

УДК 574.632

**ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ УХОДЯЩИХ СТОЧНЫХ ВОД
БИОЛОГИЧЕСКИХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ****Е.С. Закамская, Е.А. Скочилова***Марийский государственный университет, Йошкар-Ола*

Приведена комплексная оценка уходящих сточных вод биологических очистных сооружений и канализации (БОСК) Республики Марий Эл. Установлено, что исследуемые пробы воды не соответствовали гигиеническим нормам по прозрачности. По запаху и водородному показателю во всех случаях превышения установленных гигиенических норм не наблюдается. По химическим показателям исследуемых сточных вод самой загрязненной является уходящая вода в р. Параньгинка с БОСК п. Параньга. Токсическое действие на *Daphnia magna* оказывает вода очистных сооружений п. Параньга. Токсического действия уходящих сточных вод БОСК г. Козьмодемьянска, п. Ронга, п. Люльпаны, г. Йошкар-Олы МУП «Водоканал» на *Daphnia magna* не выявлено.

The paper totally assesses the outgoing sewage water state and sewage in Mari El. It has been found that the tested water samples do not satisfy transparency sanitary standards. Smell standards and pH value are abided by in all cases. The Paranga sewage disposal system gives chemically the most polluted water, outgoing to the Paranginka River and having a toxic impact on *Daphnia magna*. The outgoing sewage water toxic impact on *Daphnia magna* is not found in the sewage disposal systems of Kosmodemiansk, Ronga, Lyulpany, Yoshkar-Ola (MUP Vodokanal).

В связи с быстрыми темпами урбанизации и несколько замедленным строительством новых и модернизацией имеющихся очистных сооружений или неудовлетворительной их эксплуатацией водные бассейны загрязняются отходами, поступающими со сточными водами. Комплексную оценку качества окружающей природной среды можно дать только при сочетании физико-химических методов исследований с биологическими, так как живые организмы и их сообщества интегрально реагируют на совокупность всех факторов.

В связи с этим целью настоящей работы является комплексная оценка уходящих сточных вод биологических очистных сооружений и канализации (БОСК) Республики Марий Эл.

Нами было отобрано 6 проб уходящих сточных вод биологических очистных сооружений Республики Марий Эл: уходящая вода с БОСК в р. Параньгинка п. Параньга, уходящая вода с БОСК в р. Волга г. Козьмодемьянск, уходящая вода с БОСК в р. Ронга п. Советский, уходящая вода с БОСК п. Люльпаны, уходящая из канала БОСК г. Йошкар-Олы МУП «Водоканал».

В ходе работы мы проводили анализ сточных вод по химическим и органолептическим показателям, а также биотестирование взятых проб. Вода из биологических очистных сооружений оценивалась по органолептическим (запах, прозрачность) и химическим

(хлориды, сульфаты, аммонийные вещества, нитраты, нитриты, фосфор, железо, нефтепродукты, сероводород, жиры) показателям, а также химическое потребление кислорода (ХПК) и биологическое потребление кислорода (БПК₅).

В последнее время стал актуальный метод оценки токсичности вод при помощи различных организмов тест-объектов (Dey, 1987; Vodar, 1991; Conilio, Bando, 1992; Захаров и др., 1997; Гелашвили, 1999; Бедова, Фоминых, 2004). Это связано с тем, что результаты химического анализа, проводимого с помощью сложного аналитического оборудования, во многих случаях не позволяют оценить воздействие тех или иных загрязнителей на живые организмы. В качестве тест-объекта для определения токсичности сточных вод была выбрана дафния магна (*Daphnia magna* Straus). Методика основана на определении смертности при воздействии токсических веществ, присутствующих в исследуемой водной среде, по сравнению с контролем (Жмур, 1997).

Острое токсическое действие исследуемой воды на дафний определяется по их смертности (летальности) за определенный период экспозиции. Критерием острой токсичности служит гибель 50 % и более дафний за 96 часов. Биотестирование водной среды проводят только на синхронизированной культуре дафний. Синхронизированной является одновозрастная культура, полученная от одной самки путем партено-

генеза в третьем поколении. Такая культура генетически однородна. Рачки, ее составляющие, обладают близкими уровнями устойчивости к токсическим веществам, одновременно созревают и одновременно дают генетически однородное потомство. Возраст рачков 15 ± 9 часов. Учет смертности дафний в опыте и контроле проводят через каждый час до конца первого дня опыта, а затем 2 раза в сутки ежедневно до истечения 96 часов. Определение токсичности каждой пробы и каждого разбавления проводится в трех параллельных сериях и сопровождается одной для всех разбавлений серией контроля в трех стаканах. Для подготовки культивационной воды питьевую воду отстаивают в течение 3–7 суток (до полного дехлорирования). Она же используется и в качестве контрольной.

Результаты исследования

Проведя анализ по органолептическим показателям, можно дать первую оценку состояния качества воды. В результате анализа уходящих сточных вод с биологических очистных сооружений канализации по органолептическим показателям установлено, что, по прозрачности не соответствует нормативным параметрам уходящая вода во всех исследованных пробах; по запаху и водородному показателю во всех случаях превышения установленных гигиенических норм не наблюдается.

По химическим показателям исследованных проб уходящих сточных вод биологических очистных сооружений установлено, что наиболее загрязненной является проба воды с БОСК в р. Параньгинка п. Параньга, в которой установлено превышение нормативных показателей аммонийных веществ в 21 раз, железа – в 30 раз, жиров – в 836 раз и ХПК – в 20 раз, БПК₅ – 11,4 раза. Химический анализ также выявил небольшое содержание сероводорода, 0,0017, в то время как в норме его быть не должно.

Химические анализы уходящей воды с БОСК в р. Волга г. Козьмодемьянска выявили превышения по следующим веществам: аммонийному азоту – в 10,7 раз, нефтепродуктам – в 1,34 раза. Достаточно много в воде сероводорода, превышение – в 2,1 раз. ХПК больше нормативного показателя в 5,97 раз и БПК₅ – 24,12 раз. Содержание хлоридов, сульфатов, фосфатов находится в пределах допустимых норм. Нитратов, нитритов, железа, жиров в данной пробе воды не было обнаружено.

Наиболее чистой является уходящая вода из канала БОСК г. Йошкар-Олы МУП «Водоканал», где наблюдается небольшое превышение предельно допустимых концентраций по аммонийному азоту и БПК; далее идут: уходящая вода с БОСК п. Люльпаны, в которой установлено превышение ПДК по содержанию нефтепродуктов и ХПК, уходящая вода с БОСК

в р. Ронга п. Советский, где также отмечено превышение установленных для питьевой воды норм по двум показателям – содержанию железа и ХПК.

Химический метод позволяет количественно оценить интенсивность воздействия конкретного загрязняющего вещества на водный объект, но не дает реальную информацию о токсичности самого водного объекта. Последнее обусловлено тем, что: во-первых, природные воды содержат огромное разнообразие химических компонентов, проявляющих друг к другу ингибирующее или, напротив, синергическое воздействие, биологический эффект которых невозможно оценить путем идентификации отдельных компонентов; во-вторых, многие инертные химические вещества, попадая в поверхностные воды, образуют новые токсичные соединения; в-третьих, водные организмы могут получать летальные дозы токсичных веществ за счет накопления (биоаккумуляции) при исходно низкой (безопасной) концентрации их в воде; и, наконец, мониторинг за каждым химическим веществом технически нереален – сегодня контролируется не более 0,5 % поступающих в водную среду загрязняющих веществ. Биотестирование как метод позволяет дать интегральную оценку качества среды.

В результате опыта на острое токсическое действие проб уходящих сточных вод с БОСК в р. Параньгинка п. Параньга (проба 1) установлено, что уходящая вода оказывает острую токсичность на тест-объект. Из десяти особей *Daphnia magna* не выжил ни один рачок. В пробе воды с кратностью разбавления 1:2, где концентрация раствора составила 50 %, количество выживших дафний из 10 составило 6. При разбавлении сточной воды 1:4 (25 %) все десять особей *Daphnia magna* выжили (рис. 1).



Рис. 1. Смертность *Daphnia magna* в пробах воды БОСК п. Параньга

Для определения летальной кратности разбавления (ЛКР) и безвредной кратности разбавления (БКР) на основании полученных в ходе биотестирования данных использовали пробит-анализ (табл.).

Значения десятичных логарифмов для исследованных концентраций сточных вод и пробитное значение от экспериментально установленного процента гибели *Daphnia magna*

Концентрация сточных вод (С), %	Десятичный логарифм концентрации (lgC)	Количество погибших особей, %	Значения пробитов для процента гибели
25	1,3980	0	–
50	1,6990	40	4,75
100	2,0000	100	7,33

Пробитное значение 5,0 соответствует логарифму концентрации исследуемой воды 1,73, вызывающей ингибирование 50 % тест-параметра за 96 часов экспозиции (рис. 2). Логарифм процентной концентрации $LgC_{50-96} = 1,73$ соответствует процентной концентрации 53,7 %.

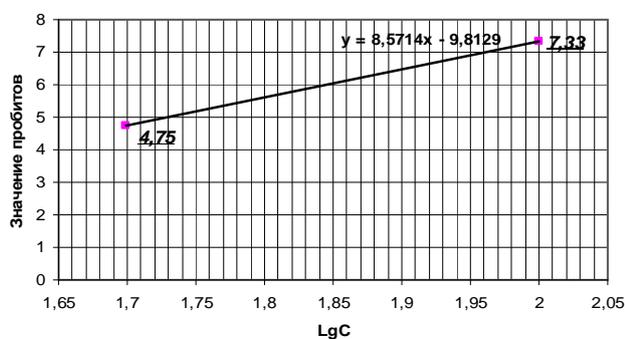


Рис. 2. Линейная зависимость пробитного значения гибели *Daphnia magna* от логарифма концентрации исследуемых вод

Таким образом, устанавливается, что 53,7 % концентрация исследуемой воды, или разбавление в 1,86 раза, вызывает 50 % гибель тест-объектов за 96 часов ($LKP_{50-96} = 1,86$).

Для расчета БКР₁₀₋₉₆ используем полученное уравнение линии тренда: $y = 8,5714x - 9,8129$. Значению y соответствует значение пробита при 10 % гибели тест-объекта – 3,72. После проведенных расчетов получили, что $БКР_{10-96} = 2,3$, т.е. 43,7 % концентрация исследуемой воды вызывает гибель 10 % особей *Daphnia magna*.

В результате проведенных расчетов установлено, что для того, чтобы исследуемая вода не оказывала токсического действия на тест-объект, ее безвредная кратность разбавления должна составить 2,3 раза, в то время как летальная кратность разбавления составляет 1,86 раза.

Биотестирование уходящих вод с БОСК в р. Волга г. Козьмодемьянск, р. Ронга п. Советский, БОСК п. Люльпаны, БОСК г. Йошкар-Олы МУП «Водоканал» показало, что вода не оказывает токсического действия на выбранный нами тест-объект. Так, процент смертности *Daphnia magna* равен 0.

Таким образом, в результате проведенного биотестирования уходящих сточных вод с биологических

сооружений канализации с использованием в качестве тест-объекта *Daphnia magna* установлено, что наиболее токсичной является вода с БОСК п. Параньга – БКР = 2,3 раза, ЛКР = 1,9 раза. Токсического действия уходящих сточных вод БОСК г. Козьмодемьянска, п. Ронга, п. Люльпаны, г. Йошкар-Олы МУП «Водоканал» на *Daphnia magna* не обнаружено.

Выводы

1. По органолептическим показателям исследуемые пробы воды не соответствовали гигиеническим нормам по прозрачности, по запаху и водородному показателю во всех случаях превышения установленных гигиенических норм не наблюдается.

2. По химическим показателям исследуемых сточных вод самой загрязненной является уходящая вода в р. Параньгинка с БОСК п. Параньга. Она имеет превышения по аммонийному азоту, железу, жирам, ХПК и БПК. Уходящая вода с БОСК в р. Волга г. Козьмодемьянск имеет превышения по содержанию следующих веществ: аммонийному азоту, нефтепродуктам, сероводороду, а также ХПК и БПК₅.

3. Установлено, что токсическое действие на *Daphnia magna* оказывает вода очистных сооружений п. Параньга – безвредная кратность разбавления составляет 2,6 раза. Токсического действия уходящих сточных вод БОСК г. Козьмодемьянска, п. Ронга, п. Люльпаны, г. Йошкар-Ола МУП «Водоканал» на *Daphnia magna* не выявлено.

ЛИТЕРАТУРА

- Бедова, П.В. Биотестирование качества промышленных сточных вод ОАО «Биомашприбор» / П.В. Бедова, В.В. Фоминных // Современное состояние окружающей среды в Республике Марий Эл и здоровье населения: материалы 2-ой научно-практ. конф.-Йошкар-Ола, 2004. – С. 19–21.
- Гелашвили, Д.Б. Оценка качества воды малых рек в системе биомониторинга городской среды / Д.Б. Гелашвили, Н.В. Безрукова, М.Е. Безруков // Экологические и метеорологические проблемы больших городов и промышленных зон: тез. докл. Всероссийской науч. конф. – СПб., 1999. – С. 32–33.
- Жмур, Н.С. Государственный и производственный контроль токсичности вод методами биотестирования в России / Н.С. Жмур. – М.: Международный Дом Сотрудничества, 1997. – 31 с.
- Захаров, В.М. Методология оценки здоровья среды / В.М. Захаров, Е.Ю. Крысанов, А.В. Пронин. Экологическое состояние бассейна реки Чапаевка в условиях антропогенного воздействия (биологическая индикация) // Экологическая безопасность и устойчивое развитие Самарской области. Вып. 3 / отв. ред. Т.Д. Зинченко, Г.С. Розенберг. – Тольятти, 1997. – С. 233.
- Bodar, C.W.M. Цитологические исследования пищеварительного тракта и запасающих клеток у *Daphnia magna*, вызванных действием кадмия и трибутила / C.W.M. Bodar, E.G. Van.Donselaar, H.G. Hernig // Биология: РЖ/ВИНИТИ – 1991. – 5J344.
- Conilio, L. Таблица выживания *Daphnia obtuse*, выдержавших воздействие токсичных концентраций хрома / L. Conilio, R. Bando // Биология: РЖ/ВИНИТИ. – 1992. – 1A2360.
- Dey, K. Оценка хронической токсичности синтетического пиретроида фенвалерата для *Daphnia galeata mendotae* с использованием параметров жизненного цикла / K. Dey, N.K. Kaushin // Биология: РЖ/ВИНИТИ. – 1987. – 11J396.