

УДК 574.52:595.735 (470.57)

Б. Ю. Чаус

Личинки отряда *Plecoptera* как биоиндикаторы качества воды рек Южного Урала

В статье приводится анализ возможности использования личинок из отряда *Plecoptera* для повышения значимости биоиндикационных исследований в ходе экологического мониторинга рек Южного Урала. Сбор и анализ постоянства (в долях единицы) личинок 7 видов веснянок (*X. apicalis*, *S. burmeisteri*, *T. nebulosa*, *N. pictetii*, *N. cinerea*, *L. nigra*, *L. fusca*) проводился в летнее время с 2005 по 2016 г. в районах 17 государственных водопостов, находящихся на реках Южного Урала. В качестве химических характеристик на створах использовались такие показатели, как содержание в речных водах соединений марганца, никеля и железа, нефтепродуктов, фенолов, азота аммонийного, меди, цинка, ХПК, БПК₅, сульфатов, хлоридов, азота нитритного. В качестве комплексного показателя использовался удельный комбинаторный индекс загрязненности воды. Впервые составлен список постоянных, добавочных и случайных видов представителей отряда *Plecoptera* на изученных участках рек Южного Урала. Выявлены статистически значимые корреляционные зависимости между постоянством видов веснянок с рядом гидрохимических показателей. Построены регрессионные модели для прогноза постоянства личинок веснянок в зависимости от концентрации поллютантов в речных водах. Сочетание динамики постоянства видов веснянок с результатами гидрохимических анализов позволит выявить наиболее сильно действующие на гидробионтов загрязняющие химические вещества, входящие в состав сточных вод, сбрасываемых в поверхностные воды Южного Урала.

Ключевые слова: биоиндикация, личинки веснянок, Южный Урал, постоянство видов, гидрохимические показатели.

Введение

Контроль качества водной среды осуществляется в настоящее время в основном посредством химических и физико-химических методов. Однако анализ отдельных химических веществ не в состоянии дать полную характеристику вредного действия антропогенных факторов. Этим недостатком лишены биологические методы (биоиндикация и биотестирование) оценки качества вод [1]. Веснянки (*Plecoptera*) — относительно небольшой отряд амфибиотических насекомых с неполным превращением, в мировой фауне насчитывается более 3497 видов [17]. В России и сопредельных странах в настоящее время известно около 340 видов из 71 рода и 9 семейств [15]. В целом для Урала список веснянок включает на сегодня 31 вид, из водоемов Южного Урала (Башкирия) по личиночным стадиям известно 17 видов [2; 10].

В силу своей оксифильности и стенотермности личинки веснянок наиболее чувствительны к любому типу загрязнений, поэтому используются как основные биологические индикаторы степени загрязнения водотоков в природоохранном мониторинге рек [14]. Анализ научной литературы не выявил работ, посвященных изучению индикаторных качеств личинок веснянок, обитающих в поверхностных водах Южного Урала.

Цель работы — анализ возможности использования личинок веснянок для повышения значимости биоиндикационных исследований в ходе экологического мониторинга рек Южного Урала.

Для достижения цели с 2005 по 2016 г. решались две задачи:

- 1) сбор личинок веснянок в районах 17 государственных водопостов, находящихся на реках, протекающих по территории Южного Урала;
- 2) анализ связи динамики постоянства видов личинок веснянок на вышеуказанных створах с гидрохимическими показателями, отражаемыми в ежегодно публикуемых го-

© Чаус Б. Ю., 2017

сударственных докладах «О состоянии природных ресурсов и окружающей среды Республики Башкортостан» за 2006—2016 гг.

Материалы и методы

Исследования проводились с 2005 по 2016 г. в летнюю межень в районах 17 государственных водопостов (створов) на восьми реках, протекающих по территории Южного Урала: на р. Белой в р-не ж/д станции «Шушпа» (створ 1), в р-не д/о «Арский камень» (створ 2), выше г. Мелеуз (створ 3), ниже г. Мелеуз (створ 4), выше г. Салават (створ 5), ниже г. Ишимбай (створ 6), выше г. Стерлитамак (створ 7), ниже г. Стерлитамак (створ 8), ниже п. Прибельский (створ 9), выше г. Уфа (створ 10); на р. Нугуш, д. Нижнеташево (створ 11); на р. Ашкадар, в черте г. Стерлитамак (створ 12); на р. Селеук, д. Верхнеиткулово (створ 13); на р. Инзер, д. Азово (створ 14); на р. Юрюзань, д. Чулпан (створ 15); на р. Зилаир, с. Зилаир (створ 16); на р. Большой Ик, с. Мраково (створ 17). Отлов личинок веснянок осуществлялся с применением ручного сбора, водного сачка, сачка-скребка и осмотра лежащих в воде предметов — камней, коряг и т. п., перекачиванием гальки и камней перед выставленным против течения сачком в соответствии с [12] на десяти участках (расстояние между участками 100—150 м) на каждом створе.

Видовая принадлежность личинок веснянок устанавливалась непосредственно на створе по определителю [11]. В 2015 г. определение видовой принадлежности личинок веснянок было перепроверено в лабораторных условиях по определителю [15].

Для оценки постоянства видов (C) (в долях единицы) на биотопах использовалась формула:

$$C = \frac{n}{N},$$

где n — число выборок, содержащих изучаемый вид, N — общее число взятых выборок. Наименование категорий постоянства видов приводится по А. С. Степановских [13]. В зависимости от значения постоянства вида на створе определялись следующие категории: постоянные виды ($C > 0,5$); добавочные виды ($0,25 < C < 0,5$); случайные виды ($C < 0,25$).

Для анализа статистической связи между постоянством личинок веснянок и концентрацией поллютантов, определяемых в речных водах в районах изученных створов, использовались данные по содержанию соединений марганца (Mn), никеля (Ni), железа (Fe), нефтепродуктов (H/n), фенолов ($Фен$), азота аммонийного (NH_4), меди (Cu), цинка (Zn), сульфатов (SO_2), хлоридов (Cl), азота нитритного (NO_2), ежегодно публикуемые в государственных докладах «О состоянии природных ресурсов и окружающей среды Республики Башкортостан» [3—9]. В качестве обобщенного показателя использовался удельный комбинаторный индекс загрязненности воды (УКИЗВ).

Статистическая обработка материала проводилась в прикладной программе MS Excel. Для окончательной обработки результатов использовался калькулятор онлайн-сервиса сайта Математического форума Math Help Planet [18].

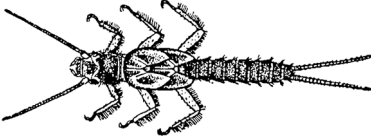
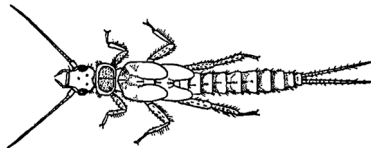
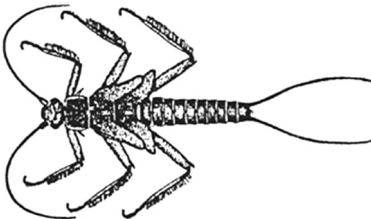

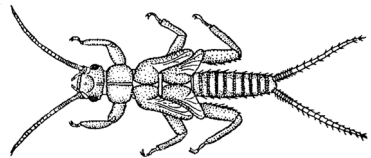

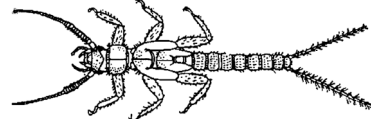
Результаты исследований и их обсуждение

По результатам исследования была создана компьютерная база данных [16], включающая 7 видов веснянок, личинки которых относительно легко определяются визуально, что очень важно для проведения регулярных биомониторинговых исследований на водотоках.

Систематическая принадлежность и внешний вид использованных в ходе исследований личинок веснянок представлены в таблице 1.

Таблица 1

Систематическая принадлежность и внешний вид личинок *Plecoptera* рек Южного Урала

Семейство <i>Chloroperlidae</i>	
Род <i>Chloroperla</i> Newman, 1836	
<i>Xanthoperla apicalis</i> (Newman, 1836)	
<i>Siphonoperla burmeisteri</i> (Pictet, 1841)	
Семейство <i>Taeniopterygidae</i>	
Род <i>Taeniopteryx</i> Pictet, 1841	
<i>Taeniopteryx nebulosa</i> (Linnaeus, 1758)	
Семейство <i>Nemouridae</i>	
Род <i>Nemurella</i> Kempni, 1898	
<i>Nemurella pictetii</i> (Klapalek, 1900)	
Род <i>Nemoura</i> Pictet, 1841	
<i>Nemoura cinerea</i> (Retzius, 1783)	
Семейство <i>Leuctridae</i>	
Род <i>Leuctra</i> Stephens, 1835	
<i>Leuctra nigra</i> (Olivier, 1811)	
<i>Leuctra fusca</i> (Linnaeus, 1758)	

Анализ постоянства личинок веснянок, обитающих в реках Южного Урала, показал, что все изученные виды на створах в зависимости от года исследования могут быть отнесены к категории как постоянных, так и добавочных и случайных (табл. 2).

Таблица 2

Среднее относительное постоянство веснянок и его динамика ($P = \max - \min$) на створах (1—17) в реках Южного Урала за период исследований с 2005 по 2016 г.

Вид	Створ																	P
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
<i>X. apicalis</i>	0,4	н/о	0,2	0,4	0,3	0,4	0,2	0,3	0,5	0,4	0,4	0,3	0,5	0,3	0,4	0,3	0,2	0,5
<i>S. burmeisteri</i>	н/о	0,3	0,2	0,2	0,4	0,4	0,2	0,4	0,2	0,4	н/о	0,4	н/о	0,3	н/о	н/о	0,3	0,4
<i>T. nebulosa</i>	н/о	0,3	0,4	0,3	0,2	0,4	0,4	0,2	0,4	0,2	0,4	0,3	0,4	0,5	0,3	0,2	0,3	0,5
<i>N. pictetii</i>	0,3	н/о	0,2	0,3	0,5	0,2	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,2	0,5
<i>N. cinerea</i>	0,4	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,4	0,5	0,4	0,4	0,2	0,4	0,5	н/о	0,5	0,3	0,4	0,5
<i>L. nigra</i>	0,3	0,5	0,2	0,2	0,3	0,5	0,4	0,5	0,3	0,5	0,3	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5	0,2	0,3
<i>L. fusca</i>	н/о	0,4	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,2	0,3	0,4	0,3	0,4	0,5	н/о	0,5

Примечание. Номер и название створа указаны в разделе «Материалы и методы»; н/о — вид на створе за период исследования не обнаружен.

Анализ динамики постоянства личинок веснянок в реках Южного Урала за период с 2005 по 2016 г. показал, что на изученных створах относительным постоянством ($P = 0,3$) характеризуется лишь встречаемость личинок *L. nigra*, что, по-видимому, свидетельствует об отсутствии влияния экологических условий на личинок этого вида веснянок на изученных участках рек. Встречаемость личинок других видов веснянок (*X. apicalis*, *T. nebulosa*, *N. pictetii*, *N. cinerea*, *L. fusca*) характеризуется значительной динамикой постоянства по годам исследований.

Анализ динамики УКИЗВ в воде изученных рек Южного Урала за период с 2006 по 2015 г. выявил, 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 г. Мелеуз (створ № 3) и в районе д. Азово (створ № 14) (рис. 1).

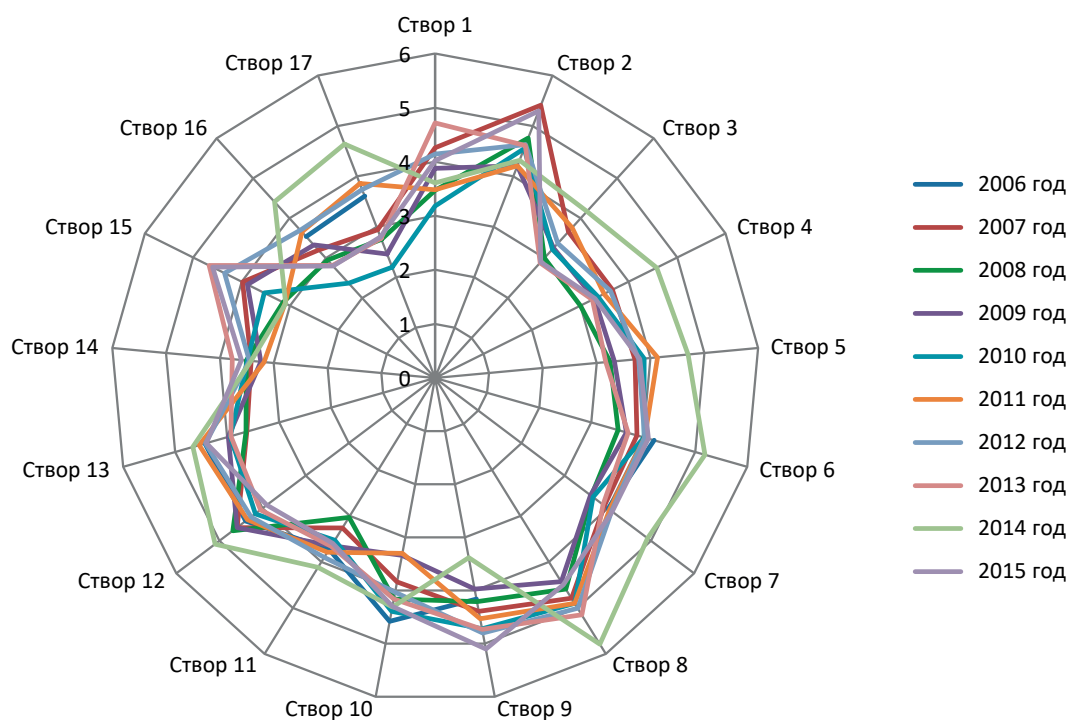


Рис. 1. Динамика УКИЗВ в воде рек Южного Урала за период с 2006 по 2015 г.

На рисунках 2 и 3 показана динамика постоянства личинок веснянок, отмеченных на этих участках рек за период с 2005 по 2016 г.

В р. Белой выше г. Мелеуз и в р. Инзер в районе д. Азово наиболее динамично постоянство личинок веснянок *X. apicalis* и *T. nebulosa* соответственно, что, по-видимому, связано с влиянием на данные виды динамики экологических условий (в том числе гидрохимического режима) на этих участках рек.

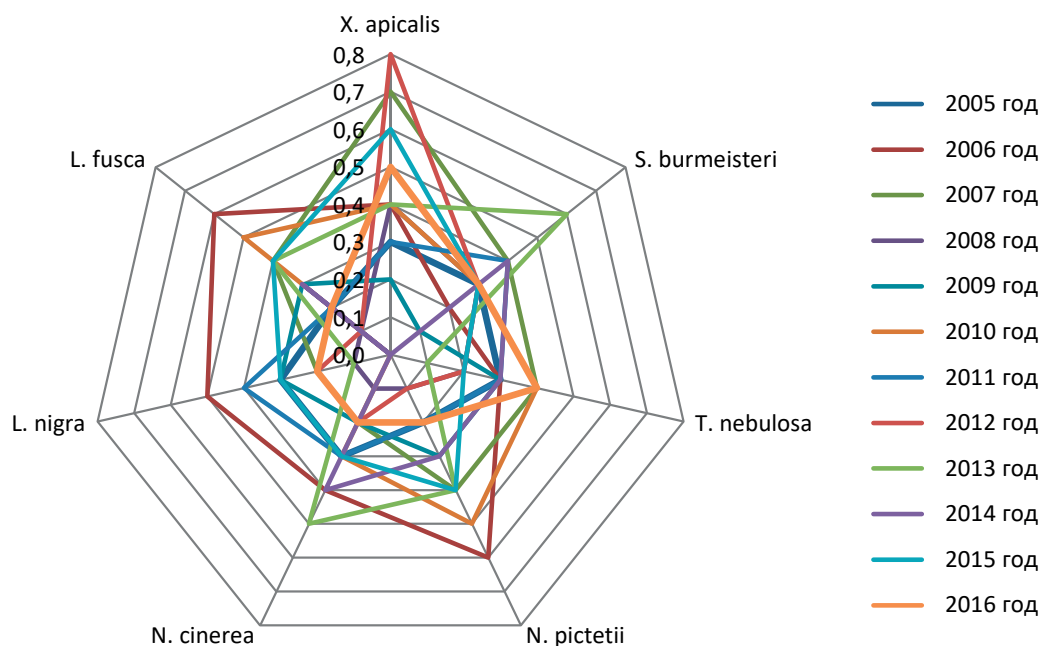


Рис. 2. Динамика постоянства личинок веснянок в р. Белая выше г. Мелеуз

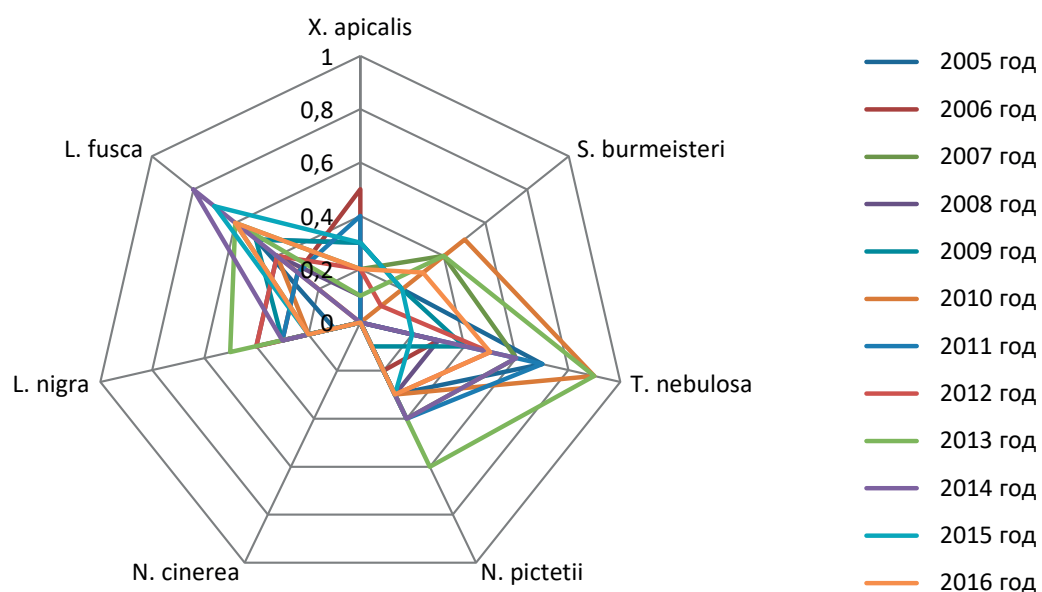


Рис. 3. Динамика постоянства личинок веснянок в р. Инзер, р-н д. Азово

Относительную стабильность постоянства в р. Белой выше г. Мелеуз показали личинки веснянки *T. nebulosa*, что, по-видимому, свидетельствует об адаптации данного вида к экологическим условиям на этом участке реки. В р. Инзер (р-н д. Азово) отно-

сительная стабильность постоянства обнаружена у личинок *X. apicalis*, что, очевидно, связано с отсутствием реагирования личинок данного вида на экологические условия на этом участке реки.

Анализ корреляционных матриц связи между встречаемостью личинок веснянок с химическими показателями воды рек Южного Урала позволил выявить сильное отрицательное влияние ($r = -0,7$) нефтепродуктов на встречаемость личинок *N. cinerea* и *N. pictetii* в р. Белой ниже г. Стерлитамак и ниже п. Прибельский соответственно. Подобная отрицательная зависимость ($r = -0,7$) была установлена и между содержанием в воде соединений железа и встречаемостью на этом створе личинок *L. nigra* в р. Селеук (р-н д. Нижнеиткулово). Однако значение коэффициента детерминации ($R^2 = 0,4$) свидетельствует о незначительном влиянии данного поллютанта на встречаемость *L. nigra*. Относительно сильное влияние ($R^2 = 0,6$) из проанализированных гидрохимических показателей оказывают соединения марганца и железа на увеличение встречаемости *X. apicalis* и *S. burmeisteri* соответственно. Но оно проявляется в виде повышения встречаемости личинок вышеуказанных видов веснянок при росте концентрации поллютантов, которые, по-видимому, оказывают воздействие на увеличение кормовой базы (водоросли, личинки комаров, мошек и других мелких беспозвоночных). Регрессионные зависимости между встречаемостью личинок веснянок в реках Южного Урала и коррелирующими с ней поллютантами показаны в таблице 3.

Таблица 3

Корреляционно (r)-регрессионные ($УР$) зависимости между постоянством личинок веснянок (Y) и гидрохимическими поллютантами (x) в кратности превышения ПДК, содержащимися в водах рек Южного Урала

(Y)	(x)	r	УР	R ²	F		A, %
					F факт.	F табл.	
Река Белая							
Ниже города Ишимбай							
<i>X. apicalis</i>	Mn	0,7	$Y = 0,14x + 0,04$	0,6	12,1	5,1	11,0
<i>S. burmeisteri</i>	Fe	0,7	$Y = 0,13x + 0,03$	0,6	12,1	5,1	11,0
Выше города Стерлитамак							
<i>X. apicalis</i>	Fe	0,7	$Y = 0,14x + 0,14$	0,5	8,9	5,1	16,3
Ниже города Стерлитамак							
<i>N. cinerea</i>	H/п	-0,7	$Y = -0,24x + 0,73$	0,6	11,0	5,1	51,3
Ниже поселка Прибельский							
<i>N. pictetii</i>	H/п	-0,7	$Y = -0,14x + 0,54$	0,5	8,4	5,1	40,8
Река Ашкадар (в черте города Стерлитамак)							
<i>T. nebulosa</i>	Mn	0,7	$Y = 0,03x + 0,14$	0,5	7,3	5,1	20,4
Река Селеук (деревня Нижнеиткулово)							
<i>L. nigra</i>	Fe	-0,7	$Y = -0,04x + 0,84$	0,4	6,7	5,1	26,8
Река Зилаир (село Зилаир)							
<i>T. nebulosa</i>	Fe	0,8	$Y = 0,14x + 0,04$	0,7	17,0	5,1	13,6

Примечание: R^2 — коэффициент детерминации; F — критерий Фишера; A — средняя ошибка аппроксимации.

Статистические материалы, представленные в таблице 3, позволяют спрогнозировать постоянство определенных видов веснянок в зависимости от содержания в воде химического поллютанта. Исходя из вышеизложенного, можно составить диагностические

карты прогноза и индикации содержания поллютантов в воде рек Южного Урала по показателю встречаемости личинок веснянок (пример карты представлен в табл. 4).

Таблица 4

Пример диагностической карты прогноза и индикации содержания нефтепродуктов (X , в кратности превышения ПДК) в воде р. Белой ниже г. Стерлитамак в зависимости от встречаемости (Y) на створе *Nemoura cinerea*

X	3,0	3,1	2,4	1,7	1,0	—	—	—	—	—	—
Y	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0

Проведенные прогностические расчеты показывают, что если встречаемость *Nemoura cinerea* в р. Белой ниже г. Стерлитамак будет равна 0,4 и более, то можно предположить, что содержание нефтепродуктов в воде на этом створе будет в пределах 1 ПДК (0,05 мг/л). Такой подход, по-видимому, позволит разработать рекомендации по замене ряда химических анализов на более дешевые биологические и выявлять наиболее влияющие на водную фауну поллютанты, что важно для принятия технологических решений по очистке сточных вод, сбрасываемых в реки Южного Урала.

Заключение

С 2005 по 2016 г. в районе 17 водопостов на 8 реках Южного Урала была проанализирована динамика постоянства личинок 7 видов веснянок: *X. apicalis*, *S. burmeisteri*, *T. nebulosa*, *N. pictetii*, *N. cinerea*, *L. nigra*, *L. fusca*, принадлежащих к пяти родам (*Chloroperla*, *Taeniopteryx*, *Nemurella*, *Nemoura*, *Leuctra*) и четырем семействам (*Chloroperlidae*, *Taeniopterygidae*, *Nemouridae*, *Leuctridae*).

Анализ динамики удельного комбинаторного индекса загрязненности воды рек Южного Урала за период исследований показал, что он значительно колеблется на ряде створов, но есть участки, где он характеризуется меньшими значениями и отмечается его относительная стабильность: в р. Белой выше города Мелеуз и в р. Инзер в районе д. Азово. Данное обстоятельство позволяет выделить их в качестве фоновых.

В р. Белой выше г. Мелеуз и в р. Инзер в районе д. Азово наиболее динамично постоянство личинок веснянки *X. apicalis* и *T. nebulosa* соответственно, что, по-видимому, связано с влиянием на данные виды изменений условий (в том числе и гидрохимического режима) на этих участках рек.

В р. Белой ниже г. Ишимбай проявляется увеличение частоты встречаемости личинок *X. apicalis* и *S. burmeisteri* при повышении содержания соединений марганца и железа соответственно, а выше г. Стерлитамак увеличение встречаемости веснянки *X. apicalis* находилось в прямой зависимости от повышения концентрации соединений железа. Подобная сильная корреляционная связь роста встречаемости личинок *T. nebulosa* наблюдалась при увеличении содержания марганца в р. Ашкадар (р-н Стерлитамака) и соединений железа в р. Зилаир (с. Зилаир). Стимуляция увеличения личинок веснянок в данном случае, по-видимому, связана с увеличением их кормовой базы за счет влияния поллютантов как удобрений для водорослей, а последние, в свою очередь, являются пищей мелких беспозвоночных, которыми питаются личинки веснянок.

Снижение постоянства личинок веснянок *N. cinerea* и *N. pictetii* выявлено при повышении содержания нефтепродуктов в р. Белой ниже г. Стерлитамака и ниже п. Прибельский. Подобный эффект на *L. nigra* оказывал рост концентрации соединений железа в р. Селеук (р-н д. Нижнеиткулово).

Исследования динамики постоянства личинок веснянок (особенно при увеличении количества видов) в районах государственных водопостов позволят повысить качество экологического мониторинга, составить диагностические карты прогноза и индикации

содержания поллютантов по показателю встречаемости личинок веснянок, разработать подходы по замене ряда дорогостоящих химических методов анализа на более дешевые — биологические. Сочетание показателей динамики постоянства личинок веснянок с данными гидрохимических анализов даст возможность выявить наиболее сильно действующие на гидробионтов загрязняющие химические вещества и разработать технологические решения по очистке сточных вод, сбрасываемых в поверхностные воды Южного Урала.

Список использованных источников и литературы

1. Абакумов В. А., Сушеня Л. М. Гидробиологический мониторинг пресноводных экосистем и пути его совершенствования // Экологические модификации и критерии экологического нормирования : труды международного симпозиума. М., 1991. С. 41—51.
2. Боев В. Г., Баянов М. Г. Эколого-фаунистическая характеристика поденок и веснянок из водоемов Южного Урала // Фауна и экология насекомых Урала. Свердловск, 1987. С. 16—25.
3. Государственные доклады «О состоянии природных ресурсов и окружающей среды Республики Башкортостан». Уфа, 2011—2016. URL: <http://www.ecology.bashkortostan.ru/presscenter/lectures/> (дата обращения 25.01.2017).
4. Государственный доклад «О состоянии природных ресурсов и окружающей среды Республики Башкортостан в 2005 году». Уфа, 2006. 197 с.
5. Государственный доклад «О состоянии природных ресурсов и окружающей среды Республики Башкортостан в 2006 году». Уфа, 2007. 200 с.
6. Государственный доклад «О состоянии природных ресурсов и окружающей среды Республики Башкортостан в 2007 году». Уфа, 2008. 217 с.
7. Государственный доклад «О состоянии природных ресурсов и окружающей среды Республики Башкортостан в 2008 году». Уфа, 2009. 200 с.
8. Государственный доклад «О состоянии природных ресурсов и окружающей среды Республики Башкортостан в 2009 году». Уфа, 2010. 189 с.
9. Государственный доклад «О состоянии природных ресурсов и окружающей среды Республики Башкортостан в 2010 году». Уфа, 2011. 343. 197 с.
10. Лоскутова О. А., Жильцова Л. А. Веснянки (Plecoptera) Урала // Успехи энтомологии на Урале. Екатеринбург, 1997. С. 42—44.
11. Определитель пресноводных беспозвоночных европейской части СССР. Планктон, бентос. Л. : Гидрометеиздат, 1977. 513 с.
12. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / под ред. В. А. Абакумова. СПб. : Гидрометеиздат, 1992. 318 с.
13. Степановских А. С. Экология : учеб. для вузов. М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2001. 703 с.
14. Тесленко В. А. Веснянки (Plecoptera) в экосистемах рек Дальнего Востока России (фауна, биология, экология) : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Владивосток, 2006. 44 с.
15. Тесленко В. А., Жильцова Л. А. Определитель веснянок (Insecta, Plecoptera) России и сопредельных стран. Имаго и личинки / Биолого-почвенный институт Дальневосточного отделения Российской академии наук. Владивосток : Дальнаука, 2009. 382 с.
16. Чаус Б. Ю. Базы данных для совершенствования экологического мониторинга рек Южного Урала // Актуальные проблемы науки и образования в современном вузе : материалы III Междунар. науч.-практ. конф. Стерлитамак : Стерлитамакский филиал БашГУ, 2017. Ч. 1. С. 237—240.
17. Fochetti R., Tierno de Figueroa J. Global diversity of stoneflies (Plecoptera; Insecta) in freshwater // Hydrobiologia. 2008. Vol. 595. P. 365—377.
18. <http://mathhelpplanet.com/static.php?p=onlayn-mnk-i-regressionniy-analiz>.

Поступила в редакцию 29.08.2017

Чаус Борис Юрьевич, кандидат биологических наук, доцент
Стерлитамакский филиал Башкирского государственного университета
Российская Федерация, 453103, г. Стерлитамак, пр-т Ленина, 49
E-mail: chaus-str@mail.ru

UDC 574.52:595.735 (470.57)

B. Yu. Chaus

Larvae of Plecoptera as bioindicators of water quality in the rivers of South Ural

The article analyzes the possible use of *Plecoptera* larvae to increase the significance of bioindicator researches during the ecological monitoring of the rivers of the Southern Urals. 7 types of stoneflies larvae were collected and analyzed for constancy (in unit shares) (*X. apicalis*, *S. burmeisteri*, *T. nebulosa*, *N. pictetii*, *N. cinerea*, *L. nigra*, *L. fusca*) in summer time from 2005 till 2016 in the regions of 17 state water posts located on the rivers of the Southern Urals. As chemical characteristics on alignments such indexes as content in river waters of compounds of manganese, nickel and iron, oil products, phenols, ammonia nitrogen, copper, zinc, by HPK, BPK₅, sulfates, chlorides, a nitrite nitrogen were used. As a complex index the specific combinatorial index of water impurity was used. The list of constant, additive and casual species from *Plecoptera* order in the studied parts of the rivers of the Southern Urals was made for the first time. Statistically significant correlation dependences between stoneflies' larvae constancy and a number of hydrochemical indexes were revealed. The author developed regression models to forecast the constancy of stoneflies' larvae depending on concentration of the pollutants in river waters. The combination of dynamics of larvae constancy with the results of hydrochemical analyses will allow to reveal the polluting chemicals having the strongest impact on hydrobionts and being a part of the sewage dumped in the surface water of the Southern Urals.

Key words: bioindication, larvae of stoneflies, the Southern Urals, constancy of species, hydrochemical parameters.

Chaus Boris Yuryevich, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor
Sterlitamak branch of the Bashkir State University
Russian Federation, 453103, Sterlitamak, Lenin Avenue, 49
E-mail: chaus-str@mail.ru

References

1. Abakumov V. A., Sushchenya L. M. *Gidrobiologicheskii monitoring presnovodnykh ekosistem i puti ego sovershenstvovaniya* [Hydrobiological monitoring of freshwater ecosystems and ways to improve it]. *Ekologicheskie modifikatsii i kriterii ekologicheskogo normirovaniya: trudy mezhdunarodnogo simpoziuma* [Ecological modifications and criteria of ecological rationing. Proceed. of the Internat. Symposium]. Moscow, 1991, pp. 41—51. (In Russian)
2. Boev V. G., Bayanov M. G. *Ekologo-faunisticheskaya kharakteristika podenok i vesnyanok iz vodoemov Yuzhnogo Urala* [Ecological and faunistic characteristics of mayflies and stoneflies from the reservoirs of the Southern Urals]. *Fauna i ekologiya nasekomykh Urala* [Fauna and ecology of insects of the Urals]. Sverdlovsk, 1987, pp. 16—25. (In Russian)
3. *Gosudarstvennye doklady "O sostoyanii prirodnykh resursov i okruzhayushchei sredy Respubliki Bashkortostan"* [State reports "On the state of natural resources and the environment of the Republic of Bashkortostan"]. Ufa, 2011—2016. Available at: <http://www.ecology.bashkortostan.ru/presscenter/lectures/>. Accessed: 25.01.2017. (In Russian)
4. *Gosudarstvennyi doklad "O sostoyanii prirodnykh resursov i okruzhayushchei sredy Respubliki Bashkortostan v 2005 godu"* [State report "On the state of natural resources and the environment of the Republic of Bashkortostan in 2005"]. Ufa, 2006. 197 p. (In Russian)
5. *Gosudarstvennyi doklad "O sostoyanii prirodnykh resursov i okruzhayushchei sredy Respubliki Bashkortostan v 2006 godu"* [State report "On the state of natural resources and the environment of the Republic of Bashkortostan in 2006"]. Ufa, 2007. 200 p. (In Russian)
6. *Gosudarstvennyi doklad "O sostoyanii prirodnykh resursov i okruzhayushchei sredy Respubliki Bashkortostan v 2007 godu"* [State report "On the state of natural resources and the environment of the Republic of Bashkortostan in 2007"]. Ufa, 2008. 217 p. (In Russian)
7. *Gosudarstvennyi doklad "O sostoyanii prirodnykh resursov i okruzhayushchei sredy Respubliki Bashkortostan v 2008 godu"* [State report "On the state of natural resources and the environment of the Republic of Bashkortostan in 2008"]. Ufa, 2009. 200 p. (In Russian)

8. Gosudarstvennyi doklad "O sostoyanii prirodnykh resursov i okruzhayushchei sredy Respubliki Bashkortostan v 2009 godu" [State report "On the state of natural resources and the environment of the Republic of Bashkortostan in 2009"]. Ufa, 2010. 189 p. (In Russian)
9. Gosudarstvennyi doklad "O sostoyanii prirodnykh resursov i okruzhayushchei sredy Respubliki Bashkortostan v 2010 godu" [State report "On the state of natural resources and the environment of the Republic of Bashkortostan in 2010"]. Ufa, 2011. 343. 197 p. (In Russian)
10. Loskutova O. A., Zhil'tsova L. A. Vesnyanki (Plecoptera) Urala [Stoneflies (Plecoptera) of the Urals]. *Uspekhi entomologii na Urale* [Success of entomology in the Urals]. Ekaterinburg, 1997, pp. 42—44. (In Russian)
11. *Opredelitel' presnovodnykh bespozvonochnykh evropeiskoi chasti SSSR. Plankton, bentos* [Key to the freshwater invertebrates of the European part of the USSR. Plankton, benthos]. Leningrad, Gidrometeoizdat Publ., 1977. 513 p. (In Russian)
12. *Rukovodstvo po gidrobiologicheskomu monitoringu presnovodnykh ekosistem, pod red. V. A. Abakumova* [Abakumova V. A. (ed.) Guidance on hydrobiological monitoring of freshwater ecosystems]. St. Petersburg, Gidrometeoizdat Publ., 1992. 318 p. (In Russian)
13. Stepanovskikh A. S. *Ekologiya* [Ecology]. Moscow, YuNITI-DANA Publ., 2001. 703 p. (In Russian)
14. Teslenko V. A. *Vesnyanki (Plecoptera) v ekosistemakh rek Dal'nego Vostoka Rossii (fauna, biologiya, ekologiya): avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk* [Stoneflies (Plecoptera) in the ecosystems of the rivers of the Far East of Russia (fauna, biology, ecology). Abstr. Dr. Dis.]. Vladivostok, 2006. 44 p. (In Russian)
15. Teslenko V. A., Zhil'tsova L. A. *Opredelitel' vesnyanok (Insecta, Plecoptera) Rossii i sopredel'nykh stran. Imago i lichinki* [Key to the stoneflies (Insecta, Plecoptera) of Russia and adjacent countries. Imagines and nymphs]. Vladivostok, Dal'nauka Publ., 2009. 382 p. (In Russian)
16. Chaus B. Yu. Bazy dannykh dlya sovershenstvovaniya ekologicheskogo monitoringa rek Yuzhnogo Urala [Databases for improving the ecological monitoring of the South Urals rivers]. *Aktual'nye problemy nauki i obrazovaniya v sovremennom vuze: materialy III Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.* [Actual problems of science and education in the modern university. Proceed. of the III Internat. sci.-pract. conf.]. Sterlitamak, Sterlitamakskii filial BashGU Publ., 2017, pt. 1, pp. 237—240. (In Russian)
17. Fochetti R., Tierno de Figueroa J. Global diversity of stoneflies (Plecoptera; Insecta) in freshwater. *Hydrobiologia*, 2008, vol. 595, pp. 365—377.
18. <http://mathhelpplanet.com/static.php?p=onlayn-mnk-i-regressionniy-analiz>.