

## **Новый подход к биоиндикации сапробности воды реки Белой и ее притоков (Республика Башкортостан) на примере инфузорий**

Б. Ю. Чаус

*Башкирский государственный университет, Стерлитамакский филиал  
Россия, Республика Башкортостан, г. Стерлитамак, 453103, ул. Проспект  
Ленина, 49.*

*Email: chaus-str@mail.ru*

Для оценки интегрального качества воды в реке Белой и ее притоков, протекающих по территории Республики Башкортостан, предлагается новый региональный подход с использованием микроскопических животных – инфузорий.

**Ключевые слова:** инфузории, индекс сапробности, сапробные валентности, биоиндикация, удельный комбинаторный индекс загрязненности воды.

В настоящее время определение качества воды ведется по индикаторным организмам, обитающим в реках Западной Европы – это системы В. Сладечека [1], Р. Пантле и Г. Букка [2], и др.

При установлении индексов сапробности для определенного участка водотока индикаторную значимость и сапробные валентности обычно находят в таблицах, составленных авторами на основании многолетних сборов и литературных данных. При этом не учитывается, что на величины индикаторной значимости отдельных видов в водотоках разного типа существенно влияют региональные факторы. Влияние последних приводит в итоге к изменению величин индикаторной значимости отдельных видов в различных климатических зонах.

Исследования экологии инфузорий в реках Башкортостана [3] позволили выявить виды-индикаторы. При определении индикаторной значимости учитывали, что организмы реагируют не на один фактор – загрязнение, а на общую экологическую ситуацию, которая возникает вследствие загрязнения. В оценку качества воды были вовлечены гидрографические свойства водотоков, скорость течения, характер подстилающих грунтов и степень зарастания реки макрофитами. Поскольку воздействие этих факторов на формирование биоценозов зависит от типа рек, то индикаторную значимость инфузорий определяли в каждой из быстро- и медленнотекущих реках. Выделение в реках участков с различной степенью загрязненности осуществляли на основе гидрохимических показателей, по классификации с использованием удельный комби-

наторный индекс загрязненности воды (УКИЗВ) для рек республики Башкортостан, отраженных в «Государственных докладах...» [4] с 2006 года.

С учетом региональных факторов приводился расчет величин сапробных валентностей ( $a$ ), индикаторного веса ( $g$ ) и индикаторной значимости ( $s$ ) для каждого вида в четырех основных зонах сапробности ( $o-p$ ).

Сапробные валентности по Зелинке и Марвану ( $a=1-10$ ) указывают, в какой мере вид характерен для той или иной ступени сапробности. На практике многие виды редко встречаются только в одной зоне сапробности или двух соседних в соотношении 9:1, ввиду чего сапробная валентность у многих видов меньше 10, но сумма сапробных валентностей во всех зонах всегда равна 10, независимо от того, в скольких зонах сапробности она распределена.

При вычислении сапробных валентностей вида-индикатора можно предложить учитывать его численность ( $N$ ) и встречаемость ( $D_i$ ) в четырех основных зонах сапробности ( $o-p$ ). Произведение ( $N \cdot D_i$ ) – экологическая амплитуда вида-индикатора дает возможность устранить случайные находки отдельных видов, а также влияние локального загрязнения на увеличение численности сапрофильных видов. Величина ( $(N \cdot D_i)$ ) пропорциональна сапробной валентности ( $a$ ) вида-индикатора в соответствующей зоне сапробности, а сумма  $\sum(N \cdot D_i)$  – сумме сапробных валентностей в этих же зонах. Зная экологическую амплитуду инфузорий во всех зонах сапробности, сапробные валентности вида-индикатора можно вычислить по формуле Б. А. Вайнштейна (1976)[5]:

$$a = ((N \cdot D_i) / \sum (N \cdot D_i)) \times 10$$

Пример расчет сапробных валентностей для инфузории *Enchelys pupa* представлен в таблице 1.

Таблица 1. Пример расчета сапробных валентностей для инфузории *Enchelys pupa*

Показатель	$o$	$\beta$	$a$	$p$	$\sum N \cdot D_i$	$g$	$s$	Место обитания
$N \cdot D_i$	-	13.10	25.43	2132.100	214305	-	-	-
$a$	-	+	0.05	9.95	-	5	3.9	Ff

$$ap = \frac{(N \cdot D_i)p}{\sum N \cdot D_i} \times 10 = \frac{2132 \cdot 100}{214305} \times 10 = 9.95$$

*Enchelys pupa* встречается на различных по степени загрязнения участках. На наименее загрязненном участке его численность (13 экз./л) несколько ниже, чем на том, где завершилось биологическое самоочищение (25 экз./л). Более существенно различается

встречаемость вида: в первом случае – 10%, во втором – 43%. Экологическая амплитуда составляет соответственно 130 и 1075 ( $N \cdot D_i$ ).

Учитывая численность и встречаемость можно установить, что развитие *Enchelys pura* характерно для зон с повышенной сапробностью.

Индикаторный вес ( $g$ ) и индикаторная значимость ( $s$ ) вычислены соответственно распределению сапробных валентностей ( $a$ ) в четырех зонах сапробности. Индикаторный вес  $g = 5$  присваивается хорошим индикаторам, если все 10 баллов сапробной валентности распределены в одной зоне сапробности или двух соседних зонах в соотношении 9:1. Индикаторный вес  $g = 4$  присваивается в том случае, если сапробные валентности распределены в двух соседних зонах сапробности в соотношении 8:2.7:3 или в трех зонах сапробности в соотношении 1:8:1. Аналогично устанавливается индикаторный вес для индифферентных ( $g = 3$ ) и плохих ( $g = 2$ ;  $g = 1$ ) видов-индикаторов.

Индикаторную значимость ( $s$ ) получаем следующим образом. В каждой из четырех зон сапробности (о-р) вид имеет определенную индикаторную значимость: в олиго- – 1, в β-мезо- – 2, в α-мезо- – 3, в полисапробной – 4. Основной для определенного вида считаем зону, в которой его сапробная валентность наибольшая. Если вид кроме основной для него зоны встречается и в более загрязненной, то индикаторная значимость увеличивается пропорционально величине сапробной валентности для данного вида в более загрязненной зоне. У видов, встречающихся наряду с основной и в менее загрязненной зоне, индикаторная значимость уменьшается. Например, при распределении сапробных валентностей в соотношении 8:2 индикаторная значимость меняется на 0.2, в соотношении 9:1 – на 0.1. При распределении сапробных валентностей 1:8:1, 2:6:2 индикаторная значимость не меняется – вид получает индикаторную значимость той зоны сапробности, в которой его сапробная валентность наибольшая (в данном случае – зоны, где  $a = 8$ ,  $a = 6$ ).

Таким образом, предлагаемый вариант вычисления количественных показателей вида-индикатора позволит разработать региональный список видов-индикаторов рек Башкортостана и Южного Урала.

## Литература

1. Sladeczek V. System of water quality from biological point of view. Ergebnisse der Limnologie. – Arch. Hydrobiol., 1973, Bd. 7, N 7. 218 s/
2. Pantle R., Buck H. Die biologische Überwachung der Gewässer, 1955, Bd. 4, N 3. S. 269–275.
3. Chaus B. J. Species composition, its dynamics and ecology of infusoria and microscopic rotifers in the middle reaches of the river Belaya (the Republic of Bashkortostan, Russia) // The First International Conference on Eurasian scientific development. Proceedings of the Conference (May 26,

- 2014). Vienna, OR: «East West» Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH, Vienna. P. 14–15.
4. Государственные доклады о состоянии и охране окружающей среды Республики Башкортостан за 2004–2014 гг.
  5. Вайнштейн Б. А. Об оценке сходства между биоценозами // Биология, морфология и систематика водных организмов. – М., 1976. С. 156 -164.

Статья рекомендована к печати кафедрой биологии Стерлитамакского филиала БашГУ  
(д-р биол. наук, проф. Д. Н. Карпов)

## **New approaches to bioindicationsaprobity White water river and its tributaries (Republic of Bashkortostan) on the example of ciliates**

B. Y. Chaus

*Bashkir State University, Sterlitamak Branch  
49 Lenin prospect, 453103 Sterlitamak, Republic of Bashkortostan, Russia.*

*Email: chaus-str@mail.ru*

To assess the integral quality of water in the White River and its tributaries flowing through the territory of the Republic of Bashkortostan proposes a new regional approach with the use of microscopic animals – infusoria.

**Keywords:** ciliates, saprobic index saprobic valence, bioindication, specific combinatorial index of water pollution.