

ЛОКАЛЬНЫЙ МОНИТОРИНГ ВОДНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ  
БУТАКОВСКОГО ЗАЛИВА В г. ХИМКИ

Д. А. ПОСТНИКОВ, Н. В. ЧИНИНА\*

(Кафедра экологии)

**Приводятся результаты анализа содержания загрязняющих ингредиентов в воде, донных отложениях и пресноводной рыбе (*Perea fluviatilis*) в акватории Бутаковского залива в г. Химки Московской обл. На основании полученных данных сделано заключение о необходимости выявления основных источников загрязнения района Химки – Сити с целью проверки технологичности очистных сооружений. Непосредственно в зоне загрязнения (акватория и береговая зона) нужно провести специальные мероприятия.**

Основными источниками загрязнения и засорения водоемов являются недостаточно очищенные сточные воды промышленных и коммунальных предприятий, крупных животноводческих комплексов, отходы производства при разработке рудных ископаемых; воды шахт, рудников, сбросы водного и железнодорожного транспорта; отходы первичной обработки льна, пестициды и т. д. Загрязняющие вещества, попадая в природные водоемы, приводят к качественным изменениям водных экосистем [8]. Повышенные концентрации химических элементов оказывают токсическое действие на водные организмы. Гидробионты в той или иной мере реагируют на изменение гидрохимического режима водоема, происшедшего в результате спуска сточных вод. Степень эвритопности гидробионта определяет адаптивный потенциал: если организм не может адаптироваться к новому химическому составу воды и гибнет, то происходит изменение в соотношении между видами в биоценозах. Такие изменения могут также снизить плодovitость у гидробионтов, уменьшить их жизнеспособность и явиться фактором, ограни-

чивающим развитие и численность водных организмов. Так, подкисление воды при водородном показателе рН 6,4-5,0 опасно для рыб при концентрациях двуокси углерода выше 20 мг/л или при повышенном содержании солей железа кислые воды при рН ниже 5,0 и щелочные воды при рН выше 9,5 опасны для рыб всегда, щелочные воды при рН 8,6-9,5 опасны для рыб при длительном действии [9].

Возрастающее антропогенное загрязнение гидросферы тяжелыми металлами вызывает необходимость фонового мониторинга микроэлементов в тканях различных видов водных холоднокровных животных, входящих в сложные биологические цепи. В настоящее время накоплен значительный материал по содержанию микроэлементов в организмах морских и океанических рыб [2, 5].

Новым направлением мониторинга загрязнения пресноводных экосистем являются анализ и оценка загрязненности донных отложений. В донных отложениях токсиканты, взаимодействуя друг с другом, являясь источником вторичного загрязнения и создают потенциальную опасность [3].

\* НИЭС.

Донные отложения поверхностных водотоков и водоемов играют роль аккумулятора, трансформатора техногенного воздействия и являются индикатором его уровня [7].

Информация об антропогенно загрязненных донных отложениях плохо поддается оценке, поскольку нормативы концентрации загрязняющих веществ для них не разработаны [3].

Целью наших исследований было изучение экологического состояния открытого водоема Бутаковский залив г. Химки Московской обл. В процессе выполнения работы особое внимание уделялось изучению путей поступления в водоем загрязнителей, оценке характера и количества загрязняющих веществ в водоеме, определению уровня накопления токсикантов в донных отложениях и содержания тяжелых металлов в гидробионте.

### Методика

В ходе проведения исследований были отобраны пробы воды из 5 точек водоема, пробы донного грунта из 2 точек и рыбы (*Perega fluviatilis*) из одной точки. Химический анализ образцов проводился на базе кафедры агрономической и биологической химии МСХА.

Химкинский район (основан в 1940 г.) расположен к северо-западу от столицы, вплотную примыкая к Московской кольцевой автомобильной дороге. Площадь территории — 118 км<sup>2</sup>. Численность населения составляет 170,1 тыс. человек, средняя плотность — свыше 600 человек на 1 км<sup>2</sup> [10].

Структура почвенного покрова отличается средней степенью сложности и размерами контуров, слабовыраженной пенистостью. Преобладают дерново-подзолистые почвы в сочетании с дерново-подзолистыми глееватыми. Первые формируются под смешанными елово-широколиственными лесами, вторые — под осиново-еловыми.

По территории Химкинского района протекают реки: Сходня и Клязь-

ма, проходит канал им. Москвы. В р. Клязьме превышены нормы аммонийного азота в 1,5 раза, нефтепродуктов — в 1,2 раза, в р. Сходне аммонийного азота — в 2 раза, взвешенных частиц — в 1,5 раза, а в Бутаковском заливе в 30 раз превышена норма нефтепродуктов [4]. Все это отрицательно сказывается на экологической обстановке района [4, 6, 11].

Объектами наблюдений в системе локального мониторинга являлись источники загрязнения (предприятия); компоненты окружающей среды: атмосферный воздух, поверхностные, сточные и почвенно-грунтовые (подземные) воды, почвенный покров в зонах влияния источников загрязнения (объектов хозяйствования) [11].

Химкинский район характеризуется наиболее высокой техногенной и селитебной нагрузкой, поэтому здесь отмечается напряженная и даже критическая экологическая ситуация состояния земель. Так, *эродированность почв* — от 1 до 10% общей площади района; *техногенная и селитебная нагрузка* — 30-40% к общей площади. Отношение площади земель *населенных пунктов* к общей площади района составляет 14,4-22,9%; *занятой промышленностью* — 19,9 — 34,7% (самое высокое в Московской обл.); *сельскохозяйственного назначения* — 14-22,8% (самое низкое в Московской обл.); *рекреационного назначения* — 1,9-3%. Природных объектов, нуждающихся в установлении особого охранного режима, в районе не выявлено.

В районе сброса сточных вод в Бутаковский залив из 1-го коллектора стоки смешиваются с водами из соседнего 2-го коллектора, а через 200 м к стоку первого и второго коллекторов добавляется сброс из 3-го коллектора (см. схему). Далее река, русло которой не более 2 м в ширину и 1 м в глубину, образует болотистую акваторию, заканчивающуюся у моста



Схема

Куркинского шоссе, после которого Бутаковский залив пересекает МКАД, а еще через 2 км, протекая по району Тушино, залив впадает в Химкинское водохранилище.

Пробы воды отбирали по принципу однократного отбора в районе локального сброса 19 апреля 2002 г. при температуре воздуха 19°C: № 1 — у выхода на поверхность 1-го коллектора, вода прозрачная, температура 11,8°C; № 2 — у выхода на поверхность 2-го коллектора, вода мутная, сизая, температура 21,6°C; № 3 — у

выхода на поверхность 3-го коллектора, вода мутная, сизая со следами нефтепродуктов, температура 14°C; №4 — в районе моста Куркинского шоссе (500 м от места сброса), вода мутная, сизая, с нефтяной пленкой, температура 16°C; № 5 — в районе моста МКАД (в 1000 м от места сброса), вода мутная, со слабой нефтяной пленкой, температура 15,4°C.

Для определения в воде содержания взвешенных частиц 1000 мл воды фильтровали через бумажный фильтр с последующим высушиванием осад-

ка. Содержание взвешенных веществ (в мг/л) определяли по формуле

$$C_{\text{в.в.}} = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 1000}{V},$$

где  $m_1$  — масса бумажного фильтра с осадком взвешенных частиц, г;  $m_2$  — масса бумажного фильтра до опыта, г;  $V$  — объем воды для анализа, л.

Затем определяли водородный показатель (рН). В большинстве природных вод водородный показатель соответствует значению 6,5—8,5, который зависит от соотношения концентрации свободного диоксида углерода и гидрокарбонат-иона.

Отбор проб донных отложений береговой зоны проводился 19 апреля 2002 г. Первую пробу брали из точки на 50 м ниже по течению воды от 1-го и 2-го коллекторов, характер отложений песчаный; вторую пробу — в районе моста Куркинского шоссе (в 500 м от места сброса), характер отложений илистый, запах ила резкий, неприятный.

Содержание тяжелых металлов в пробах воды, донных отложениях и биологических объектах (речной окунь) определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии (AAS-5100).

### Результаты и их обсуждение

Результаты исследований воды приведены в табл. 1. Тепловое загрязнение присутствует только в пробе № 2 (2-й

коллектор), в остальных четырех пробах тепловое загрязнение незначительное или отсутствует. Цвет воды, поступающей в водоем из двух источников (2-го и 3-го коллекторов), сизый, что характерно для сточных вод, причем в воде 3-го коллектора присутствуют следы нефтепродуктов ливневых стоков. Вода из 1-го коллектора на вид прозрачная, имеет слабощелочную реакцию, не превышающую показатели, свойственные для природной воды.

При проведении химического анализа проб воды было отмечено, что сульфаты во всех пробах содержатся в нормах, характерных для природных вод. Концентрация хлоридов в разных пробах колеблется от 50 до 100 мг/л. Результаты аналитического контроля представлены на рис. 1-6.

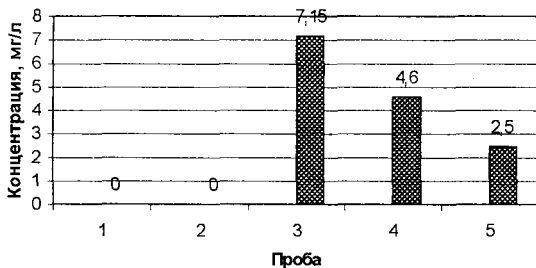
Кадмий в пробах № 1 и 2 отсутствует. Наибольшая его концентрация отмечена в пробе № 3, непосредственно под трубой коллектора — 7,15 мг/л, что превышает ПДК в 715 раз и через 1000 м от места сброса — в 250 раз. В других пробах концентрация этого токсиканта ниже, что объясняется, видимо, эффектом разбавления (рис. 1).

Медь в наибольшей концентрации поступает из 1-го коллектора (проба № 1) — 12,5 мг/л (ПДК 1 мг/л) и на удалении 500 м в пробе № 4 снижается до 0,7 мг/л; вероятно, в стоках 1-го коллектора преобладает сброс технологических вод предпрятием с

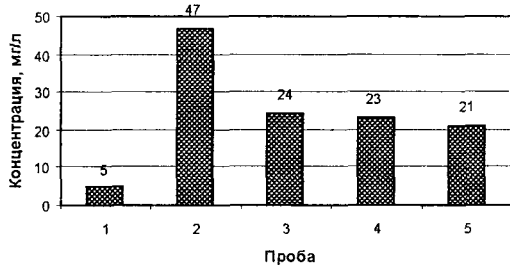
Т а б л и ц а 1

**Результаты исследования проб воды водоема Бутаковский залив в микрорайоне Химки — Сити**

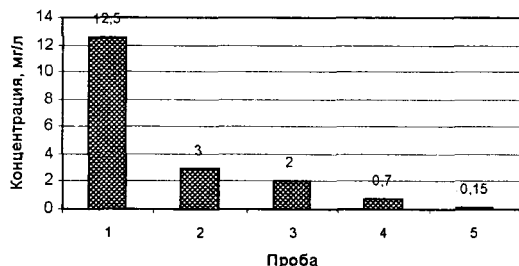
Показатель	Проба воды				
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
Температура, °С	11,8	21,6	14	16	15,4
Цвет	Нет	Светло-сизый	Светло-сизый	Светло-сизый	Светло-сизый
рН	8	8,1	7,9	8	8
Взвешенные вещества, мг/л	12	42	14	6	24
Сульфаты, мг/л	До 10	До 10	30	До 10	До 10
Хлориды, мг/л	50	100	50	100	100



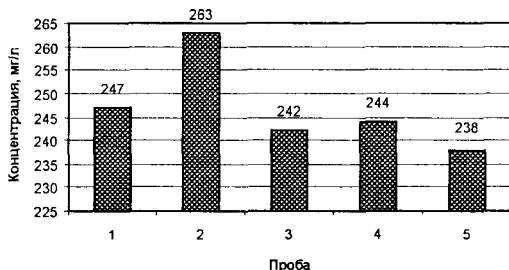
**Рис. 1.** Содержание кадмия в воде в разных пробах



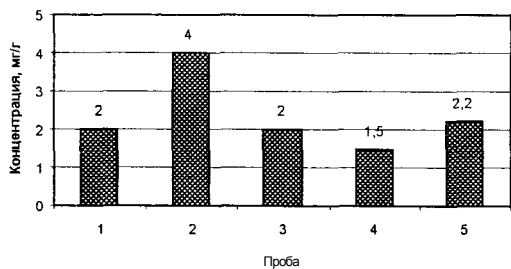
**Рис. 5.** Содержание марганца в воде в разных пробах



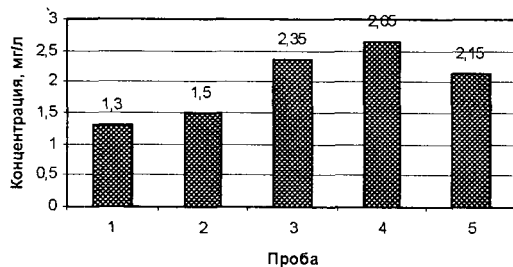
**Рис. 2.** Содержание меди в воде в разных пробах



**Рис. 6.** Содержание магния в воде в разных пробах



**Рис. 3.** Содержание свинца в воде в разных пробах



**Рис. 4.** Содержание цинка в воде в разных пробах

устаревшей системой очистки или она вовсе отсутствует (рис. 2).

Концентрация свинца в пробе № 2 (4 мг/л) выше, чем в пробах № 1, 3 и 4, причем при удалении на 500 м (проба № 4) содержание снижается (1,5 мг/л), а еще через 500 м (проба № 5, мост МКАД) концентрация свинца повышается (2,2 мг/л), что, вероятно, можно объяснить попаданием дорожных стоков в акваторию непосредственно в районе моста, а также оседанием окислов свинца от выхлопов автомобилей с трассы МКАД и Куркинского шоссе. По содержанию свинца в воде превышение ПДК (0,03 мг/л) наибольшее в пробе № 2 – в 133 раза, в № 4 – в 50 раз и № 5 – в 63 раза (рис. 3).

Наименьшая концентрация цинка была в воде под трубой 1-го коллектора – 1,3 мг/л (ПДК 5 мг/л). Большая концентрация металла в пробе № 4, возможно, свидетельствует о медленной скорости осаждения цинка и эффекте суммации из трёх кол-

лекторов — источников металла. Необходимо подчеркнуть, что в районе, где брали пробу № 4, замедляется скорость общего потока масс воды вследствие заболачивания и расширения площади акватории (рис. 4).

Марганца менее всего содержится в сбрасываемых водах 1-го коллектора (5 мг/л), а самая высокая его концентрация отмечена непосредственно у 2-го коллектора — 47 мг/л. При удалении от наиболее загрязненной импактной зоны 2-го коллектора на 500 м в районе проб № 4 и № 5 концентрация марганца снижается в 2 раза. Вероятно, соединения марганца в условиях акватории Бутаковского залива имеют медленную скорость осаждения.

Превышение концентрации марганца по сравнению с ПДК (10 мг/л) в пробе № 2 в 4,7 раза и через 1500 м (проба № 5) — в 2,1 раза (рис. 5).

Что касается магния, то его наибольшая концентрация зафиксирована в пробе № 2 (рис. 6).

Результаты аналитического контроля проб донных отложений приведены в табл. 2. Так, содержание в иле второй пробы большего количества азота свидетельствует, возможно, о том, что он поступает из 3-го коллектора в большей степени, чем совместно из 1-го и 2-го коллекторов.

Концентрации металлов в иле первой пробы меньше, чем во второй. Следует отметить, что по пробам воды прослеживается такая же закономерность.

Присутствие кадмия в иловых наносах береговой зоны первой пробы в количестве 0,2 мг/кг, возможно, связано с диффузией ионов кадмия в водной среде и последующим его осаждением. Отсутствие ионов кадмия в воде в пробах № 1 и № 2 свидетельствует о том, что, возможно, сброс кадмия проходил несколько раньше, чем был произведен отбор проб.

Содержание органического вещества в пробах неоднородно: в первой пробе — всего 4%, во второй — 15%. Видимо, это обусловлено, во-первых, расположением второй точки ниже по течению, во-вторых, механическим составом донных отложений, а также постоянным снижением скорости течения, что приводит к быстрому осаждению и накоплению взвесей.

Высокое содержание марганца в иле второй пробы связано с постепенным осаждением этого токсиканта. Относительно низкая концентрация меди в донных отложениях первой пробы (11,7 мг/кг) и высокая (86,3 мг/кг) — во второй, по всей видимости, связана с подводным пере-

Т а б л и ц а 2

Результаты исследования донных отложений водоема Бутаковский залив (мг/кг)

Показатель	Точка отбора пробы ила		Показатель	Точка отбора пробы ила	
	первая	вторая		первая	вторая
Зола, %	95,84	84,76	Кадмий	0,2	4,2
Органические вещества, %	4,16	15,24	Медь	11,7	86,3
pH	8	7,7	Свинец	6,25	50,0
Азот	49	287	Цинк	95,2	300
Хлор	-	+	Марганец	196,5	272,3
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0	0	Никель	10,05	34,1
Калий	365	640	Хром	3,1	54,1
Алюминий	0	0	Кальций	2819,6	3334,1
Железо	1550	1675	Магний	338	399

Т а б л и ц а 3

Содержание металлов в организме  
окуня

Металл	Содержание, мг/кг, на сухую массу рыбы	Содержание, мг/кг, на сырую массу рыбы
Кальций	3300	700
Магний	300	64
Кадмий	0	0
Медь	12,3	3
Свинец	19	3,5
Цинк	237,5	50,4
Марганец	33	7
Кобальт	4	1

мещением песчаных отложений в районе 1-го и 2-го коллекторов, так как в водах первого участка (проба № 1) содержалось меди в 10 раз больше, чем в воде пробы № 4 (район второй точки отбора пробы ила). Вероятно, также сброс меди со стоком осуществлялся из 3-го коллектора в прошлом промежутке времени.

Высокая концентрация свинца в районе Куркинского моста (вторая проба), вероятно, является следствием большого потока автотранспорта и дополнительным приносом свинца течением с последующим осаждением. Содержание цинка в иле второй точки отбора проб в 3 раза выше, чем в первой точке, что, видимо, связано с суммарным осаждением данного токсиканта, поступающего с 3-го коллектора и со стоками с моста. По концентрации магния обе точки отбора ила незначительно различаются, соответственно 338 и 399 мг/кг.

В программу мониторинговых исследований по водному объекту, как уже указвалось, входило также проведение биометрических и токсикологических измерений биологического объекта (окунь обыкновенный *Pegca fluviatilis*). При визуальном осмотре рыба не имела видимых нарушений морфологического строения. Выловлена 8 февраля 2003 г. на расстоянии 1500 м от места сброса вод из коллекторов. Длина окуня 6 см, сырая масса 2,81 г, сухая 0,62 г. Содержание тяжелых металлов в организме гидробионта представлено в табл. 3.

Кадмия в тканях гидробионта обнаружено не было, вероятно, это связано с возрастом рыбы, с одной стороны, и с наличием биохимического барьера для токсикантов, — с другой. Следует отметить, что в тканях гидробионта отмечена высокая концентрация кальция, что, по-видимому, связано с попаданием антигололедного реагента ( $\text{CaCl}_2$ ) с поверхностным стоком в Бутаковский залив. Из исследованных элементов ПДК установлены лишь для свинца 1 мг/кг (сырой массы), превышение норматива в 3,5 раза. Для сравнения по содержанию ТМ в организме рыб в качестве эталона использовали данные по Псковско-Чудском озере [1] (табл. 4).

По результатам приводимых данных и полученных нами результатов следует отметить, что в организме выловленного окуня первого года возраста концентрация ТМ существенно

Т а б л и ц а 4

## Содержание тяжелых металлов (мг/кг сухой массы) в пресноводных рыбах разного типа питания [!]\* Псковско-Чудское оз.

Тип питания	Кадмий	Свинец	Медь	Цинк	Железо
Бентософаги	3,3	4,6	7,4	91,5	189,5
Смешанное питание	1,8	3,0	3,6	58,6	140
Хищники	1,7	4,3	6,2	44,3	135,3

превышает показатели ТМ для хищников Псковско-Чудского озера.

#### Выводы

1. Сброс сточных вод в районе Бутаковского залива происходит без эффективной очистки.

2. Сбросы сточных вод 2-го и 3-го коллекторов насыщены тяжелыми металлами.

3. Наибольшая концентрация тяжелых металлов в донных отложениях отмечена в районе отбора пробы № 2. Это связано с общим направлением течения данного водоема и последующим осаждением тяжелых металлов и других загрязняющих компонентов.

4. Исследуемый объект рыбной ловли (окунь обыкновенный) не может быть использован в пищу из-за существенного превышения содержания в нем таких металлов, как свинец, медь, цинк.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Глушанкова М. А, Пашкова И. М. Тяжелые металлы в тканях рыб из

озер Псковско-Чудского и Выртсьярв. — *Цитология*, 1992, т. 34, № 3, с. 46-30. — 2. Морозов Н. П. Химические элементы в гидробионтах и пищевых цепях. — *Биогеохимия океана*. М., 1983, с. 127-164. — 3. Никаноров А. М., Хоружая Т. А. Экология. М.: 1999. — 4. О состоянии окружающей природной среды Московской области в 2000 г. Государственный доклад. М.: НИА-ПРИРОДА, 2001. — 5. Пашин С. А., Морозов П. П., Николаенко К. М. и др. Микроэлементарный состав ихтиофауны Каспийского бассейна. — *Тр. ВНИРО*, 1984, т. 100, с. 27–39. 6. Состояние окружающей среды Московской области в 1996 г. Государственный доклад. М.: НИА-ПРИРОДА, 1997. — 7. Техногенное загрязнение речных экосистем / В. Н. Новосельцев и др. М.: Научный мир, 2002. — 8. Фелленберг Г. Загрязнение природной среды. Введение в экологическую химию. / Пер. с нем. М.: Мир, 1997. — 9. <http://www.Internewod.com/rus/atlas/ecol/02/2himshtml>. — 10. <http://wwwhimki.ru>. — 11. <http://www.eco-net.ru>.

Статья поступила  
11 ноября 2003 г.

#### SUMMARY

The results of analysis of the content of contaminating ingredient in water, bottom sediments and limnetic fish (*Perea fluviatilis*) in aquatory of Butakovsky bay in Khimky town of Moscow region are presented. On the base of the data obtained the conclusion has been made that it is necessary to find the main sources of contaminating Khimky-Sity region in order to control the technology of cleaming structures. In the zone of contamination (aquatory and waterside zone) recreational measures should be conducted.