

УДК 574.58:574.5.08

ЭКОЛОГО-ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АКВАТОРИЙ ЗАЛИВА ПЕТРА ВЕЛИКОГО

**В.И. Дулепов,
О.А. Кочеткова**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт проблем морских технологий Дальневосточного отделения РАН¹

Рассматривается экологическое состояние прибрежных вод залива Петра Великого. Обобщены данные по внутригодовой и межгодовой динамике гидрохимических показателей и основных загрязняющих веществ вод бухт и акваторий залива за последние годы. Исследование современного состояния морских вод показало, что концентрация отдельных загрязняющих веществ продолжает увеличиваться. Приводятся результаты проведенных исследований и использованные методы сбора и анализа данных.

Гидрохимический мониторинг морских прибрежных акваторий имеет большое значение для оценки состояния и анализа процессов функционирования экологических систем. Как правило, экологические исследования связаны с анализом факторов среды, установлением биологических закономерностей функционирования экосистем и мониторингом антропогенного воздействия на эти процессы. Для этих целей изучаются такие количественные показатели, как динамика факторов окружающей среды, в частности гидрохимических, гидрофизических факторов, температуры, и воздействие их на численность, биомассу и продукционные свойства массовых видов гидробионтов и экосистему в целом. Обычно такие данные получают в динамике в течение годовых и сезонных наблюдений, используя традиционные методы гидробиологических исследований. Как правило, это сопряжено с трудоемкими и продолжительными процедурами сбора и обработки экспериментального материала. Решение ряда задач в этих исследованиях можно

автоматизировать, используя современные методы сбора и обработки информации, различные подводные технические средства, в частности, подводные аппараты и методы компьютерного моделирования. Гидрохимический анализ состояния водной среды в таких исследованиях является очень важным этапом.

■ Методы сбора и обработки информации

Обычно на начальном этапе планирования гидробиологических исследований на карту изучаемого водоема накладывают равномерную сетку станций и после сбора материала обрабатывают данные как единую выборку. Имея такие предварительные результаты, уже можно планировать исследования сезонной динамики гидробиологических показателей на характерных для данного водоема участках (биотопах), характеризующихся определенной площадью и условиями. В статистических исследованиях такие подходы характеризуются как равномерный и рандомизированный отбор данных. К наиболее экономичным для

достижения заданной точности исследований можно отнести рандомизированный сбор гидробиологических данных, когда вся площадь водоема делится на однородные участки и внутри них определяются исследуемые показатели. Этот способ позволяет уменьшить количество собираемых проб и снизить общие затраты при проведении исследований. Расчеты проводятся для каждого выделенного биотопа отдельно, а средние величины для всего водоема определяются как средневзвешенные значения, где весами для средних величин по биотопам являются их площади. Более подробно количественные методы таких расчетов приведены в работе [1]. В данной работе обобщены результаты наблюдений за период 2001–2008 гг., причем для предварительного этапа исследований был использован равномерный метод сбора и обработки данных.

Необходимо отметить, что данные измерений за период 2001–2004 гг. предоставлены

¹ 690091, Владивосток, ул. Суханова, 5а; тел.: (423)2433059; e-mail: dulepov@marine.febras.ru

руководством отдела анализа водных ресурсов, загрязнения почв и токсичности отходов Центра лабораторного анализа и технических измерений по Приморскому краю, а гидрохимический мониторинг экологического состояния вод залива Петра Великого за период 2005–2008 гг. проведен О.А. Кочетковой. Места отбора гидрохимических проб выбраны на основе данных проектной документации промышленных предприятий и результатов морских наблюдений (рис. 1).

Для обработки материала были применены методы ПНДФ согласно существующим ГОСТ. Для исследования были использованы серийные приборы UNIKO, LUMEX.

Для собранного за рассматриваемый период материала была проведена статистическая обработка, по результатам которой была исследована динамика основных показателей по максимальным, минимальным

и предельно допустимым значениям.

Учитывая, что мониторинг водных экологических систем в условиях антропогенного воздействия на прибрежные территории имеет важное значение при исследовании вопросов сохранения и восстановления биоразнообразия, оценка динамики различных факторов среды и их влияния на экосистемы приобретает большое значение при планировании управления биоресурсами.

■ Некоторые результаты исследований

В работе приводятся результаты исследования за последние годы. Залив Петра Великого испытывает сильное антропогенное воздействие. В его воды поступает большое количество хозяйственно-бытовых и промышленных стоков из Владивостока, Находки, Уссурийска и других населенных пунктов.

Причем большинство сточных вод попадают в залив без должной очистки. Стоки с различных предприятий содержат летучие фенолы, нефтепродукты, металлы, в том числе и тяжелые, отходы переработки рыбы и сельскохозяйственного сырья. Морские суда также являются источником таких загрязняющих веществ, как нефтепродукты, технические масла, бытовые сточные воды и мусор.

Для определения качества воды и степени загрязненности экосистем залива Петра Великого необходимо проведение регулярного экологического мониторинга по основным гидрохимическим показателям. Для этого целесообразно использовать и разрабатывать информационные системы, позволяющие помимо создания базы данных проводить анализ и прогноз явлений с оценкой причин и прогнозом последствий. Эти технологии в последние десятилетия получили



Рис. 1. Карта залива Петра Великого с указанием точек взятия проб

широкое использование в различных областях человеческой деятельности, в том числе и при исследовании экологической безопасности экосистем и сохранения биоразнообразия.

Исследование современного состояния морских вод залива Петра Великого с 2001 по 2008 г. (рис. 1) показало, что концентрации отдельных показателей загрязнения воды довольно значительные.

В результате проведенного анализа было выявлено, что в западной части залива Петра Великого в значительной степени преобладают биогенные вещества (табл. 1). В бухтах Алеут и Перевозная превышение норм ПДК для рыбохозяйственного водоема по аммонийному составу составляет 20 и 14,8 раз, по фосфатам – 27 и 8,9 раз соответственно. По содержанию

нефтепродуктов значительные превышения обнаружены в заливе Славянка – в 11,5 раз.

В восточной части залива Петра Великого в большей степени преобладают органические вещества. Так, содержание фенолов летучих в бухте Конюшково превысило в 47 раз нормы ПДК, в бухте Пяти Охотников – в 8,1 раза. Наибольшее превышение нормы ПДК по жирам и АПАВ наблюдалось в бухте Назимова – в 58 раз и 4,8 раза соответственно. В бухте Конюшково и в районе мыса Сысоева наблюдались значительные превышения норм ПДК по нефтепродуктам – в 30 раз и в 13,4 раза соответственно. В пробах, взятых в бухте Врангель и возле о-ва Аскольд, не было обнаружено превышений норм ПДК по рассматриваемым показателям.

Прибрежная территория полуострова Муравьева-Амурского является наиболее загрязненным участком залива Петра Великого (особенно западная и южная части). Здесь расположен крупный город Владивосток с развитой промышленностью (имеются предприятия судоремонтной, рыбообрабатывающей, строительной, энергетической, пищевой и легкой промышленности). Сточные воды от различных предприятий сбрасываются в прибрежные воды недостаточно очищенными или полностью не очищенными, поэтому наблюдаются значительные превышения норм ПДК по многим показателям (табл. 1).

Бухта Золотой Рог, расположенная в заливе Петра Великого, наиболее интенсивно подвергается влиянию стоков

Таблица 1. Превышение (разы) норм ПДК в заливе Петра Великого за 2008 г.

Бухта, залив	Взвеси	БПК ₅	Аммоний солевой	Фосфаты	Фенолы летучие	АПАВ	Нефтепро- дукты	Железо валовое	Цинк	Медь
б. Большой Камень	2	3,8		2,1	4,8			1,8		2,5
б. Подъяпольского	3,4			3,2	4			3,3		
б. Пяти Охотников		7,2	4,8	4,3	8,1	3,9		8,4		
м. Сысоева	2,4						13,4	1,6		3,3
б. Конюшково		10	3,2		47		30	6,5	1,1	1,8
б. Назимова	4	3,4		2		4,4	7,8	3,1		
зал. Посыета	5,3	3,7	2,4	1,7	17,1		1,4	2,3	5,6	6,9
б. Троицы	3,5	3	1,7	2	1,7	10,6	3,4			
Побережье г. Фокино		6,5	2,6	2,9			4,7	4,2		1,8
б. Нерпа					6,5		5,3	6		
зал. Славянка	7,3	4,5	3,2	2,4			11,5	3,1		
б. Алеут	1,5	15	20	27			1,6			
б. Перевозная		12,9	14,8	8,9	9,2	1,3		3,7		
б. Экспедиции		5,3	6,8	9,3	6,9	5,6		2,2		
б. Новгородская	5	9	4	2,9	4,2	2,6	4,4	3,5		
б. Улисс	2,5	4,3	21,6	34,6	2,7	2,3	1,7	2,6		
б. Лазурная	1,5	1,4	1,6			2,2		1,6	4,5	
б. Новик		1,1	6,5				2,1	2,9		
б. Сухопутная		33	17,5	9,6				19,4		
б. Диомид	9,8	10,6	6,7	4,3				5,3	107,2	43,4
зал. Угловое	6,6	2,2	2,2	2,3				3,2	69,4	2,7
б. Постовая		2								
б. Золотой Рог	7	18	10	8	25	3	15	18	10	7
Амурский залив	6,5	10	12	6	12		8	7	4	5

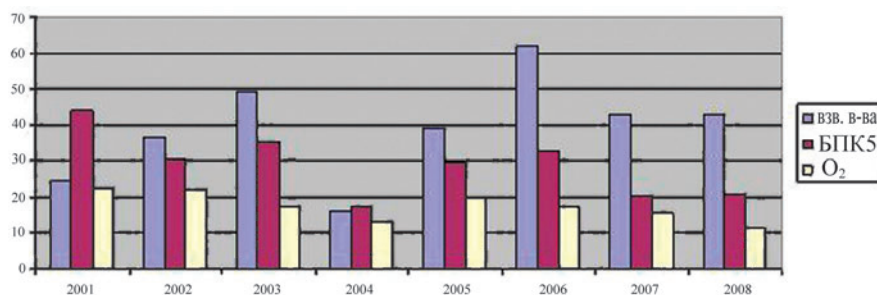


Рис. 2. Динамика концентраций взвешенных веществ, биоокисляемости и растворенного кислорода взв. в-ва (мг/дм³), БПК5 (мгО₂/дм³), О₂ (мгО/дм³) в бухте Золотой Рог

г. Владивостока. Значительные превышения норм ПДК наблюдались по органическим (рис. 2), биогенным элементам и содержанию ТМ.

Негативное воздействие на состояние вод оказывают крупнейшие городские порты, судоремонтные заводы, маломерный и крупнотоннажный флот, а также сбросы неочищенных производственных, коммунально-бытовых отходов. Существенный вклад в загрязнение бухты вносит р. Обьяснения, которая является приемником сточных вод большого количества объектов, в том числе вод, охлаждающих ВТЭЦ-2. Общий объем поступающих сточных вод в бухту в 5 раз превышает объем воды в ее акватории.

В настоящее время бухта Золотой Рог утратила свое рыбохозяйственное значение, превратившись в безжизненную транспортную артерию.

В процессе анализа учитывались данные по нескольким десяткам предприятий, сточные воды которых поступают непосредственно в реку (рис. 3, точка 6). Выявлено превышение норм ПДК для хлоридов – 43 ПДК. Это превышение можно объяснить деятельностью ВТЭЦ-2, имеющей прямой сброс в реку.

Также следует отметить превышения по тяжелым металлам: по меди – 12,3 ПДК, по цинку – 11 ПДК, по железу – 7,6 ПДК. Средние концентрации по другим тяжелым метал-

лам, присутствующим в пробах, таким как ртуть, кадмий, свинец, находятся в пределах норм ПДК (табл. 2). По остальным учитываемым сбросам сточных вод в бухте Золотой Рог гидрохимические показатели тоже имеют значительные превышения. Так, по результатам анализа проб, взятых в точке № 2 (рис. 2), обнаружено, что среднегодовые концентрации БПК5 превышают нормы ПДК в 29,9 раза; среднегодовые концентрации биогенных загрязнителей – аммония солевого и фосфатов – превышают нормы в 22,9 и 16,05 раза соответственно; среднегодовая концентрация фенолов летучих – в 45,9 раза; концентрация жиров – в 20 раз. В точке взятия проб № 9 было выявлено превышение нормы ПДК по нефтепродуктам в 55,4 раза и по железу в 30,5 раз. В точке № 11 имеется значительное превышение ПДК по летучим фенолам – в 89 раз, что объясняется значительным сбросом промышленных и хозяйственно-бытовых стоков, а также стоком с рыбного порта, расположенного в районе выпуска [2].

При исследовании экологического состояния бухты Золотой Рог был выделен наиболее загрязненный участок в точке № 7, где, например, среднегодовая концентрация алюминия составляет 3,25 ПДК. Значительное превышение концентраций алюминия и других тяжелых металлов, содержащихся в пробах в данной точке, можно объяснить близким расположением завода ФГУ «50 РЗ РАВ» МО РФ, чья деятельность предусматривает наличие в промышленных сбросах тяжелых металлов (табл. 2, рис. 4).

По остальным точкам отбора проб имеются превышения норм ПДК по некоторым гидро-

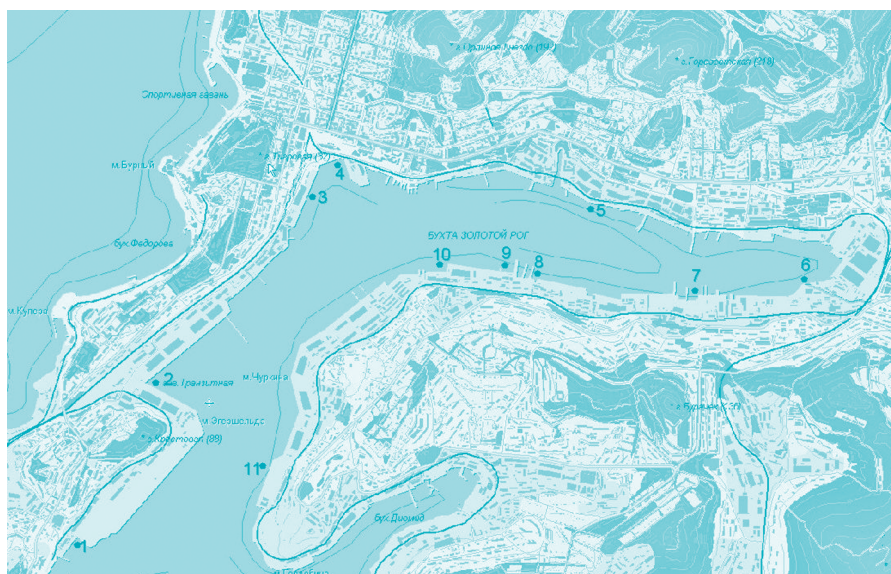


Рис. 3. Карта бухты Золотой Рог с точками взятия проб

Таблица 2. Динамика концентраций усредненных показателей для тяжелых металлов в бухте Золотой Рог (мг/дм³)

Год	Никель	Свинец	Цинк	Медь	Хром	Кадмий	Ртуть
2001	0,023	0,088	0,201	0,015			
2002		0,058	0,34	0,032			
2003	0,028	0,007	0,015	0,127	0,12	0,0014	
2004	0,0066	0,009	0,308	0,06			
2005	0,0056	0,008	0,108	0,021			
2006	0,0069	0,007	0,167	0,031	0,021	0,0008	
2007	0,005	0,0029	0,049	0,021		0,78	0,00025
2008	0,0045	0,0029	0,16	0,017			0,000073

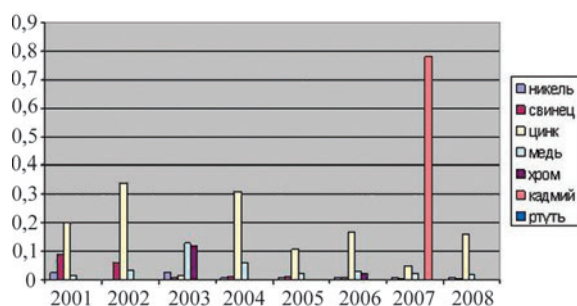


Рис. 4. Динамика концентрации основных тяжелых металлов (мг/дм³) в бухте Золотой Рог

химическим элементам, но не такие значительные.

Таким образом, полученные в работе результаты эколого-гидрохимического исследования акваторий залива Петра Великого позволяют оценить степень загрязнения водной среды и дать некоторый прогноз по динамике

процессов распределения химических веществ. Программой исследований, проводимых в ИПМТ ДВО РАН, предусматриваются дальнейшие измерения гидрохимических характеристик морской среды залива Петра Великого с целью оценки ее экологического состояния.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дулепов В.И., Лелюх Н.Н., Кочеткова О.А., Кравченко А.Н. Экологический мониторинг донных популяций и сообществ животных по фотоизображениям с подводного аппарата // Подводные исследования и робототехника. 2010. № 1 (9). С. 57–64.
2. Дулепов В.И., Кочеткова О.А. Исследование экологического состояния бухт и заливов Петра Великого // Международные научные чтения «Приморские зори 2012». Владивосток: ТАНЕБ, 2012. С. 107–111.

