

**ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ
В ВЕРХОВЬЯХ РЕКИ БОЛЬШОЙ ЛОМОВИС
(ТАМБОВСКАЯ ОБЛАСТЬ, РАССКАЗОВСКИЙ РАЙОН)
МЕТОДАМИ БИОИНДИКАЦИИ**

Е. В. Малышева, И. В. Якунина, Т. Н. Киселева

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов, Россия;

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет им. Г. Р. Державина», г. Тамбов, Россия

Рецензент д-р биол. наук, профессор Г. А. Лада

Ключевые слова: биоиндикация; гидробионты; сапробность воды; метод Пантле–Букка в модификации В. Сладечека; метод Майера; интегральная оценка качества водных экосистем.

Аннотация: Рассмотрены методы биоиндикации в определении сапробности воды в реке Большой Ломовис. Проведен химический анализ проб воды по основным показателям, характеризующим экологическое состояние водоема. Применение различных исследований среды обитания дает интегральную оценку качества водных экосистем.

В последнее время отмечается увеличение объемов сбросов промышленных и бытовых сточных вод, что вызывает изменения в жизнедеятельности гидробионтов, приводит к ухудшению качества воды. Многие водотоки находятся на стадии исчезновения. Острой проблемой для водных объектов, протекающих по территориям населенных пунктов, является антропогенное загрязнение и эвтрофирование. Влияние загрязняющих веществ сказывается на всех компонентах водной экосистемы, вследствие чего изменяются их основные характеристики.

При контроле качества воды все большее внимание уделяется методам биоиндикации. Экологическая оценка водных экосистем с помощью биоиндикационных методов определяет состояние и функционирование целостности водных экосистем, что создает возможность для нахождения корректирующих действий в тех случаях, когда выявляются отклонения от нормативных показателей.

Малышева Елена Владимировна – кандидат биологических наук, доцент кафедры природопользования и землеустройства, ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет им. Г. Р. Державина», г. Тамбов, Россия; Якунина Ирина Владимировна – кандидат химических наук, доцент кафедры «Природопользование и защита окружающей среды», e-mail: yakunina-iv@mail.ru, ТамбГТУ, г. Тамбов, Россия; Киселева Татьяна Николаевна – магистрант ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный университет им. Г. Р. Державина», г. Тамбов, Россия.

Приоритетным направлением при проведении исследования является наблюдение за состоянием сообществ гидробионтов, в частности планктона и зообентоса, поскольку они являются материальными носителями качества воды. Именно биологические показатели позволяют определить экологическое состояние и трофический статус водных объектов; оценить качество поверхностных вод как среды обитания организмов; определить совокупный эффект комбинированного действия загрязняющих веществ; локализовать источник загрязнения; установить тип загрязнителей и возникновение вторичного загрязнения вод.

В свою очередь, определение химических показателей качества воды является необходимым компонентом мониторинговых программ, позволяющим дополнить биологические исследования и дать интегральную оценку качества водных экосистем. Комплексные исследования сообществ планктона и зообентоса актуальны и важны для нормирования антропогенных нагрузок и прогнозирования состояния водных объектов.

Целью данного исследования являлась оценка степени сапробности р. Большой Ломовис, протекающей через село Новгородовка (Рассказовский район, Тамбовская область) методами биоиндикации.

В бассейне р. Большой Ломовис расположены такие населенные пункты, как райцентр Бондари, Рождественское, Зименка, Верхнее Нащеккино, Прибытки, Митрополье, Мал. Гагарино, Гагарино 1-е, Б. Ломовис, а также промышленные предприятия – Бондарский молочно-сыродельный завод, Бондарский кирпичный завод, Бондарский лесхоз, совхоз Бондарский. Река протекает в основном по агроландшафтам, только в нижнем течении 7 км левобережной поймы окаймляет Цнинский лесной массив. На водотоках в бассейне р. Большой Ломовис находится более 30 мелких прудов, преимущественно в верховьях рек, в балках. Указанные обстоятельства свидетельствуют о высокой антропогенной нагрузке на водосбор и значительном поступлении загрязняющих веществ в речную сеть. Кроме рассредоточенных стоков сельскохозяйственных угодий, в реку поступают коммунально-бытовые неочищенные стоки населенных пунктов.

В исследовании использованы общепринятые гидробиологические методы. Изучение фауны и гидробиологическое исследование водотока проводились маршрутным методом в сочетании с детальным обследованием фауны отдельных участков, многие из которых посещались неоднократно. В целом взятие водных проб проводилось осенью с сентября по ноябрь 2016 г.

Отбор проб воды осуществлялся в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51592–2000 «Вода. Общие требования к отбору проб» [1]. Пробы воды отбирали в зоне береговой линии и составляли сопроводительный документ. В ходе исследований место для отбора пробы выбирали на расстоянии 1,5 км выше ближайшего по течению пункта водопользования.

Химический анализ воды проводили по показателям, позволяющим оценить экологическое состояние водных экосистем (перманганатная окисляемость, водородный показатель, содержание нитритного, нитратного и аммонийного азота), используя методики химического количественного анализа, предусмотренные государственными стандартами или нормативными документами [2 – 6].

Пробы зоопланктона и зообентоса отбирали с помощью банки с диаметром дна не менее 10...15 см, вкручивали такую банку днищем вверх в донный грунт, переворачивали и вынимали вместе с грунтом, который впоследствии перекалывался в сито и промывался. После обнаруженные животные помещались в склянки, снабженные этикетками. Животных фиксировали 70%-ным спиртом. Также проводился визуальный осмотр растений, камней, коряг, поднятых со дна, на наличие животных.

Микроскопические исследования проводили при помощи микроскопа Микмед-5. В ходе микроскопии изучаемых объектов использовался видеоокуляр TourCam 14 MP, с помощью которого были сделаны снимки водорослей, простейших и макрозообентоса, что облегчило определение видового состава индикаторных организмов. Для определения водорослей использовались определители пресноводных водорослей [7, 8]. Для определения простейших-гидробионтов использовался атлас пресноводных беспозвоночных [9], для определения макрозообентоса – определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий [10, 11]. Уровень сапробности с использованием водорослей и простейших определяли расчетом индекса сапробности Пантле–Букка в модификации В. Сладечека [12]. Для оценки степени загрязнения исследуемой водной экосистемы с помощью макрозообентоса использовались индексы Вудивисса и Майера.

Химические показатели качества воды на исследуемых участках р. Большой Ломовис приведены в табл. 1. Водородный показатель в пробах II и III имеет слабощелочную реакцию, хотя стоит отметить тот факт, что данные пробы II отражают увеличение водородного показателя в сторону повышения щелочности. На участке взятия пробы I реакция нейтральная. Изменения pH природных вод в кислую или щелочную среду свыше нормативных негативно сказываются на гидробионтах, но активная реакция среды находится в пределах допустимых значений.

Перманганатная окисляемость – показатель общего количества легкоокисляющихся органических веществ в воде. В различных источниках окисляемость воды различна. В воде рек в зависимости от степени их загрязнения органическими веществами окисляемость колеблется от 4,6 до 19,5 мг O/дм³

Таблица 1

Химические показатели качества воды

№ пробы	pH	Перманганатная окисляемость, мг O/дм ³	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	NO ₄ ⁻
			мг/дм ³		
I	7,238	16,76	0,67	32,01	0,11
II	7,904	18,62	0,088	3,2	0,05
III	7,550	24,2	0,32	10,8	0,64
ПДК	6,5...8,5	4,6...19,5 (для поверхностных природных вод)	3	45	2,6

Пробы I и II по содержанию органики не превышают норм ПДК. Незначительное превышение было обнаружено в пробе III, что может свидетельствовать о загрязнении водотока сточными водами. Концентрация нитритов и нитратов в поверхностных незагрязненных водах варьируется от тысячных до сотых долей миллиграмма в 1 дм³. Количественное определение нитритов и нитратов показало, что их содержание в водоеме не превышает ПДК. Однако, в пробе I их содержание выше, чем в пробах II и III, что может свидетельствовать о протекании процессов разложения органических веществ, попадающих в водоем со сточными водами, а также внутриводоемными процессами нитрификации ионов аммония.

Наличие в воде аммиака указывает на загрязнение ее нечистотами органического происхождения. Как правило, в чистых природных водах содержится 0,01...0,1 мг/дм³ ионов аммония. В связи с этим в пробе III наблюдается несколько завышенное значение, чем в пробах I и II. Хотя во всех пробах содержание аммонийного азота не превышает ПДК.

Так как азот является биогенным элементом, то высокие концентрации нитратов, нитритов и аммонийного азота приводят к развитию процессов эвтрофикации и заиливания водоемов. Основываясь на сравнении полученных результатов гидрохимических показателей р. Большой Ломовис с нормами ПДК, исследованные участки можно отнести к условно чистым.

В ходе микроскопии были обнаружены водоросли трех отделов: Cyanophyta, Chlorophyta и Diatomophyta. Общее количество водорослей, обнаруженное из проб исследуемого водотока, составило 10 родов. Характеристика уровня сапробности по фитопланктону приведена в табл. 2.

Общее число видов водорослей, обнаруженных в исследуемом водотоке, равно 11, принадлежащих к четырем классам: Pennatophyceae – 64 % (7 видов), Euchlorophyceae – 18 % (два вида), Nostogoniophyceae и Conjugatophyceae – по 9 % (по одному виду). Сапробность воды р. Большой Ломовис по фитопланктону 2,16. Наибольший процент видов альгофлоры водотока указывает на β-мезосапробность реки (рис. 1).

Основная часть водорослей (55 %) относится к β-мезосапробным видам, всего их обнаружено пять: три вида – обитатели загрязненной воды (α – 2, р-α – 1), индикаторы условно чистой воды (0-β) представлены двумя видами. Общий анализ фитопланктона в пробах воды показал, что по обилию видов во всех точках преобладали представители отдела Diatomophyta, показанный одним классом – Pennatophyceae (*D. vulgare*, *S. acus*, *N. gracilis*, *P. viridis*, *N. palea*, *C. cistula*). На втором месте по численности организмов отдел Chlorophyta (*Chlorellavulgaris*, *Cladophoraglomerata*, *Closteriumaciculare*); самый малочисленный – Cyanophyta (*Oscillatoriasp*).

Обнаруженная протистофауна р. Большой Ломовис в черте с. Новгородовка представлена 17 родами: из них 11 родов инфузорий (подтип Ciliata), три рода жгутиковых (подтип Mastigophora) и три рода саркодовых (подтип Sarcodina). Доминирование инфузорий над другими таксономическими группами протистофауны весьма характерно для пресных водных объектов (рис. 2).

Таблица 2

**Видовой состав, индикаторные свойства и встречаемость водорослей
в верховьях р. Большой Ломовис (2016 г.)**

Таксон	Показатель сапробности	Сапробный индекс s	Баллы встречаемости (частота h)	Произведение сапробного индекса s на частоту h
Cyanophyta				
Oscillatoriasp	α	3	3	9,00
Chlorophyta				
Chlorella vulgaris	$p-\alpha$	3,6	3	10,8
Cladophoraglomerata	β	1,65	5	8,25
Closteriumaciculare		1,7	3	5,1
Diatomophyta				
Diatoma vulgare	$o-\beta$	1,85	3	5,55
Synedraacus	β			5,55
Naviculagracilis	$o-\beta$	1,65		4,95
Pinnulariaviridis	β	2,1		6,3
Nitzschiapalea	α	2,75		8,25
Cymbellacistula	β	2		6,0
Cymbellalanceolata		1,9		2
Индекс сапробности по Пантле и Букку в модификации Сладчека $S = \sum (sh) / \sum h$	–	–	Сумма показателей частоты $h = 34$	Сумма произведений индексов сапробности на частоту $sh = 73,55$

В ходе исследования водной экосистемы р. Большой Ломовис обнаружены виды типа Sarcomasti-gophora, относящиеся к шести родам и принадлежащие к двум подтипам: Mastigophora и Sarcodina. Подтип Mastigophora представлен одним классом – Phytomastigophora, подтип Sarcodina-Lobosea и Heliozoa.

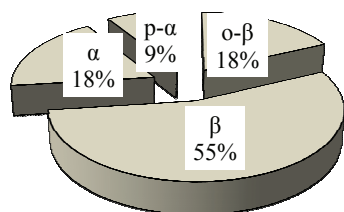


Рис. 1. Процентное соотношение водорослей-индикаторов

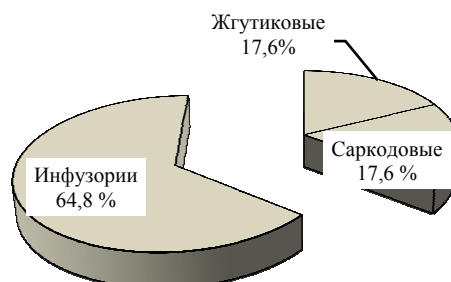


Рис. 2. Соотношение систематических групп простейших р. Большой Ломовис

Изучен видовой состав инфузорий на всех исследуемых участках водотока, исследование которого считается необязательным для выявления качества воды, но, по оценкам экспертов, определение этого вида дает более точные представления о биоценозе водотока и его изменениях под воздействием различных факторов. В ходе микроскопии были определены виды инфузорий, принадлежащие к 11 родам. Все инфузории принадлежат к одному подтипу Ciliata, которые очень разнообразны и представлены четырьмя классами: Kinetophragminophora, Oligohymenophora, Peritricha и Polyhymenophora. Сапробиологический анализ выполнялся по методу Пантле–Букка в модификации В. Сладечека (зообентос). Характеристика уровня сапробности по зообентосу инфузорий приведена в табл. 3.

Общее число видов инфузорий, обнаруженных в исследуемом водотоке, равно 13, относящихся к пяти отрядам: Sessilida – 39 % (пять видов), Нymenostomatida – 23 % (три вида), Prostomatida, Нypotrichida – по 15 % (по два вида) и отряд Heterotrichida представлен единично (8 %). По полученным данным, сапробность воды р. Большой Ломовис – 2,77. Из рисунка 1 видно, что наибольший процент видов инфузорий указывает на мезасапробность реки. Ниже приводится процентное соотношение организмов-индикаторов (рис. 3).

Таблица 3

Видовой состав, индикаторные свойства и встречаемость инфузорий в верховьях р. Большой Ломовис

Таксон	Показатель сапробности	Сапробный индекс s	Баллы встречаемости (частота h)	Произведение сапробного индекса s на частоту h
Prorodon ovum	β	2,0	2	4,0
Colepsssp	β - α	2,5	3	7,5
Parameciumcaudatum	α	3,3		9,9
Paramecium bursaria	β	2,3		6,9
Frontoniaacuminata	α - p	3,5		10,5
Carchesiumpolypinum	α	2,85	1	2,85
Thuricolasimilis	β - α	2,2	2	2,2
Vorticella convallaria	α	2,9		5,8
Vorticellaalba	p - α	3,5	3	7,0
Cothurniaimberbis	β - α	2,2		6,6
Spirostomumminus		2,6		5,2
Tachysomapellionella	β - p	3,05	2	6,1
Stylonychiaapustulata	β	2,0	3	6,0
Индекс сапробности по Пантле и Букку в модификации Сладечека $S = \sum(sh)/\sum h$	–	–	Сумма показателей частоты $h = 30$	Сумма произведений индексов сапробности на частоту $sh = 80,55$

Основную часть инфузорий (30 %) составили α - β -мезосапробные виды (обитатели загрязненной воды). Всего их обнаружено четыре вида: α -мезосапробных и β -мезосапробных – по три вида (по 23 %); два вида – обитатели загрязненной воды (α -р – один; р- α – один); один вид относится к индифферентным (β -р).

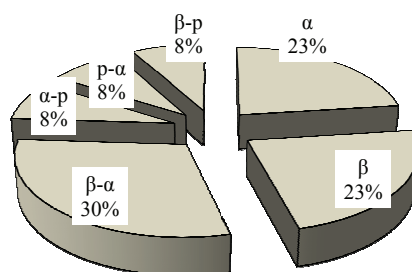


Рис. 3. Процентное соотношение организмов-индикаторов

Общий анализ количества беспозвоночных в пробах воды показал,

что по обилию видов во всех точках доминировали представители типа Ciliophora: Peritricha – 39 % (*C. Polypi-num*, *Th. similis*, *V. convallaria*, *V. alba*, *C. imberbis*), Oligohymenophora (*P. caudatum*, *P. bursaria*, *Fr. acuminata*) и Polyhymenophora (*Sp. minus*, *T. pellionella*, *St. pustulata*) – по 23 %, самым малочисленным оказался Kinetophragminophora – 15 % (*Prorodonovum*, *Colepssp.*).

Исследованный водоток относится к α -мезосапробным (четвертому классу качества воды – органически загрязненная) согласно степени сапробности по Пантле–Букку. Этот показатель свидетельствует о том, что природные свойства воды сильно изменены в результате поступления в них сточных вод. Загрязненные воды непригодны для хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения, а также для рыбоводства. Они могут быть использованы (с ограничениями) в некоторых производственных процессах, в данном случае – для орошения полей.

В ходе исследования обнаружены следующие группы гидробионтов-биоиндикаторов: личинки поденок (Ephemeroptera) только одного вида, пиявки (Hirudinea), моллюски прудовики (Lymnaeidae), личинки жуков. По полученным данным был подсчитан индекс Вудивисса, равный пяти. Исследованный водоток по биотическому индексу Вудивисса относится к β -мезосапробным (класс качества воды – умеренно загрязненная).

По методу Майера из групп организмов, обитающих в чистых водах, были найдены нимфы поденок (Ephemeroptera); организмов средней степени чувствительности встречено не было, обитателей загрязненных водоемов было обнаружено две группы – пиявки (Hirudinea) и прудовики (Lymnaeidae).

Значение индекса Майера равно пяти и характеризует р. Большой Ломовис как α -мезосапробный водоем с водой IV класса.

На основании вышеизложенного сделаны следующие выводы:

- химический анализ показателей р. Большой Ломовис соответствует нормам ПДК, за исключением перманганатной окисляемости;

- исследованный водоток по составу фитопланктона относится к α - β -мезосапробным (качество воды – умеренно загрязненная) согласно степени сапробности по Пантле–Букку. Данный показатель свидетельствует о том, что воды реки претерпевают загрязнение, протекая по территории сельской местности, находясь в α -мезосапробном классе, а при удалении от источника загрязнения – в β -мезосапробном классе;

– по индикаторным видам инфузорий р. Большой Ломовис относится к α -мезосапробным (качество воды – органически загрязненная) согласно степени сапробности по Пантле–Букку;

– значение индекса Майера для данной реки равно пяти и характеризует р. Большой Ломовис как α -мезосапробный водоем;

– по биотическому индексу Вудивисса исследованный водоток относится к β -мезосапробным (класс качества воды – умеренно загрязненная).

Таким образом, применение разносторонней оценки качества среды обитания, где результаты биологических исследований подтверждаются результатами химических, дает более объективную информацию об экологическом состоянии водной экосистемы и более четкие прогнозы.

Список литературы

1. ГОСТ Р 51592–2000. Вода. Общие требования к отбору проб [Электронный ресурс]. – URL : <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-51592-2000> (дата обращения: 13.09.2017).

2. ПНД Ф 14.1:2:4.262–10 (ФР.1.31.2010.07603). Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации ионов аммония в питьевых, поверхностных (в том числе морских) и сточных водах фотометрическим методом с реактивом Несслера. – М. : [б. и.], 2010. – 26 с.

3. ПНД Ф 14.1:2:4.3–95. Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации нитрит-ионов в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с реактивом Грисса. – М. : [б. и.], 1995. – 22 с.

4. ПНД Ф 14.1:2:4.4–95. Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации нитрат-ионов в питьевых, поверхностных и сточных водах фотометрическим методом с салициловой кислотой. – М. : [б. и.], 1995. – 18 с.

5. ПНД Ф 14.1:2.100–97. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений химического потребления кислорода в пробах природных и очищенных сточных вод. – М. : [б. и.], 1997. – 13 с.

6. ПНД Ф 14.1:2.242–07. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений свободной и общей щёлочности в природных и сточных водах методом потенциометрического титрования. – М. : [б. и.], 2007. – 19 с.

7. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 2. Синезеленые водоросли / отв. ред. В. П. Савич. – М. : Советская наука, 1953. – 621 с.

8. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 4. Диатомовые водоросли / сост. М. М. Забелина, И. А. Киселев и др. – М. : Советская наука, 1951. – 618 с.

9. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР: Планктон и бентос / отв. ред. Л. А. Кутикова, Я. И. Старобогатов. – Л. : Гидрометиздат, 1977. – 511 с.

10. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. В 6 т. Т. 1. Низшие беспозвоночные / под ред. С. А. Цалолихина. – СПб. : Наука, 1987. – 395 с.

11. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. В 6 т. Т. 2. Ракообразные / под ред. С. А. Цалолихина. – СПб. : Наука, 1995. – 631 с.

12. Макрушин, А. В. Биологический анализ качества вод / А. В. Макрушин. – Л. : [б. и.], 1974. – 60 с.

References

1. <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-51592-2000> (accessed 13 September 2017)
2. *PND F 14.1:2:4.262–10 (FR.1.31.2010.07603). Kolichestvennyi khimicheskii analiz vod. Metodika izmerenii massovoi kontsentratsii ionov ammoniya v pit'evykh, poverkhnostnykh (v tom chisle morskikh) i stochnykh vodakh fotometricheskim metodom s reaktivom Nesslera* [Quantitative chemical analysis of waters. Method for measuring the mass concentration of ammonium ions in drinking, surface (including marine) and waste water photometric method with Nessler reagent], Moscow, 2010, 26 p. (In Russ.)
3. *PND F 14.1:2:4.3–95. Kolichestvennyi khimicheskii analiz vod. Metodika izmerenii massovoi kontsentratsii nitrit-ionov v pit'evykh, poverkhnostnykh i stochnykh vodakh fotometricheskim metodom s reaktivom Grissa* [Quantitative chemical analysis of waters. The procedure for measuring the mass concentration of nitrite ions in drinking, surface and waste waters using a photometric method with a Griss reagent], Moscow, 1995, 22 p. (In Russ.)
4. *PND F 14.1:2:4.4–95. Kolichestvennyi khimicheskii analiz vod. Metodika izmerenii massovoi kontsentratsii nitrat-ionov v pit'evykh, poverkhnostnykh i stochnykh vodakh fotometricheskim metodom s salitsilovoi kislotoi* [Quantitative chemical analysis of waters. The method of measuring the mass concentration of nitrate ions in drinking, surface and waste waters by photometric method with salicylic acid], Moscow, 1995, 18 p. (In Russ.)
5. *PND F 14.1:2.100–97. Kolichestvennyi khimicheskii analiz vod. Metodika vypolneniya izmerenii khimicheskogo potrebleniya kisloroda v probakh prirodnykh i ochishchennykh stochnykh vod* [Quantitative chemical analysis of waters. Method for performing measurements of chemical oxygen consumption in samples of natural and treated wastewater], Moscow, 1997, 13 p. (izdanie 2004 g.) (In Russ.)
6. *PND F 14.1:2.242–07. Kolichestvennyi khimicheskii analiz vod. Metodika vypolneniya izmerenii svobodnoi i obshchei shchelochnosti v prirodnykh i stochnykh vodakh metodom potentsiometricheskogo titrovaniya* [Quantitative chemical analysis of waters. Method for performing measurements of free and total alkalinity in natural and waste water by potentiometric titration], Moscow, 2007, 19 p. (In Russ.)
7. Savich V.P. (Ed.) *Opredelitel' presnovodnykh vodoroslei SSSR. Vyp. 2. Sinezelenye vodorosli* [The determinant of freshwater algae of the USSR. Issue. 2. Blue-green algae], Moscow: Sovetskaya nauka, 1953, 621 p. (In Russ.)
8. Zabelina M.M., Kiselev I.A. *Opredelitel' presnovodnykh vodoroslei SSSR. Vyp. 4. Diatomovye vodorosli* [The determinant of freshwater algae of the USSR. Issue. 4. Diatoms], Moscow: Sovetskaya nauka, 1951, 618 p. (In Russ.)
9. Kutikova L.A., Starobogatov Ya.I. *Opredelitel' presnovodnykh bespozvonochnykh Evropeiskoi chasti SSSR: Plankton i bentos* [The determinant of freshwater invertebrates of the European part of the USSR: Plankton and benthos], Leningrad: Gidrometizdat, 1977, 511 p. (In Russ.)
10. Tsololikhina S.A. *Opredelitel' presnovodnykh bespozvonochnykh Rossii i sopredel'nykh ter-ritorii. V 6 t. T. 1. Nizshie bespozvonochnye* [The determinant of freshwater invertebrates of Russia and adjacent Territories. In 6 toms. T. 1. Inferior invertebrates], St.Petersburg: Nauka, 1987, 395 p. (In Russ.)

11. Tsalolikhina S.A. *Opredelitel' presnovodnykh bespozvonochnykh Rossii i so-predel'nykh territorii. V 6 t. T. 2. Rakoobraznye* [The determinant of freshwater invertebrates of Russia and adjacent territories. In 6 toms. T. 2. Crustaceans], St.Petersburg: Nauka, 1995, 631 p. (In Russ.)

12. Makrushin A.V. *Biologicheskii analiz kachestva vod* [Biological analysis of water quality], Leningrad, 1974, 60 p. (In Russ.)

**Bioindication Methods for Assessment of the Quality of Water
in the Upstream of the Bolshoy Lomovis River
(Tambov Region, Rasskazovsky District)**

E. V. Malysheva, I. V. Yakunina, T. N. Kiseleva

*Tambov State Technical University, Tambov, Russia;
Derzhavin Tambov State University, Tambov, Russia*

Keywords: bioindication; hydrobionts; saprobity of water; Pantle–Bucca method in V. Sladeček's modification; Mayer's method; integral assessment of the quality of aquatic ecosystems.

Abstract: The paper considers bioindication methods for assessment of water saprobity in the Bolshoy Lomovis river. The chemical analysis of water samples was performed according to the main indicators characterizing the ecological state of the river. The application of various habitat studies provides an integral assessment of the quality of the ecosystem.

© E. В. Малышева, И. В. Якунина,
Т. Н. Киселева, 2017