

УДК 628.31:551.48

**Е.С. КАРЕВА**

начальник экологической службы ООО НПФ «Уральские промышленные технологии»

**А.Р. БИККИНИН**

инженер по сохранению ВБР, Башкирский филиал ФГБУ «Камуралрыбвод»

**ВЛИЯНИЕ СТОКОВ ГОРОДСКИХ БИОЛОГИЧЕСКИХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ НА СОСТОЯНИЕ БЕНТОЦЕНОЗОВ РЕКИ БЕЛОЙ***INFLUENCE OF WASTEWATERS OF MUNICIPAL BIOLOGICAL WATER TREATMENT PLANTS ON THE CONDITION OF BENTHIC CENOSES IN THE BELAYA RIVER*

*В статье излагаются материалы исследования экологического состояния реки Белой в районе выпуска сточных вод с БОС г. Уфы путем анализа состояния сообщества бентосных животных. Отмечается деградация донных ценозов в районе выпусков стоков. В 500 м ниже выпусков экологическая ситуация улучшается, индекс сапробности речных вод снижается до показателя «незначительное загрязнение», однако численность и биомассы макрозообентоса здесь остаются ниже фоновых значений.*

**Ключевые слова:** индикаторная значимость организмов, индекс сапробности, биотический индекс Вудивисса, бентоценоз, речной ценоз.

Экологическое благополучие городов во многом зависит от состояния реки или водоема, принимающего сточные воды. Города с числом жителей более 1 млн., к которым относится Уфа, образуют особые *урбоэкосистемы* с большой плотностью населения, а значит и с наибольшей нагрузкой на экосистему городского водоема. Любая река имеет собственный тренд изменений качества воды от истоков к устью, который обусловлен ее физико-химическими, гидрологическими, геохимическими и биологическими особенностями. Река Белая представляет собой водоток, испытывающий на себе все многообразие антропогенного воздействия на всем ее протяжении, практически от истока до устья, за счет сброса сточных вод с промышленных и коммунальных предприятий городов и крупных населенных пунктов, расположенных вдоль реки, в том числе с БОС г. Уфы.

Самоочищение любой реки зависит от функционирования экосистемы. Структура экосистемы определяется экологическими условиями, в которых обитают гидробионты. Наиболее информативными, с точки зрения оценки экологической ситуации в водоёмах, являются комплексы

*The article reports on the results of the study of the Belaya river's ecological condition in the area of wastewater ejection from the biofeedback in Ufa by analyzing the condition of benthic animals' community. The degradation of benthic cenoses in the area of wastewater ejection is noted. The ecological condition becomes better 500 m lower the ejections, saprobity index of river waters decreases to the value «minor pollution», however the number and biomasses of macrozoobenthos stays lower here than background values.*

**Key words:** indicator importance of organisms, saprobity index, biotic Vudivovis, benthic cenoses, river cenoses.

донных животных, сформировавшиеся и функционирующие в пределах того или иного биотопа, в условиях постоянного и длительного (в течение несколько десятилетий) воздействия антропогенного фактора.

В данной статье приводятся результаты двухлетнего мониторинга биологической характеристики экологического состояния участка реки Белой в районе 500 м выше и ниже выпуска сточных вод с БОС г.Уфы (точечные береговые выпуски стоков расположены по обеим сторонам реки практически на одном уровне). В качестве биоиндикаторов состояния водной среды использовались сообщества макрозообентосных животных, обитающих на илистых, галечных и песчаных биотопах.

Материал для анализа собирался в июле-сентябре 2008-2009 гг. на пяти станциях. Всего за два года было отобрано 30 бентосных проб. Для сравнения использовались показатели состояния бентоценозов на контрольных станциях, расположенных в 150-250 м выше точек выпуска сточных вод.

Для оценки качества речных вод по структурно-функциональным характеристикам

макрозообентосных сообществ рассчитывались индекс сапробности по методу Пантле и Букка в модификации Сладечека и биотический индекс Вудивисса (Современные методы оценки качества вод, 2005). Индикаторная значимость  $s$  гидробионтов принята по литературным источникам (Константинов, 1979; Каплин, 2001).

Всего на исследуемом участке реки в составе макрозообентоса в июле-сентябре 2008-2009 гг. зарегистрировано 37 видов беспозвоночных из 7 классов. Максимальное количество видов было

отмечено на контрольных станциях, минимальное – в 50 м ниже выпуска сточных вод. На этом участке дна из состава донных ценозов выпадают практически все оксифильные виды моллюсков, личинки поденок, ручейников и стенобионтные виды из семейства Chironomidae: *Cricotopus gr. silvestris*, *Thinemaniella clavicornis* *Glyptotendipes gripekoveni* и *Endochironomus tendens*), что отразилось и на суммарных показателях численности и биомассы бентонтов (табл. 1 и 2).

Таблица 1

## Характеристика бентосных сообществ в реке Белой в районе выпуска стоков с БОС (левый берег)

Время и место отбора проб	Количество видов	Численность, экз/м <sup>2</sup>	Биомасса, г/м <sup>2</sup>	Индекс Кольквитца-Марссона	Индекс Пантле и Букка	Индекс Вудивисса	Степень загрязнения
Июль, 2008:							
I*	16	2455,0	18,4	$\beta$	3,5 $\alpha$	5	Незначительное
II*	5	180,0	2,34	$\rho$	4,5 $\rho$	2	Сильное
III*	12	670,0	8,1	$\beta$	2,1 $\beta$	4	Значительное
Август, 2009:							
I*	20	2653,0	17,65	$\beta$	3,2 $\alpha$	5	Незначительное
II*	4	83,5	1,97	$\rho$	4,26 $\rho$	2	Сильное
III*	15	532,5	10,42	$\beta$	2,2 $\beta$	5	Незначительное
Сентябрь, 2008:							
I*	13	785,0	7,65	$\beta$	2,5 $\beta$	5	Незначительное
II*	4	85,0	0,97	$\rho$	3,5 $\alpha$	2	Сильное
III*	7	450,0	3,42	$\beta$	2,2 $\beta$	5	Незначительное
Сентябрь, 2009:							
I*	18	814,5	8,15	$\beta$	2,5 $\beta$	5	Незначительное
II*	5	93,5	1,78	$\rho$	3,4 $\alpha$	2	Сильное
III*	16	525,0	5,27	$\beta$	2,4 $\beta$	5	Незначительное

\*) I – в 150 м выше сброса; II – в 50 м ниже сброса ; III - в 500 м ниже точки сброса сточных вод

В 2009 г. в составе макрозообентоса в районе правобережья в 300 м ниже сброса сточных вод (ниже по течению расположен выпуск стоков другого предприятия) появляются  $\beta$ -мезосапробные представители семейства Naididae - олигохеты *Nais communis* и *Chaetogaster limnaei*, бокоплав *Gammarus pulex*, личинки ручейников *Arctopsyche ladogensis* и *Hydropsyche ornatula*, а также личинки хирономид из подсемейства Ortocladiinae.

На левом берегу в течение двух лет ситуация остается практически без изменений – на участке, расположенном в 50 -150 м ниже выпуска, были отмечены самые низкие показатели численно-

сти и биомассы макрозообентосных организмов. На этом отрезке реки, в прибрежной 30-40-метровой зоне, тянется мощный слой черных мелкодисперсных маслянистых илов с характерным запахом органики и полным отсутствием фауны. В 300-350 м ниже точки сброса ситуация несколько улучшается; численность донной фауны увеличивается за счет появления эвриоксидных видов, например, личинок ручейника *Ecnomus tenelus*. Однако и здесь отсутствуют личинки хирономид из подсемейств Ortocladiinae и Diamesinae, что весьма типично для «грязных» участков водотоков (Кузьмина, 1998; Зинченко, 2002).

Таблица 2

## Характеристика бентосных сообществ в реке Белой в районе выпуска стоков с БОС (правый берег)

Время и место отбора проб	Количество видов	Численность, экз/м <sup>2</sup>	Биомасса, г/м <sup>2</sup>	Индекс Кольквитца-Марссона	Индекс Пантле и Букка	Индекс Вудивисса	Степень загрязнения
Июль, 2008:							
I	11	1225,0	10,24	$\alpha/\rho$	4,0 $\rho$	3	Сильное
II*	8	250,0	0,83	$\alpha/\beta$	2,5 $\beta$	5	Незначительное
Август, 2009:							
I	24	2512,5	28,13	$\beta$	2,5 $\beta$	5	Незначительное
II*	13	378,5	4,27	$\beta/\alpha$	2,4 $\beta$	4	Значительное
Сентябрь, 2009:							
I	19	1423,5	19,33	$\beta$	2,3 $\beta$	5	Незначительное
II*	12	125,0	2,14	$\beta/\alpha$	2,4 $\beta$	4	Значительное

\*) I – в; II – в 300 м ниже точки сброса сточных вод

Анализ представленности индикаторных видов показал, что в контрольных точках выше сброса по левому и правому берегам доминируют индикаторные виды, относящиеся к  $\beta$ -мезосапробам, отмечен также один олигосапробный вид (*Gammarus pulex*). Ниже точки сброса по левобережью зарегистрированы только полисапробные виды, а на правом – по-прежнему преобладают обитатели слабозагрязненных вод. В 500 м ниже сброса, в результате многократного разбавления стоков, качество речной воды значительно улучшается, в бентоценозе снова начинают доминировать  $\beta$ -мезосапробные виды (см. рисунок). Такая картина оставалась неизменной в течение всего периода исследований. Экологическая ситуация в реке практически не изменялась в течение двух лет. Отмечалось лишь некоторое снижение уровня сапробности речных вод в сентябре, что, скорее, связано с заметным понижением температуры.

Аналогичные результаты получены и при использовании биотического индекса Вудивисса, хотя его показания и являются несколько завышенными по сравнению с индексом сапробности. Это объясняется тем, что при его расчете учитывается групповая, а не индивидуальная индикаторная значимость организмов (Балушкина, Финогенова 1999; Шитиков и др., 2003)<sup>1,2</sup>.

На уровень загрязнения речных биотопов указывает и характер питания бентонтов. Известно, что при ухудшении абиотических условий трофическая структура бентоценозов упрощается, формируются более простые сообщества, в которых увеличивается доля детритофагов-глодателей и полифагов, снижается доля хищников (Алимов, Финогенова, 1976)<sup>3</sup>. В настоящее время в составе зообентоса реки Белой, в контрольных точках и в 500 м ниже выпуска сточных вод практически в равной пропорции представлены донные беспозвоночные с различным характером питания, и лишь в районе сброса (на отрезке длиной 250-350 м) отмечено явное доминирование детритофагов, что, согласно литературным источникам, свидетельствует о сильном органическом загрязнении водной толщи и донных илов (Павлюк, 1998; Баканов, 2000)<sup>4,5</sup>.

Обобщая результаты исследования популяций бентосных животных на участке реки 500 м выше и ниже сброса сточных вод БОС г. Уфы, можно констатировать, что биологическая ситуация в речной экосистеме здесь остается достаточно стабильной как в сезонном, так и межгодовом разрезе, а качество речных вод изменяется от «незначительного загрязнения» в контрольных створах до «сильного загрязнения» в районе выпуска с последующим улучшением экологической ситуации.

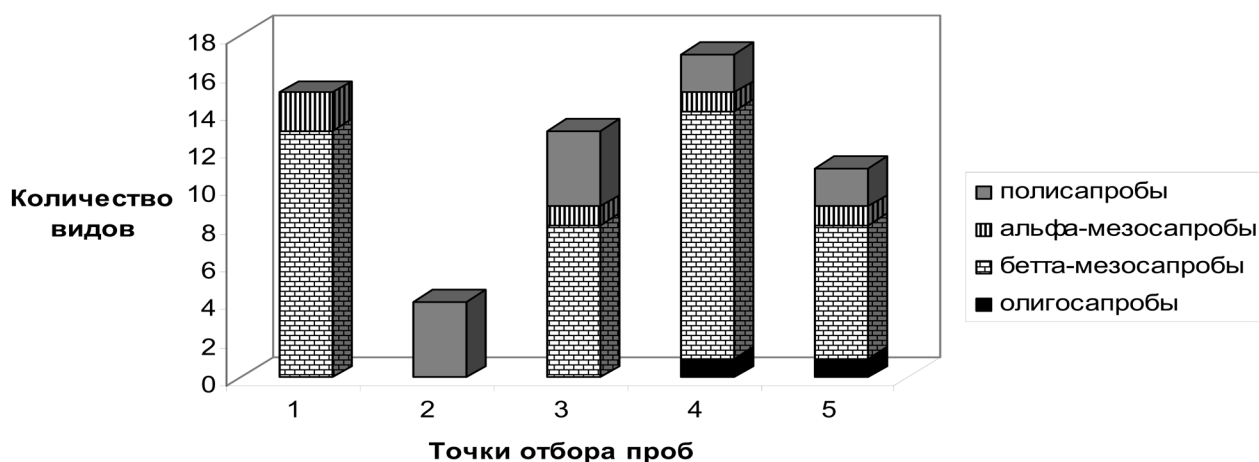
<sup>1</sup> Балушкина Е.В., Финогенова Н.П. Структурные характеристики зообентоса как основа оценки состояния экосистем Невской губы и восточной части Финского залива // Структурно-функциональная организация пресноводных экосистем разного типа: труды ЗИН РАН. Т. 279. СПб.: Наука, 1999. С. 269-292.

<sup>2</sup> Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. 463 с.

<sup>3</sup> Алимов А.Ф., Финогенова Н.П. Количественная оценка роли сообщества донных животных в процессах самоочищения пресноводных водоемов // Гидробиологические основы самоочищения вод. Л.: ЗИН АН СССР, 1976. С. 5-14.

<sup>4</sup> Павлюк Т.Е. Использование трофической структуры сообществ донных беспозвоночных для оценки эко-логического состояния водотоков : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Екатеринбург, 1998. 20 с.

<sup>5</sup> Баканов А.И. Использование зообентоса для мониторинга пресных вод // Биол. внутр. вод. 2000. № 1. С. 108-111.



Распределение видов с разной степенью сапробности на исследованном участке реки:  
 1 – контрольная точка по левому берегу; 2 – в 50 м от выпуска по левому берегу;  
 3 – в 500 м ниже выпуска по левому берегу; 4 – контрольная точка по правому берегу;  
 5 – в 300 м ниже выпуска по правому берегу

Сточные воды являются причиной глубокой деградации речных ценозов на 250-350-метровом отрезке реки. Но по мере смещения стоков с речной водой ситуация в конце 500-метрового участка несколько выправляется, на что указывает факт преобладания среди бентосных организмов  $\beta$ -мезосапробных форм. В то же время здесь содержится меньшее по сравнению с контрольными станциями количество видов, низки показатели численности и биомассы бентонтов, наблюдается скопление черных органических илов вдоль берега на многие сотни метров.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Современные методы оценки качества вод: методическое пособие [Текст]. – Казань: КГУ, 2005.- 29 с.
2. Рыбоохрانا: Сборник документов [Текст]. - М.: Юридическая литература. -1988.- 615 с.
3. Каплин, В.Г. Биоиндикация состояния экосистем [Текст] / В.Г. Каплин. – Самара, 2001. – С. 108-121.
4. Кузьмина, Я.С. Видовой состав и экология хирономид тиманских рек [Текст]: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Я.С. Кузьмина. - Сыктывкар, 1998. - 20 с.
5. Зинченко, Т.Д. Хирономиды поверхностных вод бассейна средней и нижней Волги (Самарская область): Эколого-фаунистический обзор [Текст] / Т.Д. Зинченко. – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2002. – 174 с.

© Карева Е.С., Биккинин А.Р., 2011