

ПРОВ 98

АКАДЕМИЯ НАУК УССР
Институт биологии южных морей
им. А.О.Ковалевского

ОКЕАНОГРАФИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ
САМООЧИЩЕНИЯ МОРЯ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Материалы научной конференции

Севастополь, 26-29 сентября 1968 г.

Институт биологии
южных морей АН УССР

БИБЛИОТЕКА

№ 35269

Издательство "Наукова думка"
Киев - 1970

О ПРИГОДНОСТИ НЕКОТОРЫХ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В КАЧЕСТВЕ ИНДИКАТОРОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ МОРСКИХ ПРИБРЕЖНЫХ ВОД ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВЫМ СТОКОМ

Е.Ф.Шульгина

Институт биологии южных морей им.А.О.Ковалевского АН УССР

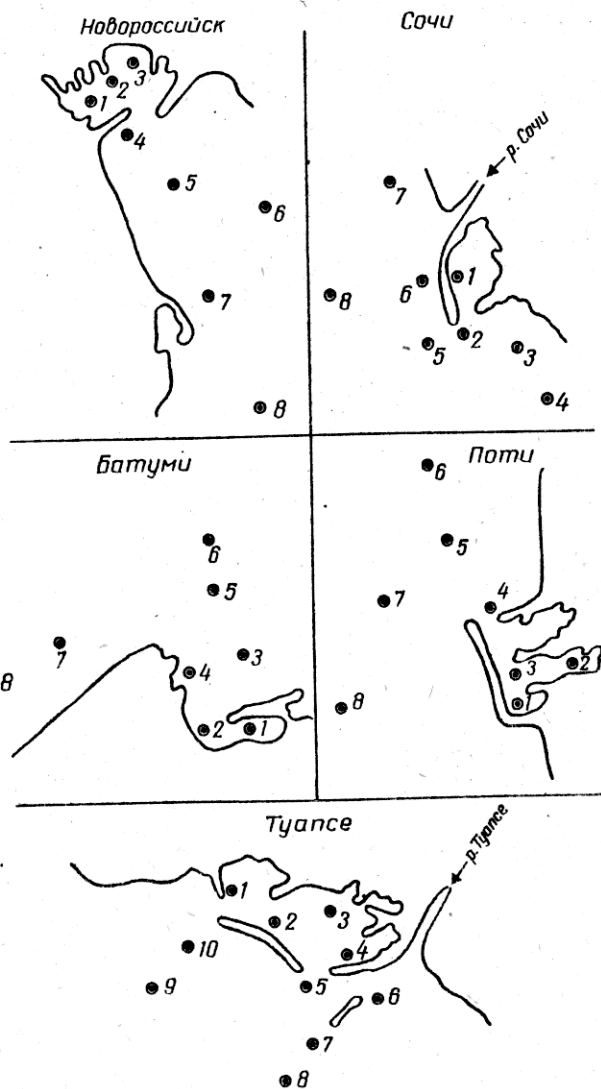
Л.Ф.Ермакова

Бассейновая гидрометеорологическая обсерватория Черного и
Азовского морей УГМС УССР

Процессы самоочищения вод от загрязнения в реках довольно подробно изучены /Драчев, 1964; Стритер, 1937; Скопинцев, 1948; Базякина, 1933, и др./. В речных водах, загрязненных хозяйственно-бытовым стоком, наиболее существенной реакцией является окисление органических веществ, связанное с потреблением растворенного в воде кислорода; присутствие легко окисляющегося органического вещества и восстановленных минеральных соединений в этих водах в первую очередь сказывается на понижении содержания водорода. Поэтому в загрязненных речных водах, где поступление кислорода отстает от его потребления, количество кислорода служит хорошей характеристикой степени загрязненности водоема хозяйственно-бытовыми и другими сточными водами.

В этом плане значительно хуже исследованы морские прибрежные воды. Изучение прибрежных зон Черного моря шло, в основном, по линии санитарного благоустройства морских побережий и возможности применения морской воды для лечебных целей. В частности, в дело санитарного изучения прибрежной полосы Ялтинского курорта большой вклад внес Б.М.Раскин /1959, 1960/, районом курорта Сочи успешно занимался Ю.К.Чернус /1963/ и др.

Учитывая сложность всех химических процессов в прибрежной морской зоне, обусловленных смешением морских вод и химических превращений, чрезвычайно важно установить эффективность определения отдельных гидрохимических компонентов, которые могли бы характеризовать степень загрязненности морской воды. Нами рассмотрен вопрос возможности использования данных по растворенному кислороду, фосфатам, кремнию и солености по Кавказскому побережью Черного моря как косвенных показателей присутствия хозяйственно-бытовых сточных вод. Используются материалы наблюде-



ний Бассейновой гидрометеорологической обсерватории Черного и Азовского морей и Туапсинской морской гидрометеостанции в портах Кавказского побережья - Новороссийске, Туапсе, Сочи, Поти и Батуми, выполненных по установленным схемам станций /рисунок/.

Расположение станций давало достаточно полное представление о фоновом распределении гидрохимических показателей, но, к сожалению, не учитывало наблюдений непосредственно вблизи источников загрязнения, кроме порта Сочи /ст.8 - выход канализационных вод г.Сочи/.

Из анализа материалов, следует, что опреснение, вызываемое сточными водами, в портах и прилегающих к ним акваториях выявляется только вблизи выпуска или не выявляется вовсе. Это может быть следствием значительного первоначального разбавления, достаточно хорошей связи акваторий портов с открытым морем и существующих в портах течений.

А.С.Городецкий, Б.М.Раскин /1966/ и многие другие авторы считают, что предельное расстояние от источника загрязнения, где можно установить распреснение, вызываемое сточными водами, не превышает 200-250 м. Н.Н.Алфимов в качестве показателя распреснения пользовался щелочно-хлорным коэффициентом. Несомненно, удельная щелочность является весьма эффективной характеристикой присутствия пресных вод, но в прибрежной зоне, где существует хотя бы незначительный речной сток, щелочно-хлорный коэффициент может резко повышаться и свидетельствовать о присутствии трансформированных речных вод.

Некоторые порты на Кавказском побережье подвергаются значительному опреснению речным стоком. Если в Новороссийске разность между экстремными величинами солености на поверхности составляет всего около 1,5‰, то в Поти, вследствие стока реки Риони, она может достигать 10‰ /табл.1/. У дна /глубина 4-25 м/ диапазон изменений солености не столь значителен; в основном он не превышает 1-2,5‰ и только в районе Поти достигает 7‰. Естественно, что соленость и ряд других гидрохимических показателей в морской прибрежной зоне испытывают значительные колебания и по площади и по глубине и отличаются крайней неустойчивостью концентраций - сказывается влияние как речного и склонового стока, так и бытовых сточных вод.

Содержание растворенного кислорода в прибрежной зоне на Кавказском побережье характеризуется следующими данными. По аквато-

рии Новороссийского порта, в центральной части Цемесской бухты и у выхода из нее в открытое море количество кислорода всегда достаточно высокое. Относительное содержание его не ниже 80%; в отдельных случаях насыщение воды кислородом в порту выше, чем в других районах бухты. В порту Туапсе и прилегающей к нему акватории насыщение воды кислородом сравнительно высокое в течение всего года /88% насыщения - минимальная величина/. То же самое относится и к порту Сочи. Этот порт достаточно хорошо связан с открытым морем, насыщение кислородом - не менее 85% на поверхности и 72% у дна. Даже в районе выпуска городских канализационных вод /см. рисунок, ст. 8/ содержание кислорода снижается незначительно.

В портах Поти и Батуми кислород находится в пределах средних величин, наблюдающихся в море на расстоянии 2,5-3,0 мили от берега.

Таким образом, в портах Кавказского побережья содержание кислорода всегда достаточно высокое вследствие хорошей связи акваторий портов с открытым морем, процессов перемешивания, существующих систем течений и фотосинтетических процессов. Уровень растворенного кислорода постоянно близок к насыщению, относительное содержание его в большинстве случаев не бывает ниже 70%. Воды рек, впадающих в море, всегда достаточно аэрированы. Это создает хорошие условия для минерализации неконсервативного органического вещества и восстановленных соединений, поступающих с хозяйственно-бытовыми сточными водами.

Учитывая локальность процессов загрязнения и большую зависимость содержания кислорода от целого ряда факторов, включающих и синтетическую деятельность фитопланктона, можно считать, что содержание кислорода в большинстве случаев не является индикатором загрязнения прибрежной зоны бытовыми сточными водами /у приглубых побережий/, так как потребление кислорода в разбавленных сточных водах не опережает его поступления. Ранее А.С. Городецкий и Б.М. Раскин /1966/ также писали, что содержание растворенного кислорода в морской воде не отражает степени ее чистоты.

По данным Бассейновой гидрометеорологической обсерватории Черного и Азовского морей и Государственного океанографического института /сентябрь 1965 г./, на акватории порта Жданов вблизи выхода бытовых сточных вод пересыщение воды кислородом достигало 125-130%. Согласно выводам Н.В. Морозовой-Водяницкой /1948/, биомасса фитопланктона в открытом море значительно меньше, чем

Экстремные значения некоторых гидрохимических показателей
в районах портов Кавказского побережья

Порт	Экстремные значения	Кислород, мл/л		Фосфаты, мкг/л		Кремнекислота, мкг/л		Соленость, ‰		Срок
		на поверхности	у дна	на поверхности	у дна	на поверхности	у дна	на поверхности	у дна	
Новороссийск	Максимальные	7,80	7,41	21,5	14,5	815	1020	18,12	18,53	Февраль, май 1964г.
	Минимальные	5,27	5,03	0	0,2	268	110	16,83	17,65	Сентябрь 1965 г.
Туапсе	Максимальные	7,54	8,75	17,4	16,0	1538	920	18,21	18,60	Апрель, июль, сентябрь 1963 г.
	Минимальные	4,92	4,99	0	0	338	375	11,28	16,18	Февраль, 1964г.; сентябрь 1965г.
Сочи	Максимальные	8,51	8,50	161,4	47,0	2434	1769	18,01	18,44	Декабрь 1959г.; март, июль, сентябрь, ноябрь 1960 г.
	Минимальные	4,68	4,72	0	0	320	320	13,51	17,07	Февраль 1961г.; сентябрь 1965г.
Поти	Максимальные	7,61	7,82	40,2	8,0	2959	2025	17,90	18,53	Июнь, ноябрь 1960 г.
	Минимальные	5,75	5,55	1,9	0,9	125	125	7,79	11,42	Февраль, апрель 1961 г.
Батуми	Максимальные	7,25	7,97	15,0	0,5	1664	1005	17,52	18,73	Февраль, июль 1962 г.
	Минимальные	4,85	4,76	0	0	670	665	14,07	16,60	Сентябрь 1963г.

в загрязненных водах бухт, где для фитопланктона имеются лучшие условия питания.

Следовательно, если не рассматривать район непосредственно вблизи источника загрязнения, содержание только растворенного кислорода не может служить достаточно надежной характеристикой присутствия бытовых сточных вод. Исследование только содержания растворенного кислорода мало поможет установлению характеристик загрязнения с целью дальнейших рекомендаций по рациональному размещению выпусков сточных вод на Кавказском побережье.

Фосфатный фосфор и кремний могут служить косвенными показателями загрязнения прибрежных вод бытовым стоком, но при этом надо иметь в виду, что увеличение их концентрации часто бывает следствием поступления в море склоновых вод или речного стока. Подтверждением могут служить некоторые примеры, приводимые ниже, по отдельным портам Кавказского побережья.

В Новороссийском порту сентябрь 1965 г. отличался повышенными значениями фосфатов и кремния, а также нитратного азота. В этот период не наблюдалось опреснения вод порта; высокие концентрации указанных компонентов могли быть следствием стока канализационных вод, а наблюдавшиеся во время исследований юго-восточные ветры препятствовали процессу интенсивного переноса и разбавления сточных вод /табл.2/. В придонных горизонтах ход рассматриваемых показателей был более сглаженный. В феврале 1964 г. распреснение в порту повлияло только на некоторое повышение концентрации кремнекислоты.

В порту Туапсе только апрель 1963 г. показал значительное распреснение, связанное с весенним паводком на р.Туапсинке. В это время концентрация фосфатов и кремния на предустьевом взморе была в 2-3 раза выше, чем в других близлежащих районах. В сентябре 1963 г. и 1965 г. распреснение в порту не отмечалось, однако содержание фосфатов и кремния было несколько повышенным, что можно отнести за счет стока городской канализации; в это же время незначительно снижалось содержание кислорода на поверхности. В порту и вблизи устья р.Туапсинки почти всегда сохраняются несколько повышенные концентрации фосфатов и кремния. На акватории порта дополнительным источником повышения количества минерального фосфора и кремния в отдельные многоводные периоды может являться сток небольшой речки Паук.

Т а б л и ц а 2

Распределение некоторых гидрохимических показателей
на поверхности в разные сроки в портах Кавказского
побережья

Дата	Место сбора показателей	Соле- ность, ‰	Кисло- род, мл/л	Фосфа- ты, мкг/л	Кремний, мкг/л	Нитриты, мкг/л
Порт Новороссийск						
Февраль	В порту	16,8	7,09	0,2	732	-
1964 г.	В центре бухты	18,0	6,47	0,2	675	-
	У выхода в море	18,1	6,34	0,9	675	-
Сентябрь	В порту	17,9	6,08	21,5	815	14,7
1965 г.	В центре бухты	17,9	5,85	5,0	520	2,0
	У выхода в море	17,9	-	7,5	430	2,3
Порт Туапсе						
Апрель	В порту	15,22	6,88	4,0	878	
1963 г.	У устья р. Туапсинки	11,28	7,28	17,4	1538	
	В море /ст. В/	16,00	6,60	1,4	710	
Сентябрь	В порту	17,86	5,00	6,3	810	
1963 г.	У устья р. Туапсинки	17,79	5,44	0,9	338	
	В море /ст. В/	18,21	6,23	2,0	472	
Сентябрь	В порту	17,88	5,34	6,7	726	
1965 г.	У устья р. Туапсинки	17,92	5,43	3,5	580	
	В море /ст. В/	17,95	5,39	2,2	580	

Дата	Место сбора показателей	Соле- ность, ‰	Кисло- род, мл/л	Фосфа- ты, мкг/л	Кремний, мкг/л	Нитраты, мкг/л
------	----------------------------	----------------------	------------------------	------------------------	-------------------	-------------------

Порт Сочи

Март 1960 г.	В порту	16,63	8,37	-	1742	
	У устья р.Сочи	13,33	8,31	-	1523	
	Канализаци- онный выпуск /ст.8/	16,42	8,26	-	1426	

Ноябрь 1960 г.	В порту	17,61	-	15,6	965	
	У устья р.Сочи	17,43	-	9,6	1134	
	Канализаци- онный вы- пуск /ст.8/	17,61	-	17,2	891	
	К югу от порта /ст.4/	17,79	-	5,4	1215	

Февраль 1961 г.	В порту	17,23	-	5,4	1227	
	У устья р.Со- чи	15,01	-	7,4	1120	
	Канализаци- онный выпуск /ст.8/	15,30	-	161,4	2437	
	К югу от порта /ст.4/	17,52	-	2,7	965	

Сентябрь 1965 г.	В порту	17,86	5,18	37,5	880	
	У устья р.Сочи	17,85	5,11	6,0	550	
	Канализаци- онный выпуск /ст.8/	-	5,14	5,0	320	
	К югу от порта /ст.4/	17,88	5,10	7,0	550	

Порт Поти

Июнь 1960 г.	В порту	15,20	6,58	2,7	1955	
	У устья р.Риона	11,42	6,44	40,2	1919	

Дата	Место сбора показателей	Соленость, ‰	Кислород, мл/л	Фосфат, мг/л	Кремний, мг/л	Нитрат, мг/л
Июнь 1960 г.	В море /ст.8/	15,77	6,55	9,5	1584	
Февраль 1961 г.	В порту	15,30	6,82	9,4	1417	
	У устья р.Риони	11,33	7,30	5,4	2959	
	В море /ст.8/	17,00	6,94	5,4	1589	
Апрель 1961 г.	В порту	17,44	6,85	4,3	-	
	У устья р. р.Риони	7,79	7,04	7,8	-	
	В море /ст.8/	17,54	6,95	4,9	-	

Порт Батуми

Июль 1963 г.	В порту	14,58	5,69	0,0	1350	
	В море на запад от порта /ст.6/	15,97	5,57	0,0	858	
	В море на юг от порта /ст.8/	16,06	5,61	0,0	726	
Сентябрь 1963 г.	В порту	17,74	5,01	12,1	826	
	В море на запад от порта /ст.8/	17,84	4,85	3,4	675	
	В море на юг от порта /ст.8/	17,83	4,98	0,5	670	

В г.Сочи городские сточные воды отводятся на 800 м от берега заглубленным на 8 м канализационным выпуском. В этом районе /см.рисунки, ст.8/ чаще всего сохраняются высокие концентрации фосфатов, являющиеся следствием как выхода их с бытовыми сточными водами, так и минерализации неконсервативного органического вещества. Содержание фосфатов у канализационного выпуска может превышать их количество в открытом море в 20 и более раз.

Район, расположенный вблизи устья р.Сочи, временами опресняется речными водами, но это не всегда сопровождается значительным повышением концентрации минерального фосфора и кремния. В самом порту возросло содержание минеральных форм биогенных веществ без

снижения солености может свидетельствовать о выходе бытовых сточных вод.

С водами р. Риони в район Поти временами выносятся большое количество фосфатного фосфора и особенно кремнекислоты; например, в июне 1960 г. при низкой солености вблизи устья р. Риони содержание фосфатов достигало 40 мкг/л, что в 4-6 раз выше, чем в порту и прилегающей к нему акватории.

В феврале 1961 г. у устья р. Риони при пониженной солености воды содержание кремния было чрезвычайно высоким, в порту же только в отдельные периоды можно наблюдать несколько повышенные концентрации минерального фосфора и кремния /ноябрь - июнь 1960 г./, являющиеся показателями загрязнения порта сточными водами.

В порту Батуми в июле 1963 г. происходило значительное опреснение, причем влияние р. Чорох не сказывалось, так как к югу от порта /см. рисунок, ст. 8/ соленость воды, как правило, не понижалась. Вероятной причиной опреснения порта и прилегающей к нему акватории могло быть большое количество осадков в первой половине июля этого года в районе Батуми. Общее количество осадков за половину июля 1963 г. достигало 73 мм, в том числе в день исследований - 10,6 мм. Имея в виду значительную водосборную площадь, можно предположить, что на понижение солености на поверхности в данном случае большое влияние оказал сплошной сток, а также осадки, выпавшие непосредственно на акваторию порта. Естественно, это не исключает той доли распреснения, которое вызвано хозяйственно-бытовыми водами, сбрасываемыми в море.

В результате анализа материалов наблюдений над растворенным кислородом, соленостью воды, фосфатами и кремнекислотой можно сделать следующие предварительные выводы. Общей характерной особенностью в распределении и динамике большинства гидрохимических показателей в прибрежной зоне и особенно в районах, где имеются впадающие в море реки, является большой диапазон изменений в их содержании и крайняя неустойчивость их концентраций. При исследовании загрязненности, вызываемой хозяйственно-бытовыми стоками, не достаточно установить повышение концентрации тех или иных гидрохимических показателей. Крайне необходимо выяснить причины повышения концентрации, которые могут быть весьма разнообразны. В редких случаях может иметь место однозначное решение. В частности, наблюдения над содержанием растворенного кислорода у приглубых берегов Кавказского побере-

режья не могут служить показателем загрязнения прибрежных вод хозяйственно-бытовыми сточными водами, как это имеет место в реках.

Вследствие хорошей связи акваторий портов с открытым морем, процессов перемешивания в результате волнения и существующих течений уровень кислорода постоянно близок к насыщению, относительное содержание его в большинстве случаев не бывает ниже 70%.

Воды рек, впадающих в море по побережью Кавказа, при смешивании с морскими водами также хорошо аэрированы. Если к этому прибавить, что первоначальное разбавление сточных вод происходит чрезвычайно быстро и в районах, загрязненных хозяйственно-бытовым стоком, может наблюдаться даже пресыщение воды кислородом, то следует считать, что содержание растворенного кислорода на Кавказском побережье как отдельного гидрохимического показателя мало поможет установлению степени чистоты морского побережья.

Фактором, позволяющим установить источник поступления большого количества фосфатного фосфора и кремнекислоты, может быть соленость. Распределение в порту и прилегающей к нему акватории, увеличивающееся к устью реки и сопровождаемое повышением концентрации фосфатов и кремния или одного из этих гидрохимических показателей, может свидетельствовать о выносе их с речным стоком /районы устьев рек Риони и Сочи/.

В отдельных случаях склоновый сток после продолжительных и интенсивных осадков также может понижать соленость на поверхности в портах и прилегающих к ним акваториях. В последнем случае содержание минерального фосфора может быть незначительным, как это было в районе Батуми. Повышение концентраций фосфатов и кремния без существенного снижения солености может свидетельствовать о выносе их с хозяйственно-бытовыми сточными водами и дальнейшей минерализации неконсервативного органического вещества.

Таким образом, фосфатный фосфор и кремнекислота в известной мере могут служить косвенными показателями загрязнения прибрежных вод хозяйственно-бытовым стоком. Но чтобы судить об этом, следует рассматривать комплекс факторов, которые могут влиять на повышение концентрации этих гидрохимических показателей. Дополнительным к солености индикатором может являться удельная щелочность.

В плане исследования загрязненности морского побережья хозяйственно-бытовыми сточными водами представляют интерес наблюдения над биохимическим потреблением кислорода, которое является более демонстративным показателем и служит одним из основных измерителей количества загрязнений, поступающих в морскую воду с хозяйственно-бытовым стоком. Одновременно целесообразно учитывать процесс нитрификации, исследовать концентрации аммиака с постановкой работ непосредственно вблизи источника загрязнения канализационными водами и на разном удалении от него. Это необходимо вследствие локальности процессов загрязнения в пространстве, обусловленных уменьшением концентрации веществ - загрязнителей в результате смешения сточных и природных вод и химических превращений при взаимодействии этих вод.

В настоящее время из-за отсутствия четкой методики расчета процессов самоочищения в морской воде принимается во внимание в основном лишь один фактор разбавления. Для более полного понимания процессов самоочищения целесообразно изучение роли минерализации неконсервативного органического вещества в этих процессах.

При оценке загрязнения прибрежной зоны хозяйственно-бытовым стоком большая роль принадлежит исследованию бактериологических условий в этом районе, процессов фотосинтеза. Донные отложения, являющиеся источником вторичного загрязнения, также следует включить в программу исследований загрязненности прибрежных вод хозяйственно-бытовым стоком.

Л и т е р а т у р а

Б а з я к и н а Н.А. 1933. Значение константы скорости потребления кислорода при определении биологической потребности в кислороде сточной жидкости. - Санитарная техника, № 2.

Г о р о д е ц к и й А.С., Р а с к и н Б. М. 1966. Гигиена прибрежных морских вод. "Медицина", Л.

Д р а ч е в С.М. 1964. Борьба с загрязнением озер, водохранилищ промышленными и бытовыми стоками. "Наука". М.-Л.

М о р о з о в а-В о д я н и ц к а я Н.В. 1948. Фитопланктон Черного моря, ч.1. - В кн.: Труды СЕС, т.УІ.

С к о п и н ц е в Б.А. 1948. Результаты применения не-

которых методов определения органического вещества в морской воде. - В кн.: Труды ГОИНа, в.4 /16/.

С к о п и н ц е в Б.А. 1950. Изменение некоторых химических и физических свойств природных вод при их длительном хранении. - В кн.: Гидрохим. материалы, т.ХVII.

С к о п и н ц е в Б.А. 1965. Расчет образования и окисления органического вещества в морских водах. Результаты исследований по программе международного геофизического года. Океанологич. исследования № 13. "Наука", М.

С т р и т е р Г.В. 1937. Расчеты окислительных процессов в загрязненных реках. - В кн.: Вопросы загрязнения водоемов.

ОБ ИНТЕНСИВНОСТИ МИНЕРАЛИЗАЦИИ КАК ФАКТОРА САМООЧИЩЕНИЯ
МОРЯ ОТ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ПРИМЕСЕЙ В РАЙОНАХ СБРОСА ХОЗЯЙ-
СТВЕННО-БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Е.Ф.Шульгина

Институт биологии южных морей им.А.О.Ковалевского АН УССР

Содержание кислорода в естественных водоемах теснейшим образом связано с нормальным развитием и существованием водных организмов. В водах, загрязненных хозяйственно-бытовым стоком, окисление органического вещества, связанное с потреблением растворенного в воде кислорода, является наиболее существенной реакцией. Величина биохимического потребления кислорода может служить одним из измерителей количества загрязнений, поступающих в воду с хозяйственно-бытовым стоком. Переход нестойкого органического вещества в минеральные соединения способствует самоочищению загрязненных районов моря, однако в настоящее время для морских побережий этот вопрос еще слабо изучен.

Знание процессов биохимического окисления в совокупности с другими самоочищающими факторами может позволить вплотную подойти к вопросу о предвычислении допустимой нагрузки сточными водами той или иной акватории моря для заданной наперед степени минерализации с учетом динамических факторов и рельефа дна.

Постановка лабораторных опытов имела целью проследить за напряженностью биохимического окисления при разных концентрациях загрязняющих примесей. Морская вода для инкубирования отбиралась в местах выхода хозяйственно-бытовых сточных вод, имеющих весьма незначительные примеси промышленных загрязнений.