

УДК 574.52

**ПРЕДСТАВИТЕЛИ ОТРЯДА ЛЁГОЧНЫХ УЛИТОК  
(*PULMONATA CUVIER, 1817*) КАК БИОИНДИКАТОРЫ  
КАЧЕСТВА ВОДЫ РЕК ЮЖНОГО УРАЛА  
(НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН)**

**Б.Ю. Чаус**

Стерлитамакский филиал Башкирского государственного университета,  
Стерлитамак

В статье приводится анализ возможности использования брюхоногих моллюсков для повышения значимости биоиндикационных исследований в ходе экологического мониторинга рек Южного Урала. Сбор гастропод и анализ постоянства их видов (в долях единицы) проводился с 2005 по 2016 годы в районах 17 государственных водопостов, находящихся на реках, протекающих по территории Южного Урала. Всего в районах проведения исследований было выявлено 27 видов легочных улиток (*Pulmonata Cuvier, 1817*). Впервые составлен список постоянных, добавочных и случайных видов гастропод на изученных участках рек Южного Урала. Выявлены статистически значимые корреляционные зависимости между постоянством видов гастропод с рядом гидрохимических показателей. Построены регрессионные модели для прогноза постоянства видов в зависимости от концентрации поллютантов, содержащихся в речных водах.

**Ключевые слова:** *легочные улитки, гастроподы, Республика Башкортостан, Южный Урал, постоянство видов, динамика постоянства, гидрохимические показатели, удельный комбинаторный индекс загрязненности воды, корреляционные модели, регрессионные модели.*

**Введение.** Контроль качества водной среды осуществляется в настоящее время в основном посредством химических и физико-химических методов. Но анализ отдельных химических веществ не дает полную характеристику их вредного влияния на гидробионтов. Этим недостатком лишены биологические методы - биоиндикация и биотестирование. Одними из перспективных объектов для биологического мониторинга являются водные моллюски. При наступлении неблагоприятных условий некоторые виды моллюсков элиминируют, другие – мигрируют из зоны загрязнения, третьи – приспосабливаются к условиям загрязнения (Гордзьялковский,

Макурин, 2006).

Брюхоногие моллюски имеют большое значение для биомониторинга пресных поверхностных вод при выявлении долговременных антропогенных воздействий. Они широко используются для биоиндикации водной среды, а особенно для индикации загрязнения природных вод тяжелыми металлами (Jozwiak et al., 2010, Gupta, Singh 2011).

Изучение постоянства видов малакофауны в реках Южного Урала в последнее время носило эпизодический характер, и, как следствие этого, результатами этих работ были относительно обобщенные сведения по индикационным качествам брюхоногих моллюсков в водотоках (Чаус, 2012).

Цель данной работы - анализ возможности использования брюхоногих моллюсков для повышения значимости биоиндикационных исследований в ходе экологического мониторинга рек Южного Урала.

Для достижения цели с 2005 по 2016 гг. решались 2 задачи:

1) сбор гастропод в районах 17 государственных водопостов, находящихся на реках, протекающих по территории Южного Урала;

2) сопряженный анализ связи динамики постоянства видов гастропод на вышеуказанных створах с гидрохимическими показателями, отражаемыми в ежегодно публикуемых государственных докладах «О состоянии природных ресурсов и окружающей среды республики Башкортостан» за 2005 – 2016 годы.

**Методика.** Сбор моллюсков на каждом створе (табл. 1) осуществлялся с водной растительности, с грунта и других поверхностей на 10-ти участках (расстояние между участками  $\approx$  100 – 150 м) ручным способом.

Данный подход был применен для оценки постоянства видов ( $C$ ) (в долях единицы) на биотопах:  $C = \frac{n}{N}$ , где  $n$  — число выборок,

содержащих изучаемый вид,  $N$  — общее число взятых выборок. В зависимости от значения постоянства вида на створе определялись следующие категории: постоянные виды ( $C > 0,5$ ); добавочные виды ( $C = 0,25 - 0,5$ ); случайные виды ( $C < 0,25$ ).

Определение видовой принадлежности брюхоногих моллюсков проводилось непосредственно на створе по «Определителю пресноводных беспозвоночных России .....», 2004.

Таблица 1

Месторасположение створов для проведения сборов гастропод  
на реках Южного Урала

Река	Номер створа, месторасположение створа
Белая	Створ 1 (район железнодорожной станции «Шушпа»)
	Створ 2 (Дом отдыха «Арский камень»)
	Створ 3 (выше города Мелеуз)
	Створ 4 (ниже города Мелеуз)
	Створ 5 (выше города Салават)
	Створ 6 (ниже города Ишимбай)
	Створ 7 (выше города Стерлитамак)
	Створ 8 (ниже города Стерлитамак)
	Створ 9 (ниже поселка Прибельский)
	Створ 10 (выше города Уфа)
Большой Нугуш	Створ 11 (село Новосеитово)
Ашкадар	Створ 12 (в черте города Стерлитамак)
Селеук	Створ 13 (деревня Нижнеиткулово)
Инзер	Створ 14 (деревня Азово)
Юрюзань	Створ 15 (деревня Чулпан)
Зилаир	Створ 16 (село Зилаир)
Большой Ик	Створ 17 (село Мраково)

Для характеристики гидрохимического загрязнения рек использовались среднегодовые показатели содержания в воде соединений марганца ( $Mn$ ), никеля ( $Ni$ ), железа ( $Fe$ ), нефтепродуктов ( $H/n$ ), фенолов ( $C_6H_5OH$ ), азота аммонийного ( $NH_4^+$ ), меди ( $Cu$ ), цинка ( $Zn$ ), сульфатов ( $S$ ), хлоридов ( $Cl$ ), азота нитритного ( $NO_2$ ), химическое потребление кислорода ( $XPK$ ) и биологическое потребление кислорода за 5 суток ( $БПК_5$ ). В качестве комплексного показателя уровня загрязнения речных вод использовался удельный комбинаторный индекс загрязненности воды ( $УКИЗВ$ ), который ежегодно отражается, как и вышеприведенные гидрохимические показатели в государственных докладах «О состоянии природных ресурсов и окружающей среды республики Башкортостан» за 2005 – 2016 годы.

Для статистической обработки полученных данных использовался пакет прикладных программ *Excel for Windows*.

**Результаты и обсуждение.** Всего в ходе исследований на створах рек Южного Урала было выявлено 27 видов легочных гастропод, принадлежащих к 4-м семействам:

- **семейство *Lymnaeidea*** - *Lymnaea fragilis* Linnaeus (1758), *Lymnaea tumida* Heeld (1836), *Lymnaea stagnalis* Linnaeus (1758), *Lymnaea auricularia* Linnaeus (1758), *Lymnaea palustris* Müller F.O. (1774), *Lymnaea ovata* Draparnaud (1805), *Lymnaea terebra* Westerlund (1885), *Lymnaea peregra* Müller F.O. (1774), *Lymnaea glutinosa* Müller

F.O. (1774);

- семейство *Physidae* - *Costatella integra* Haldeman (1841), *Physa fontinalis* Linnaeus (1758), *Aplexa hypnorum* Linnaeus (1758);

- семейство *Planorbidae* - *Planorbarius corneus* Linnaeus (1758), *Gyraulus riparius* Westerlund (1865), *Planorbis planorbis* Linnaeus (1758), *Segmentina nitida* Müller F.O. (1774), *Anisus spirorbis* Linnaeus (1758), *Anisus vortex* Linnaeus (1758), *Anisus leucostoma* Millet (1813), *Anisus septemgyratus* Rossmassler (1835), *Anisus vorticulus* Troschel (1834), *Gyraulus albus* Muller (1774), *Gyraulus rossmaessleri* Auerswald (1852), *Hippeutis complanatus* Linnaeus (1758), *Planorbis carinatus* Müller F.O. (1774);

- семейство *Acroloxiidae* - *Acroloxus lacustris* Linnaeus (1758), *Ancylus fluviatilis* Müller F.O. (1774).

Таблица 2

Постоянство видов легочных улиток на створах (1-17)  
рек Южного Урала

Вид	Категория постоянства вида		
	постоянный	добавочный	случайный
1. <i>Lymnaea fragilis</i>	10	1-9, 11 -15, 17	1, 16
2. <i>Lymnaea tumida</i>	10	1-9, 11 -15, 17	1, 16
3. <i>Lymnaea stagnalis</i>	1-7	8-17	-
4. <i>Lymnaea auricularia</i>	10, 14	1-4, 6-9, 11-13, 15-17	5
5. <i>Lymnaea palustris</i>	10	1,2, 7-9, 11-17	3-6
6. <i>Lymnaea ovata</i>	1-7, 13, 16	8-12, 14, 15, 17	
7. <i>Lymnaea terebra</i>	10, 12	1, 3, 5-9, 11, 13-17	2 - 4
8. <i>Lymnaea peregra</i>	-	1-15, 17	16
9. <i>Lymnaea glutinosa</i>	1	2-17	-
10. <i>Costatella integra</i>	1,6	2-5, 7-17	-
11. <i>Physa fontinalis</i>	-	1-7, 9-17	8
12. <i>Aplexa hypnorum</i>	10	1-9, 11-17	-
13. <i>Planorbarius corneus</i>	1	2-17	-
14. <i>Gyraulus riparius</i>	10	1-9, 11-17	-
15. <i>Planorbis planorbis</i>	10	1-9, 11-17	-
16. <i>Segmentina nitida</i>	10	1, 3-9, 11-17	2
17. <i>Anisus spirorbis</i>	1	2-11, 13, 14-17	12, 15
18. <i>Anisus vortex</i>	-	1-17	-
19. <i>Anisus leucostoma</i>	10, 14, 15	2-9, 11-13, 16-17	1
20. <i>Anisus septemgyratus</i>	10	2-7, 9, 11-7	1,8
21. <i>Anisus vorticulus</i>	-	2-17	1
22. <i>Gyraulus albus</i>	-	1-17	-
23. <i>Gyraulus rossmaessleri</i>	10	1, 2, 8, 9, 11-17	3-7
24. <i>Hippeutis complanatus</i>	9, 10	2-8, 11-17	1
25. <i>Planorbis carinatus</i>	-	1-7, 9, 10, 12-17	8,11
26. <i>Acroloxus lacustris</i>	2, 10, 14	1, 3-9, 11-13, 15-17	-
27. <i>Ancylus fluviatilis</i>	1	2, 4-7,9-14, 16, 17	3, 8, 15

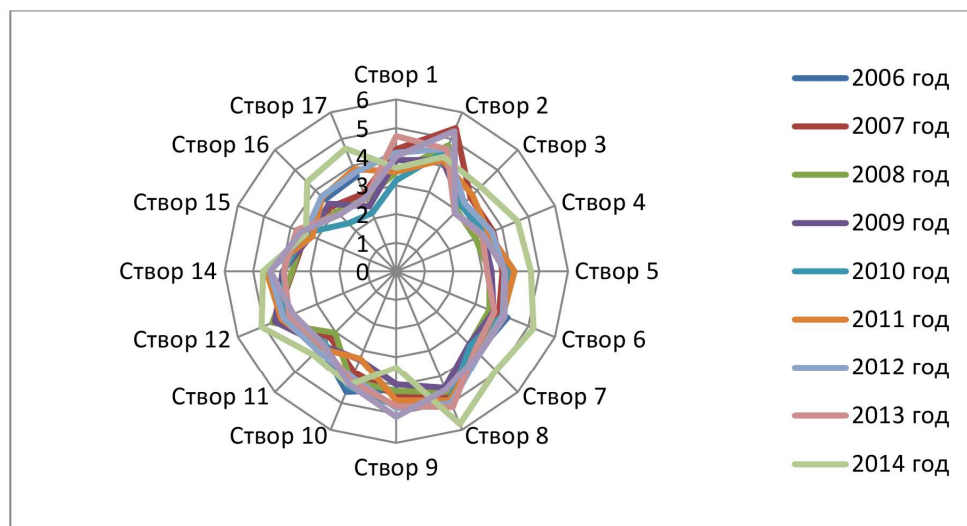
Преобладающим в реках Южного Урала по видовому составу гастропод является семейство *Planorbidae* (48%) – 13 видов, а наименее представлено семейство *Acroloxidae* (8%) – 2 вида.

Анализ постоянства гастропод показал, что все виды на створах могут быть как постоянными, так добавочными и случайными (табл. 2).

Проведенные исследования показали, что в р. Белой на створах от ж/д станции «Шушпа» по створ ниже г. Стерлитамака доминируют виды брюхоногих легочных моллюсков, постоянство которых относительно стабильно. На остальных створах, как в реке Белая, так и в реках Большой Нугуш, Ашкадар, Селеук, Инзер, Юрюзань, Зилаир и Большой Ик преобладают гастроподы со значительной ежегодной динамикой.

Анализ динамики УКИЗВ в воде рек Южного Урала за период исследований позволяет сделать вывод, что данный показатель значительно колеблется на ряде створов, но есть створы, где он довольно стабилен. Так, можно отметить, что для р. Белой и ее притока – р. Инзер в качестве фоновых по данному показателю за период исследований выявились створы выше города Мелеуз и в районе д. Азово (рисунок).

Анализ тесноты связи между постоянством гастропод и гидрохимическими показателями, а также регрессионные модели прогнозирования постоянства гастропод от уровня содержания поллютантов в воде рек Южного Урала показаны в табл. 3.



Р и с у н о к . Динамика УКИЗВ в воде рек Южного Урала за период с 2006 по 2015 годы

Таблица 3

Корреляционно (r)-регрессионные (УР) зависимости между степенью привязанности к биотопам легочных моллюсков (Y) и гидрохимическими поллютантами (X, в кратностях превышения ПДК), содержащимися в воде рек Южного Урала

Y	X	r	УР	Y	X	r	УР
<b>Река Белая (р-н ДО «Арский камень»)</b>				<b>Река Большой Нугуш (село Новоситово)</b>			
<i>L. stagnalis</i>	XПК	-0,7	$Y = -0,1 + 0,4X$	<i>L. peregra</i>	$NH_4^+$	0,7	$Y = 0,2 + 0,1X$
<i>L. terebra</i>	$NO_2$	0,7	$Y = 0,1 + 0,2X$	<i>L. glutinosa</i>	$NH_4^+$	0,7	$Y = 0,1 + 0,2X$
<i>L. glutinosa</i>	Fe	-0,8	$Y = 0,4 - 0,1X$	<b>Река Ашкардар (в черте города Стерлитамака)</b>			
<i>C. integra</i>	$C_6H_5OH$	0,7	$Y = 0,4 + 0,1X$	<i>P. carinatus</i>	$C_6H_5OH$	-0,7	$Y = 0,6 - 0,3X$
<i>A. leucostoma</i>	Zn	0,9	$Y = 0,1 + 0,3X$	<b>Река Селеук (деревня Нижнеиткулово)</b>			
<b>Река Белая (выше города Мелеуз)</b>				<i>L. fragilis</i>	Cu	-0,7	$Y = 0,5 - 0,1X$
<i>L. ovata</i>	Fe	0,7	$Y = 0,2 + 0,1X$	<i>L. terebra</i>	Cu	0,9	$Y = 0,2 + 0,1X$
<i>P. fontinalis</i>	Fe	0,7	$Y = 0,4 - 0,1X$	<i>C. integra</i>	H/n	0,7	$Y = 0,2 + 0,1X$
<i>A. spirorbis</i>	$NH_4^+$	0,7	$Y = 0,1 + 0,3X$	<b>Река Инзер (деревня Азово)</b>			
<b>Река Белая (ниже города Мелеуз)</b>				<i>G. riparius</i>	Cu	0,7	$Y = 0,3 + 0,1X$
<i>L. ovata</i>	Fe	0,8	$Y = 0,2 + 0,1X$	<i>P. planorbis</i>	Cu	0,7	$Y = 0,4 + 0,1X$
<i>L. glutinosa</i>	Fe	-0,7	$Y = 0,6 - 0,1X$	<i>H. complanatus</i>	Mn	-0,7	$Y = 0,7 - 0,1X$
<b>Река Белая (выше города Салавата)</b>				<i>A. fluviatilis</i>	H/n	0,7	$Y = 0,1 + 0,1X$
<i>L. stagnalis</i>	Cu	-0,8	$Y = 0,3 + 0,1X$	<b>Река Юрюзань (деревня Чулпан)</b>			
<i>A. vortex</i>	$NH_4^+$	0,7	$Y = 0,2 + 0,3X$	<i>A. hypnorum</i>	Cu	-0,7	$Y = 0,7 - 0,1X$
<i>A. septemgyratus</i>	Ni	0,7	$Y = 0,5 - 0,2X$	<i>A. vortex</i>	Cu	0,7	$Y = 0,2 + 0,1X$
<i>G. albus</i>	Cu	-0,7	$Y = 1,0 - 0,1X$	<i>P. carinatus</i>	Cu	0,7	$Y = 0,3 + 0,1X$

Статистические материалы, представленные в табл. 3 позволяют спрогнозировать постоянство определенного вида гастропод в зависимости от содержания химического поллютанта в концентрации 1 ПДК.

**Заключение.** Всего в ходе исследований на реках Южного Урала было выявлено 27 видов легочных гастропод, принадлежащих к 4-м семействам – *Lymnaeidae*, *Physidae*, *Planorbidae* и *Acroloxidae*.

Проведенные исследования показали, что в р. Белой на створах от ж/д станции «Шушпа» по створ ниже г. Стерлитамака доминируют виды брюхоногих легочных моллюсков (*Lymnaea stagnalis*, *Lymnaea ovata*, *Lymnaea glutinosa*, *Costatella integra*, *Planorbarius corneus*, *Anisus spirorbis*, *Acroloxus lacustris*, *Ancylus fluviatilis*), постоянство которых относительно стабильно. На остальных изученных створах преобладают гастроподы со значительной ежегодной динамикой.

Анализ динамики УКИЗВ в воде рек Южного Урала за период с 2006 по 2015 гг. показал, что он динамичен на ряде створов, но есть створы, где отмечается его стабильность. Так, можно отметить, что для

р. Белой и ее притока – р. Инзер с наиболее низким на период исследования данным показателем в качестве фоновых выявились створы выше города Мелеуз и в районе д. Азово. Построение корреляционно-регрессионных моделей позволило выявить статистически значимые связи между встречаемостью ряда моллюсков с химическими веществами, содержащимися в речных водах Южного Урала.

Сочетание гидробиологических и гидрохимических анализов в районах государственных водопостов, по-видимому, позволит выявить влияющие на водную фауну химические вещества и их соединения, что очень важно для принятия технологических решений по очистке сточных вод, сбрасываемых в реки Южного Урала и разработать рекомендации по замене ряда химических анализов на более дешевые биологические анализы.

### **Список литературы**

- Гордзялковский А.В., Макурин О.Н.* 2006. Водные моллюски – перспективные объекты для биологического мониторинга // Вестник СамГУ. Естественная серия, №7(47). С. 37-44.
- Государственные доклады «О состоянии природных ресурсов и окружающей среды республики Башкортостан». Уфа: Башкирская издательская компания, 2004 – 2016 годы.
- Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. 2004 / Под общ. Ред. С.Я. Цалолихина. Т. 6. Моллюски, Полихеты, Немертины. СПб.: Наука. 528 с.
- Чаус Б.Ю.* 2012. Биоиндикация как подход к развитию прогнозирующего моделирования гидробиологических особенностей реки Белой (Россия, республика Башкортостан) // European Applied Sciences: modern approaches in scientific researches. Papers of the 1st International Scientific Conference. December 17-19, Stuttgart, Germany. P. 12-14.
- Gupta S.K., Singh J.* 2011. Evaluation of mollusk as sensitive indicator of heavy metal pollution in aquatic system: a review // The II OAB Journal Special Issue on Environmental Management for Sustainable Development. V. 2. Is. 1. P. 49-57.
- Jozwiaik M.A., Jozwiaik M., Kozlowski R., Rabajczyk A.* 2010. The role of indicator malacofauna in pollution assessment of inland water exposed to anthropopressure; the case of the Kielce Lake // Ecological chemistry and engineering S. V. 17, № 4. P. 485-494.

**PULMONARY LIMACONS (*PULMONATA* CUVIER, 1817)  
AS INDICATORS OF WATER QUALITY IN THE RIVERS OF  
SOUTHERN URAL (THE REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN)**

**B. Yu. Chaus**

Sterlitamak Branch of the Bashkir State University, Sterlitamak

Here we consider the possibility of using gastropods to increase the importance of bioindication research on the course of ecological monitoring of the rivers of the Southern Urals. We studied gastropods collected from 2005 to 2016 in 17 State Water Posts in the Southern Urals. A total of 27 species of pulmonary snails were identified. A list of permanent, additional and accidental species of gastropods is reported for the first time for the region. Statistically significant correlations between the list of gastropods and several hydrochemical indices have been revealed. Regression models were constructed to predict the list of species, depending on the concentration of pollutants in river waters.

**Keywords:** *pulmonary limacons, gastropods, the South Ural, constancy of types, loudspeaker of constancy, hydrochemical indexes, specific combinatorial index of impurity of water, correlative models, regression models.*

*Об авторе*

ЧАУС Борис Юрьевич – кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии, Стерлитамакский филиал ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет», 453103, Башкортостан, Стерлитамак, пр. Ленина, 49; e-mail: chaus-str@mail.ru.

Чаус Б.Ю. Представители отряда легочных улиток (*Pulmonata* Cuvier, 1817) как биоиндикаторы качества воды рек Южного Урала (на примере Республики Башкортостан) / Б.Ю. Чаус // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2018. № 2. С. 103-110.