



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 Результаты гидрохимического мониторинга качества вод рек Сочинского района

Исполнитель Терзян Ольга Калустовна

Руководитель к.г.н., доцент Соловьева Анна Андреевна

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой _____

Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Цай Светлана Николаевна

«22» января 2022 г.



Туапсе
2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|----|
| Введение | 2 |
| 1 Общая характеристика речных бассейнов черноморского побережья..... | 5 |
| 1.1 Физико-географическая характеристика бассейнов рек Черного моря | 5 |
| 1.2 Система мониторинга состояния бассейнов рек черноморского побережья | 11 |
| 2 Оценка качественных показателей вод бассейнов Черного моря..... | 18 |
| 2.1 Основные химические свойства вод рек прибрежной зоны..... | 18 |
| 2.2 Анализ химических показателей мониторинга реки Сочи..... | 25 |
| 2.3 Анализ гидрохимического мониторинга вод реки Мзымта..... | 30 |
| 3 Основные мероприятия по достижению качества состояния речных бассейнов Черного моря..... | 36 |
| 3.1 Обоснование выбора вариантов водоохраных и водохозяйственных мероприятий..... | 36 |
| 3.2 Мероприятия по оперативному управлению использованием и охраной водных объектов | 45 |
| Список использованной литературы..... | 55 |

Введение

Малые реки являются основой гидрографической сети. От их экологического состояния зависит качественное состояние крупных рек, и, как следствие, обеспечение регионов водой. Но на данный момент малые реки испытывают на себе постепенно увеличивающееся антропогенное воздействие.

На водосборах малых рек осуществляется сельскохозяйственная деятельность, которая приводит к заилению рек в результате эрозии почв, к загрязнению рек пестицидами, ядохимикатами и другими химическими веществами, нарушающими их экосистемы. Вырубка лесов на водосборах малых рек также является причиной заиления их русел. Воды малых рек загрязняются промышленными и коммунально-бытовыми сточными водами. Такое негативное воздействие на малые реки приводит к их деградации.

Исчезновение малых рек в свою очередь вызывает ухудшение водности и качества средних, а затем и больших рек. В связи с этим, для предотвращения деградации речной сети необходимо в первую очередь уделять внимание охране малых рек.

Краснодарский край является уникальным регионом с наиболее благоприятными для рекреационной деятельности ресурсами, и так как эти ресурсы интенсивно используются, Черноморское побережье испытывает на себе очень большую нагрузку. Учитывая, что в прибрежной полосе проживает значительная часть населения, и непосредственно к морю выходят урбанизированные территории и сельхозугодия - береговая зона Черного моря является объектом интенсивной хозяйственной деятельности. Чрезмерное использование ресурсов береговой зоны (изъятие песка для строительных целей из прибрежной зоны и русел рек, интенсивная застройка) привело к нарушению естественного потока наносов, условий эоловой аккумуляции, усилению абразионных процессов, размыву

коренного берега рек там же.

Актуальность исследований заключается в том, что в связи с более возрастающими потребностями населения и статуса Черноморского побережья России, поднимается вопрос об увеличении рекреационной составляющей прибрежной полосы, восстановления ресурсов, и утраченного потенциала данной территории.

Цель работы - оценка состояния водных объектов Черноморского побережья Краснодарского края.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- рассмотреть физико-географическую характеристику распределения бассейнов рек Черного моря
- сбор и обработка данных государственного мониторинга качественного состава вод исследуемых рек Сочи, Мзымта;
- оценка динамики химического загрязнения исследуемых водотоков;
- сравнительный анализ экологического состояния исследуемых рек;
- выявление причин загрязнения исследуемых водотоков.

Объект исследования - малые реки Черноморского побережья на территории Краснодарского края: Сочи, Мзымта.

Предмет исследования - экологическое состояние данных рек, загрязнение их нефтяными углеводородами и тяжелыми металлами (свинец, ртуть, железо), содержание в воде растворенного кислорода и водородного показателя [1, с. 16].

1 Общая характеристика речных бассейнов черноморского побережья

1.1 Физико-географическая характеристика бассейнов рек Черного моря

Черное море – уникальное по расположению: границы широт от $41,0^{\circ}$ до $46,5^{\circ}$ с.ш. (рисунок 1.1) довольно интенсивно используется как промышленно - транспортный комплекс, занимается перегрузкой и траспортировкой как жидких так и твердых грузов [2, с. 26].

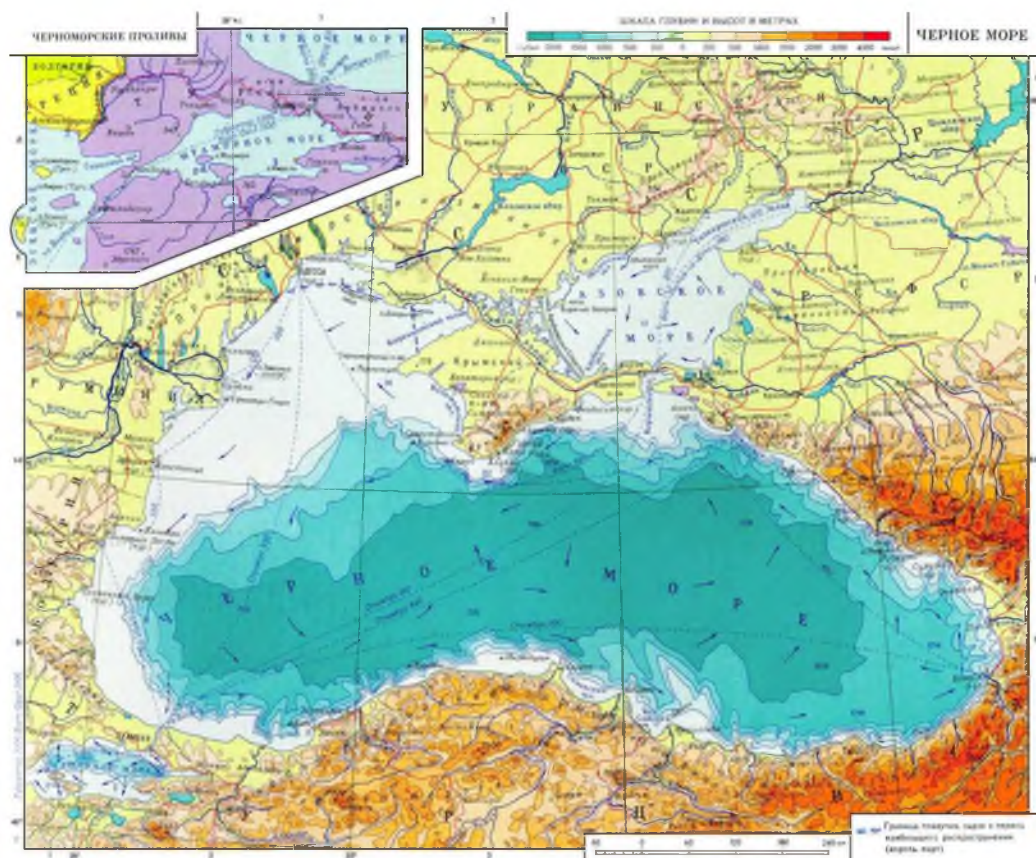


Рисунок 1. 1 — Расположение Черного моря

Реки Черного моря расположены на Северо-Западном участке гор Кавказа. Одним словом, особенностью черноморских рек, следует считать , что одни из них берут начало в высокогорье, другие в среднегорье, третьи в низкогорье и предгорье и характеризуются заметными колебаниями высоты над уровнем Черного моря и разнообразием климатических условий.

Началом следует считать истоки рек Гастогай и Катлама и заканчиваются реками Мзымта и Псоу на границе с Абхазией 2868 м над

уровнем моря (рисунок 1.2) [4, с.110].



Рисунок 1.2 – Реки Черноморского побережья

Территория характерна смешанными широколиственными лесами расположенные на высотах 600-700 м над уровнем моря, далее чуть выше 700-1300 м встречаются бук породы бука, грабинника а уже на высокогорье до 1300-1900 м более мягколиственные березовые и хвойные породы, заканчивающиеся альпийскими лугами [19, с. 21].

Питание рек смешанное, хотя большая часть приходится на осадки, которые здесь являются нередкими и можно отметить, что наблюдаются они круглогодично. В связи с этим, стоки рек в годовом ходе неравномерные и зависят от дождей и паводков и температурного режима при котором происходят таяния снегов и ледников. Освоение территорий осложняется целым рядом неблагоприятных физико-геологических процессов типа характерных периодических наводнений, паводков и землетрясений [3,с. 62].

Эти характерные процессы можно объединить в группы (рисунок1.3):

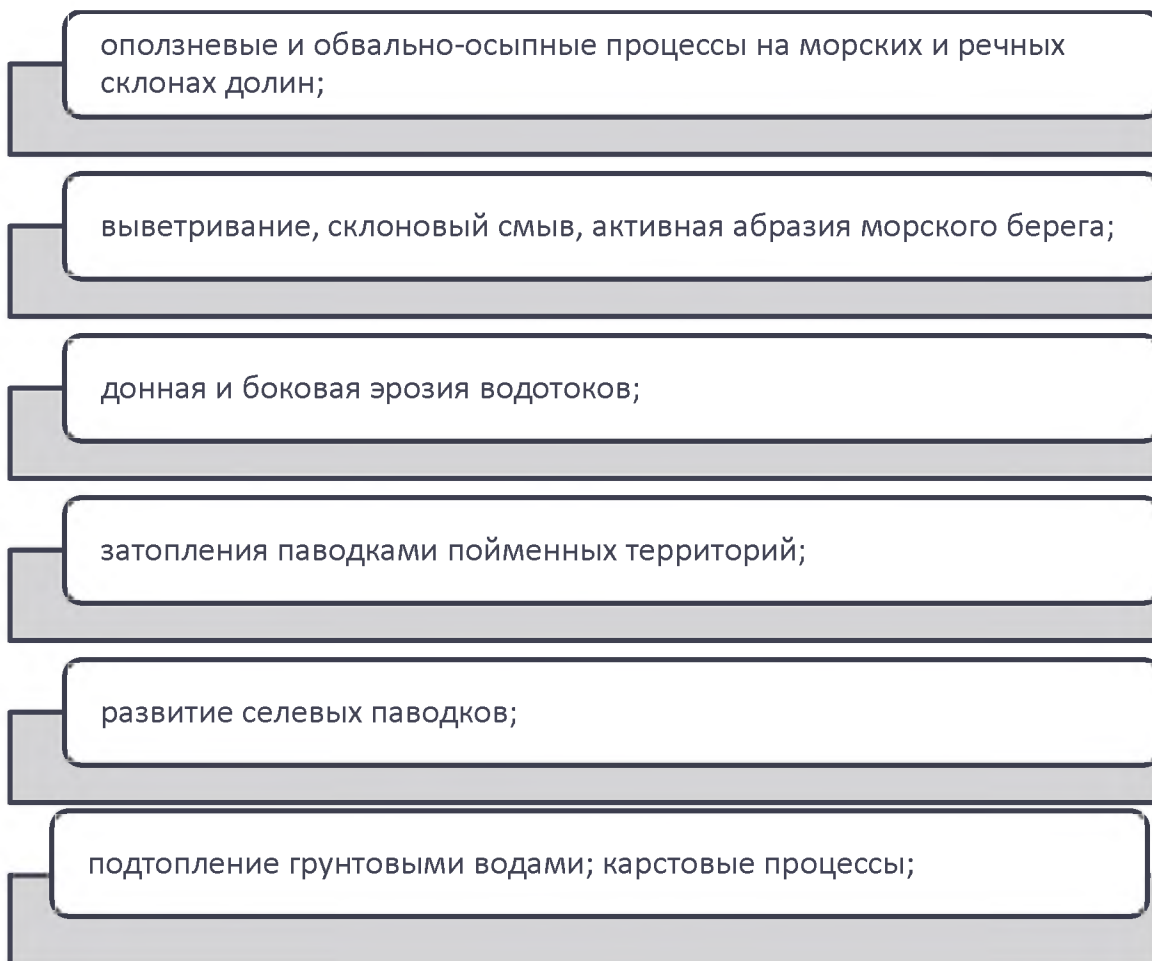


Рисунок 1.3 – Экологические проблемы Черноморских рек

Нельзя оставлять без внимания фактор изъятия из бассейнов этих рек для нужд питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения.

Кроме того, характерной особенностью большинства Черноморских рек является нестабильность их уровня, постоянно сменяющимися спадом и подъемом уровня воды в зависимости от сезонов года и количества осадков.

Более половины рек на исследуемой территории носят сезонный характер и к августу зачастую пересыхают и не достигают устья и не доносят свои воды до морских берегов.

Особое место в этом ряду занимают реки Мзымта и Псоу, которые в теплый период года отличаются половодьем, что связано с таянием снегов в высокогорьях, где еще сохраняются снега в горах.

Научно-исследовательские работы гидрологов указывают на тот факт, что каждая из множества рек Черноморского побережья имеет самые

различные периоды водности: одни из них более полноводны весной, другие летом, а некоторые зимой.

Учитывая то обстоятельство, что почти все реки вовлечены в хозяйственную деятельность, расчет водохозяйственных балансов рек проводятся с учетом особенностей лимитирующих периодов. как на момент использования, так и на перспективу.

В целях восполнения текущего или предполагаемого дефицита воды применяются самые превентивные меры вплоть до строительства мелких водохранилищ, вовлечение в эксплуатацию опресненной морской воды, переброска стока, привлечение подземных вод для водоснабжения населенных пунктов, мероприятия по снижению потерь в сети и другие. В таблице 1.1 приведен перечень мероприятий по увеличению объемов воды при их недостатке для нужд населения и хозяйствующих субъектов.

Таблица 1.1 - Примеры преодоления дефицита питьевых вод на Черноморском побережье

| Водохозяйственный участок | Водозабор из бассейна рек Черного моря, млн. м ³ /год | | Водопотребление на перспективу, (2025), млн. м ³ /год | Мероприятия по восполнению дефицита питьевой воды | | |
|-----------------------------|--|--------------|--|---|---|----------------------------|
| | 2019 | 2025 | | Переброска стока из других бассейнов, млн.м ³ /год | Водоподача пресн.-морской воды, млн.м ³ /год | Дополнит. объем воды до 5% |
| 06.03.00.001 | 8,2 | 11,7 | 120,8 | 84,7 (Кубань) | 22,0 | 2,7 |
| 06.03.00.002 | 21,3 | 11,6 | 27,9 | 2,6 (Аше) | 12,0 | 1,7 |
| 06.03.00.003 | 110,7 | 96,1 | 127,6 | -2,6 (Аше) | 6,0 | 28,1 |
| Бассейн Черного моря | 140,2 | 119,4 | 277,0 | 84,7 | 40,0 | 32,5 |

Судя по данным таблицы на перспективу к 2025 году предусматривается восполнение водозабора до 119.4 млн.м³ в год, до 40 млн.м³ в год за счет опреснения морской воды и 32,5 млн. м³ за счет снижения утечки и непредвиденных расходов.

По предварительным данным, в будущем прибрежные черноморские города увеличат водоотбор из бассейнов черноморских рек до уровней (рисунок 1.4):

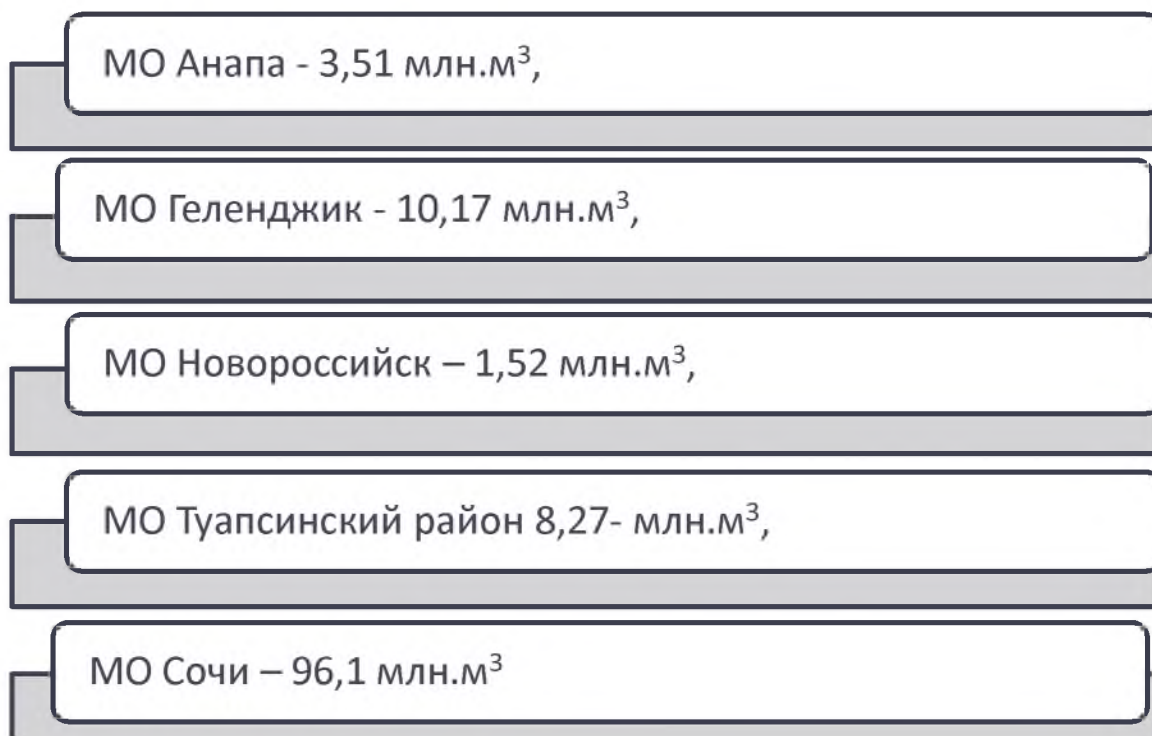


Рисунок 1.4 – Необходимые уровни водоотбора в прибрежных районах

По последним данным водохозяйственных субъектов, непредвиденные потери, и превышение не предусмотренных объемов затрат (более 20%) увеличение водопотребления, связанных с расширением различных объектов потребления и ряда других причин, возникает необходимость принятия мер по преодолению этих проблем.

К великому сожалению эти амбициозные задачи ставятся вот уже много лет, а ежегодный мониторинг за их состоянием не вызывает особого оптимизма.

Водоотбор вполне естественно увеличивается по ряду причин: увеличение потребления за счет притока рекреантов, улучшения инфраструктуры, особенно после 2014 года, одним словом рост экономики в регионе. В таблице 1.2 мы можем ознакомиться с конкретными данными.

Таблица 1.2 - Водохозяйственные характеристики муниципальных образований

| Муниципальное образование | Водоотребление к 2025 год млн.м ³ /год | Водоотбор из бассейнов рек (наст.вперспективе),млн.м ³ /год | Переброска стока из других бассейнов млн.м ³ /год | Подача опресненной морской воды, млн.м ³ /г | Дополнительный объем воды 5% | Перспективный объем водохранилищ, млн.м ³ |
|---------------------------|---|--|--|--|------------------------------|--|
| <u>Анапа</u> | 18,3/40,3 | 2,75/3,5 | 36,5 (<u>Анапский влдр.</u>) | 0 | 0,2 | 0 |
| <u>Новороссийск</u> | 46,0/59,5 | 0,89/1,5 | 41,0 (<u>Троицкий влдр.</u> и <u>Неберджаевское влдр.</u>) | 16,0 | 1,0 | 1,52 |
| <u>Геленджик</u> | 14,5/26,1 | 6,26/10,2 | 7,2 (<u>Троицкий влдр. р. Пшада</u>) | 6,0 | 3,19 | 10,61 |
| <u>Туапсинский район</u> | 21,6/23,6 | 21,6/8,3 | 2,6 (<u>Аше</u>) | 12,0 | 0,98 | 6,65 |
| <u>Сочи</u> | 110,7/127 | 110,7/96,1 | -2,6 (<u>Аше</u>) | 6,0 | 28,6 | 0 |
| <u>Итого</u> | 140,2/277 | 140,2/119,4 | 84,7 | 40,0 | 32,5 | 18,9 |

Дефицит воды для водоснабжения населения и хозяйствующих субъектов с сохранением нормативов допустимого изъятия водных ресурсов в лимитирующий период, компенсируется (рисунок 1.5):

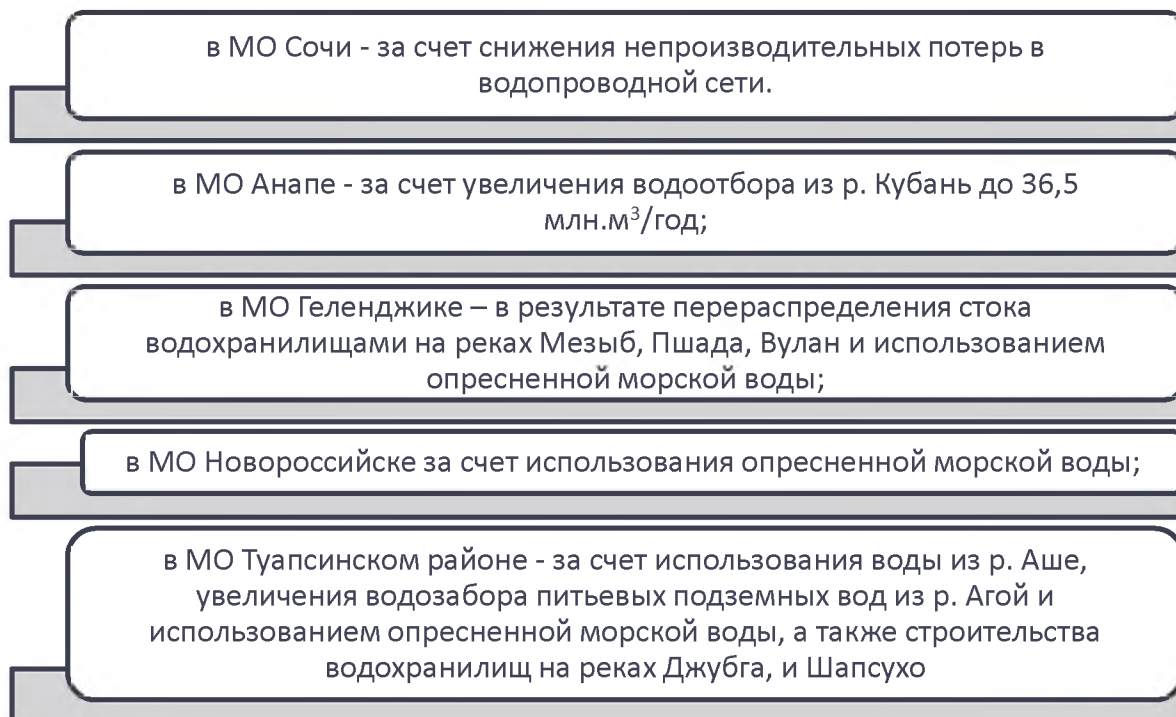


Рисунок 1.5 — Источники пополнения количества воды

По мнению специалистов одним из главных резервов погашения дефицита можно восполнить за счет снижения водоотбора грунтовых или

подземных вод из бассейнов рек Сочи до 10 млн.м³/год, из бассейна р. Мзымта до 70 млн.м³/год.

При этом максимальное внимание следует уделить новым технологиям сохранения водных ресурсов, например, опреснение морской воды, и увеличить строительство дополнительных водозаборов на малых реках.

1.2 Система мониторинга состояния бассейнов рек черноморского побережья

Снижение научно-исследовательских работ, сокращение численности как стационарных, так и временных постов мониторинга за состоянием речных бассейнов в последние годы далеко не достаточный и не может предоставить объективную картину настоящего положения предусмотреть будущие проблемы в полной мере.

Кроме того действующие гидрологические посты большей частью расположены либо на равнинах, в крайнем случае на предгорных отрезках, и их абсолютно недостаточно, или вообще не ведутся наблюдения в верховьях, гор, а тем более без должного контроля остаются очень малые реки.

Тем не менее особенность береговых рек черноморского побережья это очень малые реки, число которых около 50-60 % на долю и длина которых составляет от 15 м и более метров.

Имеющиеся незначительные стационарные посты, ведущие наблюдения за гидрологическим состоянием рек работают не стабильно и не регулярно, хотя следует отдать должное, что имеющиеся на данный период различные гидропосты и пункты наблюдения Гидрометеослужбы принимают максимальные возможности для получения с максимальной точностью и научно-обоснованную гидрологическую информацию.

Не мало важное значение имеют их рациональное распределение по территории, благодаря чему, можно сделать определенные обоснованные выводы об общем состоянии обстоятельства картины складывающейся на

настоящий момент и пробовать составить прогнозы на будущее. Они распределены по территории для максимального получения информации (рисунок 1.6)



Рисунок 1.6 — Гидрологические посты на территории РФ

Судя по рисунку их действительно очень мало и по ним очень сложно принимать объективные решения. Если рассматривать точки наблюдений на реках Черноморского побережья то картина выглядит следующим образом (рисунок 1.7) [21, с.231].



Рисунок 1.7 - Некоторые пункты наблюдений в прибрежной зоне черноморских городов

В разные годы почти стационарно ведется мониторинг всего лишь на 17 реках впадающих в черное море, хотя их насчитывается больше 120. Особое

значение придается сети гидрологических постов в бассейне реки Мзымта, где размещено 11 водпостов.

Мониторинг на постах ТСН предусматривает только химические показатели воды, а на пунктах ГСН оцениваются следующие данные режима водных объектов (рисунок 1.8):

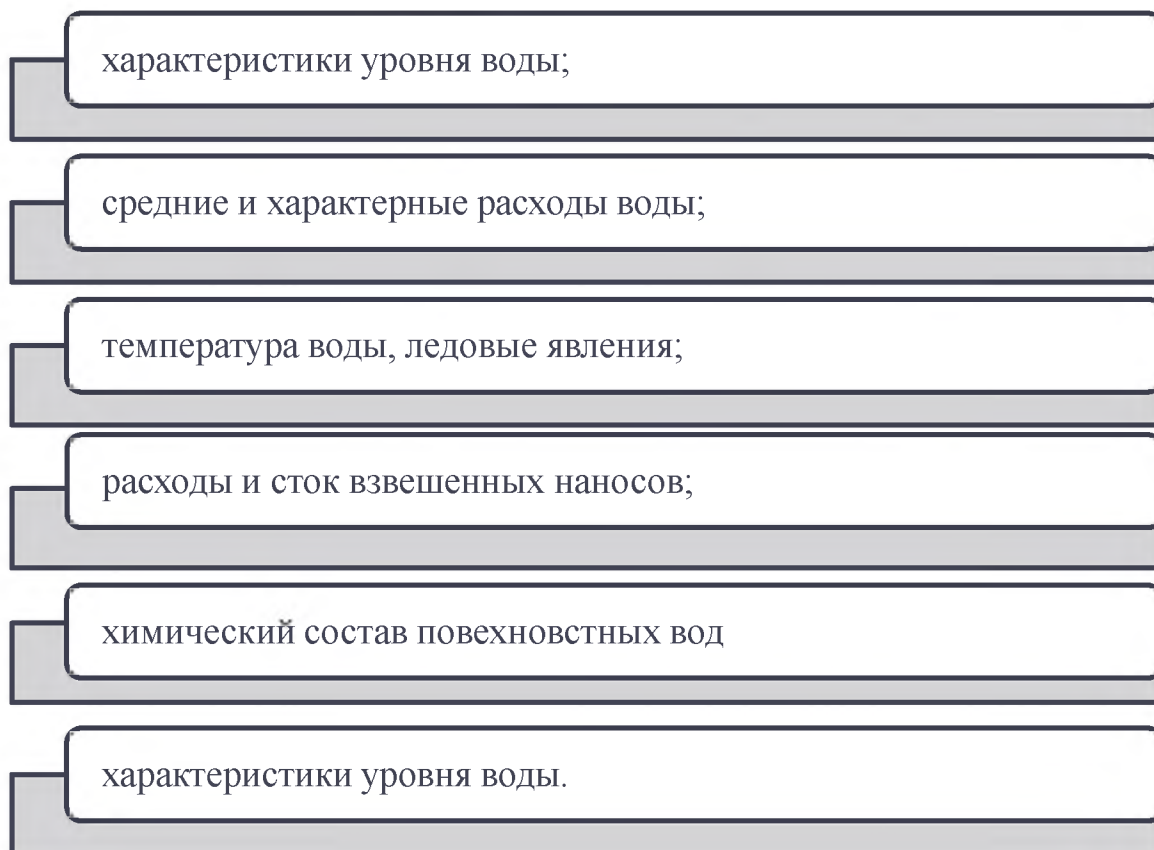


Рисунок 1.8 — Показатели мониторинга за состоянием воды

В настоящее время в рамках ГСН функционирует 8 постов наблюдений, в рамках ТСН – 16 постов наблюдений.

В связи с всевозрастающим водопотреблением интенсивно развивающихся курортных городов и поселков побережья, возникла необходимость в поисках новых источников (месторождений) питьевых подземных вод. Известны факты, что особое место в принятии решений занимают поисково-разведочные изыскания, на которые требуются как время, так довольно большие дополнительные средства. Хотя проблема обеспечения водоснабжения из подземных источников уже не требует отлагательств.

К сожалению, по последним данным, в регионе мониторинг запасов воды в недрах проводится только по 4м месторождениям: Туапсинское, Сочинское Мезыбское, и Псезуапсинское. Общее число наблюдаемых скважин к концу 2020 года сократилось до 33 в сравнении с период 1994 годом, когда их было 124 скважин.

Второй не менее важной проблемой является оценка состояния загрязненности поверхностных источников водоснабжения (рисунок 1.9)

| Река | По ПДК | |
|-----------|--------|--------------|
| Катлама | 3,41 | Загрязненная |
| Пшада | 5,08 | Грязная |
| Вулан | 2,27 | Загрязненная |
| Шапсухо | 2,27 | Загрязненная |
| Туапсе | 4,58 | Грязная |
| Псезуапсе | 2,12 | Загрязненная |
| Шахе | 2,76 | Загрязненная |
| Сочи | 2,46 | Загрязненная |
| Мзымта | 2,79 | Загрязненная |
| Псоу | 2,73 | Загрязненная |

Рисунок 1.9. - Состояние загрязненности черноморских рек

Общеизвестно, что реки черноморского бассейна отличаются высокой карбонатностью и сульфатностью, что придает значительную жесткость воды [22,с. 67].

Причем показатели качества носят явно сезонный характер. скорее всего это зависит от источника водоснабжения исследуемых рек. Как выяснилось, концентрации химических веществ могут варьироваться в геометрической прогрессии, т.е. в два и более раз.

Значительную роль в этом занимают метеорологические условия:

обильные осадки, наводнения, паводки, резкие повышения температур, приводящие к таянию высокогорных снегов и льдов.

Значительным стихийным бедствием на реках черноморского побережья стали паводки и наводнения, которые настолько участились, что в последнее десятилетие, проявляются ежегодно, а то и по несколько раз в течение года. Порой обильные и интенсивные осадки на реках зачастую наносят большой колоссальный материальный ущерб и приводят к человеческим жертвам. Уровень ущерба, к сожалению во многом, определяется не только природными явлениями в виде наводнений, паводков, ливней, дождей, интенсивных таяний снегов, но и заторы образующиеся из-за негативного отношения хозяйствующих субъектов по очистке русел рек, прорывов плотин, отсутствие или запоздание с проведением берегоукрепительных сооружений, запруд и завалов [23,с.217].

Нередки случаи, когда количество осадков в сутках или двое достигает месячной нормы до и более 300 мм, которые сопровождаются значительными разрушающие все на пути селевыми потоками. Небезопасными оказываются оползневые процессы, особенно на крутых обезлесенных территориях в условиях сильных и довольно продолжительных осадков (в течении недели и более) несут по крутизне мосты, жилые строения и т.д. В межсезонье, при неравномерных температурных режимах воздуха и воды, возникают катастрофические паводки, образующиеся в море и падающие на близлежащие населенные пункты побережья - становятся смерчи.

Противопаводковая система рек черноморского побережья в основном включает дамбы обвалования, канализование русла рек в устьевой части. Техническое состояние большинства объектов оценивается как неудовлетворительное, отдельные сооружения разрушены полностью. В целом эффективность противопаводковой системы бассейнов рек черноморского побережья для целей предотвращения затопления территорий в период паводков оценивается как мало эффективная. В настоящее время в бассейнах рек черноморского побережья насчитывается 61 ГТС общей протяженностью

более 96 км.

Определенный вклад вносят в содержание взвешенных веществ и тяжелых металлов, объясняется вымыванием с водосборной площади в период дождевых паводков, различных минеральных пород из которых состоит бассейн рек и отдельные условия хозяйственной деятельности, в частности стоки сельхозугодий, сточные воды с автотрасс и других населенных пунктов или урбанизированных территорий.

При исследовании показателей качества питьевой воды, первостепенное значение имеют их микробиологическое состояние, хотя к настоящему времени оно отнесено как удовлетворительное [24,с.39].

Учитывая, что вся территория бассейнов Черноморских рек относится к курортной зоне, здесь проводится анализ сезонной динамики бактериального заселения на следующие значения: общая численность сапрофитных бактерий, численность общих колиформных бактерий в 100 мл, численность термотолерантных колиформных бактерий в 100 мл, патогенных микроорганизмов. В 2019 г., в отдельных пробах, проводился паразитологический анализ [5,с. 41].

Для поддержания рекреационной значимости водных ресурсов черноморского побережья, фоновые значения микробиологических показателей несколько ниже установленных нормативов для рекреационного водопользования. Полагают, что это вполне оправдано, потепление климата с одновременным повышением температуры воды, региональный фоновый уровень содержания микроорганизмов по рекам бассейна Черного моря, следует предусмотреть несколько ниже установленных СанПиН 2.1.5.980-00 [25].

Уже сейчас изучение характера микробиологических значений рек бассейна Черного моря установлены факты, когда в воде верховий содержание микроорганизмов не превышают нормативы.

А вот в устьях рек особенно в меженный период, в пик курортного сезона, зачастую встречаются превышения нормативов содержания общих

колиформных бактерий (500 КОЕ/100 мл), вызванное сбросами неочищенных сточных вод с селитебных территорий. Исследования, проведенные в 2019 году, подтверждают сделанные ранее заключения.

2 Оценка качественных показателей вод бассейнов Черного моря

2.1 Основные химические свойства вод рек прибрежной зоны

Любые загрязнения, как известно классифицируются и распределяются по классам качества поверхностных вод. Большинство исследуемых рек относится ко 2-му классу. К 1-му классу качества поверхностных вод можно отнести всего лишь несколько: Шапсухо, Буу, Хобза, а к худшим по состоянию оказались реки: Катлама, Сукко, Цемес, Агой. (таблица 2.1).

Учитывая, что все реки находятся под воздействием хозяйственного использования, проходят по населенным пунктам, соприкасаются с различными минералами, они характеризуются наличием в них повышенным содержанием отдельных химических веществ, превышающие нормативы для рыбохозяйственных, или просто гигиенических ПДК и других установленных фоновых показателей (таблица 2.1).

Таблица 2.1 — Показатели химического состояния вод по классам качества

| <u>Водный объект</u> | <u>Сухой остаток</u> | <u>БПК₅</u> | <u>NO₃-</u> | <u>NH₄⁺</u> | <u>PO₄³⁻</u> | <u>Средний балл</u> |
|----------------------|----------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------|
| <u>Гастогай</u> | 2 | 1 | 3 | 2 | 3 | 2,2 |
| <u>Сукко</u> | 1 | 1 | 4 | 4 | 3 | 2,6 |
| <u>Дюрсо</u> | 2 | 1 | 2 | 3 | 2 | 2,0 |
| <u>Пшала</u> | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1,8 |
| <u>Джубга</u> | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1,6 |
| <u>Шапсухо</u> | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1,2 |
| <u>Агой</u> | 2 | 2 | 3 | 4 | 2 | 2,6 |
| <u>Туапсе</u> | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1,6 |
| <u>Аше</u> | 1 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1,8 |
| <u>Пезвапсе</u> | 1 | 2 | 1 | 4 | 2 | 2,0 |
| <u>Шахе</u> | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1,8 |
| <u>Буу</u> | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1,4 |
| <u>Хобза</u> | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1,4 |
| <u>Дагомыс</u> | 1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2,2 |
| <u>Сочи</u> | 1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2,2 |
| <u>Мацеста</u> | 3 | 1 | 2 | 4 | 2 | 2,4 |
| <u>Хоста</u> | 1 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1,8 |
| <u>Кудепста</u> | 1 | 1 | 2 | 4 | 2 | 2,0 |
| <u>Мзымта</u> | 1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2,2 |
| <u>Псов</u> | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 1,8 |

Как видно из приведенной таблицы, самый высокий балл по

загрязненности имеют реки Сукко , который благодаря своим уникальным свойствам (растущие вверх корнями) , нещадно эксплуатируется рекреантами, и река Агой в верховьях которого. много некаленизованных населенных пунктов.

Здесь на самом деле оказывают влияние ливневые сточные воды, фильтрационные грунтовые стоки населенных пунктов неподключенных к центральной канализации, несанкционированные свалки ТБО, разбросанные в щелях небольших ложбинах, стоки которых стекают в реки.

Особенно высокой антропогенной нагрузке эти реки подвергаются в теплый период года , когда численность отдыхающих удваивается или даже больше, при этом особую опасность представляют биологические болезнетворные микроорганизмы, поступающие из населенных пунктов.

Определенную дополнительную нагрузку привнесло строительство Олимпийских объектов и связанных с ними частные строительные сооружения.

Как показывают исследования высокой остается степень загрязнения вод металл - токсикантами, избыток которых, может значительно ухудшить качество поверхностных вод.

Основные составляющие металл-токсиканта:

- 1) металл в растворенной форме;
- 2) сорбированный и аккумулированный фитопланктоном, то есть растительными микроорганизмами;
- 3) удерживаемый донными отложениями в результате седиментации взвешенных органических и минеральных частиц из водной среды;
- 4) адсорбированный на поверхности донных отложений непосредственно из водной среды в растворимой форме;
- 5) находящийся в адсорбированной форме на частицах взвеси

Рисунок 2.1 — Основные источники металл-токсикантов

Так, под буферной емкостью пресноводных экосистем по отношению к тяжелым металлам понимают такое количество металла-токсиканта, поступление которого существенно не нарушает естественного характера функционирования всей изучаемой экосистемы.

Для изучения гидрохимического состояния рек на содержание загрязняющих веществ, были изучены поверхностные и прибрежные воды.

Прибрежные воды оцениваются по ниже представленным химическим показателям (рисунок 2.2):



Рисунок 2.2 — Исследуемые виды химических показателей

Нефтяные углеводороды больше всего обнаруживают себя в районах добычи нефти и ее переработки и соответственно вызывают целый ряд негативных последствий в виде нарушений в целом речной экосистемы а затем и попадают в прибрежную морскую среду [20,с.304].

Известно, что предельно-допустимые концентрации (ПДК) по данным нефтяных углеводородов составляет 0,05 мг/л, но помимо этого очень важное значение имеют химические показатели состава и концентрации компонентов нефти, в виду сложности их химического состава, не меньшую роль играют

продолжительность загрязнения нефтяной пленки и ряд других факторов.

Анализ содержания нефтеуглеводородов в реках черноморского побережья за последние 18 лет приведен на рисунке 2.3.

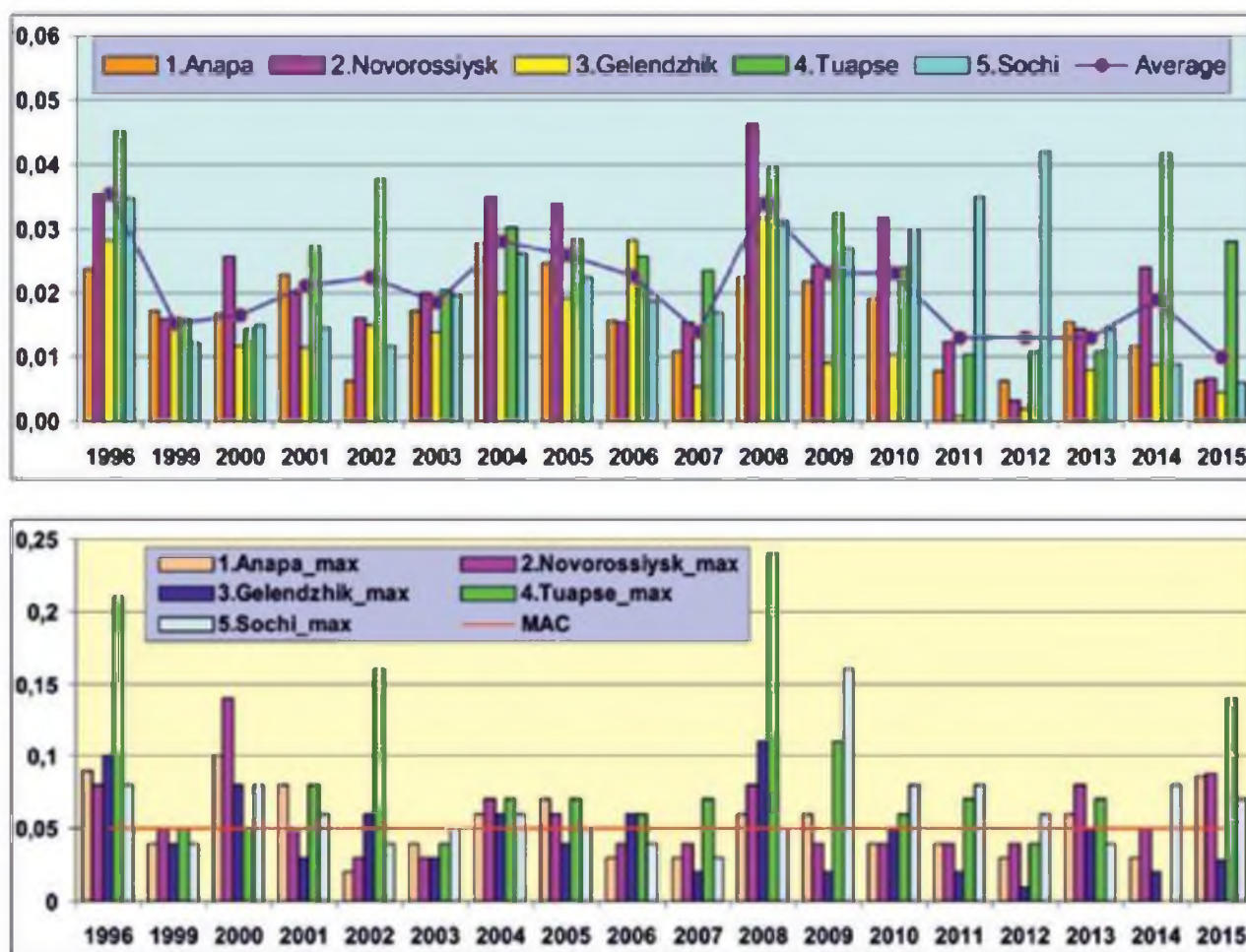


Рисунок 2.3 — Показатели нефтеуглеводородов в реках черноморского бассейна

Судя по показателям больше всех они обнаружены в районе Туапсе, где в полную мощь, ежегодно увеличивая переработку нефти действует Туапсинский НПЗ со всеми вытекающими отсюда последствиями [6,с.179].

Следующий в этом ряду свинец, при предельно- допустимой концентрации (ПДК) - 10,0 мкг/л, количество его зачастую показывает превышение.

Содержание ртути в водах иногда встречаются . но в связи с их высокой адсорбционной способностью на взвешенных частицах. происходит быстрое

исчезновение. ПДК составляет 0,0001мкг/л [21].

Содержание трехвалентного железа редко бывает высоким, но в иных случаях в грунтовых водах, озерах или других водоемах встречаются незначительные уровни 2х валентного железа. Растворённость кислорода, как правило, уменьшается с увеличением рН и температуры воды. Будучи продуктом фотосинтеза, в световой день его больше чем ночью.

Степень активности ионов водорода (водородный показатель - рН) благоприятно влияет на фауну водоемов , и в целом всего биоценоза. Его допустимый диапазон от 6,5 до 8,5 ед. рН .

Исследования поверхностных вод проводились по следующим показателям:

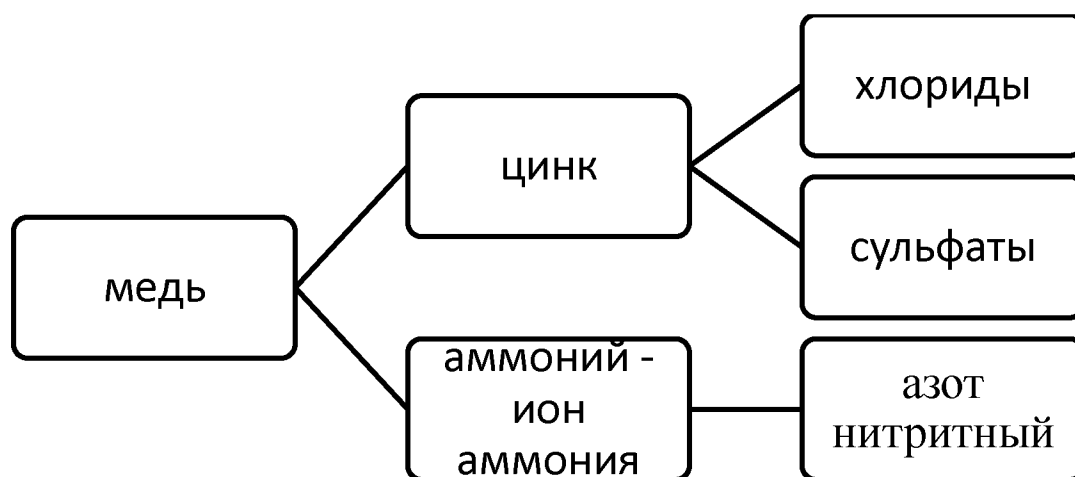


Рисунок 2.4 — Основные показатели анализа вод

Превышение норм меди в воде действует отрицательно на растительные и животные организмы. Источником его наличия в грунтовых водах несомненно связано с близким залеганием медьсодержащих горных пород в виде халькозина, борнита, халькопирита, ковеллина, , малахита, азурита , нормативное содержание которых около - 1,0 мкг/л.

Соединения цинка, особенно их сульфаты и хлориды — очень токсичные вещества образуются при разрушении и растворении горных пород и минералов таких как: цинкит, каламин, госларит, сфалерит,

смитсонит, и не менее часто сточными водами от предприятий текстильной . бумажной промышленности, изготовлению красок и т.д

Нередко подземные источники, в результате вымывания хлористых солей или конкретно поваренной соли, расположенных в пластах, некоторых озер и морей, в большом количестве содержат хлористый натрий (NaCl), а вместе с ним и хлорид кальция (CaCl) придающие ей некарбонатную жесткость.

Вполне обосновано, что высокое содержание хлоридов, придает неприятную соленость воды, естественно, что такая вода становится непотребной для целей хозяйственных и технических нужд, и даже для полива сельскохозяйственных угодий.

Опасность сульфатов, хорошо растворимых в воде, источником которых являются сточные воды отраслей промышленности, сжигающие топливо с содержанием серы.

Газообразная двуокись серы (SO_2), образующаяся при сгорании ископаемого топлива и выделяющаяся в процессах нагрева нефти, вносит вклад в содержание сульфатов в поверхностных водах [14,с.65].

А самое главное серный ангидрид образующийся при фотолитическом или каталитическом окислении сернистого ангидрида, реагируя с парами дождя образует серную кислоту, впоследствии выпадающая в виде «кислотного дождя» или снега. ПДК составляет 100,0 мг/л.

Растворенный аммиак, образующийся при биохимическом распаде азотсодержащих органических соединений, поступает в водоем с поверхностным и подземными или поверхностными сточными водами, атмосферными осадками от коммунальных очистных сооружений, отстойников промышленных отходов, животноводческих ферм, скопления навоза, азотных удобрений, поселения.

Обнаружение в воде нитратов без нитритов и аммония указывает на их длительное загрязнение. Как известно, первостепенные источники поступления их в водную среду те же, что и для аммоний-иона - удобрения и отходы

животноводства (рисунок 2.5)

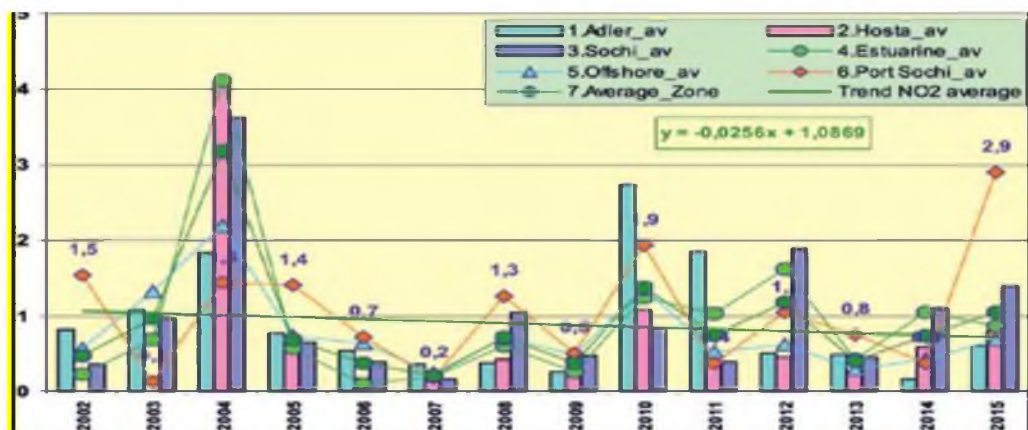


Рисунок 2.5 — Уровень нитритов (мкг/дм^3) в реках Адлер-Сочи в 2002-2015 гг.

В иных случаях на отдельных территориях не исключаются поступления нитратов с промышленными и бытовыми сточными водами, особенно если на предприятиях используются биологические способы очистки воды.

Нитриты это соли азотистой кислоты, образующиеся при восстановлении нитратов при недостатке кислорода. Основные источники их образования хозяйственно-бытовые и навозные стоки, сточные воды пищевых предприятий и с сельскохозяйственных полей.

При анализе вод не мало важное значение придают показателям СПАВов, количество которых за последние десятилетия неизбежно растет (рисунок 2.6).

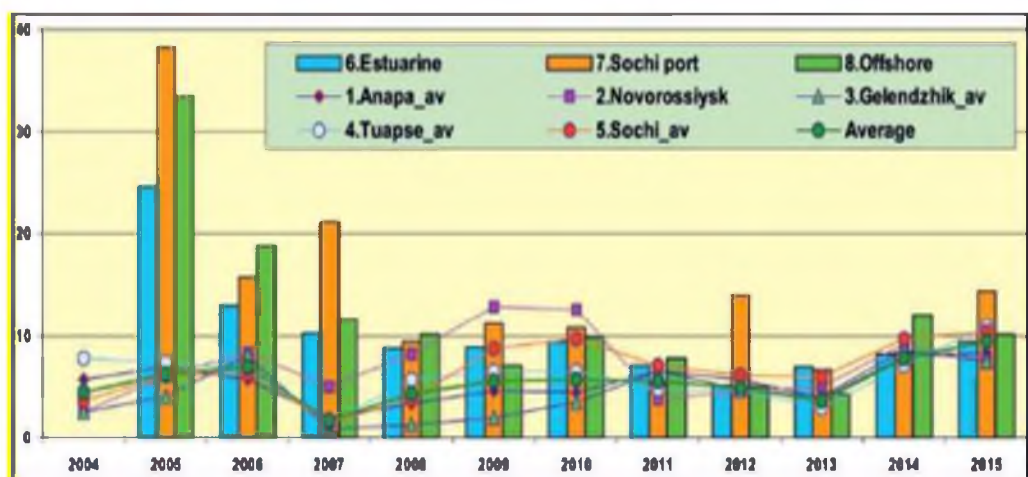


Рисунок 2.6 — Средняя концентрация СПАВов (мкг/дм^3) в прибрежной зоне Черного моря

Анализ результатов показателей средних данных, указывает, что

содержание СПАВов за период с 2005 года по 2015 год сократилось почти вдвое почти во всех реках прибрежной зоны городов Черноморского побережья.

Аналогичные показатели установлены и по максимальным концентрациям (рисунок 2.7).

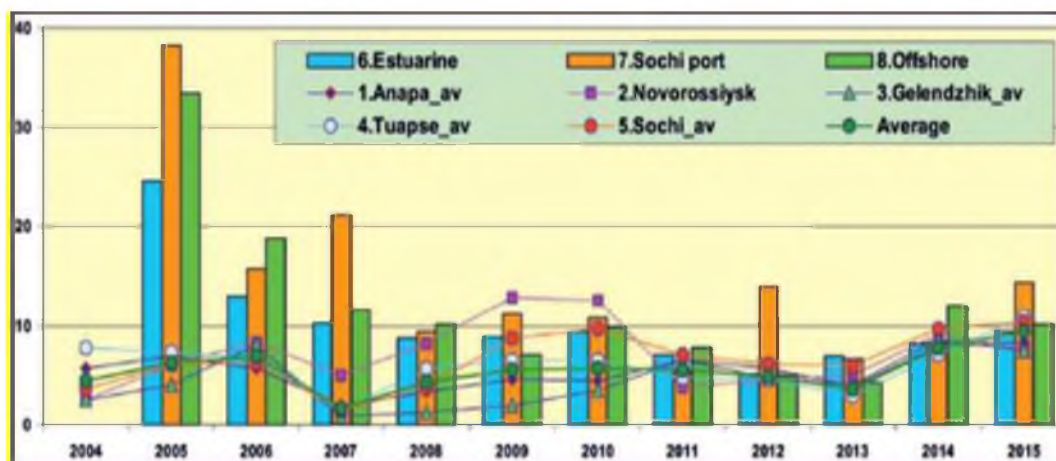


Рисунок 2.7 — Максимальная концентрация СПАВов (мкг/дм³) в прибрежной зоне черного моря

2.2 Анализ химических показателей мониторинга реки Сочи

Вода реки Сочи служит источником водоснабжения Хостинского и Центрального районов города, совсем недавно в районе течения по городу, было изменено и забетонировано. Ниже приведена схема отбора проб (рисунок 2.8).



Рисунок 2.8 — Схема отбора проб на реке Сочи

По руслу реки на берегах реки расположены поселки: Барановка, Пластунка, Ореховка, Ажек. Гидрохимический мониторинг на реке Сочи осуществляется в шести пунктах наблюдения:



Рисунок 2.9 — Пункты наблюдения на реке Сочи

В отдельные годы, в период таяния снегов или затяжных дождей, здесь наблюдаются сильные подъемы воды. Река, разливаясь, может затоплять центральную часть города

Ощутимый рост количества автомобилей, мелких и крупных предприятий промышленности, вызывают изменение химизма вод, а в конечном итоге меняют его физические свойства и химический состав [7,с.27]. На рисунке 2.10 приведена динамика изменения содержания нефтяных углеводородов на всех точках в динамике с марта 2018 года по ноябрь 2021 года.



Рисунок 2.10 — График изменения содержания нефтяных углеводородов в реке Сочи

Анализ показателей нефтяных углеводородов за 4 года исследований не позволил установить какую-нибудь закономерность. Пик превышения (1,6 ПДК) обнаружен в июле 2019 года. Но как и предполагалось чаще всего увеличение значений установлены в устье реки (в октябре 2018 года (1,4 ПДК), в марте 2019 года (1,4 ПДК) и в июне 2020 года (1,2 ПДК)).

На рисунке 2.11 приведены результаты анализа на содержание в реке Сочи свинца [16, с.14].



Рисунок 2. 11 — График изменения содержания свинца в реке Сочи

Как правило ртуть, как особо опасное вещество очень редко обнаруживают в любых водах, однако по данным рисунка 2.11 весной 2018г содержание его превысило 0,01 мкг/л в устье реки Сочи.

Зимой 2020 г. в двух милях на траверзе устья реки Сочи было зарегистрировано - 69,1 мкг/л или существенное превышение нормы ПДК в Акватории порта Сочи.

В литературных источниках не раз встречаются сведения о значительном количестве содержания коммунально-бытового железа в водах рек исследуемого бассейна. Так по нашим наблюдениям в районе Акватории порта Сочи они составили 208,8 мг/л, или в 4 раза превысили нормативные значения. Чуть меньше но почти в 4 раза превышение установлено и в устье реки Сочи (190,22 мкг/л). Если рассматривать его содержание с точки зрения целей рыбо-хозяйственной деятельности, значения показателя железа превышали норматив лишь один раз в черте города до 6,9 ПДК раз в июне 2019г и в таком же количестве выше города, когда превышение составило 10,1 ПДК (рисунок 2.12).



Рисунок 2.12 — График изменения содержания железа в р. Сочи

Для жизнедеятельности живых организмов в водах, важную роль имеет наличие достаточного количества растворенного кислорода, его должно быть не менее 4-х мг/л. По последним показателям, содержание его держится в норме максимум наблюдался - 10,34 мг/л (в марте 2018 г.), а минимум — 7,02 мг/л (август 2018 г.) [10,с.76]. Состояние водородного показателя во все годы исследования был вполне удовлетворительным - минимум составлял - 8,07 ед. Превышение отмечено: в августе 2018 г. (8,63 ед. рН) и в ноябре 2021. (8,54 ед. рН). Корреляционных связей с чем либо не установлено.

По содержанию хлоридов наблюдались в целом ровные показатели, однако резкий скачок до 61,1 мг/л был обнаружен в черте города р. Сочи в сентябре 2020 г. Причин может быть много.

Значительных превышений сульфатов за период исследования не обнаружено за исключением разового до 28,8 мг/л за чертой города (рисунок 2.13).



Рисунок 2.13 — График изменения содержания сульфатов в р. Сочи

Исследование значений меди в пунктах отбора проб в черте и выше города р. Сочи сведено в таблицах 2.2. Замечено двухкратное превышение в октябре 2018г в черте города до 7,9 ПДК и выше города до 29,1 ПДК в октябре 2019 г.

Таблица 2.2 — Содержания меди в р. Сочи в черте города

| Месяцы/годы | Содержание меди мг/л | |
|------------------|----------------------|-------------|
| | В черте города | Выше города |
| Март 2018 г. | 3 | 6,4 |
| Апрель 2018 г. | 1,1 | 5,4 |
| Июнь 2018 г. | 1,8 | 6,7 |
| Июль 2018 г. | 3,1 | 2,6 |
| Сентябрь 2018 г. | 2,9 | 6 |
| Октябрь 2018 г. | 7,9 | 8,4 |
| Июнь 2019 г. | 7,3 | 3,1 |
| Июль 2019 г. | 5,2 | 3,5 |
| Август 2019 г. | 1,2 | 2,6 |
| Июль 2020 г. | 1,1 | 1,3 |
| Сентябрь 2020 г. | 5,6 | 2,1 |
| Октябрь 2020 г. | 2,9 | 1,6 |
| Март 2019 г. | 1,1 | 3,3 |
| Май 2019 г. | 2,5 | 2,7 |
| Август 2019 г. | 1,6 | 2,8 |
| Октябрь 2019 г. | 4,8 | 1,2 |

Содержание цинка в реке Сочи увеличивается несколько чаще, чем других металлов, причем установлены многократные превышения как в черте города : в июне 2019 г. -9,2 ПДК , октябре 2019 г. - 1,8 ПДК, марте 2020 г. -2,4 ПДК, апреле 2020 г. -1,8 ПДК и в августе 2020 г. -1,1 ПДК; так и выше города в июне 2019 г. -9,5 ПДК, октябре 2019 г.- 2,3 ПДК, марте 2020 г.-2,2 ПДК, апреле 2020 г. - 1,03 ПДК, сентябре 2020 г.-1,1 ПДК и июле 2020 г -1,5 ПДК.

Показатели нитратов оказались в норме , а что касается нитритов в р. Сочи в отдельные периоды превышали допустимые концентрации.

Таким образом, по данным, которые были изучены на всех трех пунктах сбора проб, в период с марта 2018 г. по ноябрь 2020 г. можно выявить, что основными загрязняющими веществами в р. Сочи являются: нефтяные углеводороды, железо, цинк, медь.

2.3 Анализ гидрохимического мониторинга вод реки Мзымта

С некоторых пор, после Олимпийских игр в реке Мзымта, расположенной по территории посёлка Красная Поляна, села Эстосадок, Казачий Брод и входящие в высокогорный курортный комплекс, ухудшилось качество воды. Кроме того, из источников общественных и экологических организаций, известно, что в ходе строительства Олимпийских объектов, уничтожались лесные массивы, река подвергалась серьёзному загрязнению. Поэтому его мониторингу уделяется более пристальному вниманию.

Гидрохимический мониторинг на реке осуществляется на 11 пунктах наблюдения (рисунки 2.14; 2.15):

| |
|---|
| устье р. Мзымта; |
| два м. мили на траверзе устья р. Мзымта |
| р. Мзымта; |
| р. Мзымта, 50 м выше впадения р. Лаура; |
| р. Мзымта, в 50 м выше устья р. Лаура; |
| р. Мзымта, 41 км от устья |
| р. Мзымта, 40 км от устья; |
| р. Мзымта, 500 м выше устья р. Бешенка |
| р. Мзымта, 14 км от устья; |
| р. Мзымта, 1,5 км выше устья; |
| р. Мзымта, 56 км от устья |

Рисунок 2.14 — Пункты мониторинга на реке Мзымта



Рисунок 2.15 — Карта-схема отбора проб на реке Мзымта

Несмотря на отсутствие видимых объектов для сброса нефтяных углеводородов, на различных участках особенно в устье реки установлены превышение их значений : в октябре 2018 года, в марте 2019года и в июне 2020 до 0,06 мг/л - 0,08 мг/л.



Рисунок 2.16 — График изменения содержания железа в р.Мзымта

К сожалению не было исключением превышение содержания в реке Мзымта тяжелых металлов, таких как: свинец, ртуть и железо.

Судя по данным рисунка 2,8, наблюдалось довольно частое превышение содержания железа. Только в 2018 году в черте города, выше значений ПДК от 1,3 до 1,7 отмечены в июне, августе, октябре, а в марте 2019 г. до 1,3 ПДК, а в декабре 2020 года до 1,2 ПДК.

А ближе к устью реки и вовсе превышения установлены в июне 2018 г. до 2,08 ПДК, августе 2018 г. до 3,06 ПДК, а в марте 2019 до 3,32 ПДК (рисунок 2.8)

С учетом предельно-допустимых концентраций для рыбо-хозяйственной деятельности, увеличение можно сказать зашкаливало и в разные годы и разные месяцы превышение достигало от 1,4 ПДК до 6,9 ПДК [11,с.28].

А в устье реки Мзымта в марте 2018 года уровень железа достиг - 869,34 мкг/л, что в 17 раз превышает норму. К сожалению причины не установлены.

Свинца выше ПДК обнаружено в устье реки Мзымта в 2020 г.- 10,8 мг/л, а в двух м. мили на траверзе устья в декабре 2020 г. до 12,5 мг/л.

Установлены довольно частые превышения нормы по цинку. За исследуемый период таких случаев было целых 8 раз от 10,6 мкг/л в августе 2021 г. до 89,9 мкг/л. в июне 2019г.

Подробный анализ показаний меди в реке Мзымта, за исследуемый период, по всему руслу реки и во все сезоны, без особой закономерности обнаружены 15 раз. Параметры их количества варьировали от минимального 1,2 мг/л в августе 2021года до 3,7 мг/л в октябре 2020г. А вот в августе 2019г. он превысил почти в 4 раза даже максимальные показатели - 12,6 мг/л.

Вообще исследования некоторых авторов считают, что содержание концентрации растворенных и взвешенных металлов Fe, Cu и Zn в какой-то мере зависят от солености в зоне смешения речных вод Мзымты и Черного моря.

Из-за относительно малых размеров реки и больших скоростей течения воды существенное изменение химического состава почти не происходит.

Полагаем, что при достижении солености порядка 17–18‰ из водной толщи уже выпадает на дно до 60–70% речной взвеси и металлов в том числе.

Что касается химического потребителя (ХПК) взятые с пунктов отбора проб оказались в пределах нормы. Максимум показатель обнаружен единожды в 2019г. - 13,9 мг/л.

Биологическое потребление кислорода довольно нередко указывали на превышения значения предельно допустимых концентраций. Установлено это почти по всему руслу реки, например трижды начиная от 1,5 км выше устья, , более чем 5 раз на расстоянии 500 м выше устья р. Бешенка, когда содержание его достигало $9,55 \text{ мг/дм}^3$, и так приблизительно на всех исследуемых участках.

Проверка на ртуть проходит особенно тщательно, но за весь период обследования и по всем пунктам отбора, его содержание превысило всего лишь один раз и, это не вызывает особых опасений. Так же как и в двух м. мили на траверзе устья реки Мзымта все показатели равны нулю.

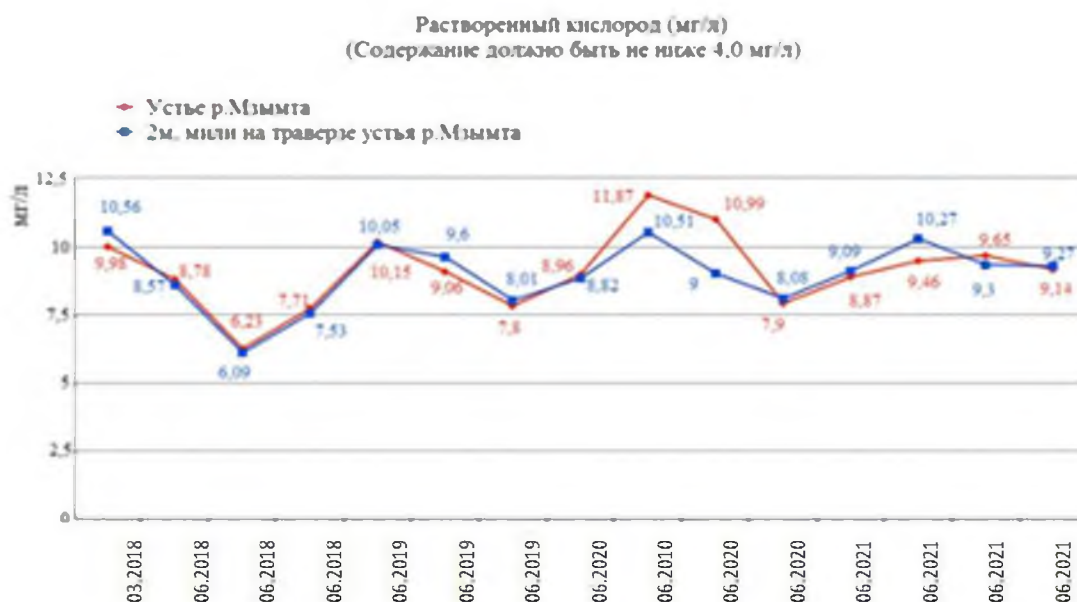


Рисунок 2.17 — График содержания растворенного кислорода в реке Мзымта

Согласно рисунку 2.17, результаты анализа с обоих пунктов отбора проб: значения растворенности кислорода оказались в норме, были на уровне или выше чем 4,0 мг/л.

Установлены незначительные превышения нормы водородного показателя, было обнаружено всего лишь два раза за все периоды, причем один раз в августе 2018 г. - 8,54 ед рН в устье р. Мзымта и второй раз в двух м. мили на траверзе устья реки Мзымта в марте 2019г - 8,51 ед рН).

Наличие в водах рек хлоридов и сульфатов, как правило вызывают жесткость, но по разным исследованиям в р. Мзымта превышений ПДК не обнаружено. Максимум превышения хлоридов в воде был отмечен в марте 2020 г. - 7,5 мг/л., а по сульфатам нашли 18,5 мг/л. в марте 2021.

Также как и в реке Сочи, здесь в водах реки Мзымта показателей превышений нитратов не обнаружено. А вот что касается нитритов, уровни их превысили в 26 случаях.

Параметры значений колебались от 0,2 мг/дм³ до - 0,31 мг/дм³ на всем протяжении русла реки начиная от 56 км от устья; 41 км от устья, 40 км от устья и наконец в 50 м выше впадения устья.

Значения количества по аммоний по всему руслу реки почти во всех пунктах отбора проб превысили свои показатели. При этом значительное превышение обнаружено в местах впадения малых рек Лаура, Бешенка в реку Мзымта.

Уровни превышения в разных местах варьировали от 0,52 мг/дм³ до 0,814 мг/дм³ на участках от 50 м выше впадения рек до 41 км (рисунок 2.18).

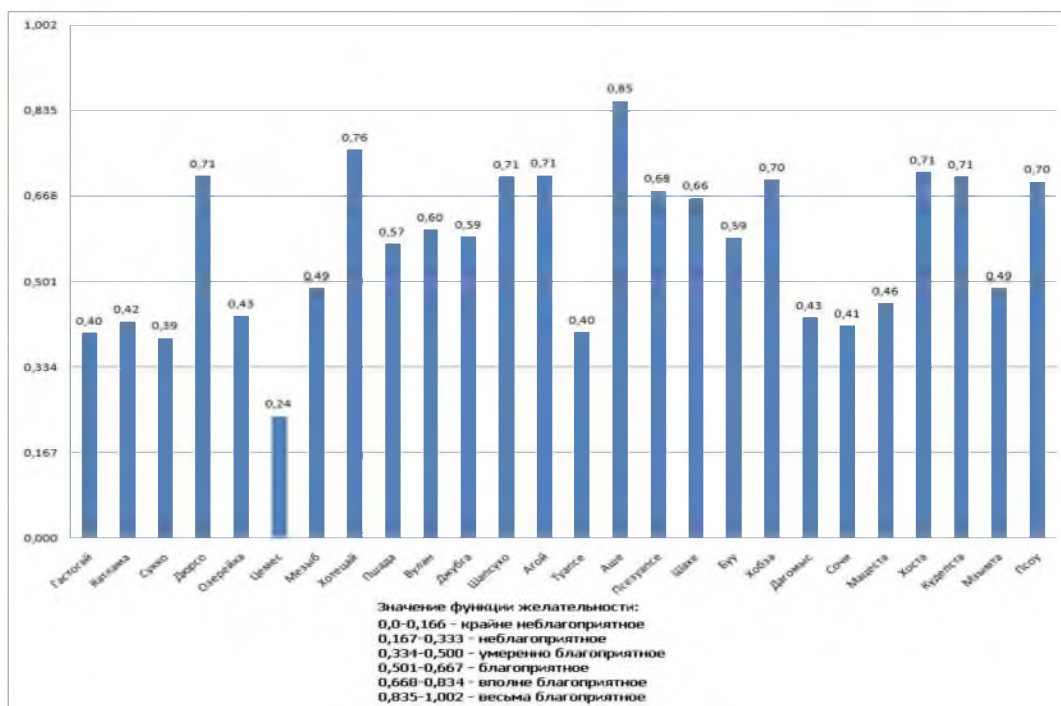


Рисунок 2.18 — Интегральные показатели состояния экологической ситуации бассейнов черноморских рек.

Следовательно, исследования гидрохимических показателей вод реки Мзымта, русло которой, проходит параллельно трассы Сочи - Красная поляна указывают на тот факт, что строительство, а теперь и продолжение развития инфраструктуры, увеличение притока рекреантов, ограничения выезда за границу из-за пандемии эксплуатация реки увеличивается и соответственно повышается нагрузка на ее естественное возобновление.

Таким образом, в ходе исследования выявлено влияние строительства Олимпийских объектов на прибрежные и поверхностные воды Черноморского побережья Краснодарского края: р. Сочи, р. Мзымта. Основными загрязняющими веществами являются нефтяные углеводороды, медь, цинк, нитриты, железо. Определено, что по представленным данным Росгидромета р. Сочи является самой чистой

Интегральная оценка экологического состояния бассейнов рек черноморского побережья по функции желательности приведена на рисунке 2.12, из которых следует, что самыми неблагоприятными в экологическом отношении водоёмами Туапсе; Сочи.

Многолетняя динамика средней концентрации СПАВ в прибрежных водах Кавказского побережья России показывает в целом незначительный рост примерно в два раза за последнее десятилетие. Однако во всех районах контроля межгодовая изменчивость содержания СПАВ была существенной и часто составляла 2-3 раза. В первые годы декады на всех участках акватории Большого Сочи средняя концентрация была значительно выше, чем в последние годы, и почти всегда наибольшая была в поверхностном слое вод порта Сочи. На северных участках акватории Кавказского побережья различия между районами контроля были несущественными за исключением небольшого отрезка 2008-2010 гг. Максимальная концентрация СПАВ в последнее десятилетие во всех районах контроля составляла 5-10-15-20 мкг/дм³, за исключением единственного экстремума (42 мкг/дм³) в 2015 г. в водах у Туапсе.

3 Основные мероприятия по достижению качества состояния речных бассейнов Черного моря

3.1 Обоснование выбора вариантов водоохраных и водохозяйственных мероприятий

Подводя итоги полученных результатов исследования, принимая во внимание фактор увеличения значимости региона, для рекреационного или лечебно-оздоровительного и туристического использования, несомненное повышение требований как в количестве, так в качестве водных объектов для целей питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения мы попытались провести ранжирование проблем по степени их приоритетности:

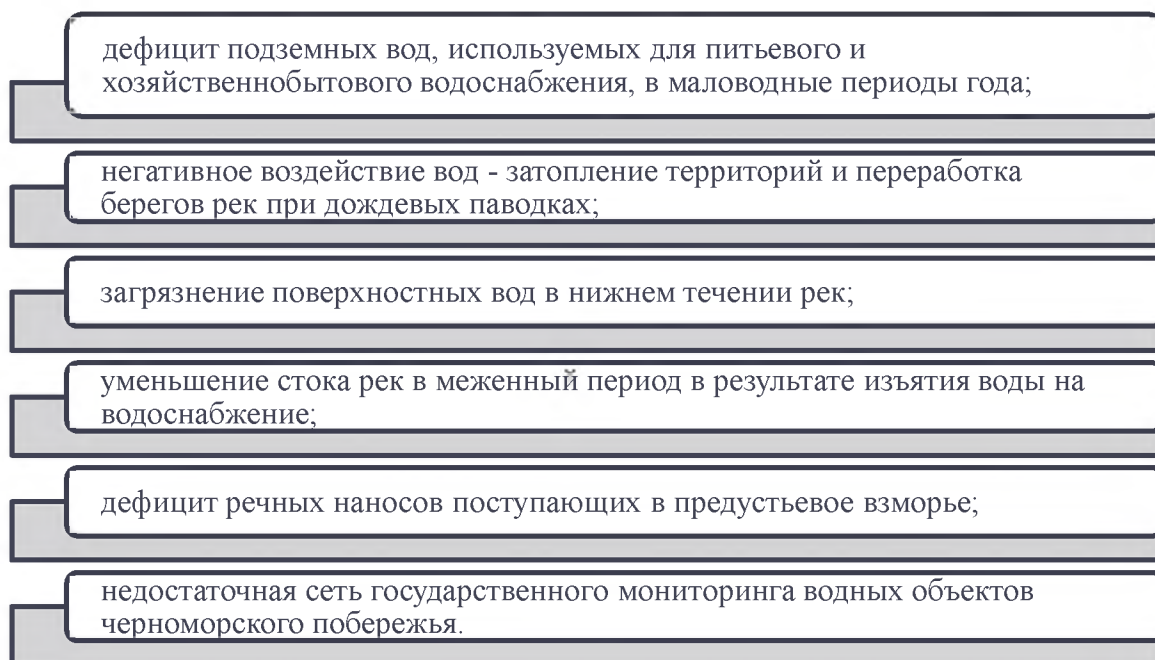


Рисунок 3.1 — Ранжирование проблем по степени их приоритетности

При составлении этих направлений и расстановке приоритетов особое внимание было уделено качеству бассейну реки Мзымта, который продолжает испытывать серьёзную антропогенную нагрузку, вызванную продолжением строительства различных объектов, соответственно вырубку лесов и притока отдыхающих [13].

В связи с этим, мы обозначили главные экологические проблемы по

степени их сложности и возможные пути их решения (таблица 3.1)

Таблица 3.1 — Ранжирование ключевых проблем рек бассейна Чёрного моря

| Река | Дефицит ПВ для бытового водоснабжения | Загрязнение вод в нижнем течении рек | Уменьшение стока рек | Дефицит пляжеобразующего материала | Дефицит сети для мониторинга водных объектов |
|---------------|---------------------------------------|--------------------------------------|----------------------|------------------------------------|--|
| 1. Гастогай | + | + | + | | |
| 2. Катлама | + | + | + | | + |
| 3. Сукко | | + | | | + |
| 4. Дюрсо | | + | | | + |
| 9. Пшада | | + | | + | + |
| 11. Джубга | | + | | + | + |
| 12. Шапсухо | | + | | + | + |
| 13. Агой | | + | | - | + |
| 14. Туапсе | + | + | + | + | |
| 15. Аше | | + | | | + |
| 16. Псезуапсе | | + | + | | + |
| 17. Шахе | | + | | + | + |
| 19. Хобза | | + | | | + |
| 20. Дагомыс | | + | | + | + |
| 21. Сочи | + | + | + | + | |
| 22. Мацеста | | + | | | + |
| 23. Хоста | | + | | | |
| 25. Мзымта | + | + | + | + | |
| 26. Псоу | | + | | | + |

Из показателей таблицы 3.1 видно, что максимально экологически «проблемные» бассейны рек, это Мезыб, Туапсе, Сочи и Мзымта, что касается остальных в качестве наиболее важных следует обозначить: дефицит воды, снижение стока или негативное воздействие вод.

Общей и характерной особенностью всех рек черноморского побережья, это ухудшение качества воды в нижнем течении рек.

По предварительным прогнозам, учитывая современные объёмы потребления воды, указывают на необходимость увеличения годовых объёмов подачи воды для муниципальных объединений городов -курортов Анапа - на 100%или на 18-22 млн.м³, Геленджик - на 70-80% или 10-11,5 млн.м³, Новороссийска 25-27%. Что касается для МО Туапсинского района, всего на 2%, и для Сочи на величину 13-15%. Причины такой

ранжировки следующие:

в Анапе, Геленджике и Новороссийске в настоящий период водопотребление на одного жителя в 2-3 раза ниже принятого норматива (374 л/сут.)

в остальных районах процент сельских жителей менее 40%, норма водопотребления в настоящий момент ближе к нормативу, но основным фактором является значительные непроизводительные потери, которые в МО город-курорт Сочи более 40% от водозабора.

Рисунок 3.2 — Уровни нормативных показателей потребления воды

Вполне естественно, что эти мероприятия обоснованы и планируются и одним из приемов пополнения и стабилизации подачи воды это строительство небольших искусственных водоемов - водохранилищ.

Эти запасные водоемы позволят обеспечить потребности в водопотребления в периоды максимальной необходимости: притока рекреантов, расширения курортного сезона или засушливого лета.

Что не мало важно, эти малые водоемы, кроме искусственного регулирования водотоков, по мнению специалистов предотвращают или снижают опасность стихийных бедствий.

Установлено около 100 % используемых вод черноморских рек уходят для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения. Таким образом, можно достичь установленных 11 % нормативов безвозвратного изъятия воды от годового стока рек.

Для рек бассейна Чёрного моря установлены лимиты забора (изъятия) водных ресурсов и сброса сточных вод на 2018 -2020 годы (таблица 3.2).

Как видно из данных таблицы лимиты изъятия и сброса сточных вод, устанавливаются для поддержания требований водного законодательства по отношению состояния поверхностных и подземных вод [9, с. 24].

Таблица 3.2 — Лимиты забора (изъятия) водных ресурсов и сброса сточных вод в реки бассейна Чёрного моря

| Наименование бассейна, подбассейна, водохозяйственного участка водного объекта | Забор (изъятие) водных ресурсов из водного объекта, тыс.м ³ /год | | | Сброс сточных вод, соответствующих нормативам качества, тыс.м ³ /год |
|---|---|---------------------|--------------------|---|
| | всего | изъятие морских вод | изъятие речных вод | |
| Реки бассейна Чёрного моря | 6549,7 | 4000,0 | 2549,7 | 410771,8 |
| 06.03.00.001 Реки бассейна Чёрного моря от мыса Панагия до восточной границы р. Джанхот | 513,0 | 500,0 | 13,0 | 31648,7 |
| Реки бассейна Чёрного моря от западной границы бассейна р. Пшада до восточной границы р. Дедеркой | 2860,0 | 2600,0 | 260,0 | 14373,7 |
| Реки бассейна Чёрного моря от западной границы бассейна р. Шепси до р. Псоу (граница РФ с Абхазией) | 3176,7 | 900,0 | 2276,7 | 79911,0 |

Объёмы сброса сточных вод включают очищенные стоки, отводимые с очистных сооружений по глубоководным выпускам в акваторию Чёрного моря. Непосредственно в реки поступает около 9000 тыс.м³/год (2,2%), из них 7000 тыс.м³/год, составляют сточные воды в р. Мзымта от ФГУ «Племенной форелеводческий завод «Адлер» [26, с.215].

Выше приведенные лимиты составлены на основании реестра договоров водопользования и решений о предоставлении водного объекта в пользование по всем рекам черноморского побережья.

Реки бассейна Чёрного моря расположены на территории одного субъекта Российской Федерации – Краснодарского края (за исключением трансграничной реки Псоу), поэтому для каждой речной системы рассчитываются только лимиты изъятия водных ресурсов и сброса сточных вод

[18, с. 449]. Лимиты забора (изъятия) водных ресурсов и сброса сточных вод установлены для речных бассейнов побережья Чёрного моря включенных в список рек для расчета СКИОВО сроком до 2015 и 2025 годов.

Лимиты забора (изъятия) водных ресурсов определены на основе уравнений водохозяйственного баланса, составленных с учетом нормативов допустимого изъятия водных ресурсов, обеспечения экологического стока в замыкающем створе и потребностей водопользователей для года 95 % обеспеченности.

Расчетными периодами при определении лимитов забора (изъятия) водных ресурсов и сброса сточных вод являются год и месяц.

Средний объём сбросов сточных вод в реки черноморского побережья незначителен (около 0,5 % от стока) и не влияет на гидрологические и гидроморфологические характеристики рек, поэтому нормативы допустимого воздействия по привносу дополнительной воды в бассейны рек в проекте НДС не рассчитывались. Максимальный привнос сточных вод существует в реку Цемес (6,0 % от среднего годового стока), р. Сукко (1,6 %) и р. Буу (1,1 %). За норматив лимитов сброса сточных вод принимается величина равная 5 % от стока 95 % обеспеченности, $W_{95\%}$.

Годовые лимиты забора (изъятия) водных ресурсов из бассейнов рек побережья Чёрного моря, установленные на основе водохозяйственных балансов и лимиты сброса очищенных до нормативов сточных вод, значительно превышают лимиты заборов водных ресурсов и лимиты сбросов, установленные по заявкам водопользователей. В то же время необходимо учитывать, что ограничивающим фактором объёмов заборов и сбросов воды для хозяйствующих субъектов, являются лимиты, установленные для лимитирующего периода (май, июнь – ноябрь, декабрь).

При строительстве регулирующих ёмкостей (водохранилищ), лимиты забора и сброса более выровнены в течение года, чем без таковых, при этом повышается вероятность того, что потребности в воде со стороны водопользователей будут выдержаны в полном объёме [12, с.288]

Программа водохозяйственных и водоохраных мероприятий, мероприятий по предотвращению негативного воздействия вод включает мероприятия по следующим направлениям (рисунок 3.3).

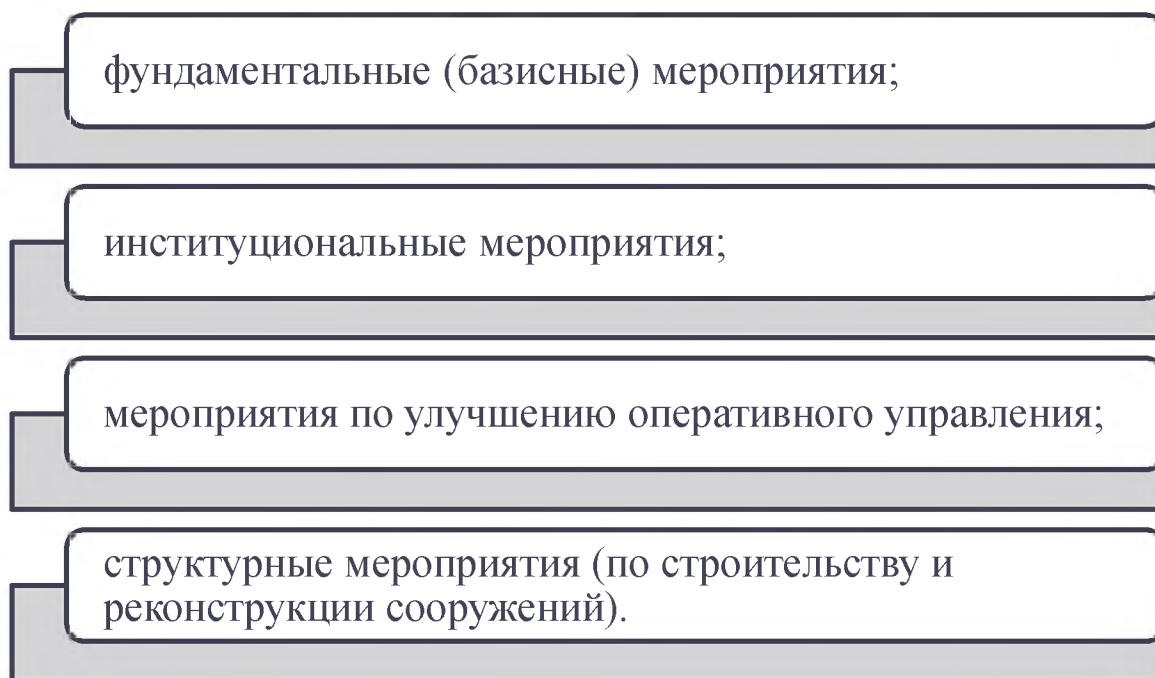


Рисунок 3.3 — Водоохраные мероприятия от негативных воздействий

Предлагаемые мероприятия позволяют достигнуть целевого состояния речных бассейнов, причем отдельные мероприятия оказывают комплексное влияние и позволяют решить ряд проблем, к ним относятся: строительство водохранилищ, ремонт транспортирующей водопроводной сети, межбассейновая переброска стока, использование опресненной морской воды.

Достижение целевых показателей по сохранению водности рек с одновременным улучшением водообеспеченности населения и отраслей экономики возможно в результате применения альтернативных вариантов мероприятий, отличающихся своей эффективностью и финансовыми затратами.

При выборе окончательного варианта мероприятий по каждому бассейну реки, позволяющего улучшить экологическое состояние рек и при этом повысить водообеспечение населения и хозяйствующих субъектов, учитывались предложения муниципальных образований городов Анапа, Новороссийск, Геленджик, Сочи и Туапсинского района, департамента ГО, ЧС

и водных отношений по Краснодарскому краю. По остальным мероприятиям (фундаментальные, институциональные, строительство берегозащитных сооружений, водоохранные) альтернативные мероприятия отсутствуют.

Окончательный вариант программы мероприятий принят после рассмотрения проекта Схемы на техническом Совете Кубанского бассейнового водного управления.

В составе фундаментальных мероприятий проектом предусмотрены следующие виды мероприятий:

- идентификация, классифицирование и картографирование территорий речных бассейнов, подверженных негативному воздействию вод;
- обеспечение координации реализации мероприятий Схем.

Идентификация классифицирование и картографирование территорий подверженных негативному воздействию вод. Большое внимание следует уделять разработке мер по снижению негативного воздействия вод за счет регулирования хозяйственного использования опасных зон и страхования.

Для этого в первую очередь до 2015 года, необходимо осуществить идентификацию территорий испытывающих негативное воздействие вод на основе современных методов (космосъемка, лазерное сканирование и т.д.), с целью идентификации территорий подверженных затоплению при уровнях воды в реках, соответствующих обеспеченности максимальных паводочных расходов 0,2%, 1% 5% и 10%. Стоимость работ по картированию территорий составит 30 млн. рублей.

Обеспечение координации реализации мероприятий Схем. Учитывая большое количество взаимодействующих сторон и многоцелевой характер СКИОВО для успешной реализации программы необходим координирующий орган с установленными полномочиями, обеспечивающими управление реализацией программных мероприятий, включая контроль эффективности достижения целевых показателей.

Для достижения целевых показателей, повышения эффективности механизмов реализации основных положений в системе управлений , а также

своевременного выполнения запланированных мероприятий формируется ее реализацией, которая предполагает (рисунок 3.4):

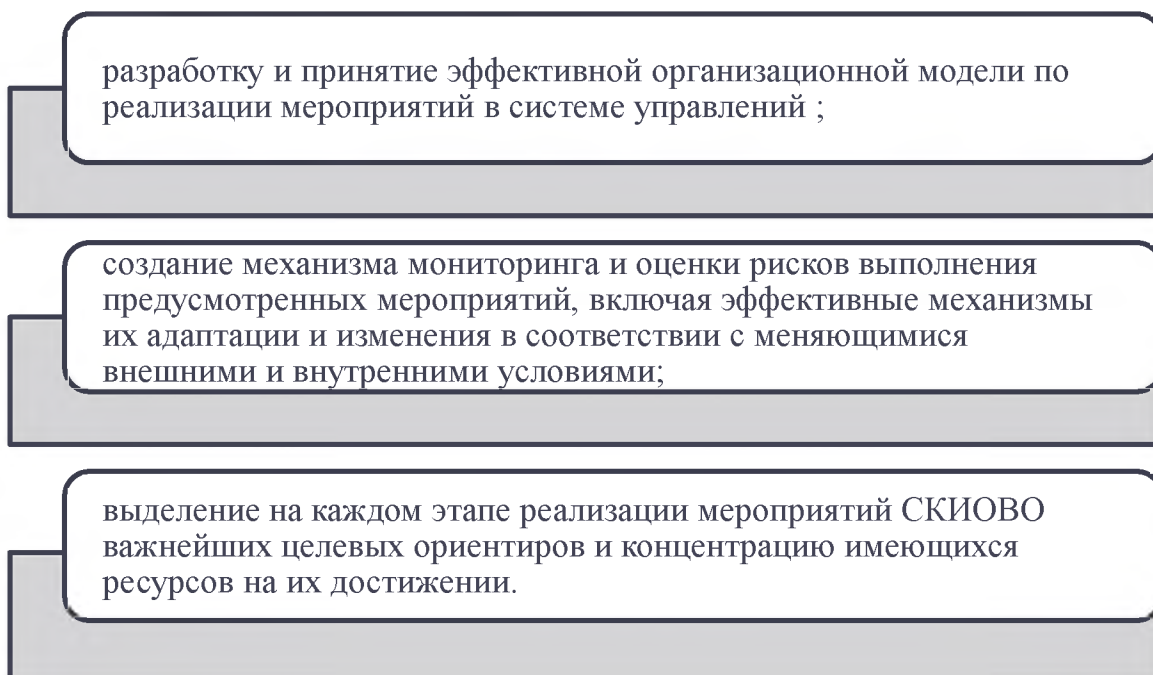


Рисунок 3.4 - Водоохранные мероприятия от негативных воздействий

Развитие систем страхования рисков, связанных с негативным воздействием вод. Для сокращения ущербов от негативного воздействия вод, наряду с традиционными противопаводковыми мероприятиями, необходимо принятие на государственном уровне политики регламентирования хозяйственного освоения территорий испытывающих негативное воздействие вод (НВВ), сочетающей экономические регуляторы с рядом организационных мер и административно-правовых ограничений [8, с.14].

В составе институциональных мероприятий предусмотрены следующие виды мероприятий (рисунок 3.5).

Регулирование использования (резервирование) территорий, потенциально подверженных затоплению. Анализ наводнений за последнее десятилетие, проведенный нами по территории Краснодарского края, показал, что в крае, как и на всей территории России, наблюдается тенденция значительного роста ущербов от наводнений, вызванная нерациональным ведением хозяйства в долинах рек и усилением хозяйственного освоения

паводкоопасных территорий.

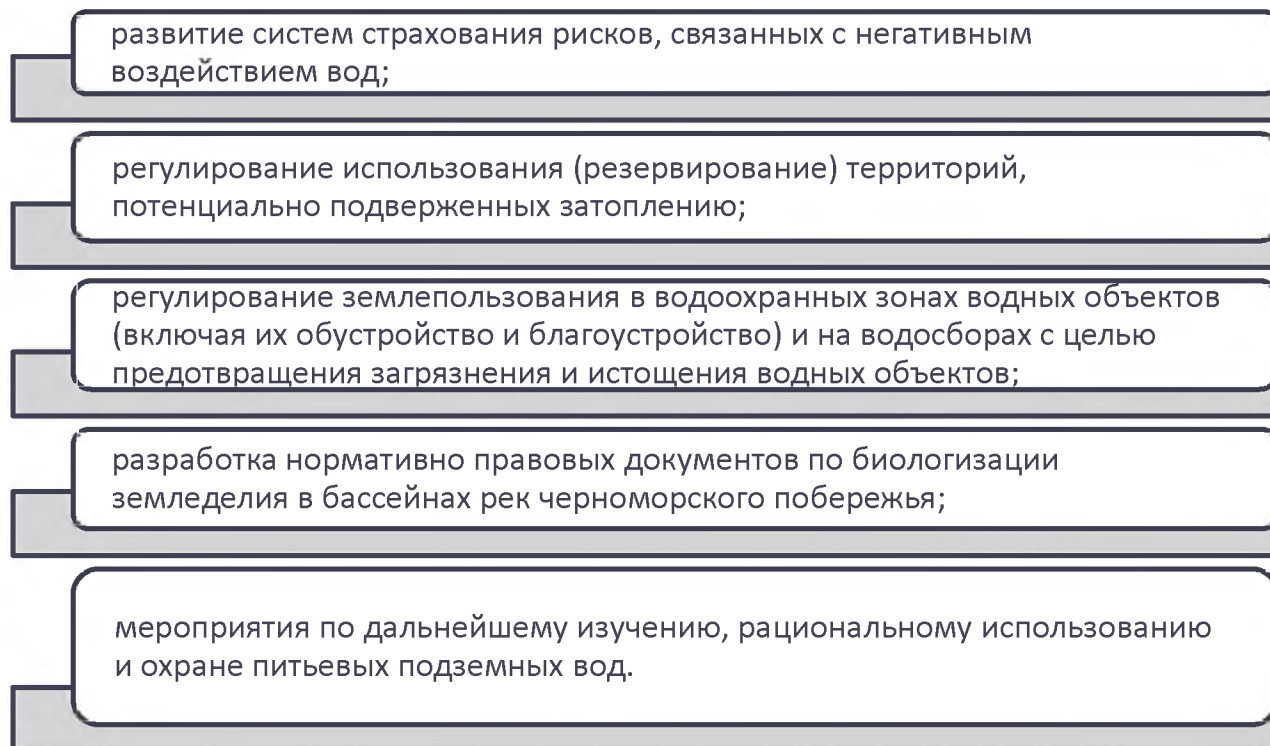


Рисунок 3.5 — Мероприятия по регламентированию использованию подземных вод

В этих условиях особо важное значение приобретают вопросы организации и осуществления регулирования использования (резервирования) территорий, потенциально подверженных затоплению.

Регулирование землепользования в водоохраных зонах водных объектов. В соответствии с требованиями Водного кодекса РФ (ст. 65), в целях предотвращения загрязнения, засорения, заиления водных объектов и истощения их вод, а также сохранения среды обитания водных биологических ресурсов и других объектов животного и растительного мира на территориях, примыкающих к береговой линии морей, рек, ручьев, каналов, озер, водохранилищ выделяются водоохранные зоны, на которых устанавливается специальный режим осуществления хозяйственной и иной деятельности [17,с.12].

В пределах водоохраных зон устанавливаются прибрежные защитные полосы, на территории которых вводятся дополнительные ограничения

хозяйственной деятельности, и береговые полосы, территория которых относится к землям общего пользования.

Особого внимания требуют участки рек расположенных на территории особо охраняемых природных объектов.

Необходимо направить усилия ученых и специалистов на биологизацию производства сельскохозяйственной продукции на черноморском побережье. Для снижения химических мер борьбы с вредителями и болезнями интенсивно внедрять биологические методы борьбы с вредителями и болезнями на сельхозугодьях.

Развитие и внедрение экологически ориентированных систем сельского хозяйства на территориях бассейнов рек черноморского побережья позволит снизить привнос загрязняющих веществ до установленных нормативов с одновременным получением экологически чистых продуктов питания.

Мероприятия по дальнейшему изучению, рациональному использованию и охране питьевых подземных вод. Существует реальная необходимость выделения целого ряда вопросов, связанных с рациональным использованием и охраной ресурсного потенциала питьевых подземных вод, от решения которых зависит в целом благополучие водоснабжения всего черноморского побережья России.

3.2 Мероприятия по оперативному управлению использованием и охраной водных объектов

В составе мероприятий по улучшению оперативного управления использованием и охраной водных объектов проектом системы управления предусмотрены следующие виды мероприятий (рисунок 3.6).

Мероприятия по восстановлению объема твердого стока (русловых наносов) поступающего в предустьевое взморье рек. Основным мероприятием, рекомендуемым к реализации по восстановлению объема твердого стока, является соблюдение технологических регламентов работ в руслах рек в

соответствии с НДВрн установленных в проекте НДВ [15].

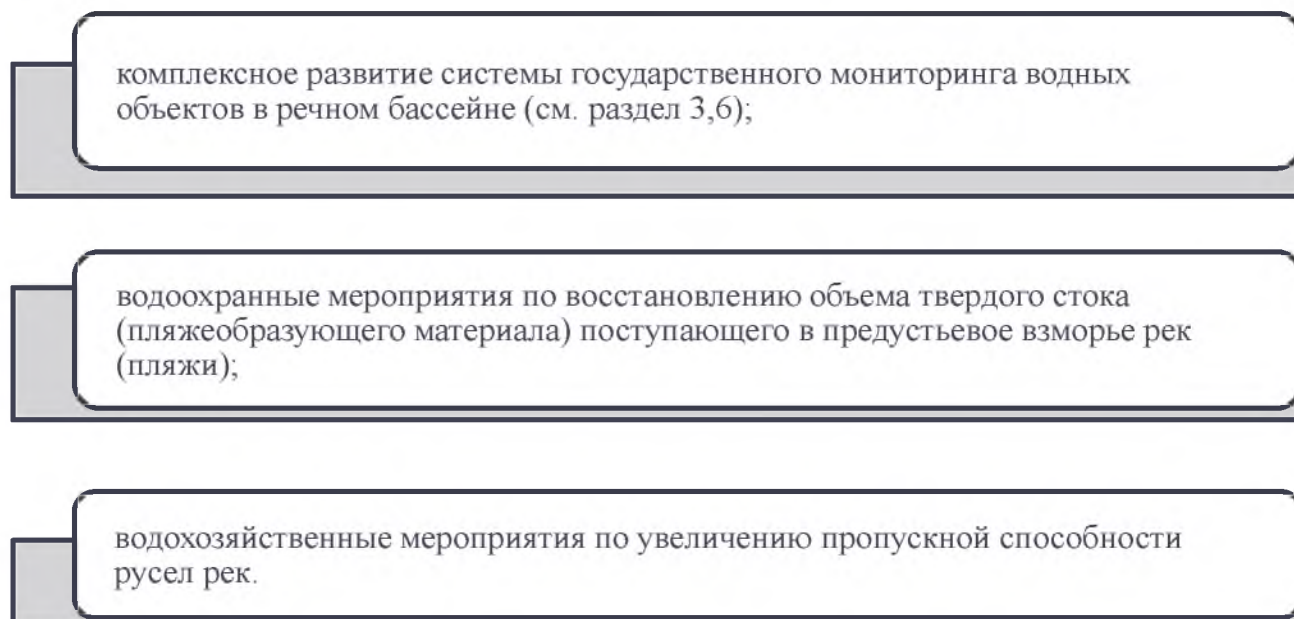


Рисунок 3.6 — Система управления по увеличению объема вод

Нормативы допустимого изъятия речных наносов из русел рек разработаны на основании анализа исходной информации по русловому режиму рек, стоку взвешенных и влекомых наносов, объемам изъятия и перемещения речных наносов при берегоукрепительных и других работах в руслах рек, а также с учетом требований «Методических указаний по разработке нормативов допустимого воздействия на водные объекты».

Норматив применяется для рек с положительным балансом стока влекомых наносов. На реках с нулевым или отрицательным балансами, норматив изъятия равен 0, но при необходимости проведения строительства гидротехнических сооружений объемы перемещения грунта устанавливаются согласно проектным решениям.

Общая протяженность участков, на которых необходимо осуществлять расчистку русел рек составляет 68,18 км. Глубина расчистки, как правило, составляет 0,5 – 1,5 м, изредка 2,0 – 2,5 м. При расчистке предусматривается осуществление следующих видов работ:

- очистка русел рек от плавника, кустарника, завалов техногенного происхождения;

- удаление осередков и побочней;
- углубление и расширение русла рек.

Давно известно, что большую роль в улучшении гидрологического режима рек, увеличение пропускной способности русел, улучшение санитарного состояния вод, сокращение паводковых опасностей зависит от проведения своевременных эффективных инженерно-технических мероприятий. В составе структурных мероприятий рассмотрены следующие виды мероприятий (рисунок 3.7):

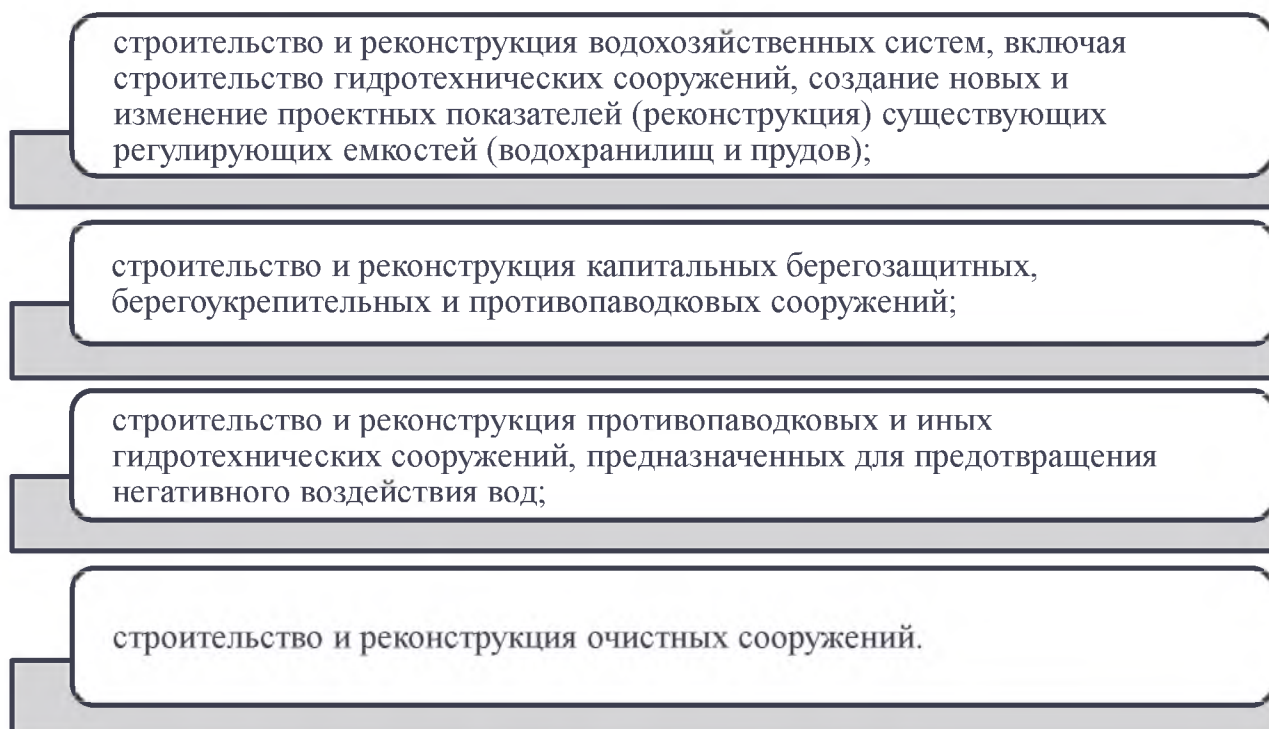


Рисунок 3.7 — Мелиоративные мероприятия по расчистке русел рек

Важным водохозяйственным мероприятием, позволяющий улучшить целевые показатели в бассейнах рек, является строительство 5 новых регулирующих емкостей, общей стоимостью около 2100 млн. рублей, особенно это касается тех рек, где существует опасность наводнений, и снижение речного стока.

Планируется строительство новых и реконструкция существующих берегозащитных, берегоукрепительных и противопаводковых сооружений.

Не исключают необходимость снижения населения, проживающих в

зоне негативного воздействия вод, за счет отселения их из зон негативного влияния в более безопасные территории.

Предусматривают продолжение разведывательных работ по поиску дополнительных подземных вод для установления водозаборов на реках черноморского побережья.

Мероприятия по ремонту водопроводящей сети. Суммарная длина нуждающихся в замены водопроводов составляет 841 км. Стоимость работ - не менее 1700 млн. рублей. Целевым показателем состояния водопроводящих сетей является достижение величины непроизводительных потерь питьевой воды к 2020 году не более 5%. В результате непроизводительных потерь воды в водопроводящих сетях до потребителя не поступает более 36 млн.м³ питьевой воды в год. После реконструкции сетей с доведением потерь до 5%, объем питьевой воды поступающий к потребителям увеличится на 32,42 млн.м³ в год.

Мероприятия по межбассейновой переброске стока. Одним из вариантов улучшения водоснабжения территорий с недостаточными водными ресурсами является межбассейновая переброска стока, которая оправдывается только в случаях ее использования для питьевого и хозяйственно-бытового использования и если при этом не нарушаются установленные нормативы по безвозвратному изъятию стока. Допустимый суммарный объем межбассейновой переброски стока, в маловодный период года 95% обеспеченности, между водохозяйственными участками черноморского побережья составляет 6,42 млн.м³.

Переброска стока возможна только при наличии регулирующих емкостей из бассейна реки Пшада в объеме 1 млн. м³/год (для водоподачи в г. Геленджик), из бассейнов Агой и Аше для перераспределения питьевой воды в Туапсинском районе в объеме около 4 млн. м³/год, из бассейнов мельчайших рек - для перераспределения питьевой подземной воды в городе - курорте Сочи.

В перспективных планах предусмотрены мероприятия по опреснению морской воды, которая предусматривает снижение нагрузки на речной сток в маловодный период.

В ближайшие годы (до 2021 – 2025 годов) предусмотрено размещение модульных установок по опреснению морской воды в г. Новороссийске, в городе Геленджике мощностью до 16,5 тыс.м³/сут., в Туапсе мощностью до 33,0 тыс.м³/сут., и Сочи мощностью 16,0 тыс.м³/сут), что по мнению гидрологов решит проблемы по восстановлению естественного стока и улучшит экологическое состояние рек.

Водоохранные мероприятия по достижению качества воды в реках бассейна Черного моря. Водоохранные мероприятия направлены на улучшение качества воды рек и соответственно подземных вод используемых для питьевого и хозяйственно - бытового водоснабжения, к ним относятся:

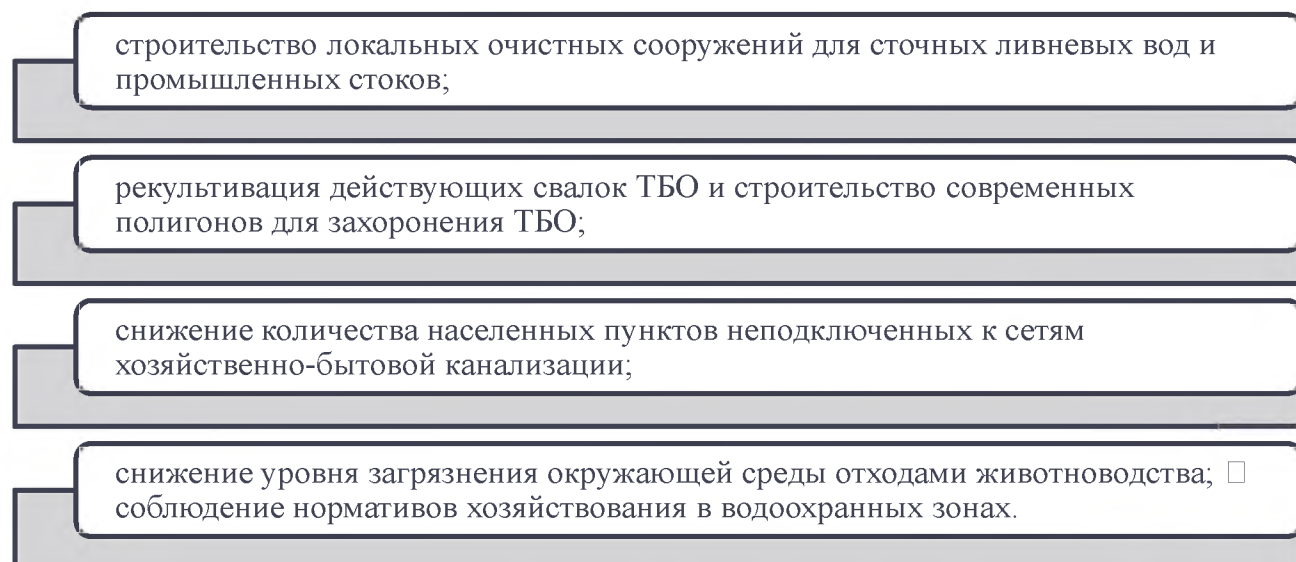


Рисунок 3.8 — Водоохранные мероприятия по сохранению качества

Первоочередной задачей в развитии водохозяйственного комплекса, является продолжение реконструкции и расширение коммунальных, промышленных и сельскохозяйственных очистных сооружений, создание водоохраных зон снижение поступления ЗВ в водные объекты всех уровней , в конечном итоге существенно улучшить качество подаваемой населению питьевой воды при сокращении затрат на водоподготовку.

По предварительным подсчетам сумма финансовых затрат на все предусмотренные мероприятия составляет 10385,07 млн. рублей .

Завершение этих мероприятий, позволят решить ключевые проблемы и

достигнуты следующие цели (рисунок 3.9):

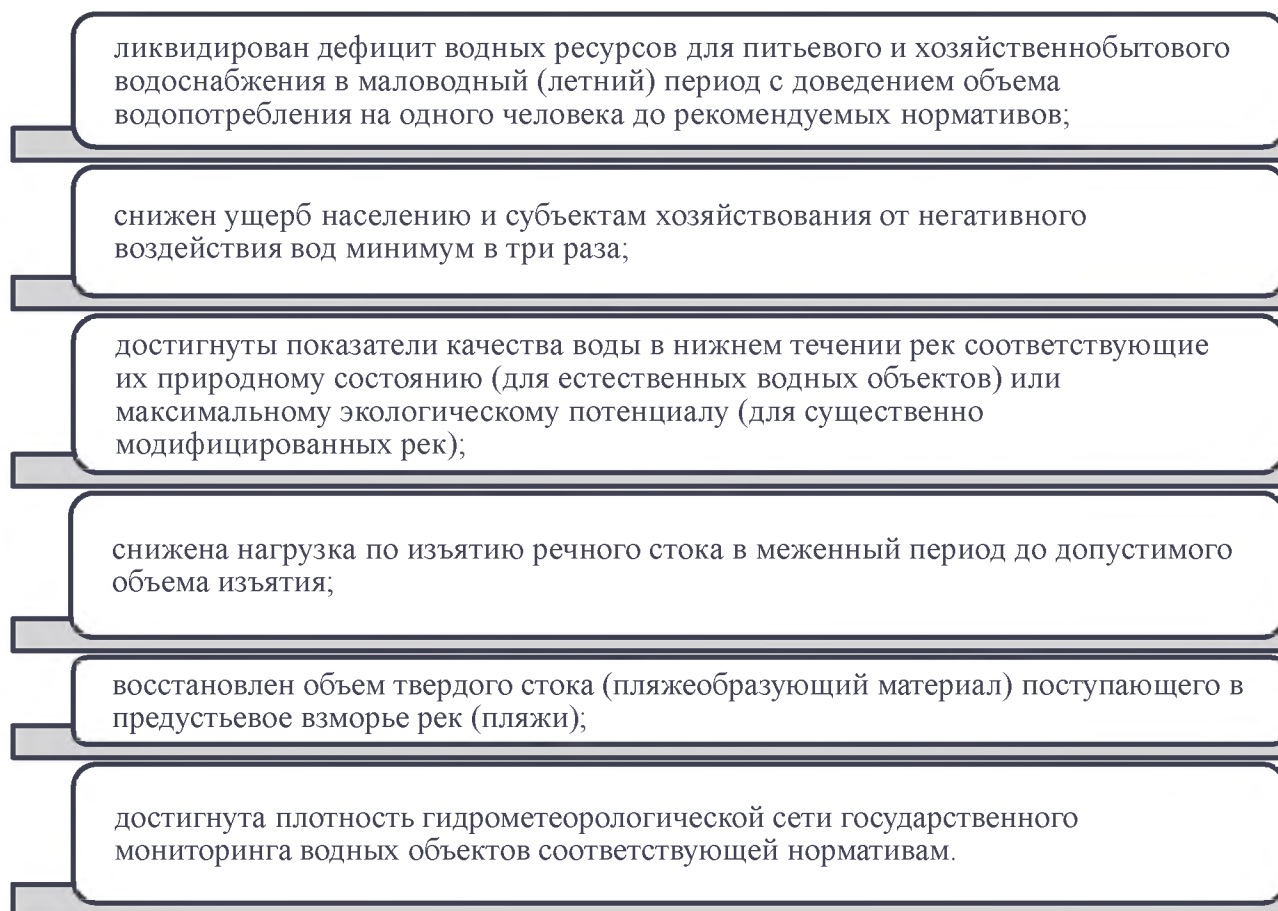


Рисунок 3.9 — Итоги мероприятий по восстановлению количества и качества вод

Поэтапное достижение целевого состояния бассейнов рек контролируется посредством количественных целевых показателей выполнения мероприятий, направленных на решение выявленных проблем.

Заключение

Черноморские реки расположены на Северо-Западной части Кавказских гор и впадают в Черное море..

Все они берут начало в горах высокогорья, в среднегорье, третьи в низкогорье и предгорье и характеризуются заметными колебаниями высоты над уровнем Черного моря и разнообразием климатических условий.

Учитывая, что все реки находятся под воздействием хозяйственного использования, проходят по населенным пунктам, соприкасаются с различными минералами, они характеризуются наличием в них повышенным содержанием отдельных химических веществ, превышающие нормативы для рыбохозяйственных, или просто гигиенических ПДК

Проведенная комплексная экологическая оценка состояния малых рек Черноморского побережья Краснодарского края, было рассмотрено воздействие загрязняющих веществ на примере двух рек: р. Сочи (на 6 пунктах наблюдения) и в р. Мзымта (11 пунктов наблюдения).

Выводы:

1. Результаты гидрохимических исследований по 15 показателям приоритетных загрязняющих веществ, было установлено что наибольшему антропогенному воздействию подвержены такие реки как: Хоста и Мзымта.

2. В реке Сочи были зарегистрированы наибольшие значения превышения ПДК по загрязняющим веществам таких как:

- нефтяные углеводороды - акватория порта Сочи(0,08 мг/л);
- свинец - акватории порта Сочи (23,19 мкг/л);
- ртуть - акватория порта Сочи и устье р. Сочи (0,01 мкг/л);
- железо - акватория порта Сочи (208,8 мкг/л);
- водородный показатель - устье р. Сочи (8,6 ед. рН);
- медь - в р. Сочи выше города (29,1 мг/л);
- цинк - в р. Сочи в черте города (92,6 мкг/л);
- ХПК - в р. Сочи в черте города (25,1 мг/л);

3 .В реке Мзымта наибольшие превышения ПДКр/х отмечены по следующим показателям:

- нефтяные углеводороды - два м. мили на траверзе устья р. Мзымта (0.14мг/л);
- свинец - два м. мили на траверзе устья р. Мзымта (12,5 мг/л);
- ртуть - устье р. Мзымта (0,02 мг/л);
- железо - устье р. Мзымта (869,34 мкг/л);
- водородный показатель - устье р. Мзымта (8,54 ед. рН);
- медь - р. Мзымта (12,6 мг/л);
- цинк - р. Мзымта (89,9 мкг/л);
- аммоний - р. Мзымта (0,74 мг/дм³).

4. В ходе строительства Олимпийских объектов , качество воды р. Мзымта ухудшилось, изменилась из разряда три «А» «загрязненная» в разряд три «Б» «очень загрязненная».

5. Качество воды в р. Сочи, улучшилось и перешло из третьего класса разряда «Б» «очень загрязненная» в разряд три «А» «загрязненная». А значения коэффициента комплексности индекса ЗВ снизились от 3,61 до 2,57 и от 26 до 25 и несколько уменьшилось количество загрязняющих веществ.

6.Целый ряд программ мероприятий направленных на решение ключевых проблем бассейнов рек Черного моря зависят от федеральных, краевых и местных управляющих органов требуют основательных капитальных затрат и зависят от финансовых возможностей субъектов и инвестиций.

7.Для снижения негативного воздействия вод для каждого бассейна реки разработан комплекс мероприятий, таких как строительство новых и реконструкция существующих противопаводковых и берегоукрепительных сооружений, расчистка русел рек для увеличения их пропускной способности.

8.Отселение населения из зон негативного воздействия предусматривается в исключительных случаях, так как территориальный ресурс, ввиду его ограниченности является одним из ключевых. Для чего и

предусматривается создание развитой сети гидротехнических сооружений защиты населения от негативного воздействия вод.

Всего работы по ремонту и реконструкции существующих ГТС планируется осуществить на 12 участках, расположенных на территории 8 речных бассейнов. Фактический объем работ составляет 15847 м. Работы по строительству новых ГТС предусмотрены на территории 19 речных бассейнов. Всего определено 64 участка строительства гидротехнических сооружений, общей протяженностью 82766 м. Работы по расчистке русел рек предусматриваются на территории 20 речных бассейнов. Общая протяженность участков, на которых необходимо осуществлять расчистку русел рек составляет 68,18 км. Мероприятия по ремонту и реконструкции существующих ГТС необходимо завершить в течение первого этапа реализации проекта СКИОВО, мероприятия по строительству новых объектов, а также расчистке русел рек - в течение 2019-2025 годов. Вновь возводимые ГТС должны носить комплексный характер - одновременно выполнять как противопаводковые, так и берегоукрепительные функции.

основной социальной проблемой является дефицит водоснабжения, который вызван отсутствием запасов питьевых вод, поэтому первоочередные инвестиции необходимо вкладывать в расширение водозабора Анапского водопровода из р. Кубань, с одновременной установкой опреснительных модулей. Потери в сети городов Анапа и Новороссийск около 5% от перспективного водозабора, поэтому ремонт сети необходимо производить в плановом порядке.

В городе Геленджике потери в сети достигают 12,2%, поэтому, на первоначальном этапе основное вложение средств необходимо вкладывать в ремонт водопроводящей сети, с одновременным строительством водохранилища в бассейне р. Мезыб и установкой опреснительных модулей, что позволит увеличить отбор подземных вод в лимитирующий период без ущерба экологическому стоку.

для увеличения водоподачи первоначально необходимо обустроить

дополнительные водозаборы на реках, с целью снижения объемов водоотбора подземных вод из р. Туапсе и провести реконструкцию водопроводной сети. Одновременно необходимо реализовывать мероприятие по установке опреснительных модулей.

(МО г-к Сочи) ключевой проблемой является ухудшение экологического состояния рек из-за неоправданного объема изъятия стока, выборки русловых наносов, загрязнения воды нижнего течения рек. Существующие объемы изъятия подземных вод (около 100 млн.м³/год) на 20% превышают прогнозные показатели необходимой водоподачи. Причиной этого является неоправданно большие непроизводительные потери воды в сетях. Поэтому первоочередной задачей является осуществление ремонта водопроводящей сети, что позволит без осуществления остальных мероприятий достигнуть норматива водопотребления. На втором этапе необходимо прорабатывать мероприятия направленные на снижение водоотбора из рыбохозяйственных водных объектов высшей категории Псезуапсе, Шахе, Мзымта, путем внедрения мероприятий по строительству водозаборов на других реках и установке опреснительных модулей.

Список использованной литературы

1. Вершинин, А.О. Жизнь Чёрного моря: учеб. пособие / А.О. Вершинин. - Москва: Издательство «МАК-ЦЕНТР», 2003. - 191 с.
2. Волков, И.И. Соединения восстановленной серы в воде Черного моря / И.И. Волков // Изменчивость экосистемы Черного моря: естественные и антропогенные факторы, 2019. - С. 53 - 72.
3. Гольдфейн, М.Д. Проблемы жизни в окружающей среде: учеб. пособие / М.Д. Гольдфейн, Н.В. Кожевников, А.В. Трубников, С.Я. Шулов. - Москва: Химия, 1996. - 147 с.
4. ГОСТ Р 8.589 - 2001 Государственная система обеспечения единства измерений. Контроль загрязнения окружающей природной среды. - Введ. 01.06.2002. - Москва: Стандартинформ, 2002. - 26 с.
5. Доклад «О состоянии природопользования и об охране окружающей среды Краснодарского края в 2013 году» / Администрация Краснодарского края, Министерство природных ресурсов Краснодарского края. - Краснодар, 2014. - 370 с.
6. Ежегодник «Качество морских вод по гидрохимическим показателям. 2020» / по ред. А.Е. Коршенко. - Обнинск: «Артифекс», 2013. - 196 с.
7. Иванов, Г.Н. Экологические проблемы Черного моря / Г.Н. Иванов // Проблемы и перспективы Черноморско-Азовского бассейна. - 2020. - №7. - С. 23 - 36.
8. Иванов, Ю.М. Морские порты России - траектория развития / Ю.М. Иванов, А.А. Романенко, Г.В. Лебедев // Транспорт РФ. - 2013. - №10. - С. 179 - 183.
9. Каховский, М.В. Краткое примечание о полуострове Таврическом и острове Тамань / М.В. Каховский // Русский архив, 1873. - Кн. 1. - Вып. 3. - С. 592 - 607.
10. Кубанское бассейновое водное управление [Электронный ресурс]:

Водохозяйственная обстановка в зоне деятельности Кубанского бассейнового водного управления. - Режим доступа: www.kbvfu-fgu.ru.

11. Лотышев, И.П. География Краснодарского края: Региональное учебное пособие для учащихся общеобразовательных школ / И.П. Лотышев - Краснодар: Кубанский учебник; ГУП «Печатный двор Кубани», 2000. - 136 с.

12. Методические рекомендации по оформлению выпускных квалификационных работ, курсовых проектов / работ для очной, очно-заочной (вечерней) и заочной форм обучения. - Вологда: ВоГУ, 2014. - 80 с.

13. Никаноров, А. М. Региональная гидрохимия: учеб. пособие / А. М. Никаноров. - Ростов-на-Дону: «НОК», 2019. - 388 с.

14. О защите Черного моря от загрязнения: конвенция от 21. 04. 1992 г. - Москва: НИА-Природа, 1993. - 38 с.

15. Отчет о современном состоянии и перспективах восстановления пляжей Большого Сочи. - Краснодар: ГУП «Печатный двор Кубани», 2018. - 220 с.

16. Панькова, С.А. Путеводитель по подводному миру Чёрного моря / С.А. Панькова, И.А. Логвиненко, С.Л. Паньков - Краснодар: Краснодарская РОЭО «Экурс, 2000. - 183 с.

17. Природа Краснодарского края: учебник для вузов / под ред. В.И. Коровина. - Краснодар: Книж. издательство, 1979. - 279 с.

18. Природные ресурсы России: территориальная локализация, экономические оценки / отв. ред. К.К. Вальтух, В.М. Соколов; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т эк. и орг. пром. произв. и др. - Новосибирск: СО РАН, 2007. - 461 с.

19. РД 52.18.595-96 Федеральный перечень методик выполнения измерений, допущенных к применению при выполнении работ в области мониторинга загрязнения окружающей природной среды. - Введ. 01.08.1999. - Санкт-Петербург: Гидрометеиздат. - 2002. - 49 с.

20. Региональная геоморфология Кавказа: учебник для вузов / под ред. Н.В. Думитрашко. - Москва: Наука, 1979. - 196 с.

21. Словарь современных географических названий: Чёрное море / Рус. геогр. о-во. Моск. центр; Под общ. ред. акад. В.М. Котлякова. Институт географии РАН. - Екатеринбург: У-Фактория, 2006. - 175 с.
22. Субъекты Российской Федерации. Энциклопедический словарь / под ред. Б.Ю. Иванова - Москва: ООО Издательство «Энциклопедия», 2014. - 882 с.
23. Терешина, М.В. Краснодарский край. Устойчивое развитие: опыт, проблемы, перспективы / М.В. Терешина, Г.А. Ломакина. - Москва: Институт устойчивого развития Общественной палаты Российской Федерации / Центр экологической политики России, 2019. - 56 с.
24. Терская, И.А. География Краснодарского края. Природа. Экономика / И.А. Терская, А.В. Терский, Д.А. Терский. - Краснодар: Образовательный издательско-полиграфический центр «Перспективы образования», 2005. - 145 с.
25. Черное море, экологические проблемы и пути их решения [Электронный ресурс]: Сохраним нашу планету зеленой. - Режим доступа: <http://greenologia.ru/eko-problemy/gidrosfera/chnoe-more.html>.
26. Экологические проблемы Черного моря [Электронный ресурс]: Биофайл: научно-информационный журнал. - Режим доступа: <http://biofile.ru/geo/51.html>.