

Основными задачами в области охраны атмосферного воздуха являются поэтапное снижение концентраций выбросов твёрдых частиц на асфальтобетонных заводах до значения 100 мг/м<sup>3</sup>, на газоочистных установках до значения 50 мг/м<sup>3</sup> и реализация мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных и мобильных источников.

УДК 574.587

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ СУБСТРАТОВ ДЛЯ ОТБОРА ПРОБ МАКРОБЕСПОЗВОНОЧНЫХ ПРИ ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА ВОДОТОКОВ**

**Тищиков И.Г.**

Государственное учреждение «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды», г. Минск, Республика Беларусь, genti@mail.ru.

*The results of experimental investigations in improvement of methodical approaches to the artificial substrates using to assess the ecological status of water-courses are presented in this article.*

### **Введение**

Совершенствование системы мониторинга поверхностных вод включает в себя разработку, адаптацию и внедрение более совершенных способов оценки экологического состояния водных объектов. Это в значительной степени касается такого важнейшего направления как гидробиологические методы контроля, позволяющие дать комплексную оценку состояния водных экосистем.

Массовость гидробиологических наблюдений, а также необходимость их унификации и стандартизации предъявляют особые требования к методам биоиндикации, применяемым в Национальной системе мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь (НСМОС). Эти методы должны быть доступны специалистам региональных подразделений (прежде всего, в части отбора и первичной обработки проб макрозообентоса); не требовать сложного технического обеспечения; характеризоваться достаточно низкой трудоемкостью. При этом они должны обеспечить репрезентативность оценки водных экосистем, давать высокую воспроизводимость результатов, обладать достаточной разрешающей способностью и эффективностью в условиях работы широкой сети наблюдений.

Цель настоящей работы заключалась в совершенствовании методических подходов при использовании искусственных субстратов для оценки экологического статуса водотоков.

### **Основная часть**

Методы изучения фауны макробеспозвоночных наиболее специфичны и требуют высокого профессионализма при отборе и обработке проб. Сообщества макробеспозвоночных, даже в пределах одной зоны (например, рипали водотока) образуют несколько биоценозов, в зависимости от скорости течения, типа грунта, характера субстрата и т.п. Таким образом, структурные параметры сообщества,

которые служат для оценки состояния водотоков, формируются под воздействием многих факторов, одним из которых является воздействие загрязняющих веществ. Однако для оценки антропогенного воздействия необходимо выделить и оценить именно этот фактор, максимально нивелируя остальные. Одним из наиболее перспективных путей решения этой проблемы является использование искусственных субстратов.

Практика показала, что отбор гидробиологических проб с помощью искусственных субстратов дает хорошие по сравнимости результаты и может быть использован для получения как качественных, так и количественных проб. Наиболее целесообразно применение искусственных субстратов в ситуациях, когда непрактичны другие методы отбора проб (например, при отсутствии удобных для заселения естественных субстратов), а также для получения сопоставимых результатов на различающиеся в биотопическом отношении участках водотоков.

Отработка методики отбора проб макробеспозвоночных с помощью искусственных субстратов производилась в условиях фонового водотока, при минимальном значении антропогенных нагрузок. В качестве модельного водотока был выбран приток Немана – река Сула, в наибольшей степени соответствующая предъявляемым требованиям.

Фоновое состояние экосистемы водотока обусловлено относительно невысоким антропогенным воздействием, преимущественно грунтовым питанием реки и высоким потенциалом самоочищения, за счет быстрого течения и, соответственно, хорошей аэрации воды.

В процессе исследования было выполнено обследование среднего течения реки. Основная цель обследования – изучение сообществ макробеспозвоночных водотока и оценка его состояния стандартными методами биоиндикации; регистрация таксономического состава основных экологических сообществ, участвующих в заселении искусственных субстратов; выбор мест и установка искусственных субстратов. Были отобраны пробы донных макробеспозвоночных, зоофитоса (фауны населяющей водные макрофиты) и дреффа (сносимых по течению макробеспозвоночных).

Суммарное таксономическое разнообразие макробеспозвоночных, населяющих различные типы речных грунтов, составило в осенний период 94 вида и формы, принадлежащих практически ко всем основным группам зообентоса (таблица 1). Наибольшее число таксонов (49) отмечено на заиленных песках рипали, наименьшее (22) – на крупных песках медиали. На твердых субстратах (каменисто-песчаном грунте, крупных камнях и древесных субстратах) число таксонов находилось в пределах от 40 до 42. Основу разнообразия донных сообществ составили личинки комаров-звонцов – *Chironomidae* (33), *Mollusca* (12), *Ephemeroptera* (11) и *Trichoptera* (10 видов). Среди хирономид преобладали представители п/сем. *Chironominae* (17 видов и форм) и *Orthoclaadiinae* (12 видов и форм), причем следует отметить относительно высокое представительство п/сем *Orthoclaadiinae*, характерное только для чистых водотоков.

Благополучное состояние речной экосистемы подтверждается также богатой и разнообразной фауной видов-индикаторов, характерных для чистых вод – веснянок из pp. *Isoperla*, *Nemurella* и *Leuctra*; поденок из pp. *Baetis*, *Ephemera*, *Heptagenia* и др.; многочисленных видов ручейников. Величина модифицированного биотического индекса (МБИ), рассчитанная по результатам исследования донных сообществ формирующихся на твердых субстратах, достигла максимальной величины – 10, что соответствует I классу чистоты.

**Таблица 1 – Таксономическое разнообразие систематических групп макробеспозвоночных основных экологических сообществ среднего течения реки Сулы.**

Систематические группы	Экологические сообщества			
	Донные грунты	Зоофитос	Дрифт	
			Дневной	Ночной
<i>Hirudinea</i>	4	1	-	-
<i>Mollusca</i>	12	2	-	-
<i>Odonata</i>	2	1	-	-
<i>Plecoptera</i>	3	-	-	-
<i>Ephemeroptera</i>	11	3	1	2
<i>Coleoptera</i>	6	3	1	1
<i>Trichoptera</i>	10	3	2	4
<i>Chironomidae</i>	33	9	1	2
Прочие	13	7	4	1
<b>Всего</b>	94	29	9	10

Таксономическое разнообразие макробеспозвоночных в зоофитосе было значительно ниже – 29 видов и форм. Вместе с тем, анализ видовой структуры этого сообщества также свидетельствует о высоком качестве воды – в сборах были представлены поденки рр. *Baetis* и *Heptagenia* (3 вида) и ручейники (3 вида), а из 9 представителей сем. *Chironomidae* 8 принадлежали к п/сем *Orthoclaadiinae*.

Видовой состав дрифта, являющегося одним из основных механизмов заселения субстратов в водотоках, был относительно беден – 15 видов и форм макробеспозвоночных (9 - в светлое и 10 - в темное время суток).

Искусственные субстраты, представляющие собой бетонные блоки (размер 8x10x21 см), устанавливались в поток на глубине 0,5-0,7 м в двух вариантах – на проволочных каркасах (на высоте 5-10 см от дна) и непосредственно на каменистом грунте. В первом случае заселение субстратов происходило только за счет сносимых по течению организмов (дрифта), во втором - как за счет дрифта, так и за счет организмов, перемещающихся непосредственно по поверхности грунта (в том числе моллюсков, ручейников и т.п.). Для определения оптимального времени экспозиции искусственных субстратов, изъятие блоков производилось через определенный период (3, 7, 10, 20 и 30 суток). Одновременно изымалось от 3 до 5 блоков.

Сообщества макробеспозвоночных на искусственных субстратах, были представлены 53 видами и формами, принадлежавших ко всем основным таксономическим группам (таблица 2). По числу видов преобладали личинки комаров-звонцов сем. *Chironomidae* (14), представленные, преимущественно, подсемейством *Orthoclaadiinae*, ручейники (8) и поденки (7). Следует отметить, что видовая структура сообществ была сформирована гидробионтами характерными для донных биоценозов, и достаточно объективно характеризовала таксономический состав макробеспозвоночных водотока. Вместе с тем, такие особенности данного типа искусственных субстратов, как наличие твердой ровной поверхности, при отсутствии ниш и полостей, служащих убежищем для гидробионтов – обусловили определенное упрощение структуры сообществ макробеспозвоночных.

Анализ результатов исследования показал, что видовой состав гидробионтов во многом зависел от способа установки искусственных субстратов – на субстратах установленных на каркасах и заселявшихся только за счет дрифта отмечено 32, а на субстратах, установленных на каменистом дне – 44 вида и формы макробеспозвоночных.

**Таблица 2 – Таксономическое разнообразие систематических групп макробеспозвоночных на искусственных субстратах,.**

Систематические группы	Количество таксонов		
	Всего	Субстраты на дне	Субстраты в потоке
<i>Hirudinea</i>	2	2	1
<i>Mollusca</i>	6	6	2
<i>Odonata</i>	2	2	-
<i>Plecoptera</i>	4	2	3
<i>Ephemeroptera</i>	7	7	3
<i>Coleoptera</i>	7	7	4
<i>Trichoptera</i>	8	7	4
<i>Chironomidae</i>	14	10	11
Прочие	3	1	3
<b>Всего</b>	<b>53</b>	<b>44</b>	<b>31</b>

Представительство отдельных таксономических групп на этих типах субстратов также существенно отличалось. Только на донных субстратах отмечены пиявки (*Erpobdella octoculata* и *Glossiphonia complanata*) и ракообразные (*Asellus aquaticus*), тогда как коллемболы *Symphyleona sp.* обнаружены только на субстратах установленных в потоке.

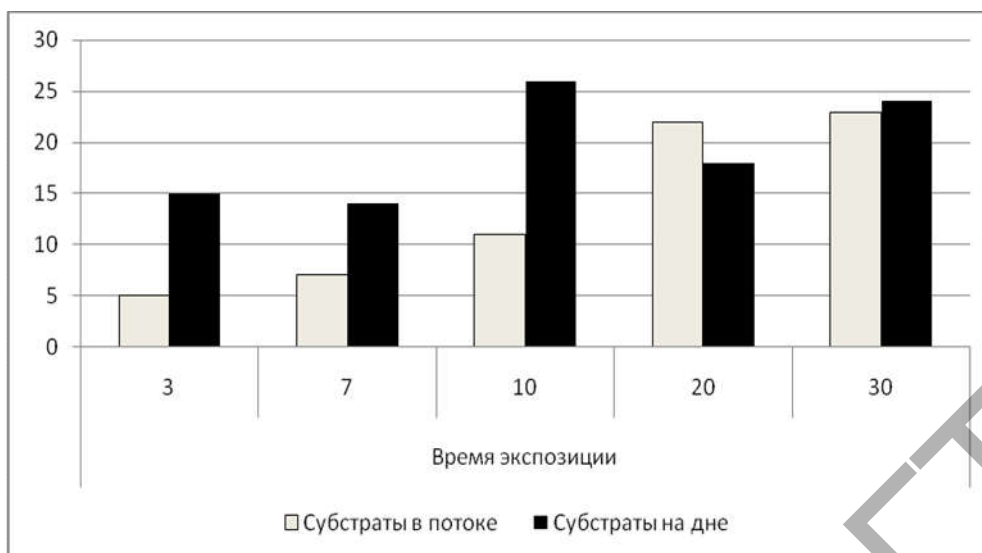
Наглядным примером зависимости характера обрастаний от экологических особенностей отдельных групп гидробионтов являются моллюски. На донных субстратах отмечено 6 видов брюхоногих моллюсков (*Gastropoda*), тогда как на субстратах расположенных в потоке – только единичные особи *Ancylus fluviatilis* и *Valvata pulchella*, занесенные, по-видимому, на фрагментах макрофитов, сносимых по течению.

Аналогичные результаты получены и для некоторых других групп гидробионтов, в том числе и таких важных в индикационном отношении, как поденки и ручейники. Если на донных субстратах было отмечено семь видов поденок, в том числе  $\beta$ -мезосапробы *Ephemerella ignita* и *Heptagenia sulfurea*, то на субстратах расположенных в потоке – три, причем только два из них – *Baetis sp.* и *Heptagenia sulfurea* присутствовали практически на всех этапах заселения.

Фауна ручейников, в силу экологических особенностей группы, также слабо представлена на субстратах расположенных в потоке – единичные особи 4 видов *Trichoptera* отмечены только на последних этапах заселения. Характерно, что все они относятся либо к свободноживущим (р. *Hydropsyche*), либо к видам имеющим легкий домик (рр. *Ithytrichia* и *Brachycentrus*), т.е. потенциально способных участвовать в дрефте. Вместе с тем, в фауне макробеспозвоночных на донных субстратах присутствуют практически все (7) виды этой группы, встречающиеся уже после 3-дневной экспозиции.

Из вышеуказанного следует, что сообщества макробеспозвоночных, формирующиеся на искусственных субстратах расположенных на дне, более адекватно отражают состав донных сообществ водотоков данного типа и указанный способ установки искусственных субстратов является предпочтительным.

Динамика формирования сообществ макробеспозвоночных на искусственных субстратах характеризовалась закономерным возрастанием таксономического разнообразия (рисунки).



**Рисунок** – Количество видов макробеспозвоночных на искусственных субстратах

Увеличение фаунистического разнообразия и количественных параметров сообществ макробеспозвоночных на искусственных субстратах установленных в потоке было связано не только с интенсивностью поступления гидробионтов из дрефты, но и с процессом формирования водорослевых обрастаний на поверхности субстратов, служащих убежищем и пищей для многих макробеспозвоночных. Подтверждением этому служит тот факт, что на начальных этапах (3-10 дней) в составе сообществ преобладали виды, принадлежавшие либо к активным пловцам (поденки рр. *Baetis* и *Heptagenia*, личинки жуков *Gyrinus* и т.п.), либо к фильтраторам (*Simuliidae* sp.), Тогда как представители *Coelenterata*, *Oligochaeta* и *Chironomidae* в значительном количестве появились в обрастаниях только после 20-ти дней экспозиции.

Аналогичный характер носила динамика заселения субстратов установленных на дне водотока (рис 1-3). Однако участие в этом процессе многочисленных донных организмов значительно ускорило стабилизацию сообщества. Например, на 3-й день экспозиции на субстратах отмечено 15 видов и форм макробеспозвоночных, а максимальное число видов (26) – на 10-й день. Следует отметить, что для макробеспозвоночных формирующих сообщества на донных субстратах характерна более высокая миграционная активность, значительная часть их находятся в процессе активного перемещения по дну водотока.

Структурные характеристики сообществ макробеспозвоночных с 30-дневных искусственных субстратов были использованы для расчета стандартных индексов используемых в мониторинге поверхностных вод.

Наличие в сборах таких организмов-индикаторов чистой воды, как поденки рр. *Baetis* и *Heptagenia*, а также ручейников – до 3 видов на субстратах в потоке и 7 видов на донных субстратах, обусловило значительные величины модифицированного биотического индекса – 8-9 (в потоке) и 9-10 (на дне). Более высокие значения индекса, полученные для донных субстратов объясняются большим таксономическим разнообразием сообщества на этих субстратах и, соответственно, большим количеством "групп", используемых для расчета индекса.

Полученные с помощью искусственных субстратов количественные характеристики сообществ позволили, используя соотношение численности представителей трех подсемейств *Chironomidae*, рассчитать индекс Балушкиной. Подавляющее доминирование в сборах личинок подсемейства *Orthocladiinae* обусловило очень низкую величину индексов – 0,16 для субстратов в потоке и 0,59 для донных субстратов, что также свидетельствует о высоком качестве воды.

Величина индекса Шеннона для сообществ на субстратах в потоке была равна 2,13, для сообществ на донных субстратах – 1,49. Более низкое значение индекса для субстратов установленных на дне объясняется несбалансированностью структуры сообщества вследствие массового развития моллюска *Ancylus fluviatilis*.

Сапробионты в сборах были представлены, в основном,  $\beta$ - и  $\alpha$ -сапробионами, что свидетельствует о высоком качестве воды. Однако расчет индекса сапробионности по Пантле-Букку оказался нецелесообразным, в виду незначительного количества видов-сапробионтов в таксономическом списке макробеспозвоночных (13,6% для субстратов в потоке и 21,7% для донных субстратов). Расчет этого индекса будет целесообразен только при наличии более полных списков сапробионтов.

### **Заключение**

На створе модельного водотока была проведена работа по отработке и адаптации метода искусственных субстратов для целей биомониторинга. Показано, что метод достаточно прост – установка, извлечение и обработка субстрата не требует специальной подготовки оператора. Время затрачиваемое на извлечение и обработку субстрата не превышало 15-20 минут, что значительно ниже временных затрат при традиционном отборе проб макробеспозвоночных.

Структура сообществ формирующаяся на искусственных субстратах установленных на дне потока характеризуется более высоким таксономическим разнообразием, соответствующим параметрам характерным для естественных твердых субстратов. Таким образом, при наличии на створе контролируемого водотока плотных грунтов, исключающих заиливание субстрата, установка искусственных субстратов на дне предпочтительна.

Данные по таксономическому составу и количественным параметрам сообществ макробеспозвоночных, полученные с помощью искусственных субстратов достаточны для оценки качества водных экосистем с использованием традиционных методов интерпретации результатов биоиндикации.

УДК 551.492

## **ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОЛИГОНА ТКО Г.БРЕСТА**

**Трифонова Н.Г., Кушнер Н.Н., Сергиевич А.А.**

Коммунальное производственное унитарное предприятие «Брестский мусороперерабатывающий завод», г.Брест, Республика Беларусь, [ecomarket@bmpz.by](mailto:ecomarket@bmpz.by)

*The article presents data on the amount of solid municipal waste in Brest, different methods of collection and waste disposal, taking into account the data of the industrial enterprises.*

### **Введение**

Во многих странах управление потоками отходов стало ответственностью и задачей государства лишь в начале 20-го столетия. Основными причинами вмешательства правительства в процесс управления отходами стали неудовлетворительное санитарное состояние городов и здоровья населения.

В начале 90-х гг. многие предприятия, ответственно занимавшиеся охраной окружающей среды, пришли к необходимости внедрения следующих принципов природоохранной деятельности: «сокращение использования ресурсов» и «предотвращение загрязнения».