

ОЦЕНКА ХИМИЧЕСКИХ И ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВОДЫ УЧАСТКА РЕКИ ХОПЕР

Е. Ю. Иванова, А. В. Скрипкина

*Воронежский государственный университет, Россия
Воронежский орган системы экологической сертификации, Россия*

Поступила в редакцию 10 ноября 2014 г.

Аннотация: В статье проанализированы материалы, собранные экспедицией «Хопер-2013», в том числе некоторые химические, микробиологические и токсикологические характеристики воды.

Ключевые слова: биотестирование, токсичность, минерализация, микробное число.

Abstract: The article analyses materials, collected by the expedition «Khoper -2013», including some chemical, microbiological and toxicological water characteristics.

Key words: biotesting, toxicity, mineralisation, microbial number.

Летом 2013 прошла экологическая байдарочная экспедиция «Хопер-2013», которая стартовала 30 июля от села Кучки (Пензенская область). Именно в этом месте выходят на поверхность родники, которые, дают начало одной из красивейших рек Европейской части нашей страны. Участники экспедиции насчитали 12 родников. В состав экспедиции входило 13 человек, 9 из них были школьники. Во время экспедиции отобраны пробы воды, измерены температура воды, глубины, при помощи эхолота сделаны профили дна.

Отбор проб произвели в 18 точках: 1) исток реки Хопер (Пензенская обл.); 2) пос. Пановка (Пензенская обл.); 3) ниже по течению слияния реки Хопер с рекой Туманейкой (Пензенская обл.); 4) ниже по течению пос. Секретарка (Пензенская обл.); 5) ниже по течению с. Константиновка (Пензенская обл.); 6) река Сердоба (Пензенская обл.); 7) до слияния реки Хопер с рекой Сердоба (Пензенская обл.); 8) ниже по течению пос. Софьино (Пензенская обл.); 9) пос. Бекова (Пензенская обл.); 10) пос. Чадаевка (на границе Пензинской и Саратовской областей); 11) до слияния реки Хопер с рекой Ворона (Воронежская обл.); 12) река Ворона (хуже чем хоппер) (Воронежская обл.); 13) ниже затона Черкасский (Воронежская обл.); 14) перед кардоном Кутиха (Воронежская обл.); 15) до слияния реки Хопер с рекой Карачан (Воронежская обл.); 16) река Карачан (Воронежская обл.); 17) по-

ляна «Мостовая» на территории заповедника (Воронежская обл.); 18) там же ниже по течению.

Сразу после отбора проб был проведен анализ некоторых химических характеристик воды, таких как общая жесткость, минерализация, катион аммония и содержание железа [5]. Минерализацию и рН определяли специальными портативными приборами.

Для определения общей жесткости пользовались объемным трилонометрическим методом, который относится к числу комплексонометрических [5]. Определение железа, нитратов, нитритов и катиона аммония является колориметрическим [5].

Далее проводили оценку общего микробного числа по стандартной методике.

В результате проведенных химических исследований были получены следующие результаты (рис. 1, 2, 3).

По минерализации вода относится к пресной 200-500 мг/л, по общей жесткости – к средне жесткой 4,0-6,0 мг-экв/л. Катион аммония превышает ПДК в 3,5 раза. Причинами такого явления могли послужить древесные завалы в верхнем течении реки, кроме того в верховьях река имеет малую глубину и ширину, а также медленное течение. Также свой вклад вносят населенные пункты, расположенные по берегам на всем протяжении реки, смыв минеральных удобрений и органики с полей.

Дополнительно в ходе экспедиции «Хопер-2013» в полевых условиях были измерены температура воды, глубины и содержание кислорода. Эти по-

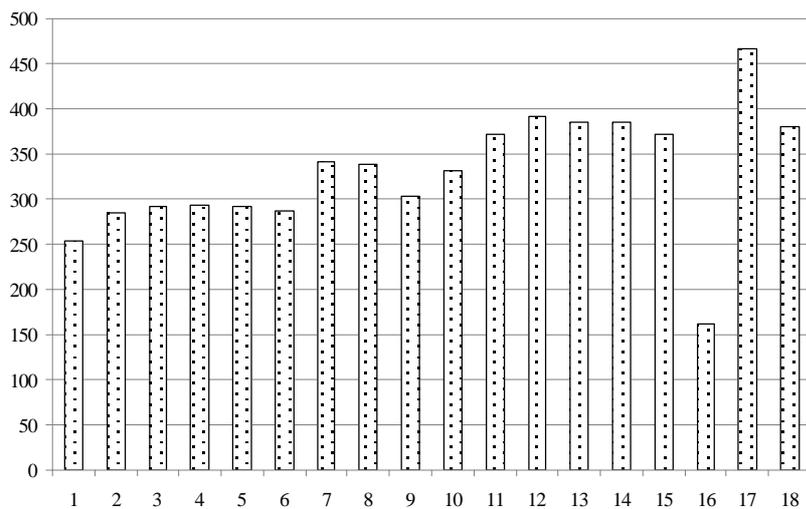


Рис. 1. Минерализация воды реки Хопер (мг/л)

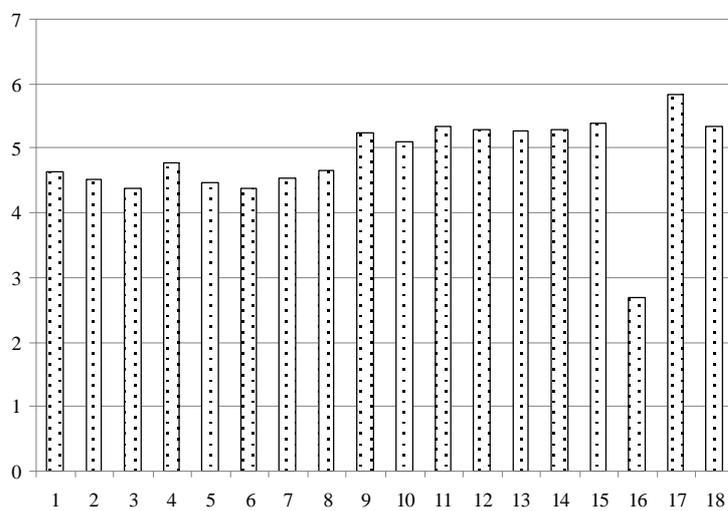


Рис. 2. Жесткость воды реки Хопер (мг-экв/л)

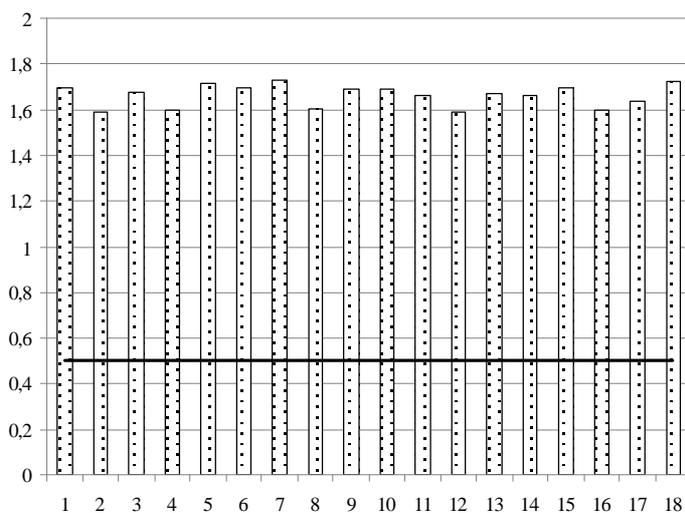


Рис. 3. Катион аммония в воде реки Хопер (мг/л)



Рис. 4. Общая минерализация, температура и содержание растворенного кислорода в 21 точках

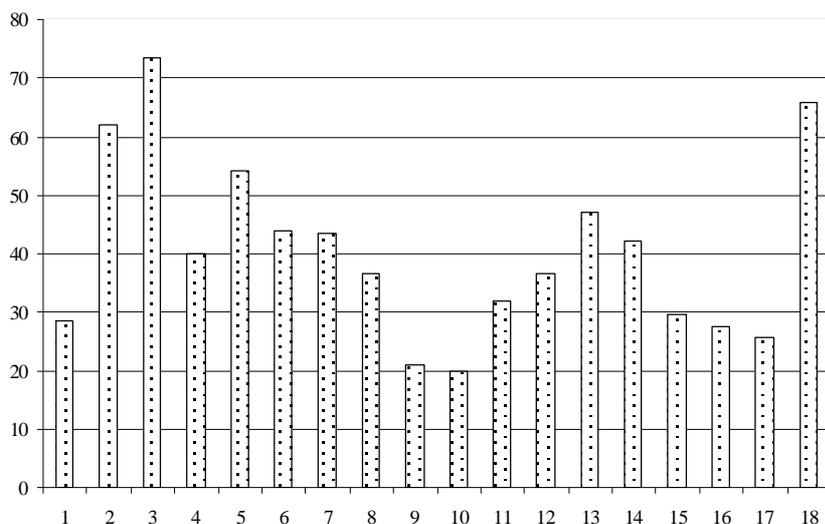


Рис. 5. Общее микробное число в воде реки Хопер

казатели не совпадают с точками отбора проб, т.к. измерения проводились в местах стоянок экспедиции (рис. 4).

Корреляционный анализ показал слабую положительную связь между температурой и минерализацией и содержанием кислорода (0,25 и 0,28 соответственно) и положительную – между кислородом и минерализацией (0,57). Между видовой насыщенностью и температурой, общей минерализацией слабая положительная корреляция (0,25 и 0,24 соответственно).

Также в ходе экспедиции проводили измерение глубины водоема и построение профилей дна реки Хопер на отдельных участках. Максимальная глубина колеблется от 1,6 м на 1 остановке до 4,6 м на последней. Следует заметить, что так как эхолот работал постоянно, то нами зафиксированы глубины в верхнем течении до 10 м (ниже впадения реки Вязовка), и до 11 м в среднем течении (в районе кардона Кутиха, Хоперский государственный природный заповедник).

Микробное число колеблется от 20 до 75 КОЕ в 1 мл воды. Содержание микроорганизмов во всех пробах воды не превышает допустимых норм (рис. 5).

Для оценки токсичности природных вод из реки Хопер мы реализовали методику «Определение токсичности проб поверхностных пресных, грунтовых, питьевых и сточных вод, водных вытяжек из почвы, осадков сточных вод и отходов по изменению оптической плотности культуры водоросли хлорелла». В данной методике критерием токсичности пробы воды является как снижение средней величины оптической плотности по сравнению с контрольным вариантом на 20% и более, в случае подавления роста тест-культуры, так и ее повышение на 30% и более при стимуляции ростовых процессов. В точках 2, 3, 11, 16 стимуляция роста хлореллы в пределах погрешности, т.е. вода не проявляет токсичности в тесте. В точках 4, 5, 7, 9, 14, 17 стимуляция роста в 3-4 раза выше чем в контроле. В точке 6 в 10 раз стимуляция роста выше контроля (рис. 6).

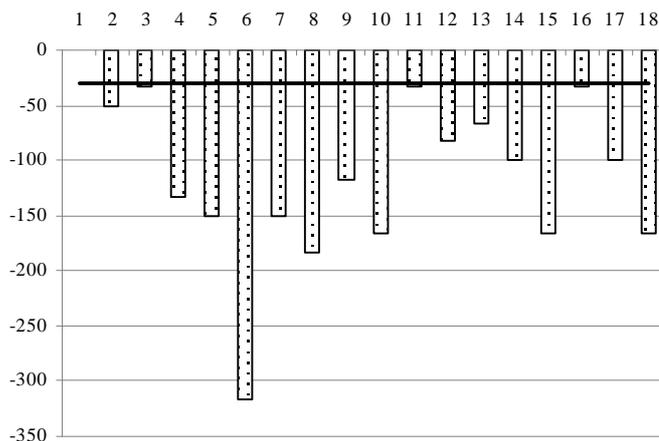


Рис. 6. Определение токсичности при помощи хлореллы *Chlorella vulgaris* Beijer

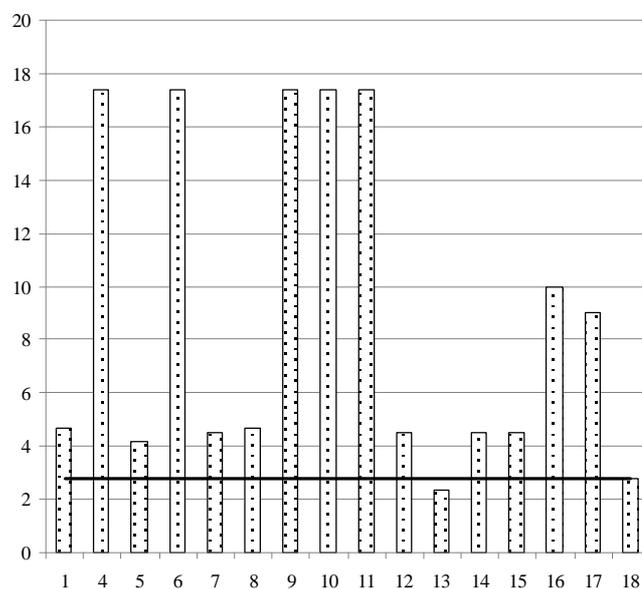


Рис. 7. Определение хронической токсичности воды по плодовитости цериодафний (*Ceriodaphnia affinis*)

В природных водах стимуляция роста хлореллы свидетельствует о том, что вода загрязнена низкомолекулярными органическими соединениями либо биогенами (нитраты, фосфаты). Это возможно в случаях разложения в воде большого количества органических остатков. Органические остатки в воду могут попадать из-за разложения большого количества растительности в воде. Почти на всем протяжении пути в верхнем течении реки, мы столкнулись с древесными завалами.

Для проведения токсикологического анализа воды реки Хопер нами была использована методика «Определение токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости цериодафний» [3]. Принцип основан на определении смертности и изменений плодовитости цериодафний

(*Ceriodaphnia affinis*) при воздействии токсических веществ, присутствующих в исследуемой водной среде, по сравнению с контрольной культурой в пробах, не содержащих токсических веществ (контроль).

Острая токсичность в ходе исследования выявлена в двух пробах. Результаты хронической токсичности указаны в таблице.

Острая токсичность была выявлена в точках 2 и 3, которые находятся возле поселка Пановка и до слияния реки Туманейка. Здесь река имеет минимальную ширину и глубину до 1,5 м, а антропогенная нагрузка достаточно велика.

Для проб, в которых не выявлена острая токсичность, был продолжен опыт по определению хронической токсичности по определению изменения плодовитости цериодафний. Результат представлен на рисунке 7.

Результаты токсикологического анализа проб воды реки Хопер с использованием цериодафний в 2013 году.
Острая токсичность

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
24 часа	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
48 часов	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Показатель достоверности хронической токсичности превышает коэффициент Стьюдента в несколько раз и изменяется от 2,36 до 17,37. Самые большие показатели хронической токсичности связаны с сильным загрязнением вод. В точках 4 ниже по течению пос. Секретарка (Пензенская обл.), 9 пос. Бекова (Пензенская обл.), 10 пос. Чадаевка (на границе Пензенской и Саратовской областей), 11 до слияния реки Хопер с рекой Ворона (Воронежская обл.) это может быть связано с населенными пунктами находящимися выше по течению отбора проб. Могут влиять дождевые стоки, канализация, смыв с полей. Высокие показатели хронической токсичности в точках 6 река Сердоба (Пензенская обл.) и 16 река Карачан (Воронежская обл.) связаны с тем, что Сердоба не глубокая и не широкая река, на берегу которой расположен город Сердобск, где находятся заводы: машиностроительный завод и маслозавод «Мечта». Возможно именно они влияют негативно на состояние воды. Реку относят к классу «умеренно загрязненных». Систематически регистрируются превышения предельно допустимых норм содержания суммы органических загрязняющих веществ, соединений азота, фосфора, нефтепродуктов, фенола, железа, марганца, ряда тяжелых металлов и других веществ. Низкой остается самоочищающаяся способность экосистем реки. Происходит загрязнение и заиливание. Ухудшилось качественное состояние возделываемых почв, что приводит к необходимости внесения удобрений [4].

С чем конкретно может быть связан результат хронической токсичности в реке Карачан сказать сложно. Такой высокий показатель хронической токсичности в точке 17, находящейся на территории Хоперского заповедника, возможен из-за аккумуляции токсических веществ выше по течению в реке Ворона и в самом Хопре из-за влияния города Борисоглебск и большого количества туристских баз.

Текущее состояние реки продолжает оставаться предметом для дискуссий. Есть всего два официальных источника, на которых приводятся реальные данные о состоянии реки. На официальном сайте администрации города Балашов приводятся сведения о сильном загрязнении реки Хопер. Также Министерством природных ресурсов воды реки отнесены к третьему классу («очень загрязненные») [1, 2].

По результатам проведенных нами исследований мы не можем сказать, что река относится к третьему классу. Все показатели находятся в пределах нормы.

Однако по результатам токсикологических исследований состояние воды в реке Хопер вызывает тревогу. Оба теста показали наличие соединений, вызывающих токсические эффекты, как на хлорелле, так и на цериодафниях. Биологические методы контроля состояния окружающей среды способны сигнализировать об опасности при начальных уровнях изменения качества среды. Поэтому необходимо учитывать полученные результаты биотестов для изменения уровня антропогенной нагрузки на реку Хопер.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зобова А. М. К вопросу химического состава воды р. Хопер в Центральной части Хоперского госзаповедника / А. М. Зобова // Состояние, изучение и сохранение заповедных природных комплексов лесостепной зоны. – Воронеж, 2000. – С. 22-24.
2. Зобова А. М. Оценка качества воды р. Хопер в средней части Хоперского заповедника / А. М. Зобова // Состояние, изучение и сохранение заповедных природных комплексов лесостепной зоны. – Воронеж, 2000. – С. 24-26.
3. Иванова Е. Ю. Анализ некоторых компонентов водной экосистемы реки Дон в районе функционирования Нововоронежской АЭС методом биотестирования / Е. Ю. Иванова // Экологическая геология: теория, практика и региональные проблемы : материалы 3 Меж-

дународной научно-практической конференции. – Воронеж, 2013. – С. 110-112.

4. Орлов Д. С. Экология и охрана гидросферы при химическом загрязнении : учебное пособие / Д. С. Орлов, Л. К. Садовникова, И. Н. Лозановская. – Москва : Высшая школа, 2012. – 167 с.

5. Руководство по определению методов биотестирования токсичности вод, донных отложений, загрязняющих веществ и буровых растворов. – Москва : Российское экологическое федеральное информационное агентство, Национальное информационное агентство «Природа», 2002.

6. Токсикологические методы анализа. Методика определения токсичности питьевых, природных и сточных вод, водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов производства и потребления по изменению оптической плотности культуры водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris* Beijer) : ПНД Ф Е 14.1:2:4.10-2004; Т : 6.1:2.3:3.7-2004. – Москва : Федеральная служба по надзору в сфере природопользования, 2004. – 42 с.

REFERENCES

1. Zobova A. M. K voprosu khimicheskogo sostava vody r. Khoper v Tsentral'noy chasti Khoperskogo goszapovednika / A. M. Zobova // Sostoyanie, izuchenie i sokhranenie zapovednykh prirodnykh kompleksov lesostepnoy zony. – Voronezh, 2000. – S. 22-24.

2. Zobova A. M. Otsenka kachestva vody r. Khoper v sredney chasti Khoperskogo zapovednika / A. M. Zobova //

Sostoyanie, izuchenie i sokhranenie zapovednykh prirodnykh kompleksov lesostepnoy zony. – Voronezh, 2000. – S. 24-26.

3. Ivanova E. Yu. Analiz nekotorykh komponentov vodnoy ekosistemy reki Don v rayone funktsionirovaniya Novovoronezhskoy AES metodom biotestirovaniya / E. Yu. Ivanova // Ekologicheskaya geologiya: teoriya, praktika i regional'nye problemy : materialy 3 Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. – Voronezh, 2013. – S. 110-112.

4. Orlov D. S. Ekologiya i okhrana gidrosfery pri khimicheskom zagryaznenii : uchebnoe posobie / D. S. Orlov, L. K. Sadovnikova, I. N. Lozanovskaya. – Moskva : Vysshaya shkola, 2012. – 167 s.

5. Rukovodstvo po opredeleniyu metodov biotestirovaniya toksichnosti vod, donnykh otlozheniy, zagryaznyayushchikh veshchestv i burovyykh rastvorov. – Moskva : Rossiyskoe ekologicheskoe federal'noe informatsionnoe agentstvo, Natsional'noe informatsionnoe agentstvo «Priroda», 2002.

6. Toksikologicheskie metody analiza. Metodika opredeleniya toksichnosti pit'evykh, prirodnykh i stochnykh vod, vodnykh vytyazhek iz pochv, osadkov stochnykh vod i otkhodov proizvodstva i potrebleniya po izmeneniyu opticheskoy plotnosti kul'tury vodorosli khlorella (*Chlorella vulgaris* Beijer) : PND F E 14.1:2:4.10-2004; T:6.1:2.3:3.7-2004. – Moskva : Federal'naya sluzhba po nadzoru v sfere prirodopol'zovaniya, 2004. – 42 s.

Иванова Екатерина Юрьевна

кандидат биологических наук, доцент кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского государственного университета, г. Воронеж, т. (473) 266-56-54, E-mail: ivanova.vsu@gmail.com

Скрипкина Анастасия Викторовна

специалист Воронежского органа системы экологической сертификации, т. (950) 773-66-25, E-mail: anastasiya_skripkina@mail.ru

Ivanova Ekaterina Yurievna

candidate of biological Sciences, associate Professor, Department of Geoecology and environmental monitoring of the faculty of geography, Geoecology and tourism, Voronezh state University, Voronezh, tel. (473) 266-56-54, E-mail: ivanova.vsu@gmail.com

Skripkina Anastasiya Viktorovna

specialist Voronezh body system of environmental certification, tel. (950) 773-66-25, E-mail: anastasiya_skripkina@mail.ru