

ES

Том 23, Номер 1

ISSN 0321-0596

ES

Январь - Февраль 1996

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ

Главный редактор
М.Г. Хубларян

Журнал освещает вопросы качества природных вод, состояние водных экосистем, комплексного использования вод суши и их взаимодействия с окружающей средой.

МАИК "НАУКА"



"НАУКА"

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Изотопно-геохимическое изучение урановых месторождений,
связанных с зонами пластового окисления

Г. М. Шор, Р. Е. Прилуцкий, В. П. Бадинова, Н. И. Комарова

116

КРАТКИЕ НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ

Исследование режимов свободной микроконвекции над водной поверхностью
в лабораторных условиях

А. А. Кузнецов, Н. Н. Попов, О. Н. Чернышев, В. И. Шевченко

120

Растворенное "желтое" вещество как природный индикатор
в гидрологических исследованиях

Ф. Я. Сидько, А. Д. Апонасенко, В. С. Филимонов, В. Н. Лопатин, А. Ф. Сидько

123

РЕЦЕНЗИИ

Карта экологической ситуации Куйбышевского водохранилища
в пределах республики Татарстан

И. В. Ланцова, В. Б. Яковлева

127

КАЧЕСТВО, ОХРАНА ВОД, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

УДК 615.015:576.24

БИОТЕСТИРОВАНИЕ ВОД ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕТЯЩИХСЯ БАКТЕРИЙ *PHOTOBACTERIUM PHOSPHOREUM*

© 1996 г. Г. В. Ковальшева, Е. Е. Лапина, О. П. Букреева

*Институт водных проблем Российской академии наук
107078 Москва, ул. Новая Басманная, 10*

Поступила в редакцию 30.09.93 г.

На примере Иваньковского водохранилища показана принципиальная возможность применения люминесцентного метода биотестирования для постоянного мониторинга качества природных вод. Выделены периоды максимальной антропогенной нагрузки на водохранилище. Изучено изменение уровня токсичности природной воды во времени и в пространстве.

Вопросы контроля качества природных вод до сих пор не теряют своей актуальности. Однако знание качественного и количественного содержания химических веществ в природной воде не позволяет четко и объективно определить состояние водной системы. В природной воде одна часть химических соединений образует комплексы с гуминовыми и фульвокислотами и таким образом теряет свою физиологическую активность [1], другая часть оказывает на живые организмы или суммарное, или синергетическое, или антагонистическое воздействие [4]. Учет указанных процессов необходим для правильной оценки экологической опасности химических веществ, поступающих в природные воды.

Широкое развитие методов биотестирования позволяет исследователям в дополнение к результатам химического анализа вод получать интегральную характеристику качества вод, которая учитывает взаимодействие и трансформацию химических веществ в природной воде и отражает реальное состояние водной экосистемы. Известно, что высокая чувствительность, хорошая воспроизводимость, экспрессность (время получения ответа за 2 - 15 мин) дают люминесцентному методу биотестирования ряд преимуществ перед другими биологическими тестами, применяющимися в мониторинге окружающей среды [7, 11, 13, 15].

Метод основан на регистрации изменения интенсивности люминесценции светящихся бактерий (при воздействии на них различных химических веществ как в смеси, так и по отдельности) и адекватно отражает нарушение физиологических и биохимических процессов в клетке (способность клеток к размножению, изменение дегидрогеназной активности) [4]. Чаще всего люминесцентный метод биотестирования применяется при контроле сточных вод [2, 3, 5] и определении

токсичности донных отложений [10, 14, 15]. В практике контроля степени загрязнения природных вод указанный метод не получил широкого распространения.

Следует отметить, что Иваньковское водохранилище – одно из основных источников питьевого водоснабжения Москвы. Формирование качества его вод происходит под влиянием мощных источников загрязнений (промышленных и коммунальных сточных вод Твери, Конаково, Ржева, Торжка и других городов), а также под влиянием поверхностного смыва с городских и сельскохозяйственных территорий водосбора, вклад которого в антропогенную нагрузку на водохранилище довольно высок [6].

Цель работы – изучение принципиальной возможности использования биотеста со светящимися бактериями для постоянного мониторинга качества природной воды (на примере Иваньковского водохранилища), а также выяснение взаимосвязи гидрохимических показателей и токсичности воды. Для наблюдения за изменением токсичности водных масс вследствие их загрязненности были выбраны различные фазы режима водоема: период интенсивного снеготаяния и половодья (16.03 - 30.04. 1992) и период летней межени (24.06 - 03.09.1992).

В первом случае осуществлялся ежедневный отбор проб на глубине 3 м русловой вертикали ств. № 3 (рис. 1). Во втором случае кроме наблюдений в контрольной точке проводились периодические серийные съемки по семи створам с отбором проб на нескольких вертикалях и горизонталях в зависимости от ширины и глубины русла [8]. Определялись 10 - 18 гидрохимических показателей (рН, электропроводность, цветность, NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+ , PO_4^{3-} , $\text{P}_{\text{общ}}$, $\text{P}_{\text{вал}}$, растворенный кисло-

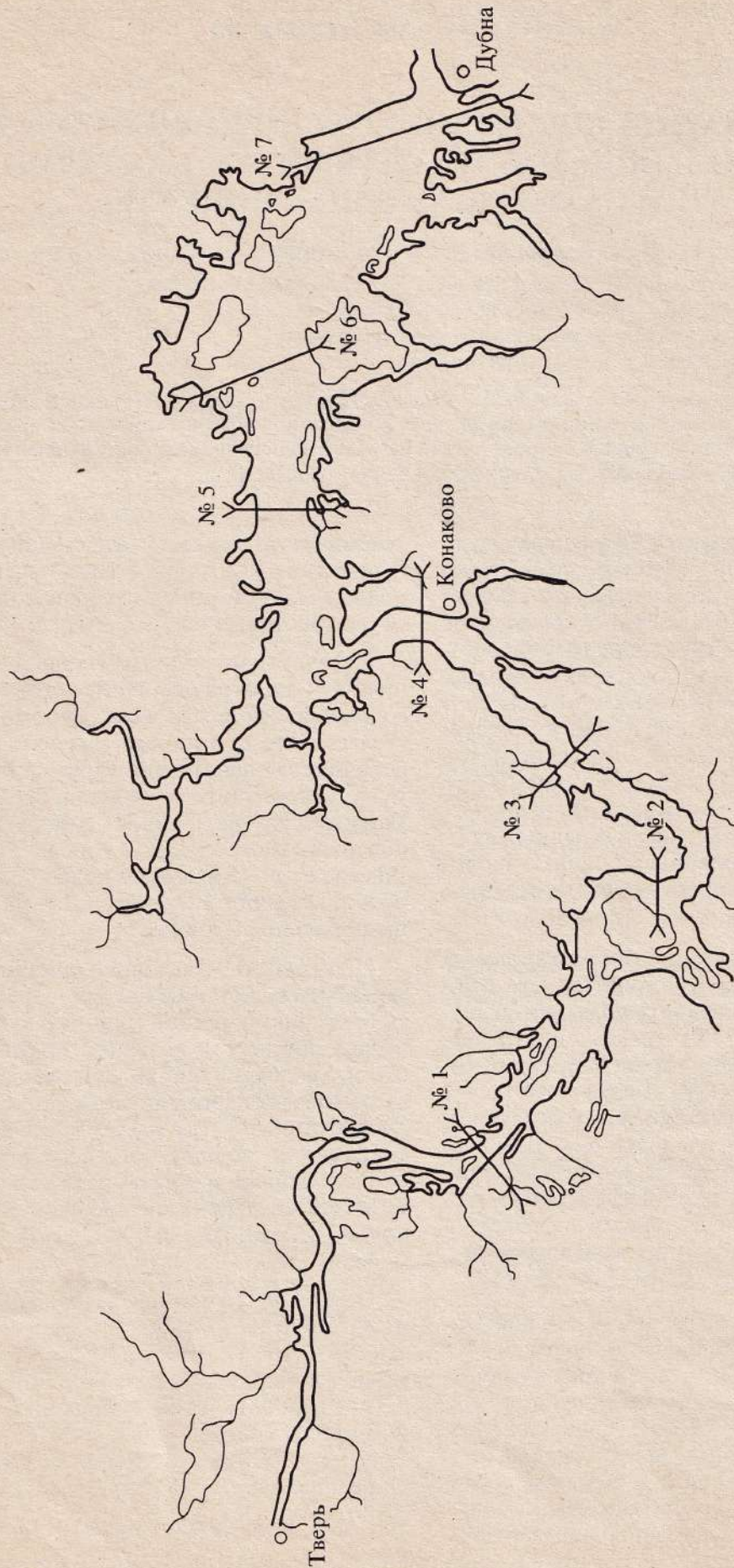


Рис. 1. Схема Ивановского водохранилища и расположения гидрологических створов. Здесь и на рис. 4 ств. № 1 – пос. Гродня (0), № 2 – о. Низовка (16.7), № 3 – д. Плоски (28), № 4 – г. Конаково (33.8), № 5 – пос. Корчева (52), № 6 – о. Клишцы (60.2), № 7 – г. Дубна (70.4) (в скобках указано расстояние, км, от ств. № 1).

род, БПК₅, перманганатная окисляемость, СГ, SQ_4^{2-} , жесткость, щелочность, HCO_3^- , взвешенные частицы) и токсичность среды как интегральная характеристика качества воды. Люминесценция светящихся бактерий *Photobacterium phosphoreum* измерялась на портативном пробирочном люминометре "Emilite-1003A" производства СП "Биохиммак". Расчет относительных единиц (отн. ед.) токсичности проводился с использованием Г-функции [12] с учетом 15-мин экспонирования проб. Оценка уровня токсичности воды осуществлялась по величине эффекта анализируемых проб на люминесценцию светящихся бактерий. Установлено, что при тушении свечения 0, <25, 25 - 75, >75% и Г = 0, 0 - 0.3, 0.3 - 3, >3 усл. ед. образец нетоксичен, слаботоксичен, токсичен и сильнотоксичен соответственно. Анализ корреляционных зависимостей проводился с использованием программы "Ахим" на IBM PC\AT 286.

В период интенсивного снеготаяния и половодья с помощью люминесцентного метода биотестирования было зафиксировано увеличение токсичности воды до 0.4 отн. ед. (рис. 2). В то же время превышения концентраций определяемых нами гидрохимических показателей не наблюдалось. Появление пика токсичности, по-видимому, можно объяснить увеличением концентрации ксенобиотиков, поступающих в воды водохранилища с поверхностным смывом. Обычно предполагается, что наибольшая антропогенная нагрузка на водные бассейны приходится на зимнюю межень. Однако результаты исследований последних лет показали, что максимальные концентрации антропогенных загрязняющих веществ стали наблюдаться в периоды интенсивного снеготаяния и половодья, причем особую роль играют неконтролируемые источники загрязнений [6].

Регистрируемое после двухдневного пика снижение уровня токсичности (рис. 2) вызвано либо изменением химического состава талого стока, либо уменьшением в нем концентрации токсичных веществ. Дальнейшее колебание уровня токсичности в пределах 0 - 0.3 отн. ед. указывают на равновесное состояние водной экосистемы.

Особое внимание хотелось бы уделить появлению пиков токсичности природной воды в период летней межени (рис. 3). Высокий уровень токсичности (0.89 отн. ед.), зафиксированный в контрольной точке, может быть либо результатом прямого антропогенного воздействия на водную экосистему, либо следствием развития внутриводоемных процессов. Интенсивное цветение фитопланктона, стимулированное поступлением сточных вод и поверхностного смыва с урбанизированных территорий, способно увеличить токсичность водных масс и донных отложений [10]. Оценить роль каждого процесса в увеличении токсичности

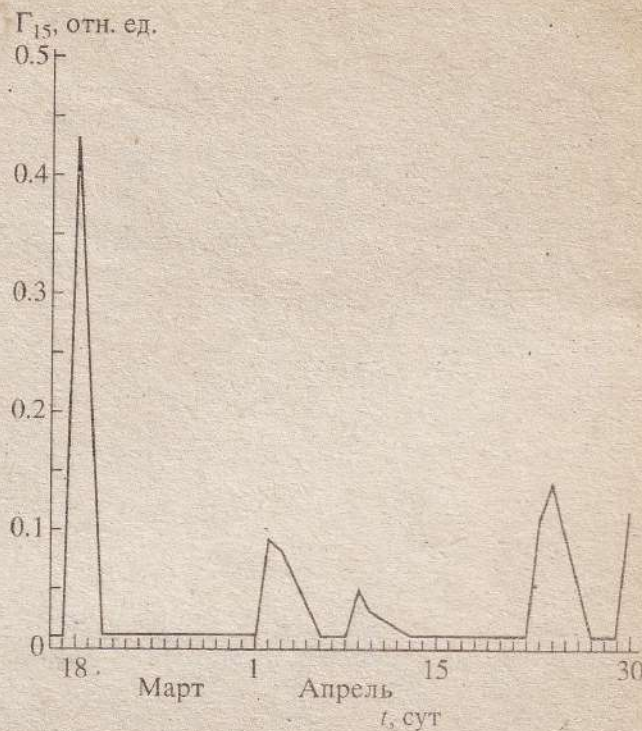


Рис. 2. Изменение токсичности в период снеготаяния и половодья (ств. 3, русло, 3 м).

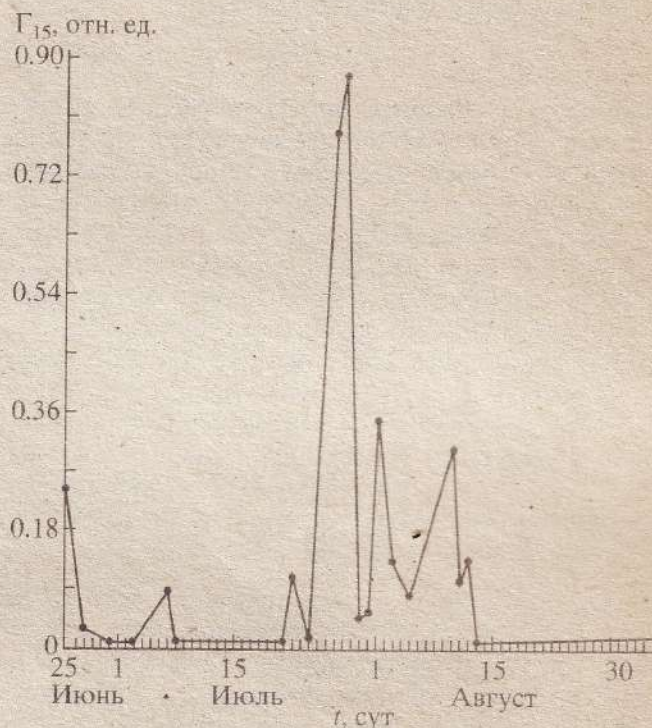


Рис. 3. Изменение токсичности в период летней межени (ств. 3, русло 3 м).

довольно сложно, тем более, что границы зон влияния основных источников загрязнений Иваньковского водохранилища до сих пор не определены.

Исследования динамики токсичности на отдельных створах, проведенные в июне - июле 1992 г.

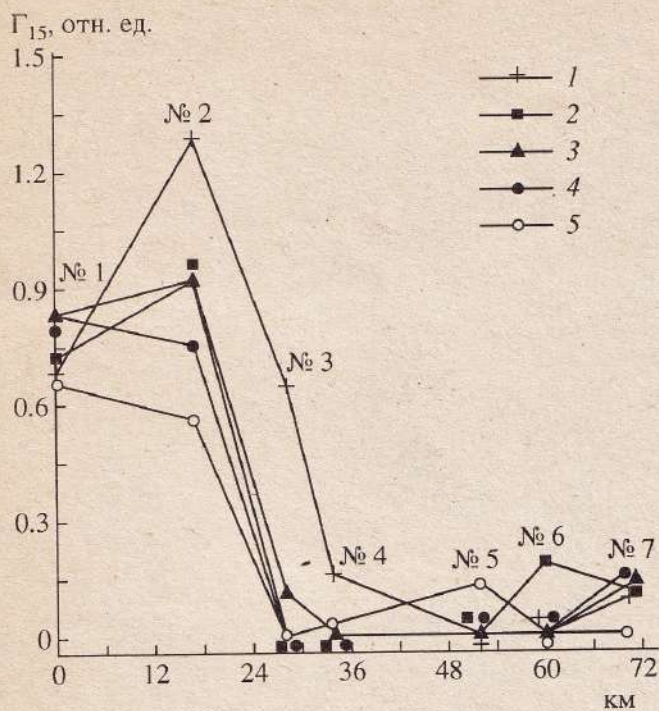


Рис. 4. Постворные изменения токсичности (съемка выполнена 22 - 23.07.1992). 1 — русло, дно; 2 — левый берег, поверхность; 3 — русло, 3 м; 4 — русло, поверхность; 5 — правый берег, поверхность.

позволили установить пространственное распределение по водохранилищу загрязненных водных масс. На рис. 4 представлены результаты наиболее характерной для этого периода серийной съемки. Высокий уровень токсичности (0.3 - 3.0 отн. ед.) в ств. № 1 и 2 свидетельствует о глубоком проникновении сточных вод Твери в Иваньковское водохранилище. Однако сделать окончательное заключение можно лишь после детального изучения поступления токсичных водных масс и их распространения по акватории водоема от источника загрязнений. Уменьшение значений токсичности до 0, 0.3 отн. ед. в ств. № 3 и 4 соответственно можно рассматривать как результат самоочищающей способности водохранилища.

Использование люминесцентного метода биотестирования позволило также выяснить следующую закономерность: наиболее токсичные воды располагались преимущественно в придонном слое, а менее токсичные находились на глубине 3 м и у поверхности (рис. 4). Токсичность прибрежных водных зон практически всегда была близка к токсичности поверхностного слоя русловой вертикали. В то же время существенных различий гидрохимических показателей не отмечалось.

Анализ корреляционных зависимостей токсичности от гидрохимических параметров показал, что наиболее близким к пространственной динамике уровня токсичности было изменение

БПК₅ (коэффициент корреляции в некоторых случаях достигал 0.95). Для биогенных веществ обнаружена слабая взаимосвязь с концентрациями $P_{\text{общ}}$ и $P_{\text{вал}}$ (коэффициенты корреляции достигали 0.56 и 0.54 соответственно) и суммарного азота (коэффициент корреляции 0.68). От других физико-химических показателей (рН, электропроводность, T , °С, цветность, Cl^- , SO_4^{2-} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- , щелочность, растворенный кислород, перманганатная окисляемость, взвешенные частицы) каких-либо зависимостей обнаружено не было, что не противоречит данным, полученным с помощью биотеста на дафниях [9].

ВЫВОДЫ

Высокая чувствительность люминесцентного метода биотестирования позволяет использовать его для определения токсичности природных вод, а экспрессность метода — создать систему постоянного мониторинга за качеством воды, что особенно важно для водохранилищ — источников питьевого водоснабжения.

Выявлены два периода наиболее мощного антропогенного воздействия на воды Иваньковского водохранилища, изучены закономерности распределения токсичных водных масс по его акватории. Результаты люминесцентного биотестирования хорошо согласуются с данными биотеста на дафниях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Варвалина Г.В., Кочарян А.Г., Лапин И.А. и др. // Вод. ресурсы. 1988. № 4. С. 96.
2. Виделец И.Ю., Сименская Т.Ф., Луцкая Н.И., Шендеров А.Н. // Обобщенные показатели качества вод-83. Практические вопросы биотестирования и биоиндикации. Тез. докл. Всесоюз. симпоз. Черноголовка, 1983. С. 39.
3. Гиль Т.А., Балаян А.Э., Стом Д.И. // Микробиология. 1983. Т. 52. № 6. С. 1014.
4. Гиль Т.А., Саксонов М.Н., Стом Д.И. // Вод. ресурсы. 1985. № 3. С. 118.
5. Гиль Т.А., Червякова Н.Ю., Балаян А.Э. // Обобщенные показатели качества вод-83. Практические вопросы биотестирования и биоиндикации. Тез. докл. Всесоюз. симпоз. Черноголовка, 1983. С. 46.
6. Кирпичникова Н.В. Дис. ... канд. техн. наук. М.: ИВП РАН, 1992.
7. Методы биоиндикации и биотестирования природных вод. Л.: Гидрометеиздат, 1987. 160 с.
8. Практические рекомендации по гидрологическому изучению загрязнения и самоочищения рек, озер и водохранилищ. Л.: ГГИ, 1971. 26 с.

9. Хоружая Т.А., Брызгалов В.А., Предеина Л.М., Короткова Е.И. // Методы и технические средства оперативного мониторинга качества поверхностных вод. СПб.: Гидрометеоздат, 1991. С. 47.
10. Bihari N., Najdek M., Floris R. et al. // Mar. Ecol. Prog. Ser. 1989. V. 57. № 3. P. 307.
11. Bulich A.A. // Proc. Biochem. 1982. V. 17. № 2. P. 45.
12. Bulich A.A., Isenberg O.I. // Inst. Soc. Am. Trans. 1981. V. 20. P. 29.
13. Bulich A.A., Tung K.-K., Scheibner G. // J. Biolum. Chemilum. 1990. V. 5. P. 71.
14. Schiewe M.H., Hawk E.G., Actor D.I., Krahn M.M. // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 1985. V. 42. № 7. P. 1244.
15. Williams L.G., Chapman P.M., Ginn T.C. // Marine Env. Res. 1986. V. 19. № 3. P. 225.