

Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу
окружающей среды (Росгидромет)
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«КАСПИЙСКИЙ МОРСКОЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР»
(ФГБУ «КаспМНИЦ»)

**ЕЖЕГОДНЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ О СОСТОЯНИИ И ЗАГРЯЗНЕНИИ
МОРСКОЙ СРЕДЫ РОССИЙСКОГО СЕКТОРА КАСПИЙСКОГО
МОРЯ ЗА 2019 Г.**



РЕФЕРАТ

РОССИЙСКИЙ СЕКТОР КАСПИЙСКОГО МОРЯ, СЕВЕРНЫЙ КАСПИЙ, СРЕДНИЙ КАСПИЙ, Р. ВОЛГА, ЗАГРЯЗНЕНИЕ, СТОК ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ, ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОД, ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МОНИТОРИНГ.

Предметом исследований являются сток загрязняющих веществ р. Волги и уровень загрязнения морской среды российского сектора Каспийского моря в 2019 г. Исследования выполнены на основе данных наблюдений на гидрологическом посту Верхнелебяжье, на морских гидрологических постах Северного и Среднего Каспия и данных Единого государственного фонда данных по результатам производственного экологического мониторинга.

Цель работы – оценка стока загрязняющих веществ, поступающих в Каспийское море, анализ современного состояния и изменения уровня загрязнения морской среды Каспийского моря за 2019 г.

Для определения качества водоемов по комплексу гидрохимических показателей (ингредиентов) использовались методы, рекомендованные РД 52.15.880-2019 «Руководство по организации и проведению наблюдений, оценке состояния и загрязнения морской среды в районах разведки и разработки морских нефтегазовых месторождений» [1].

Результатом работы является бюллетень о состоянии и загрязнении морской среды российского сектора Каспийского моря за 2019 г., в котором представлена комплексная оценка стока загрязняющих веществ р. Волги в Каспийское море и уровня загрязнения морской среды в 2019 году.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 Материалы и методы оценки качества вод и донных отложений.....	7
2 Оценка стока загрязняющих веществ Волги в Каспийское море в 2019 году.....	9
3 Оценка загрязнения морской среды российского сектора Каспийского моря за 2019 год.....	11
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	20
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	22

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящем отчете о НИР применяют следующие термины с соответствующими определениями:

- Акватория – водное пространство в пределах естественных, искусственных или условных границ [2].
- Гидрологический пост – пункты стационарных гидрологических наблюдений, прикрепленные к гидрологическим станциям, производят стандартные, т. е. регламентированные, наблюдения за основными элементами гидрологического режима [3].
- Загрязняющие вещества – вещества или смеси веществ, количество и (или) концентрация которых превышают установленные для химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов нормативы и оказывают негативное воздействие на окружающую среду [4].
- Кратность загрязнения – характеристика загрязнения вод, определяющаяся кратностью превышения ПДК [5].
- Объем стока – количество воды, протекающее через поперечное сечение за некоторый промежуток времени [3].
- Устойчивость загрязнения – характеристика загрязнения вод, выражающаяся в процентах, определяющая количество проб, в которых обнаружено достижение или превышение ПДК [5].
- Устьевое взморье – особый географический объект, охватывающий район впадения реки в приемный водоем (море); формирующийся под влиянием специфических устьевых процессов – динамического взаимодействия и смешения вод реки и приемного водоема, отложения и переотложения речных и морских наносов [6].

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

В настоящем отчете о НИР применяют следующие сокращения и обозначения:

БПК₅	– биологическое потребление кислорода (5 суток)
α-, γ-ГХЦГ	– изомеры гексахлорциклогексана
г.	– год
ДДД	– дихлордифенилдихлорэтан
ДДТ	– дихлордифенилтрихлорэтан
ДДЭ	– дихлордифенилдихлорэтилен
ДК	– допустимая концентрация
ДО	– донные отложения
ЕГФД	– Единый государственный фонд данных
Ед. изм.	– единица измерения
ЗВ	– загрязняющее вещество
ИЗВ	– индекс загрязненности вод
КХА	– количественный химический анализ
н/о	– ниже предела обнаружения
НП	– нефтепродукты
ПАУ	– полиароматические углеводороды
ПДК	– предельно допустимая концентрация
ПОС	– правобережные очистные сооружения
ПХБ	– полихлорированные бифенилы
ПЭМ	– производственный экологический мониторинг
Росгидромет	– Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды
СПАВ	– синтетические поверхностно-активные вещества
ТМ	– тяжелые металлы

ВВЕДЕНИЕ

Настоящий бюллетень содержит результаты исследований по теме 4.6.1 «Оценка долговременных тенденций изменения состояния и уровня загрязнения морей Российской Федерации по гидрохимическим и гидробиологическим показателям на основе данных государственного мониторинга».

Бюллетень состоит из трех разделов: материалов и методов оценки качества вод и донных отложений, оценки стока загрязняющих веществ р. Волги в Каспийское море в 2019 году, оценки загрязнения российского сектора Каспийского моря в 2019 году. Работа выполнена на основе данных государственного экологического мониторинга, проводившегося Росгидрометом в 2019 г.

В бюллетене дана характеристика стока р. Волги по гидрологическому посту Верхнелебяжье по основным ЗВ в сравнении с предыдущим, 2018 г. Согласно проведенным анализам гидрохимических показателей морской среды, среди которых содержание растворенного кислорода, биогенных веществ, ЗВ по морским гидрологическим постам, дана характеристика современного состояния и загрязнения российского сектора Каспийского моря в 2019 г. Все определяемые показатели, регистрируемые в 2019 г., приводились в сравнении с предшествующим годом.

Для определения качества водоемов по комплексу гидрохимических показателей (ингредиентов) использовались методы, рекомендованные РД 52.15.880-2019 «Руководство по организации и проведению наблюдений, оценке состояния и загрязнения морской среды в районах разведки и разработки морских нефтегазовых месторождений» [1].

Оценка загрязнения российского сектора Каспийского моря в 2019 г. проводилась в период весеннего половодья и летне-осенней межени. Гидрохимические исследования охватывали акваторию российского сектора Каспийского моря с глубинами от 3,8 до 21,0 м в Северном Каспии и от 4,8 до 708,0 м в Среднем Каспии.

1 Материалы и методы оценки качества вод и донных отложений

Материалом исследований объема стока р. Волги, стока ЗВ р. Волги и уровня загрязнения Северного Каспия послужили данные наблюдений Росгидромета, проводившиеся в 2019 г. в рамках государственного мониторинга состояния поверхностных вод.

Расчет стока растворенных ЗВ (P_i) проводили по формуле:

$$P_i = C_i * W,$$

где W – объем стока воды из устьевой области р. Волги в вершине дельты, км³, C_i – средняя концентрация ЗВ в воде устьевой области, мг/дм³.

В системе Росгидромета для комплексной оценки состояния поверхностных и морских вод применяются расчетные значения ИЗВ, позволяющие отнести воды исследуемого района к определенному классу чистоты. Методической основой комплексного способа является оценка степени загрязненности воды водного объекта по совокупности ЗВ. В качестве норматива используют ПДК вредных веществ [7]. Данный индекс является типичным аддитивным коэффициентом и представляет собой среднюю долю превышения ПДК по строго лимитированному числу индивидуальных показателей (ингредиентов). Уровень загрязненности воды данного водного объекта определяется через относительную характеристику, рассчитанную по реальным концентрациям совокупности ЗВ и соответствующим им нормативам.

В соответствии с РД 52.15.880-2019, в качестве критериев оценки качества морской среды рекомендуется использовать установленные Росгидрометом критерии экстремально высокого и высокого загрязнения окружающей среды.

Для оценки качества ДО рекомендуется использовать «Голландские листы» [8] и канадские стандарты до момента установления в Российской Федерации нормативов ДК вредных веществ в ДО водных объектов.

Одним из признаков загрязнения акватории является высокая вариабельность концентрации ЗВ. В качестве показателя вариабельности рекомендуется использовать коэффициент вариации K_v , рассчитываемый как частное от деления среднеквадратического отклонения на среднее арифметическое значение пространственного ряда концентраций.

Для оценки загрязненности акватории по отдельным показателям рекомендуется использовать повторяемость концентраций, превышающих ПДК (для водной толщи) или

ДК (для ДО). В зависимости от значения повторяемости загрязненность акватории данным ЗВ характеризуется как единичная, неустойчивая, устойчивая или характерная.

Загрязненность акватории отдельными ЗВ рекомендуется оценивать по кратности превышения ПДК или ДК фактической концентрацией. Загрязненность морских вод оценивается по индикатору комплексности K , который рассчитывается как отношение числа веществ, содержание которых превышает норму, к общему числу нормируемых ингредиентов, определяемых на исследуемой акватории: комплексность загрязненности воды считается незначительной при $K < 10\%$ и более высокой при $K > 10\%$.

Оценка уровня нефтяного загрязнения ДО является важным показателем воздействия нефтегазового сектора на морскую среду. Выявлению случаев такого загрязнения должно уделяться особое внимание. Оценка качества ДО по содержанию в них нефтяных углеводородов проводится по принятой международной шкале [1].

2 Оценка стока загрязняющих веществ Волги в Каспийское море в 2019 году

Оценка стока загрязняющих веществ Волги в Каспийское море (таблица 1) выполнена на основе данных наблюдений на гидрологическом посту Верхнелебязье. Гидрологический пост Верхнелебязье расположен в вершине современной дельты Волги, в месте отделения от основного русла реки Волги левого крупного дельтового рукава – Бузана, в 50 км выше г. Астрахань (рисунок 1). Водный годовой сток по гидропосту Верхнелебязье в 2019 году составил 205 км³, что в 1,2 раза ниже среднеклиматической нормы (240 км³), в 2018 году – 245,3 км³.

Таблица 1 – Сток загрязняющих веществ р. Волги (пост Верхнелебязье) в 2018-2019 гг.

Показатели	Сток в 2018 г.	Сток в 2019 г.
НП, тыс. т	18,53	31,88
Фенолы, тыс. т	0,46	0,23
СПАВ, тыс. т	13,38	14,35
Железо, тыс. т	21,05	29,93
Цинк, тыс. т	3,38	4,56
Медь, тыс. т	0,41	0,95
Марганец, тыс. т	4,45	2,03
Никель, тыс. т	1,46	1,65
Олово, тыс. т	1,21	1,09
Хром, т	240,2	307,5
Свинец, т	330,0	715,5
Молибден, т	360,0	290,1
Кобальт, т	39,25	33,83
Ртуть, т	4,66	2,05
Кадмий, т	40,41	50,23
ДДТ, т	0,74	0,51
ДДЭ, т	0,69	0,31
α-ГХЦГ, т	1,18	0,54
γ-ГХЦГ, т	0,78	0,31

3 Оценка загрязнения морской среды российского сектора Каспийского моря за 2019 год

Состояние морской среды и донных отложений западной части Северного Каспия по гидрохимическим и геохимическим показателям

Оценка состояния и загрязнения морской среды западной части Северного Каспия за 2019 г. проводилась в период весеннего половодья (апрель) и в период летне-осенней межени (июль, сентябрь) на морских гидрологических постах Росгидромета (таблица 2). Гидрохимические и геохимические исследования охватывали акваторию моря общей площадью около 9 тыс. км² с глубинами от 3,8 до 21,0 м.

Таблица 2 – Средние значения показателей состояния и загрязнения вод Северного Каспия в 2018-2019 гг.

Показатели	Ед. изм.	2018 год		2019 год				ПДК
		половодье	межень	половодье		межень		
				пов.	дно	пов.	дно	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Температура	°С	5,7	25,5	10,6	10,1	22,3	21,3	-
Соленость	‰	10,60	7,20	8,14	8,14	7,70	8,20	-
рН	ед. рН	8,50	8,30	8,46	8,47	8,08	8,09	6,5-8,5
Растворенный кислород	мг/дм ³	10,13	9,58	10,59	10,73	8,94	9,01	> 6
Кремний минеральный	мкг/дм ³	890,6	862,8	771,4	761,4	557,1	456,4	-
Фосфор минеральный	мкг/дм ³	4,19	9,25	6,90	5,58	7,44	6,36	200
Азот аммонийный	мкг/дм ³	5,47	9,74	3,17	2,71	3,34	2,6	500
Азот нитритный	мкг/дм ³	0,58	5,73	1,82	1,60	1,92	1,40	-
Азот нитратный	мкг/дм ³	6,3	5,7	3,2	2,8	6,9	6,7	-
БПК ₅	мг/дм ³	1,57	1,87	1,50	1,70	1,98	2,01	2,1
Взвешенные вещества	мг/дм ³	1,58	1,06	1,67	1,80	1,40	1,22	10
НП	мг/дм ³	0,06	0,07	0,18	0,18	0,16	0,16	0,05
СПАВ	мг/дм ³	0,03	0,03	0,09	0,07	0,08	0,07	0,1
Железо	мг/дм ³	0,001	0,001	0,130	0,140	0,100	0,110	0,05
Марганец	мг/дм ³	0,019	0,010	0,020	0,020	0,009	0,006	0,05
Цинк	мг/дм ³	0,128	0,030	0,078	0,071	0,068	0,062	0,05
Никель	мг/дм ³	0,041	0,014	0,027	0,027	0,016	0,017	0,01
Медь	мг/дм ³	0,007	0,004	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Свинец	мг/дм ³	0,013	0,0055	0,006	0,006	0,007	0,007	0,01
Кадмий	мг/дм ³	0,002	0,001	0,0013	0,0018	0,0007	0,0008	0,01
Ртуть	мкг/дм ³	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,1
Барий	мг/дм ³	0,0255	0,017	н/о	н/о	н/о	н/о	2
Бенз(а)пирен	мкг/дм ³	0,0012	0,0001	0,0001	0,0008	0,0001	0,0001	0,01
Σ ПАУ	мкг/дм ³	0,001	0,0015	0,025	0,02	0,018	0,013	-
α-ГХЦГ	мкг/дм ³	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	0,01
γ-ГХЦГ	мкг/дм ³	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	0,01
Σ ГХЦГ	мкг/дм ³	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	-
ДДЭ	мкг/дм ³	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	0,01
ДДД	мкг/дм ³	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	0,01
ДДТ	мкг/дм ³	0,00135	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	0,01
Σ ДДТ	мкг/дм ³	0,00135	н/о	н/о	0,005	н/о	н/о	-
Σ ПХБ	мкг/дм ³	0,014	0,0125	0,007	0,008	н/о	н/о	-
Бензол	мг/дм ³	н/о	0,00035	н/о	н/о	н/о	н/о	0,5
Толуол	мг/дм ³	0,00055	0,0004	н/о	н/о	н/о	н/о	0,5

Среднегодовая температура воды, как и уровень солености в пределах западной части Северного Каспия в 2019 г. в сравнении с 2018 г. существенно не изменились. БПК₅ в период наблюдений увеличилось в 1,2 раза. Величина водородного показателя рН как в 2019 г., так и в 2018 г. находилась в пределах допустимой нормы.

Среднее значение растворенного в воде кислорода в границах исследуемой акватории соответствовало ПДК.

Общее содержание растворенных биогенных элементов в водах Северного Каспия в 2019 г. по сравнению с 2018 г. незначительно снизилось. Превалировали кремниевые соединения, в 2019 г. их количество по отношению к 2018 сократилось в 1,3 раза. Тренд на снижение концентраций в 2019 г. относительно предшествующего года также был зарегистрирован для соединений азота: для аммонийного азота – в 2 раза, нитритного – в 1,8 раза и нитратного – в 1,2 раза. Содержание фосфатов не изменилось.

На основании анализа состояния морских вод по гидрохимическим показателям можно утверждать, что состав биогенных элементов в западной части Северного Каспия не превышал уровня ДК.

Одним из источников ЗВ в открытой части Северного Каспия является сток р. Волги, влияние которого распространяется практически на всю западную часть Северного Каспия. Вместе с речными водами в море выносятся большое количество ЗВ, объем которых существенно увеличивается в многоводные годы. Также часть ЗВ поступает в результате водообмена между западной и восточной частями Северного Каспия.

Существуют источники загрязнения и на морской акватории, прежде всего это морской транспорт.

Всего в ходе наблюдений в западной части Северного Каспия в 2019 г. определялось 34 показателя химического состава и загрязненности морских вод, данные показатели оценивались согласно нормативам качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов ПДК вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения [7].

Превышение нормативов было зарегистрировано для 4 показателей: НП – в 3,6 раз, железа – в 120 раз, цинка – в 1,6 раз и никеля – в 2,7 раз.

В 2019 г. по сравнению с 2018 г. наблюдалось увеличение концентрации НП в 3 раза, СПАВ – в 2,6 раз, железа – в 120 раз. Общее количество ПАУ в 2019 г. относительно 2018 г. увеличилось в 16,7 раз. Отмечено снижение содержания никеля в отчетном году относительно уровня 2018 г. в 1,5 раза.

Высокий коэффициент варибельности концентраций в период половодья наблюдался у кадмия ($K_v = 0,89$), низкий – у СПАВ, НП, фенолов, меди, цинка, молибдена ($0,1 < K_v < 0,4$). В межень очень высокая варибельность регистрировалась у цинка и марганца ($K_v > 1,0$), высокая варибельность также была характерна для кадмия, низкая – для СПАВ, НП, фенолов и молибдена.

По критериям устойчивости и кратности загрязнение морских вод в отчетном году оценивалось как характерное загрязнение среднего уровня. Случаев высокого и экстремально высокого загрязнения морских вод в 2019 г. не наблюдалось.

Определение качества воды устьевого взморья Волги проводилось по ИЗВ [1], для расчета которого использовали БПК₅, среднее содержание в воде кислорода, НП и железа. Воды Северного Каспия в период весеннего половодья, согласно значениям индекса ИЗВ, составившего 2,25, оценивались как «грязные» (V класс качества вод). В период летне-осенней межени качество морской среды не изменилось, значение ИЗВ было равно 1,99, что позволяет отнести воды исследуемой акватории к категории «грязные» (V класс качества вод). В 2018 г. в период весеннего половодья индекс составил 1,34, воды устьевого взморья оценивались как загрязненные (IV класс). В период летне-осенней межени ИЗВ составил 1,17, качество вод характеризовалось как умеренно-загрязненное (III класс).

Содержание некоторых ЗВ в ДО, по данным ПЭМ, в 2019 г. резко выросло по сравнению со значениями 2018 г. Однако ДК были превышены только по меди – в 1,4 раза, также регистрировались единичные случаи превышения ДК нафталина в период

весеннего половодья (таблица 3). Качество ДО по международным критериям [1] определялось как удовлетворительное.

Таблица 3 – Содержание загрязняющих веществ в донных отложениях в глубоководной зоне западной части Северного Каспия в 2018-2019 гг. и допустимых концентраций загрязняющих веществ в донных отложениях водоемов в соответствии с зарубежными нормами

Показатели	Ед. изм.	2018 год	2019 год		ДК
			половодье	межень	
1	2	3	4	5	6
НП	мг/кг	11,4	5,8	6,0	50
Фенолы	мг/кг	0,25	н/о	н/о	0,05
СПАВ	мг/кг	17,00	3,01	н/о	-
Железо	мг/кг	88	2200	2100	-
Марганец	мг/кг	14	369	448	-
Цинк	мг/кг	0,07	56,70	63,70	124
Никель	мг/кг	0,375	34,0	29,3	35
Медь	мг/кг	0,15	26,1	21	18,7
Свинец	мг/кг	0,11	14,3	11,8	30,2
Кадмий	мг/кг	н/о	н/о	н/о	0,7
Ртуть	мг/кг	н/о	0,026	0,025	0,13
Барий	мг/кг	4,135	н/о	н/о	160
Нафталин	мкг/кг	н/о	42,0	28,8	34,6
Бенз(а)пирен	мкг/кг	0,09	2,24	1,60	88,8
Σ ПАУ	мкг/кг	1,24	25,23	25,10	1000
α-ГХЦГ	мкг/кг	0,05	н/о	н/о	3
γ-ГХЦГ	мкг/кг	0,03	н/о	н/о	10
Σ ГХЦГ	мкг/кг	0,3	н/о	н/о	0,32
ДДЭ	мкг/кг	0,2	н/о	н/о	1,22
ДДД	мкг/кг	н/о	н/о	н/о	2,07
ДДТ	мкг/кг	0,8	н/о	н/о	1,11
Σ ДДТ	мкг/кг	0,001	н/о	н/о	2,5
Σ ПХБ	мг/кг	0,002	0,540	1,400	21,5

В 2019 г. отмечалась тенденция к увеличению содержания в осадках таких ТМ, как железо, цинк, никель, медь, ртуть, олово, марганец, что, вероятно, обусловлено снижением гидродинамики водных масс в условиях низкого уровня стока р. Волги, что способствовало осаждению ТМ. Статистические параметры распределения концентраций ТМ в ДО северо-западной части Каспийского моря за периоды 1998-2003 гг. и 2012-2014 гг. показывают, что среднее содержание железа в ДО изменялось в интервале 4727-6348 мг/кг, цинка – 13,8-36,5 мг/кг, никеля – 11,3-22,7 мг/кг, меди – 8,7-18,9 мг/кг [9].

Значительные различия между концентрациями ТМ в 2018 и 2019 гг. могут объясняться изменением используемых при КХА методик.

Содержание НП в 2019 г. уменьшилось в сравнении с предшествующим годом в 2 раза.

В отчетном году содержание суммы ПАУ в ДО возросло в 25 раз, но не превышало нормативов ДК. В 2019 г. по отношению к 2018 г. увеличилось содержание нафталина, аценафена, фенантрена, антрацена, хризена, бенз(а)пирена.

Анализ нормируемых показателей качества ДО свидетельствует о повышении антропогенного загрязнения на акватории участка.

В соответствии с РД 52.15.880-2019, оценка качества ДО по содержанию в них НП проводится по принятой международной шкале [1]. В 2019 г. содержание НП в ДО достигало 5,8-6,0 мг/л, что позволяет отнести донные осадки к I классу качества ДО «очень чистые» ($10 \leq C \leq 15$).

Состояние морской среды и донных отложений Среднего Каспия по гидрохимическим и геохимическим показателям

Оценка загрязнения морской среды Среднего Каспия за 2019 г. проводилась по данным ЕГДФ на основании ПЭМ. Наблюдения проводились в период весеннего половодья (май) и в период летне-осенней межени (август) (таблица 4).

Таблица 4 – Основные показатели загрязненности морских вод Среднего Каспия в 2018-2019 гг.

Показатели	Ед. изм.	2018 год		2019 год				ПДК
		половодье	межень	половодье		межень		
				пов.	дно	пов.	дно	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Температура	°С	6,8	16,0	16,1	8,8	24,7	11,1	-
Соленость	‰	11,9	11,9	10,4	10,9	11,1	11,2	-
рН	ед. рН	8,3	8,2	8,4	8,3	-	-	6,5-8,5
Растворенный кислород	мг/дм ³	10,5	7,5	9,4	7,8	8,3	6,5	> 6
Кремний минеральный	мкг/дм ³	587,4	410,9	23,6	381,4	55,9	662,8	-
Фосфор минеральный	мкг/дм ³	24,2	33,1	26,6	29,5	10,4	55,8	200
Азот аммонийный	мкг/дм ³	36,2	46,6	281,5	157,3	106,2	100,4	500
Азот нитритный	мкг/дм ³	1,5	1,6	≤0,5	1,0	≤0,5	≤0,5	-
Азот нитратный	мкг/дм ³	7,7	7,6	7,7	17,6	15,1	22,9	-
БПК ₅	мг/дм ³	1,5	1,8	1,6	1,7	1,7	1,8	2,1
Взвешенные вещества	мг/дм ³	1,4	0,9	1,6	1,4	0,9	1,03	10

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
НП	мг/дм ³	0,009	н/о	0,007	0,006	0,006	0,005	0,05
СПАВ	мг/дм ³	0,04	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,1
Железо	мг/дм ³	0,070	0,001	0,003	0,003	0,004	0,003	0,05
Марганец	мг/дм ³	0,002	0,004	0,08	0,01	0,02	0,009	0,05
Цинк	мг/дм ³	0,006	0,001	0,01	0,01	0,01	0,009	0,05
Никель	мг/дм ³	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,01
Медь	мг/дм ³	0,001	0,0002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,005
Свинец	мг/дм ³	0,003	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,01
Кадмий	мг/дм ³	0,0009	0,0002	0,0002	0,0002	0,0003	0,0003	0,01
Ртуть	мкг/дм ³	0,01	н/о	0,05	0,04	0,05	0,05	0,1
Барий	мг/дм ³	0,02	н/о	0,03	0,02	0,01	0,01	2
Бенз(а)пирен	мкг/дм ³	0,001	0,0002	0,001	0,001	0,0001	0,0002	0,01
Σ ПАУ	мкг/дм ³	0,002	0,003	0,01	0,02	0,008	0,01	-
α-ГХЦГ	мкг/дм ³	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	0,01
γ-ГХЦГ	мкг/дм ³	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	0,01
Σ ГХЦГ	мкг/дм ³	н/о	н/о	0,003	0,007	н/о	н/о	-
ДДЭ	мкг/дм ³	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	0,01
ДДД	мкг/дм ³	н/о	0,0001	0,07	0,01	н/о	н/о	0,01
ДДТ	мкг/дм ³	0,01	0,01	н/о	0,05	н/о	н/о	0,01
Σ ДДТ	мкг/дм ³	0,01	0,01	0,003	0,004	н/о	н/о	-
Σ ПХБ	мкг/дм ³	0,014	0,012	0,008	0,01	0,007	0,008	-
Бензол	мг/дм ³	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	0,5
Толуол	мг/дм ³	0,034	0,034	н/о	н/о	н/о	н/о	0,5

Значительная часть ЗВ поступает на акваторию Среднего Каспия в результате водообмена с Северным Каспием. Существуют и другие источники загрязнения, прежде всего это морской транспорт.

Всего в ходе наблюдений в западной части Среднего Каспия в 2019 г. определялось 34 показателя химического состава и загрязненности морских вод, данные показатели оценивались согласно нормативам качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативам предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения [7].

Средняя температура воды в пределах Среднего Каспия в 2019 г. в сравнении с 2018 г. поднялась на 1,3 °С. Уровень солености воды, как и показатель БПК₅ в период наблюдений существенно не изменились. Величина водородного показателя рН как в 2019 г., так и в 2018 г. находилась в пределах допустимой нормы.

Среднее значение растворенного в воде кислорода в границах исследуемой акватории соответствовало ПДК. Минимальное значение растворенного кислорода – 0,22 мг/дм³ зафиксировано в придонном горизонте в летне-осенний период. Вероятно, данное явление объясняется устойчивой стратификацией вод, препятствующей аэрации

придонного слоя.

Общее содержание растворенных биогенных элементов в водах Среднего Каспия в 2019 г. по сравнению с 2018 г. увеличилось. Превалировали кремниевые соединения, аммонийный и нитратный азот, при этом разница в значениях концентраций биогенов в анализируемый и предшествующий периоды имела широкий диапазон.

На основании анализа состояния морских вод по гидрохимическим показателям можно утверждать, что состав биогенных элементов на акватории Среднего Каспия не превышает уровня ДК.

Содержание НП в водах Среднего Каспия в 2019 г. в среднем снизилось в 1,2 раза в сравнении с предшествующим годом, превышения ПДК не наблюдалось. В 2 раза снизилось среднее содержание поверхностно-активных веществ.

С 2018 по 2019 гг. отмечалась тенденция к росту содержания таких ТМ, как цинк, никель, медь, ртуть и марганец, концентрации которых в среднем не превышали ПДК.

Сумма ПАУ возросла в 10 раз. Концентрация бенз(а)пирена в 2019 г. была ниже ПДК, но по сравнению с 2018 г. выросла в 2 раза. Суммарная доля ПХБ в 2019 г. по отношению к 2018 г. уменьшилась в среднем в 1,25 раза.

Высокий коэффициент варибельности концентраций в период половодья наблюдался у суммы ПХБ ($K_v = 0,89$), очень высокий – у суммы ДДТ ($K_v = 4,95$), средний коэффициент регистрировался у меди, кадмия и свинца ($0,4 < K_v < 0,7$), низкий – у НП, СПАВ, фенолов, железа, цинка, никеля, бария, марганца ($0,1 < K_v < 0,4$). В межень очень высокая варибельность зафиксирована у железа, цинка, меди, марганца, бенз(а)пирена ($K_v > 1,0$), высокая была характерна для кадмия, никеля и свинца, низкая – для СПАВ, НП и бария. По критериям устойчивости и кратности загрязнение морских вод оценивалось как единичное загрязнение низкого уровня. Случаев высокого и экстремально высокого загрязнения морских вод в 2019 г. не наблюдалось.

Согласно расчету ИЗВ, воды Среднего Каспия в 2018 г. ($ИЗВ=0,35$), относятся ко II классу качества и оцениваются как «чистые». Для определения ИЗВ в 2019 г. учитывались такие показатели, как БПК₅, содержание кислорода, НП и цинка. Согласно проведенному расчету ИЗВ, показатели которого в 2019 г. составили 0,56, воды Среднего Каспия характеризовались как «чистые» (II класс качества вод).

В таблице 5 приведена характеристика основных показателей загрязненности ДО Среднего Каспия в течение рассматриваемого ряда лет (2018-2019 гг.). Согласно полученным результатам исследований, средняя концентрация НП в ДО в 2019 г. относительно 2018 г. снизилась более чем в 2 раза.

Таблица 5 – Основные показатели загрязненности донных отложений Среднего Каспия в 2018-2019 гг.

Показатели	Ед. изм.	2018 год	2019 год		ДК
			половодье	межень	
1	2	3	4	5	6
НП	мг/кг	25,14	12,8	8,1	50
Фенолы	мг/кг	0,285	н/о	н/о	0,05
СПАВ	мг/кг	12,36	9,76	5,1	-
Железо	мг/кг	129,44	18916	14984	-
Марганец	мг/кг	29,68	272,6	292,7	-
Цинк	мг/кг	1,09	52,6	55,48	124
Никель	мг/кг	1,25	27,1	25,4	35
Медь	мг/кг	0,85	23,6	18,5	18,7
Свинец	мг/кг	0,54	12,2	9,34	30,2
Кадмий	мг/кг	0,05	1,3	1,3	0,7
Ртуть	мг/кг	0	0,03	0,04	0,13
Барий	мг/кг	7,32	н/о	н/о	160
Нафталин	мкг/кг	0	68,8	75	34,6
Бенз(а)пирен	мкг/кг	0,09	4,6	2,2	88,8
Σ ПАУ	мкг/кг	1,64	93,9	78,3	1000
α-ГХЦГ	мкг/кг	н/о	н/о	н/о	3
γ-ГХЦГ	мкг/кг	н/о	н/о	н/о	10
Σ ГХЦГ	мкг/кг	н/о	н/о	н/о	0,32
ДДЕ	мкг/кг	н/о	н/о	н/о	1,22
ДДД	мкг/кг	н/о	н/о	н/о	2,07
ДДТ	мкг/кг	н/о	н/о	н/о	1,11
Σ ДДТ	мкг/кг	0,0004	н/о	н/о	2,5
Σ ПХБ	мг/кг	0,003	1,63	2,1	21,5

Содержание ТМ в ДО Среднего Каспия в отчетном году по сравнению с 2018 г. возросло в десятки раз. Значительные различия между концентрациями ТМ в 2018 и 2019 гг. могут объясняться сменой используемых при КХА методик. Сумма ПАУ в 2019 г. по сравнению с 2018 г. возросла в 46 раз. Содержание ПХБ в ДО исследуемого участка Среднего Каспия в 2019 г. выросло по сравнению с 2018 г. в сотни раз и превысило ДК в 54 раза.

ДК были превышены по меди (в 1,2 раза), кадмию (в 1,9 раз) и нафталину (в 2,2 раза) [1].

В соответствии с РД 52.15.880-2019, оценка качества ДО по содержанию в них НП проводится по принятой международной шкале [1]. В 2019 г. содержание НП в ДО

Среднего Каспия достигало 8,1-12,8 мг/л, что относит осадки к I классу качества ДО «очень чистые» ($10 \leq C \leq 15$).

Анализ показателей загрязненности ДО Среднего Каспия указывает на увеличение антропогенной нагрузки на акваторию Каспийского моря.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В представленном бюллетене проанализирован сток ЗВ в Каспийское море по гидрологическому посту Верхенелебязье. Так, в 2019 г. по сравнению с 2018 г. увеличился сток НП, СПАВ, железа, меди и свинца.

Дана оценка состояния и загрязнения Северного и Среднего Каспия. Исходя из данных, полученных при расчете ИЗВ, качество морской среды Северного Каспия в 2019 г. определяется V классом качества вод, что позволяет отнести воды исследуемой акватории к категории «грязные»; воды Среднего Каспия оцениваются как «чистые» (II класс качества вод).

По критериям устойчивости и кратности загрязнение морских вод Северного Каспия характеризовалось как характерное загрязнение среднего уровня, случаев высокого и экстремально высокого загрязнения в 2019 г. не зарегистрировано. Характеристика состояния и загрязнения Северного Каспия по комплексным показателям свидетельствует о повышении устойчивости загрязнения в 2019 г. по сравнению с 2018 г. с уровня «устойчивого» загрязнения до «характерного». В Среднем Каспии загрязнение воды оценивалось как единичное загрязнение низкого уровня, случаев высокого и экстремально высокого загрязнения не зафиксировано.

В 2019 г. по сравнению с 2018 г. в Северном Каспии наблюдалось увеличение концентрации НП, СПАВ, железа, марганца, цинка, общего количества ПАУ, в Среднем Каспии – цинка, никеля, меди, ртути, марганца и суммы ПАУ. При этом отмечено снижение содержания никеля и ПХБ относительно уровня 2018 г.

Исходя из данных, полученных при расчете ИЗВ, качество морской среды Северного Каспия в 2019 г. определяется V классом качества вод, что позволяет отнести воды исследуемой акватории к категории «грязные». В 2018 г. – III и IV классом, что позволяет отнести воды исследуемой акватории к категории «умеренно-загрязненные» или «загрязненные». Наблюдаемая тенденция ухудшения качества вод свидетельствует об увеличении антропогенной нагрузки на акваторию Северного Каспия. Класс качества вод Среднего Каспия в период 2018-2019 гг. не изменился.

Концентрация ЗВ в ДО Северного Каспия превышала ДК по меди и нафталину в период весеннего половодья, Среднего Каспия – по меди, кадмию и нафталину. Качество ДО по международным критериям определялось как удовлетворительное. Однако по сравнению с 2018 г. в 2019 г. значительно увеличилось содержание ТМ. По содержанию

НП ДО Северного и Среднего Каспия относятся к I классу качества ДО и характеризуются как «очень чистые».

Согласно проведенному анализу уровня загрязнения и состояния морской среды российского сектора Каспийского моря, условия обитания пелагических и бентосных организмов оцениваются как благоприятные.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. РД 52.15.880-2019 «Руководство по организации и проведению наблюдений, оценке состояния и загрязнения морской среды в районах разведки и разработки морских нефтегазовых месторождений». – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293724/4293724612.pdf> (дата обращения 15.04.2020).
2. «Водный кодекс Российской Федерации» от 03.06.2006 № 74-ФЗ. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_60683/ (дата обращения 01.10.2019).
3. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 6. Часть I. Гидрологические наблюдения и работы на больших и средних реках (3-е издание, переработанное и дополненное). – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200095306/> (дата обращения 04.10.2019).
4. Федеральный закон № 7-ФЗ от 10.01.2002 «Об охране окружающей среды». – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/ (дата обращения 10.10.2019).
5. Монахова Г.А., Есина О.И., Татарников В.О., Монахов С.К. Оценка загрязнения морской среды в районах добычи нефти и газа на морском шельфе//Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе, 2014. – № 1. – С. 32-37.
6. РД 52.10.324-92 Методические указания. Гидрологические наблюдения и работы на гидрометеорологической сети в устьевых областях рек. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200082887/> (дата обращения 19.09.2019).
7. Приказ Минсельхоза России от 13.12.2016 № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения». – URL: <https://rulaws.ru/acts/Prikaz-Minselhoza-Rossii-ot-13.12.2016-N-552/> (дата обращения 21.09.2019).
8. Water pollution control in the Netherlands. Policy and practice 2001. RIZA report 2002.009. – Ministry of Transport, Public Works and Water Management. Lelystad, 2002. – 77 p.
9. Загрязняющие вещества в водах Волжско-Каспийского бассейна/Отв. ред. В.Ф. Бреховских, Е.В. Островская. – Астрахань: Издатель: Сорокин Роман Васильевич, 2017. – 406 с.