



Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации
Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»
(ФГБУ «ДВНИГМИ»)

Аналитический материал

АМ.2024.08

Гидрохимические условия отдельных акваторий залива Петра Великого в 2017–2023 гг.

РЕФЕРАТ

В обзоре представлены данные об изменчивости гидрохимических показателей отдельных акваторий залива Петра Великого в 2017–2023 гг. Наиболее неблагоприятные условия относительно стандартных гидрохимических показателей отмечены в бухте Золотой Рог. Об этом свидетельствует пониженное содержание кислорода, сопровождаемое превышением БПК₅, высокая концентрация биогенных элементов – нитритов, аммонийного азота, фосфатов. Подобная ситуация относительно содержания растворенного кислорода и нитритного азота складывается в восточной части Амурского залива и в приустьевой части р. Раздольной. Уссурийский залив следует рассматривать как акваторию, подверженную антропогенному воздействию в меньшей степени, хотя на отдельных станциях залива наблюдается падение насыщения вод кислородом ниже 80% и превышение ПДК (1,6) для биохимического потребления кислорода.

Авторы:

Белан Т.А. (вед. н. с., ФГБУ «ДВНИГМИ», к.б.н.); Бадмаев О.В. (вед. инженер, ФГБУ «ДВНИГМИ»).

Дата составления: 15.12.2024



Оглавление

Введение.....	4
Методы	5
Результаты исследований.....	5
Выводы.....	17
Список использованных источников	18

Введение

Гидрохимический мониторинг морских прибрежных акваторий имеет большое значение для оценки состояния и анализа процессов функционирования экологических систем. Знание современных гидрохимических условий и прогноз их изменений является необходимым условием для рационального использования морских прибрежных зон, которые обеспечивают высокий уровень биологической продуктивности, в то же время, являясь районами с высокой антропогенной нагрузкой. Прибрежные зоны морей и океанов, где сосредоточена основная хозяйственная деятельность человека в первую очередь подвержены длительному воздействию разнообразных антропогенных факторов, в том числе загрязнения и эвтрофикации. Избыточное поступление органического вещества и биогенных элементов в морскую среду вызывают бурное развитие фитопланктона с последующим нарушением баланса водных систем, что приводит к заморным явлениям, неблагоприятным микробиологическим условиям, снижению прозрачности вод и ухудшению эстетических достоинств прибрежных зон отдыха [1]. В результате процесса эвтрофикации и, как следствие, бурного «цветения» фитопланктона в Амурском заливе в летний сезон в придонном слое формируются анаэробные условия («мертвые зоны»), которые приводят к гибели донного населения и рыб. В последние два десятилетия наблюдается экспоненциальный рост площади прибрежных акваторий, подверженных гипоксии или даже аноксии. Это явление рассматривается как новая глобальная проблема, вставшая в последние десятилетия перед человечеством [2].

Цель данного обзора – рассмотреть межгодовую динамику (2017–2023 гг.) отдельных гидрохимических показателей – растворенного кислорода, величины БПК₅, концентраций биогенных элементов (нитритов, нитратов, аммонийного азота, фосфатов) в водной толще акваторий залива Петра Великого. Районы исследований включали заливы Амурский и Уссурийский, а также акваторию морского порта Владивосток – пролив Босфор Восточный и бухту Золотой Рог (рисунок 1).

Работы выполняются по Программе государственного мониторинга гидрохимического состояния и загрязнения морской среды в рамках соглашения между ФГБУ «ДВНИГМИ» и ФГБУ «Приморское УГМС». Химический анализ проб, полученных в ходе экспедиционных исследований, производился в Центре мониторинга загрязнения окружающей среды (ЦМС) ФГБУ «Приморское УГМС». Для анализа многолетних данных использованы материалы базы данных, структурированной в Региональном центре океанологических данных по дальневосточному региону ФГБУ «ДВНИГМИ».

Методы

Пробы воды отбирали на станциях государственной сети наблюдений (ГСН) два–три раза в год на двух или трех горизонтах в зависимости от глубины места (рисунок 1).

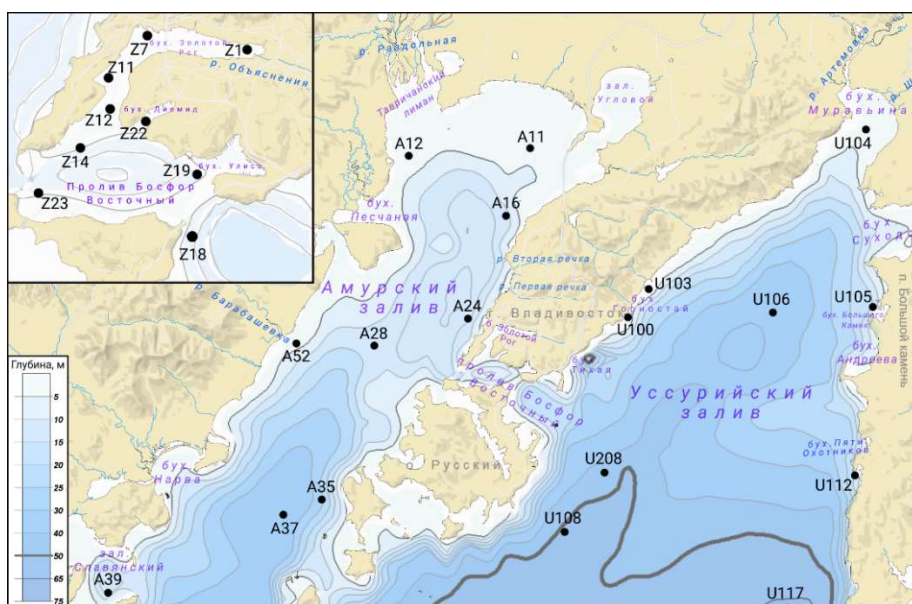


Рисунок 1 — Схема расположение станций ГСН на исследуемых акваториях

Результаты исследований

Гидрохимические условия отдельных акваторий залива Петра Великого по данным наблюдений в 2023 г.

Бухта Золотой Рог

Акватория включала станции Z1-Z12. Концентрации кислорода в толще воды изменялись в пределах 5,3–14,3 мг/л, в среднем составляя 8,7 мг/л (таблица 1). В поверхностном горизонте недостаток насыщения (менее 100%) отмечали в кутовой части бухты (ст. Z1) – 88,1%, в придонном горизонте – на трех станциях (рисунки 2, 3).

Таблица 1 — Некоторые статистические характеристики абсолютных и нормированных по ПДК значений гидрохимических показателей в бухте Золотой Рог. Число измерений – 24

Показатель	М	±SE	Min	Max	М ПДК	Max ПДК	С
Кислород мг/дм ³ (6,0)	8,7	0,5	5,3	14,3	1,5	2,4	22
Кислород (%)	110,0	6,5	70,9	174,4			
БПК ₅ мг/дм ³ (2,1)	5,0	0,6	1,0	10,0	2,4	4,8	16
N-NO ₂ мкг/дм ³ (20)	32,6	9,0	2,4	135,6	1,6	6,8	8
N-NO ₃ мкг/дм ³ (9000)	41,0	9,5	10,4	142,6	0,0	0,0	0
N-NH ₄ мкг/дм ³ (400)	192,2	45,8	17,6	939,5	0,5	2,4	4
P-PO ₄ мкг/дм ³ (50)	47,6	16,7	9,0	426,8	1,0	8,5	4
P-PO ₄ мкг/дм ³ (150)	47,6	16,7	9,0	426,8	0,3	2,9	1
P-PO ₄ мкг/дм ³ (200)	47,6	16,7	9,0	426,8	0,2	2,1	1

Примечание — здесь и далее: M, Min и Max – среднее, минимальное и максимальное значение, SE – ошибка репрезентативности, в скобках – ПДК. Красным выделены нормированные концентрации, превышающие ПДК. С – общее количество случаев превышения норм ПДК. Нормализация концентраций фосфатов выполнена для олиготрофных, мезотрофных и эвтрофных водоемов.

Значения биохимического потребления кислорода (БПК₅) варьировали в диапазоне 1,0–10,0 мг/л (таблица 1). Максимальная величина БПК₅ зарегистрирована в придонном горизонте на ст. Z1 в октябре. Близкие величины (8,0–9,0 мг/л) отмечали на ст. Z1 и Z7 в августе. Превышение ПДК (2,1 мг/л, 16 случаев) было отмечено на всех станциях, как на поверхности, так и у дна (рисунок 4).

Содержание нитритов находилось в пределах 2,4–135,6 мкг/л, среднее значение составило 32,6 мкг/л, что превысило ПДК в 1,6 раз (таблица 1). Самые высокие концентрации отмечали на ст. Z1 в октябре (135,6 мкг/л, поверхность) и в августе (125,7 мкг/л, у дна). Всего зарегистрировано восемь случаев превышения ПДК (таблица 1, рисунок 5).

Концентрации нитратного азота изменялись в пределах от 10,4 до 142,6 мкг/л, в среднем составляя 41,0 мкг/л (таблица 1). Превышения ПДК отмечено не было, однако наиболее высокие концентрации были зарегистрированы в кутовой части (рисунок 6).

Содержание аммонийного азота варьировало в диапазоне 17,6–939,5 мкг/л (таблица 1), составляя в среднем 192,2 мкг/л. Максимум отмечали в кутовой части бухты (рисунок 6).

Содержание фосфатов находилось в пределах 9,0–426,8 мкг/л, в среднем – 76,7 мкг/л (таблица 1). Наибольшие концентрации отмечены на все той же станции Z1 (рисунок 8). ПДК фосфатов установлены отдельно для олиготрофных, мезотрофных и эвтрофных водоемов (50, 150 и 200 мкг/л, соответственно).

Пролив Босфор Восточный. Станции Z18-19, Z23

Содержание растворенного кислорода находилось в пределах 2,9–11,5 мг/л (таблица 2). На поверхности средние концентрации варьировали от 7,1 мг/л на ст. Z18 до 10,7 на ст. Z19. В придонном горизонте – от 8,5 (ст. Z18 и Z23) до 9,1 мг/л на ст. Z19 (рисунок 1). Недостаток насыщения был отмечен на ст. Z18 на поверхности и ст. Z23 у дна (рисунок 3).

Величина биохимического потребления кислорода (БПК₅) изменялась от 1,0 мг/л до максимальной величины 9,0 мг/л, отмеченной в августе на ст. Z23 в поверхностном

слое. В среднем превышение ПДК (2,1 мг/л, 15 случаев) было отмечено на всех станциях, как на поверхности, так и у дна (рисунок 4).

Концентрации нитритного азота изменялись в пределах от 2,0 до 181,1 мкг/л, в среднем составляя 26,6 мкг/л (таблица 2). Пять случаев превышения ПДК отмечено на станциях Z18, 19 и Z23 (рисунок 5).

Содержание нитратов находилось в пределах 9,7–213,0 мкг/л, среднее значение составило 36,5 мкг/л (таблица 2). Превышения ПДК не зарегистрировано (рисунок 6).

Значения концентраций аммонийного азота варьировали в диапазоне 11,0–205,2 мкг/л (таблица 2), в среднем составляя 67,3 мкг/л. Случаев превышения ПДК не зафиксировано (рисунок 7).

Таблица 2 — Некоторые статистические характеристики абсолютных и нормированных по ПДК значений гидрохимических показателей в проливе Босфор Восточный. Число измерений – 24

Показатель	М	±SE	Min	Max	М_ПДК	Max_ПДК	С
Кислород мг/дм ³ (6,0)	8,6	0,4	2,9	11,5	1,4	1,9	22
Кислород (%)	106,6	5,9	34,9	147,6			
БПК ₅ мг/дм ³ (2,1)	4,7	0,6	1,0	9,0	2,3	4,3	15
N-NO ₂ мкг/дм ³ (20)	26,6	10,6	2,0	181,1	1,3	9,1	5
N-NO ₃ мкг/дм ³ (9000)	35,6	11,4	9,7	213,0	0,0	0,0	0
N-NH ₄ мкг/дм ³ (400)	67,3	14,7	11,0	205,2	0,2	0,5	0
P-PO ₄ мкг/дм ³ (50)	15,8	1,7	6,9	37,8	0,31	0,76	0
P-PO ₄ мкг/дм ³ (150)	15,8	1,7	6,9	37,8	0,1	0,25	0
P-PO ₄ мкг/дм ³ (200)	15,8	1,7	6,9	37,8	0,08	0,19	0

Содержание фосфатов изменялось в диапазоне 6,9–37,8 мкг/л, в среднем – 15,8 мкг/л. Случаев превышения ПДК не отмечено (рисунок 8). ПДК фосфатов установлены отдельно для олиготрофных, мезотрофных и эвтрофных водоемов (50, 150 и 200 мкг/л, соответственно).

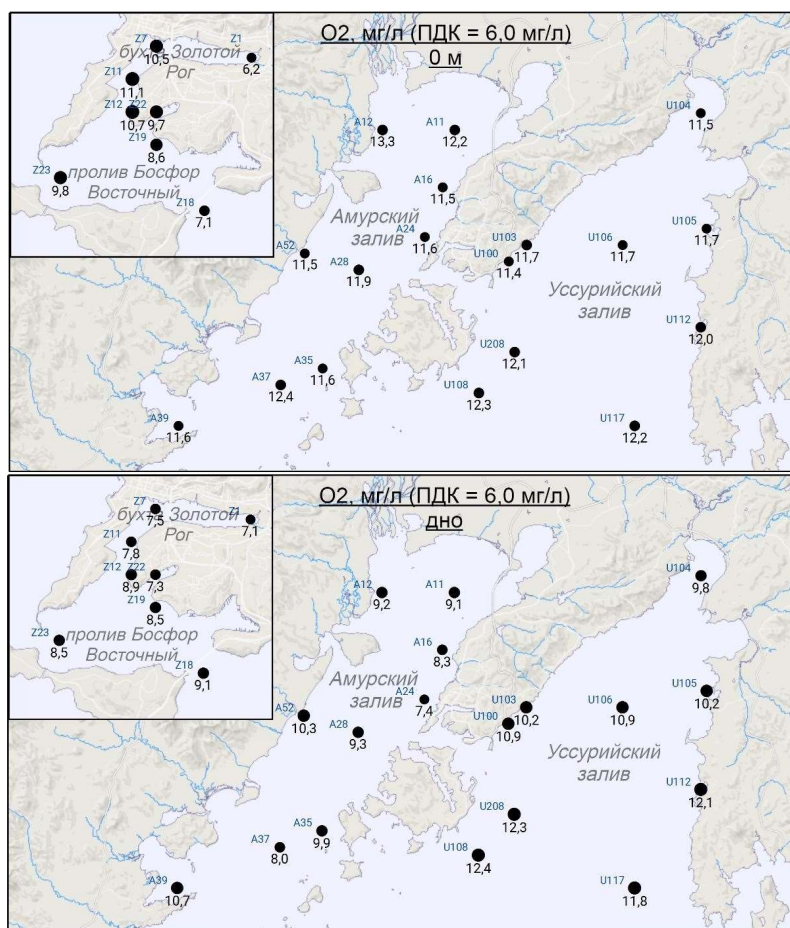


Рисунок 2 — Распределение растворенного кислорода (мг/л) на поверхности и у дна

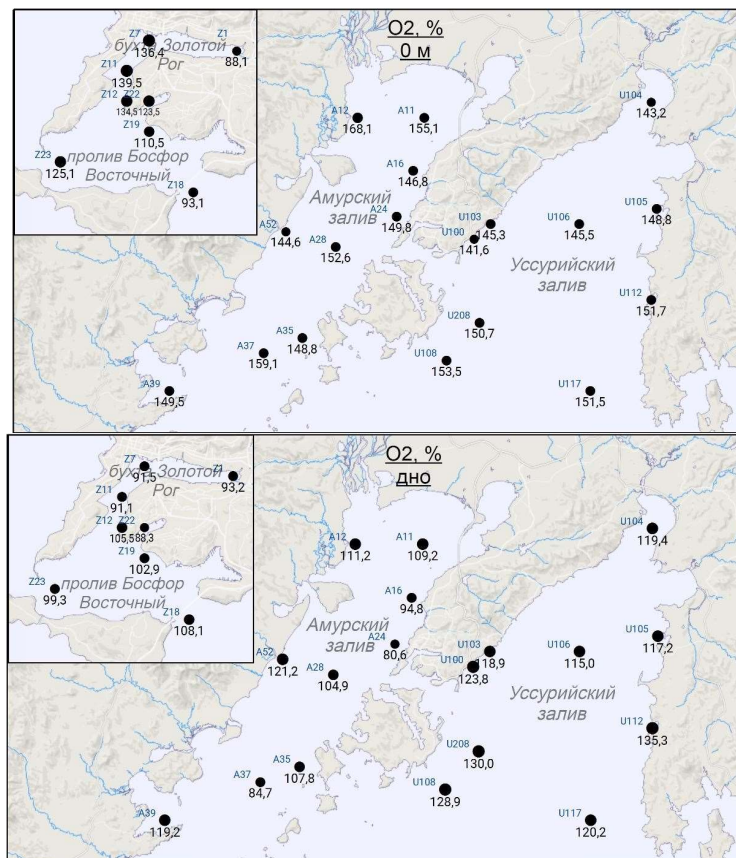


Рисунок 3 — Распределение растворенного кислорода (%) на поверхности и у дна

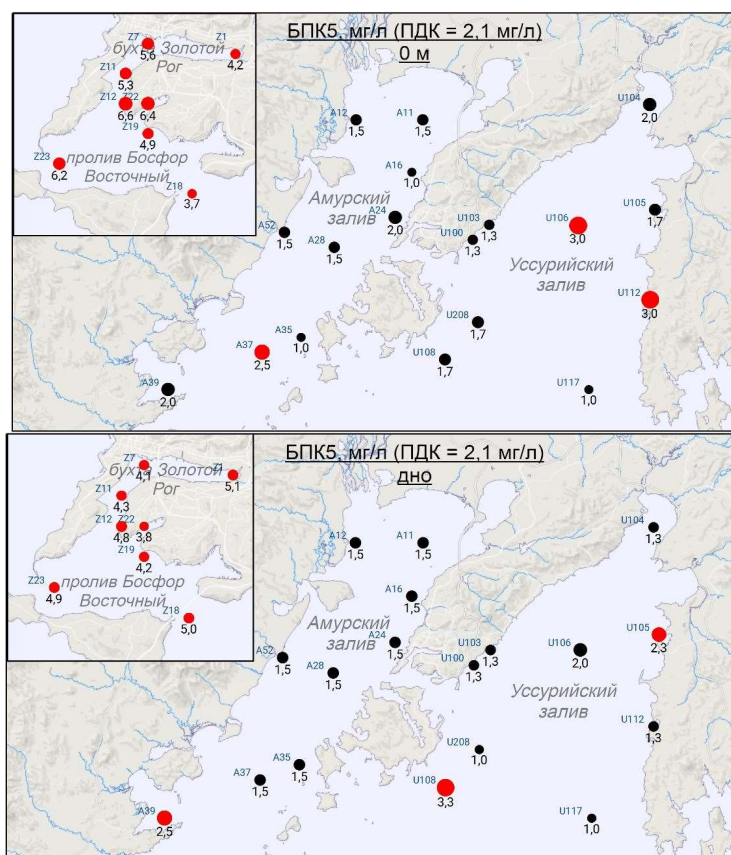


Рисунок 4 — Распределение значений БПК₅ на поверхности и у дна. Красным цветом выделены станции с превышением ПДК

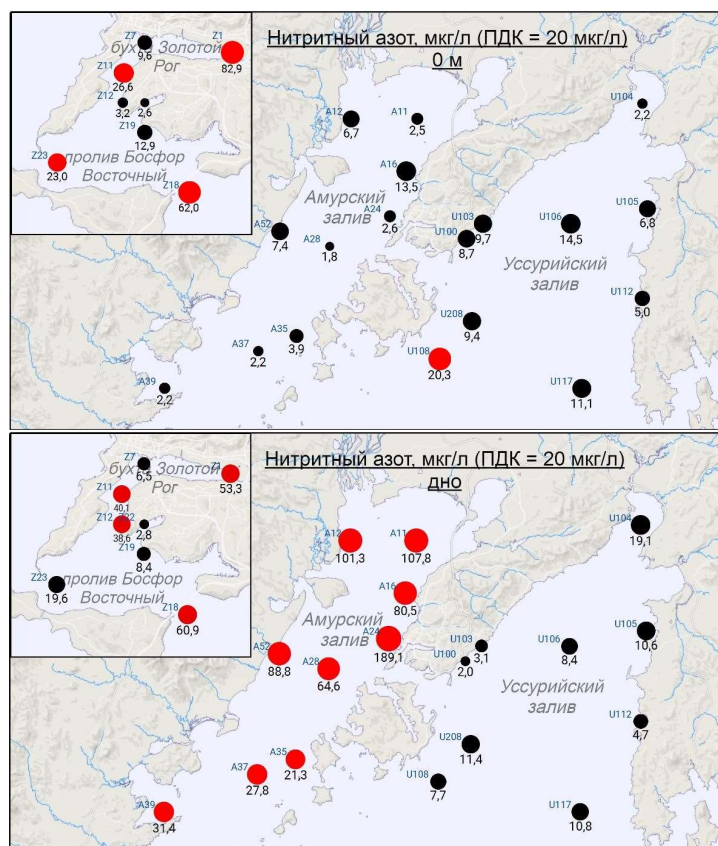


Рисунок 5 — Распределение нитритов на поверхности и у дна. Красным цветом выделены станции с превышением ПДК

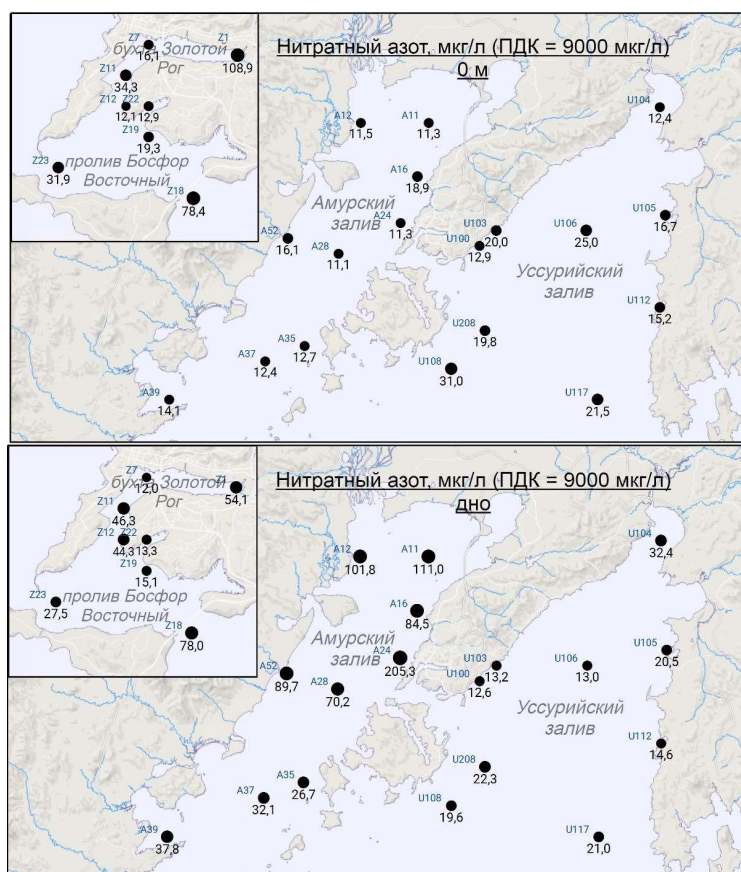


Рисунок 6 — Распределение нитратов на поверхности и у дна

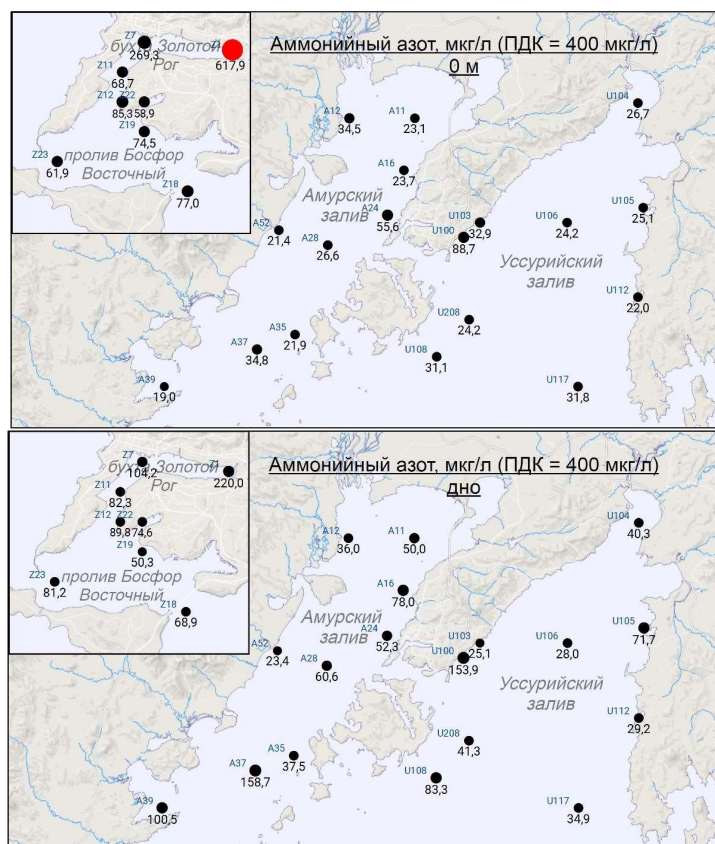


Рисунок 7 — Распределение аммонийного азота на поверхности и у дна. Красным цветом выделены станции с превышением ПДК

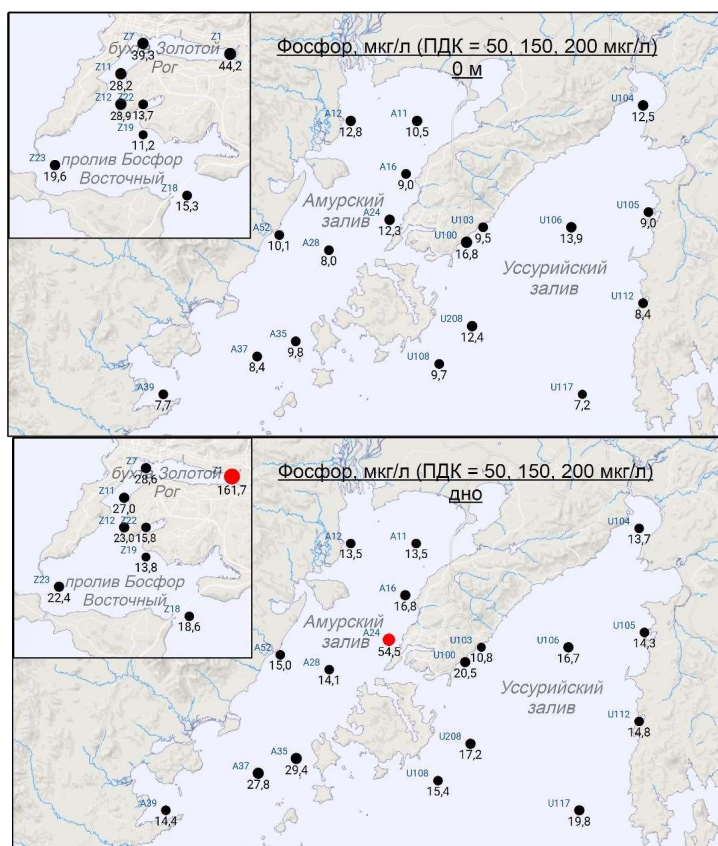


Рисунок 8 — Распределение фосфатов на поверхности и у дна. Красным цветом выделены станции с превышением ПДК

Амурский залив

Содержание растворенного кислорода в толще воды находилось в пределах 4,0–14,2 мг/л (таблица.3). В поверхностном горизонте концентрации в среднем изменялись от 11,5 до 13,3 мг/л, у дна – от 7,4 до 10,7 мг/л (рисунок 2). Падение насыщения отмечено на трех станциях в придонном горизонте дна – А16, А24 и А37 (рисунок 3).

Таблица 3 — Некоторые статистические характеристики абсолютных и нормированных по ПДК значений гидрохимических показателей в Амурском заливе. Число измерений - 36

Показатель	М	±SE	Min	Max	М ПДК	Max ПДК	С
Кислород мг/дм ³ (6,0)	10,5	0,4	4,0	14,2	1,8	2,4	34
Кислород (%)	128,2	5,2	51,8	183,0			
БПК5 мг/дм ³ (2,1)	1,6	0,1	1,0	4,0	0,8	1,9	4
N-NO ₂ мкг/дм ³ (20)	42,0	13,9	1,7	375,2	2,1	18,8	10
N-NO ₃ мкг/дм ³ (9000)	48,8	13,8	9,3	399,5	0,0	0,0	0
N-NH ₄ мкг/дм ³ (400)	47,7	8,7	15,2	281,6	0,1	0,7	0
P-PO ₄ мкг/дм ³ (50)	16,0	2,4	5,7	88,8	0,3	1,8	1
P-PO ₄ мкг/дм ³ (150)	16,0	2,4	5,7	88,8	0,1	0,6	0
P-PO ₄ мкг/дм ³ (200)	16,0	2,4	5,7	88,8	0,1	0,4	0

Величина БПК₅ изменялась от 1,0 мг/л до 4,0 мг/л, составляя в среднем 1,6 мг/л (таблица 3). Отмечено четыре случая превышения на ст. А37, А39 и А24 (рисунок 4).

Концентрации нитритного азота изменялись в пределах 1,7–375,2 мкг/л, в среднем составляя 42,0 мкг/л (таблица 3), при ПДК=20 мкг/л. Превышение ПДК (10 случаев) отмечено на всех станциях Амурского залива в придонном слое (рисунок 5). Наиболее высокие значения зарегистрированы в восточной части залива (ст. А24), высокие величины также отмечены в приустьевой зоне р. Раздольной (ст. А11 и А12).

Содержание нитратов находилось в пределах 9,3–399,5 мкг/л при среднем значении 48,8 мкг/л (таблица 3). Превышения ПДК не отмечено. При этом значительно более высокие значения концентраций отмечены в придонном горизонте по сравнению с таковыми на поверхности и локализованы в восточной и приустьевой частях залива (рисунок 6).

Значения концентраций аммонийного азота варьировали от 15,2 до 281,6 мкг/л, составляя в среднем 47,7 мкг/л (таблица 3). Превышения ПДК не зарегистрировано (рисунок 7). В придонном слое концентрации аммонийного азота превышали таковые на поверхности в несколько раз. Области самых высоких значений располагались в южной части залива – в районе станций А37 и А39.

Содержание фосфатов изменялось в диапазоне 5,7–88,8 мкг/л, в среднем – 16,0 мкг/л (таблица 3). Превышение ПДК наблюдали в единственном случае – на ст. А 24 в придонном горизонте (рисунок 8).

Уссурийский залив

Содержание растворенного кислорода в толще воды находилось в пределах 5,5–14,6 мг/л (таблица 4). На поверхности концентрации изменялись от 11,4 мг/л (ст. U100) до 12,3 мг/л (ст. U108). У дна средние значения содержания варьировали от 9,8 мг/л в приустьевом участке на ст. U104 до 12,4 мг/л на выходе из залива (ст. U108). Высокая степень насыщения кислородом наблюдалась на всех станциях Уссурийского залива как на поверхности, так и у дна (рисунки 2, 3).

Величина БПК₅ изменялась от 1,0 до 7,0 мг/л, составляя в среднем 1,8 мг/л. Отмечено восемь случаев превышения ПДК (таблица 4). Чаще всего превышение ПДК было локализовано на станциях в северной части залива U104, 105, 106 (рисунок 4).

Концентрации нитритного азота изменялись в пределах 1,4–56,5 мкг/л (таблица 4). Отмечено восемь случаев превышения ПДК, как в приустьевой, так и в открытой частях залива (рисунок 5) на поверхности и у дна.

Содержание нитратов находилось в пределах 11,2–69,2 мкг/л (таблица 4). Случаев превышения ПДК не отмечено. На поверхности более высокие концентрации фиксировали в средней и южной частях залива. У дна повышенные значения – в приустьевом участке (рисунок 6).

Таблица 4 — Некоторые статистические характеристики абсолютных и нормированных по ПДК значений гидрохимических показателей в Уссурийском заливе. Число измерений – 54

Показатель	M	±SE	Min	Max	M_ПДК	Max_ПДК	C
Кислород мг/дм ³ (6,0)	11,5	0,3	5,5	14,6	1,9	2,4	52
Кислород (%)	135,6	3,6	71,6	170,4			
БПК ₅ мг/дм ³ (2,1)	1,8	0,2	1,0	7,0	0,8	3,3	8
N-NO ₂ мкг/дм ³ (20)	9,2	1,7	1,4	56,5	0,5	2,8	8
N-NO ₃ мкг/дм ³ (9000)	19,1	1,8	11,2	69,2	0,0	0,0	0
N-NH ₄ мкг/дм ³ (400)	45,2	8,0	13,7	394,5	0,1	1,0	0
P-PO ₄ мкг/дм ³ (50)	13,5	0,8	6,0	38,1	0,3	0,8	0
P-PO ₄ мкг/дм ³ (150)	13,5	0,8	6,0	38,1	0,1	0,3	0
P-PO ₄ мкг/дм ³ (200)	13,5	0,8	6,0	38,1	0,1	0,2	0

Значения концентраций аммонийного азота варьировали в диапазоне 13,7–394,5 мкг/л, в среднем – 45,2 мкг/л (таблица 4). Случаев превышения ПДК не отмечено. На поверхности величины содержания распределялись довольно равномерно, тогда как у дна они увеличивались и варьировали в более широких пределах (рисунок 7).

Содержание фосфатов изменялось в диапазоне 6,0–38,1 мкг/л (таблица 4), составляя в среднем 13,5 мкг/л. Случаев превышения ПДК не отмечено. В пространственном отношении значения содержания фосфатов распределялись равномерно по акватории, но увеличивались от поверхности к придонному слою (рисунок 8).

Анализ полученных данных показывает, что в 2023 г. наиболее неблагоприятные условия в отношении растворенного кислорода наблюдались на акватории бухты Золотой Рог. Так, недостаток насыщения кислородом вод отмечали на трех станциях из четырех (менее 100%) в придонном горизонте. На акватории пролива Босфор Восточный недостаток был отмечен на двух станциях из трех, причем минимальное содержание составило 34,9%. В Амурском заливе падение насыщения отмечено на трех станциях в придонном горизонте дна – А16, А24 и А37, минимальное содержание – 51,8%.

Напротив, на всех станциях Уссурийского залива наблюдалась высокая степень насыщения кислородом.

Наиболее высокие значения БПК₅ отмечены на акваториях бухты Золотой Рог и проливе Босфор Восточный (10,0 и 9,0 мг/л, соответственно). В Амурском заливе отмечено четыре случая превышения на ст. А37, А39 и А24.

Самые высокие концентрации соединений и фосфора азота зарегистрированы в кутовой части бухты Золотой Рог в зоне влияния р. Обьяснения. В Амурском заливе наиболее высокие значения соединений нитритов и нитратов зафиксированы в восточной и приустьевой частях залива, тогда как область высоких значений концентраций аммонийного азота располагались в южной части залива – в районе станций А37 и А39.

Уссурийский залив характеризуется более благополучным состоянием, однако для БПК₅ и нитритов отмечено по восемь случаев превышения ПДК, как в приустьевой, так и в открытой частях залива на поверхности и у дна.

Межгодовая динамика гидрохимических показателей

Ниже на рисунках приведены изменения содержания некоторых гидрохимических показателей на отдельных акваториях залива Петра Великого. Как следует из представленных данных (рисунок 9), содержание растворенного кислорода на рассматриваемых акваториях в период 2017–2023 гг. было близко к 100%. Минимальное содержание (34,9% насыщения) наблюдали в проливе Босфор Восточный на ст. Z18. Низкие величины отмечены на ст. Z19 на входе в бухту Улисс (40,7%), а также на ст. Z1 в кутовой части бухты Золотой Рог (70,9%). Отмеченные случаи низкого содержания растворенного кислорода наблюдали в поверхностном горизонте (октябрь).

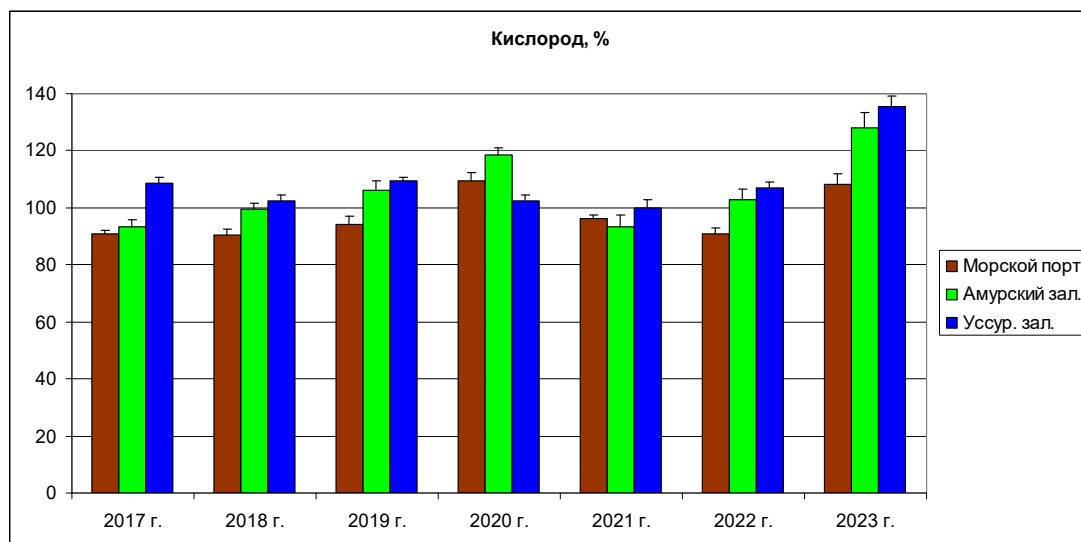


Рисунок 9 — Изменение содержание растворенного кислорода (%) в водной толще

В Амурском заливе случаи пониженного содержания кислорода в 2023 г. отмечены исключительно у дна – в приустьевой зоне р. Раздольной на ст. А11 и А12 (81,0–85,2%), в восточной части залива на ст. А16 (82,3%), а также на ст. А28 и А37 (79,0 и 7,1%) (сентябрь).

Воды Уссурийского залива хорошо аэрированы, в большинстве случаев содержание кислорода очень высоко. Однако иногда на отдельных станциях наблюдается падение насыщения вод кислородом ниже 80%. В 2023 г. такие случаи фиксировали в районе бухт Тихой, Большого Камня, в приустьевом участке, а также в центральной котловине залива. В 2023 г. все эти случаи были зарегистрированы в придонном горизонте в сентябре.

Наиболее высокие показатели БПК₅ наблюдали в Амурском заливе и на акватории морского порта — в бухтах Золотой Рог и Диомид (рисунок 10). Причем за весь период наблюдений в 2023 г. максимум БПК₅ был отмечен на акватории морского порта и в среднем более чем в два раза превышал ПДК.

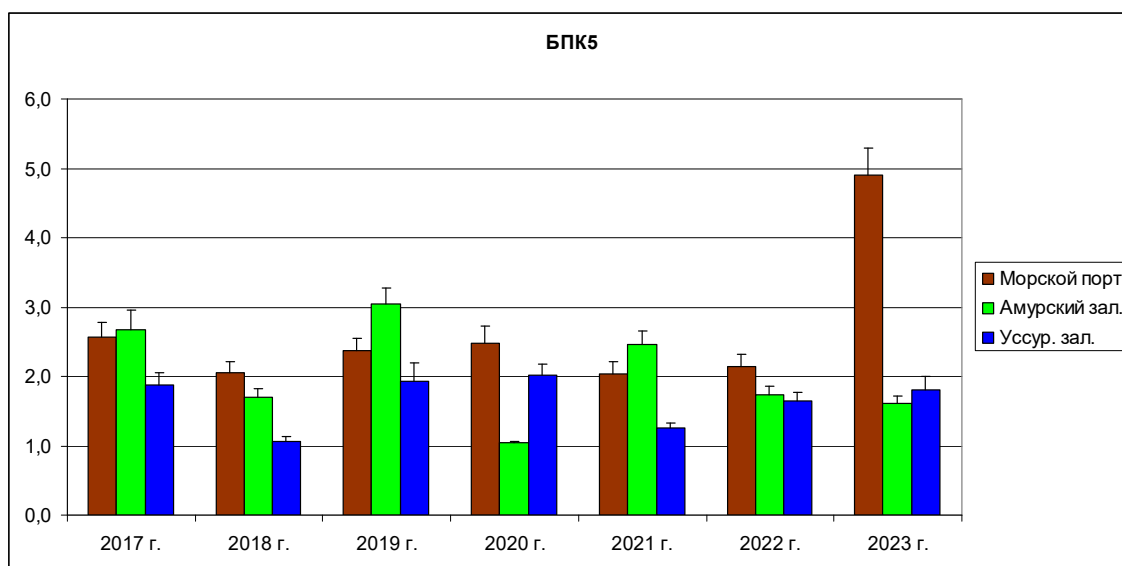


Рисунок 10 — Изменения значений БПК₅ (мг/л). ПДК=2,1 мг/л

На акватории Уссурийского залива периодически отмечались случаи превышения средних значений БПК₅. Так, в 2023 г. превышение (более 5,0 мг/л) было отмечено на трех станциях в разных частях залива в сентябре-октябре.

Максимальные значения содержания нитратов регистрировали как в Амурском заливе (рисунок 11), так и на акватории морского порта. В 2023 г. области повышенных значений в Амурском заливе были локализованы в придонном горизонте приустьевого участка р. Раздольной и в восточной части залива в сентябре. На акватории морского

порта наиболее высокие значения наблюдали во внутренней части бухты Золотой Рог и в проливе Босфор Восточный (ст. Z18), как на поверхности, так и у дна в весенне-летний период. При этом все значения концентраций нитратного азота не протяжении рассматриваемого периода были много ниже ПДК.

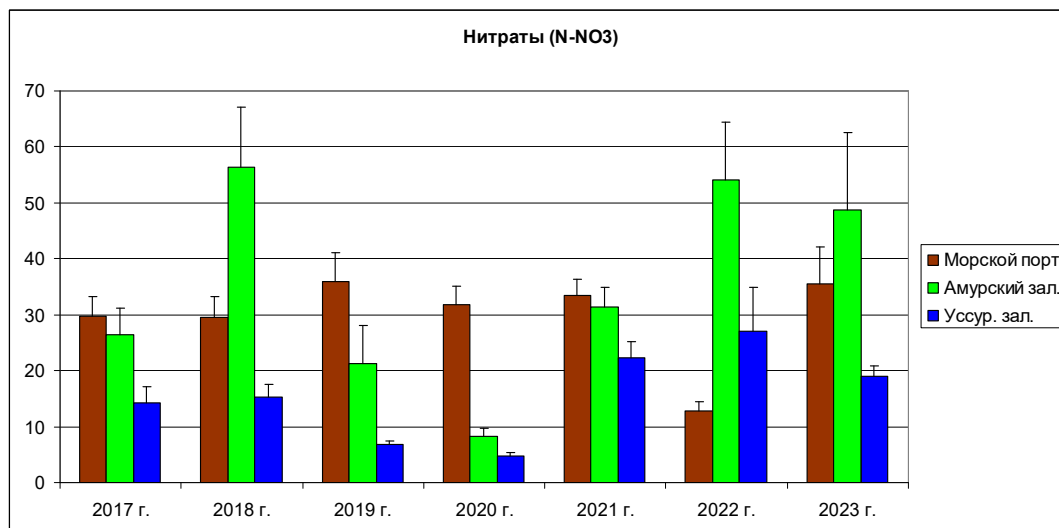


Рисунок 11 — Изменения содержания нитратного азота (мкг/л). ПДК= 9 000 мкг/л

В период 2017–2021 гг. максимум нитритов фиксировали на акватории морского порта. Начиная с 2022 г., наиболее высокие концентрации отмечали в Амурском заливе (рисунок 12). Области высоких значений располагались в придонном горизонте приустьевых участков р. Раздольной и в восточной части залива в сентябре. В 2023 г. впервые за период исследований среднее содержание нитритов для залива превысило ПДК (рисунок 12).

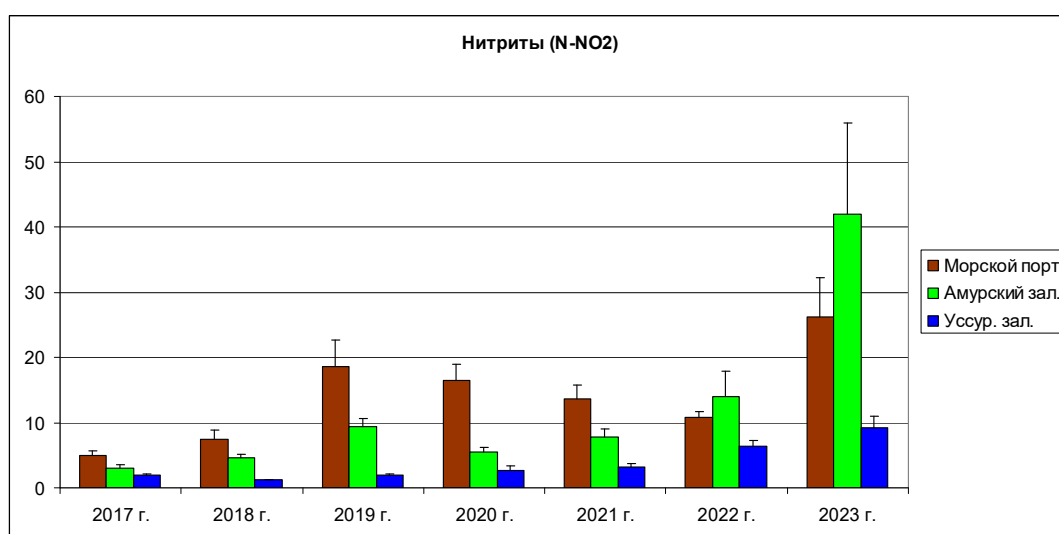


Рисунок 12 — Изменения содержания нитритного азота (мкг/л). ПДК= 20 мкг/л

Максимум концентраций аммонийного азота в течение всего периода (2017–2023 гг.) отмечали исключительно на акватории морского порта (рисунок 13).

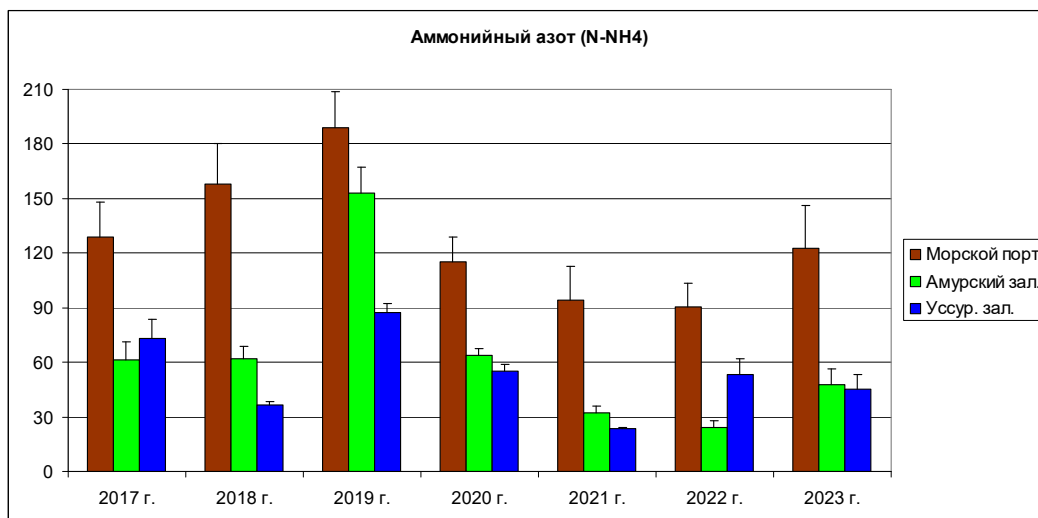


Рисунок 13 — Изменения содержания аммонийного азота (мкг/л). ПДК= 400 мкг/л

Наиболее высокие концентрации фосфатов чаще всего регистрировались на акватории порта (рисунок 14), главным образом в кутовой части бухты Золотой Рог, однако средние концентрации не превышали ПДК.

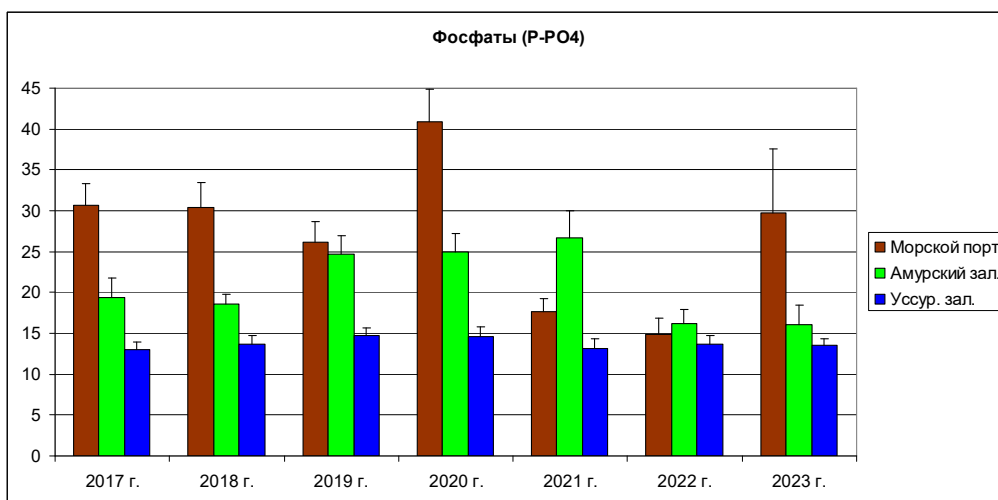


Рисунок 14 — Изменения содержания фосфатов (мкг/л). ПДК= 50 мкг/л

Выводы

Наиболее неблагоприятные условия относительно стандартных гидрохимических показателей в 2023 г. были отмечены на акватории морского порта Владивосток, а именно в бухте Золотой Рог. Об этом свидетельствует пониженное содержание кислорода (и процент его насыщения), сопровождаемое превышением ПДК по биохимическому потреблению O_2 (более 2 ПДК), высокая концентрация биогенных элементов – нитритов, аммонийного азота, фосфатов.

Подобная ситуация относительно содержания растворенного кислорода и содержания нитритного азота (до 9,5 ПДК) складывается и в восточной части Амурского залива вдоль городской черты, и в приустьевой части р. Раздольной. В целом, Амурский залив подвержен более высокому экологическому стрессу, чем залив Уссурийский.

Уссурийский залив следует рассматривать как акваторию, подверженную антропогенному воздействию в меньшей степени, хотя на отдельных станциях залива наблюдается падение насыщения вод кислородом ниже 80% и превышение ПДК (1,6) для биохимического потребления кислорода.

Список использованных источников

1. GESAMP: The state of marine environmental. UNEP Regional Seas Reports and Studies. 1990. — No. 115. — 111 p.
2. Тищенко П.П., Звалинский В.И., Михайлик Т.А., Тищенко П.Я. Гипоксия залива Петра Великого // Известия ТИНРО. — 2021. — Т. 201. — Вып. 3. — С. 600-639. DOI: 10.26428/1606-9919-2021-201-600-639.
3. Руководство по химическому анализу морских вод. СПб.: Гидрометеиздат, 1993. — С. 264.