С. Управление развитием и геоэкологическое районирование территориальных рекреационных систем в прибрежных зонах: монография / М.С. Аракелов, Г.Г. Гогоберидзе, В.А. Жамойда, Д.В., Рябчук, Д.С.Темиров и др. – СПб.: РГГМУ, 2011. – 221 с.
2. Аракелов, М.С., Долгова-Шхалахова, А.В., Мерзаканов, С.А., Ахсалба, А.К. К вопросу оценки природных и антропогенных рисков снижения устойчивости береговых систем восточной части Черного моря в контексте рекреационного берегопользования // Курорты. Сервис. Туризм. – 2019. – № 1 (42). – С. 88-94.
3. Астахов, А.С. Экологическая безопасность и эффективность природопользования / А.С. Астахов, Е.Я. Диколенко, В.А. Харченко. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2009. – 322 с.
4. Влияние пандемии COVID-19 на экологию [Электронный ресурс]. URL: <https://runews24.ru/society/08/04/2020/71eb28sb6ad15457bfb5840e2779036a> (дата обращения: 18.05.2022)
5. Волкова, П.А. Основы общей экологии: учеб.пособие / П.А. Волкова. – М.: Форум, 2012. – 38 с.
6. Волкова, Т.А., Филобок, А.А., Беликов, М.Ю., Пинчук, Д.С., Калустова, И.С. Устойчивое развитие и уязвимость прибрежных геосистем Азово-Черноморского побережья Краснодарского края // Экология и природопользование: прикладные аспекты. – Краснодар, 2016. – С.82-89.
7. Виноградов, А.К., Богатова, Ю.И., Синегуб, И.А. Экосистемы акваторий морских портов Черноморско-Азовского бассейна: (Введение в экологию морских портов). – Одесса: Астропринт, 2020. – 528 с.
8. Иванов, А.Ю., Филимонова, Н.А., Евтушенко, Н.В., Антонюк, А.Ю. Обширные судовые разливы в Черном море // Земля из Космоса. – 2020. – № 12. – С. 56–63.
9. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения

измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных, питьевых, сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02». ПНД Ф 14.1:2:4.128. – М., 2020. – 25 с.

10. Конвенция о защите Черного моря от загрязнения (Бухарестская конвенция защиты Черного моря от загрязнения) (1992). [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901892843> (дата обращения: 18.05.2022)

11. Коршенко, А.Н., Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2018. – М.: Наука, 2019. – 281 с.

12. Коршенко, А.Н., Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2019. – М.: Наука, 2020. – 281 с.

13. Коршенко, А.Н. Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2020. – М.: Наука, 2021. – 184 с.

14. Массовая концентрация азота аммонийного в морских водах. РД 52.10.773. – М.: ФГУ ГОИН, 2019. – 21 с.

15. Массовая концентрация азота нитритного в морских водах. РД 52.10.740. – М.: ФГУ ГОИН, 2016. – 25 с.

16. Массовая концентрация кремния в морской воде. РД 52.10.744. – М.: ФГУ ГОИН, 2010. – 15 с.

17. Массовая концентрация фосфатов в морских водах. РД 52.10.738. – М.: ФГУ ГОИН, 2010. – 29 с.

18. Патин, С.А. Нефть и экология континентального шельфа. – М.: Изд-во ВНИРО, 2015. – 249 с.

19. Потенциал туристско-рекреационной сферы в контексте новых целей государственной политики социально-экономического развития региона: монография / Д.С. Темиров, К.Х. Ибрагимов, Х.А. Константиныди. – Краснодар: Издательский Дом – Юг, 2019. – 266 с.

20. Руководство по химическому анализу морских вод. РД 52.10.243 / Под ред. С.Г. Орадовского. – М.: Гидрометеиздат, 2012. – 263 с.

21. Ткаченко, Ю.Ю., Денисов, В.И. Современное состояние загрязнения прибрежных вод восточной части Черного моря // Морские берега

–эволюция, экология, экономика. – Туапсе, 2012. – С.95-98.

22. Федеральный закон РФ от 21 июня 1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» (ред. от 11 июня 2021 г.) // СЗ РФ. – 1997. – № 30. – Ст. 3588.

23. Федеральный закон от 10 января 2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (ред. от 26 марта 2022 г.) // СЗ РФ. – 2002. – № 2. – Ст. 133.

24. Федеральный закон РФ от 8 ноября 2007 г. № 261-ФЗ «О морских портах в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (ред. от от 30 декабря 2021 г.) // СЗ РФ. – 2007. – № 46. – Ст. 5557.

25. Федорова, А.И., Никольская, А.Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды. – М.: ВЛАДОС, 2003. – 288 с.

26. Черное море [Электронный ресурс]. URL: <http://geosfera.org/evropa/248-chernoe-more-samoe-teploje-more-rossii.html> (дата обращения: 21.05.2022)

27. Экологический мониторинг: учеб.-методическое пособие. – 3-е изд., испр. и доп. / Под ред. Т.Я. Ашихминой. — М.: Академический Проект, 2006. — 416 с.