



# БИОИНДИКАЦИЯ

## ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РАВНИННЫХ РЕК

НАУКА

# **БИОИНДИКАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РАВНИННЫХ РЕК**

Под редакцией  
члена-корреспондента РАН О.В. Бухарина,  
члена-корреспондента РАН Г.С. Розенберга



МОСКВА НАУКА 2007

# **BIOINDICATION OF ECOLOGICAL STATE OF LOWLAND RIVERS**

*Edited by*

Corresponding Member of the RAS O.V. Bukharin,  
Corresponding Member of the RAS G.S. Rozenberg



MOSCOW NAUKA 2007

УДК 574  
ББК 28.080.1  
Б63

*Коллектив авторов*

Т.Д. Зинченко, О.В. Бухарин, В.М. Захаров, Г.С. Розенберг, Э.В. Абросимова, Н.В. Акимова,  
П.И. Антонов, А.С. Баранов, В.И. Борисов, Т.Н. Буркова, Е.А. Бычек, А.В. Валецкий,  
Л.А. Выхристюк, С.О. Вязов, Л.В. Головатюк, В.А. Гошкадеря, Ю.Ю. Дгебуадзе, А.В. Деева,  
С.Г. Дмитриев, И.А. Евланов, В.В. Жариков, С.Т. Захидов, В.Ю. Зейлерт, Е.П. Загорская,  
А.В. Иватин, Е.И. Исаева, Е.Ф. Исакова, Г.А. Клевезаль, С.В. Козловский, С.В. Котелевцев,  
Е.Ю. Крысанов, Н.Г. Кряжева, С.П. Кузнецова, Е.В. Лаптева, А.К. Минеев,  
Х.К.М. Моллер Пилот (Нидерланды), Н.В. Немцева, Т.Н. Николаева, В.И. Номоконова,  
А.О. Плотников, А.В. Пронин, Б.А. Ревич, Е.П. Романова, Ю.А. Ромашкова, А.П. Саврасов,  
Т.А. Семенова, О.В. Сергеев, Н.Б. Слободчиков, В.Н. Сорокин, А.А. Сорокина,  
В.И. Старостин, О.В. Сулова, Л.И. Суховская, В.А. Терехова, П.В. Тузовский,  
Е.А. Ужамецкая, М.В. Уманская, Р. Хаузер (США), В.А. Цыкало, Э.В. Чернышева,  
А.В. Чехович, Е.К. Чистякова, А.Т. Чубинишвили, Л.С. Шарая, П.А. Шарый, Б.И. Шефтель,  
В.К. Шитиков, А.А. Шошин, Т.Н. Яценко-Степанова

Рецензенты:

доктор биологических наук *В.И. Матвеев*,  
доктор биологических наук *С.В. Сиксонов*

**Биоиндикация экологического состояния равнинных рек / под ред. О.В. Бухарина, Г.С. Розенберга ; Ин-т экологии Волж. бассейна РАН ; Ин-т биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН ; Ин-т клеточного и внутриклеточного симбиоза УрО РАН. – М. : Наука, 2007. – 403 с. : ил. – ISBN 978-5-02-034152-4 (в пер.).**

В книге представлены работы, отражающие современные проблемы экологии лотических систем. Обобщены результаты многолетних полевых и экспериментальных исследований современного экологического состояния одной из самых загрязненных рек Нижнего Поволжья – равнинной р. Чапасвка (приток Саратовского водохранилища). Особое внимание уделено биоиндикационному анализу, изучению изменения структуры и функционирования сообществ в условиях эвтрофирования и токсификации реки, реакции экосистемы реки на изменение антропогенной нагрузки. Предложены методические подходы к интегральной биологической оценке состояния экосистемы реки, мониторинговым исследованиям равнинных рек. Определены пути дальнейших исследований в области биоиндикационных исследований функционирования лотических экосистем.

Для экологов, гидробиологов, работников рыбного хозяйства, специалистов по использованию и охране водных ресурсов.

Темплан 2006-II-99

ISBN 978-5-02-034152-4 ©Институт экологии Волжского бассейна РАН, 2007

©Институт биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН, 2007

©Институт клеточного и внутриклеточного симбиоза  
Уральского отделения РАН, 2007

©Редакционно-издательское оформление. Издательство  
“Наука”, 2007

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение</b> (Г.С. Розенберг, О.В. Бухарин, В.М. Захаров, Т.Д. Зинченко) .....	8
<i>Глава 1</i>	
<b>Экологическая характеристика равнинных рек бассейнов Волги и Урала</b> .....	14
1.1. Бассейн Средней и Нижней Волги: краткая характеристика равнинных рек (Т.Д. Зинченко) .....	
1.2. Бассейн Урала: общая характеристика (О.В. Бухарин, Н.В. Немцева, А.О. Плотников, Т.Н. Яценко-Степанова) .....	24
<i>Глава 2</i>	
<b>Оригинальные методы биоиндикации</b> .....	33
2.1. Микробиологические подходы к биоиндикации экологического состояния водных объектов (О.В. Бухарин, Н.В. Немцева, А.О. Плотников, Т.Н. Яценко-Степанова) ..	33
2.1.1. Метод определения состояния водных биоценозов .....	50
2.1.2. Метод определения сапробности пресноводных водоемов .....	54
2.1.3. Методы оценки экологического состояния водоемов с использованием гетеротрофных жгутиконосцев .....	58
2.1.4. Метод определения свежего фекального загрязнения воды поверхностных водоемов .....	60
2.1.5. Микробиологический мониторинг водоемов .....	62
2.2. Значение рельефа в оценке гидробиологического состояния малых рек (Т.Д. Зинченко, П.А. Шарый, Л.С. Шарая, В.К. Шитиков, Э.В. Абросимова) .....	65
2.2.1. Геоморфологические показатели рельефа и их роль в формировании водотоков .....	65
2.2.2. Источники данных и географические информационные системы (ГИС) .....	67
2.2.3. Методология статистического анализа взаимосвязи показателей гидробиологического состояния и рельефа .....	71
2.2.4. Оценка статистической связи морфометрических величин и гидробиологических показателей для р. Чапаевка .....	73
2.3. Методология оценки здоровья среды (В.М. Захаров, Е.Ю. Крысанов, А.В. Пронин) .....	78
2.3.1. Морфогенетический гомеостаз (стабильность развития) .....	79
2.3.2. Цитогенетический гомеостаз .....	80
2.3.3. Иммунологический гомеостаз (иммунный статус) .....	83
2.3.4. Физиологический гомеостаз .....	83
2.3.5. Токсикологический тест (тест на ракообразных) .....	85
2.3.6. Биохимический гомеостаз (оценка окислительного стресса) .....	85
2.4. Структура базы данных и алгоритмы обработки информации (В.К. Шитиков, Т.Д. Зинченко, Л.В. Головатюк) .....	86
<i>Глава 3</i>	
<b>Общие сведения и ретроспективная оценка качества воды р. Чапаевка по гидробиологическим показателям</b> .....	105
3.1. Ретроспективная оценка качества воды р. Чапаевка по гидробиологическим показателям 1979–1983 гг. (С.П. Кузнецова, А.П. Саврасов, Н.Б. Слободчиков, О.В. Суслова) .....	105

3.2. Общая характеристика бассейна р. Чапаевка (В.А. Цыкало, Л.А. Выхристюк, Т.Д. Зинченко, Ю.А. Ромашикова) .....	125
<b>Глава 4</b>	
<b>Биоиндикация экологического состояния р. Чапаевка по отдельным компонентам экосистем (1990–2004 гг.) .....</b>	<b>137</b>
4.1. Антропогенное воздействие на бассейн р. Чапаевка (Л.А. Выхристюк, В.А. Цыкало, Е.В. Лаптева) .....	137
4.2. Роль химического состава воды и донных отложений в оценке экологического состояния р. Чапаевка (Л.А. Выхристюк, Ю.А. Ромашикова) .....	145
4.3. Бактериопланктон и бактериобентос .....	164
4.3.1. Распределение бактерий в воде и донных отложениях (А.В. Иватин) .....	164
4.3.2. Бактериопланктон и бактериобентос р. Чапаевка в современных условиях (М.В. Уманская) .....	171
4.3.3. Комплексный микробиологический анализ воды реки Чапаевка (О.В. Бухарин, Н.В. Немцева, А.О. Плотников, Т.Н. Яценко-Степанова) .....	178
4.4. Свободноживущие инфузории (В.В. Жариков) .....	183
4.5. Фитопланктон .....	190
4.5.1. Альгофлора планктона (Т.Н. Буркова) .....	190
4.5.2. Содержание хлорофилла “а” и феопигментов в воде и донных отложениях (В.И. Номоконова) .....	206
4.6. Изменчивость микобиоты в условиях интенсивной антропогенной нагрузки (В.А. Терехова, Т.А. Семенова) .....	209
4.7. Список видов зоопланктона р. Чапаевка (Е.П. Романова, В.А. Гошкадеря) .....	213
4.8. Зообентос .....	217
4.8.1. Структурная организация сообществ макрозообентоса равнинных рек при антропогенном воздействии (Т.Д. Зинченко, Л.В. Головатюк, Е.П. Загорская) .....	217
4.8.2. Мейофауна (А.А. Шошин, Е.А. Бычек) .....	233
4.8.3. Индикационная роль экзுவиев куколок хирономид при оценке качества водных экосистем равнинных рек (Т.Д. Зинченко, Х.К.М. Моллер Пилот) .....	237
4.8.4. Некоторые эколого-физиологические характеристики двустворчатого моллюска <i>Dreissena polymorpha polymorpha</i> (Pallas) (П.И. Антонов) .....	242
4.8.5. Количественная оценка роли сообществ макрозообентоса в самоочищении р. Чапаевка (Т.Д. Зинченко, Л.В. Головатюк, В.К. Шитиков) .....	246
4.9. Водяные клещи (Hydrachnidia, Acariformes) (П.В. Тузовский) .....	255
4.10. Ихтиофауна .....	261
4.10.1. Состояние ихтиофауны (середина 1980-х годов) (В.Н. Сорокин, А.А. Сорокина) .....	261
4.10.2. Состояние ихтиофауны (середина 1990-х годов) (В.М. Захаров, Ю.Ю. Дгебуадзе) .....	265
4.10.3. Морфологические aberrации у молоди рыб Саратовского водохранилища в зоне р. Чапаевка (И.А. Евланов, А.К. Минеев, С.В. Козловский) .....	269
4.11. Растительность .....	272
4.11.1. Геоботаническая характеристика (Н.Г. Кряжева, Е.К. Чистякова) .....	272
4.11.2. Характеристика луговой и степной растительности долины р. Чапаевка (Е.А. Ужамецкая) .....	276
4.12. Млекопитающие (общая характеристика) (В.М. Захаров, Ю.Ю. Дгебуадзе, Б.И. Шефтель, А.С. Баранов, В.И. Борисов, А.В. Валецкий, С.Г. Дмитриев) .....	283
<b>Глава 5</b>	
<b>Интегральная биологическая оценка здоровья среды в окрестностях г. Чапаевска .....</b>	<b>286</b>
5.1. Оценка здоровья среды на участках с разным уровнем антропогенного воздействия ...	286
5.1.1. Растения .....	286
5.1.1.1. Стабильность развития (Е.К. Чистякова, Н.Г. Кряжева, В.М. Захаров) .....	286
5.1.1.2. Оценка процессов фотосинтеза (Е.К. Чистякова) .....	289

5.1.2. Млекопитающие .....	292
5.1.2.1. Стабильность развития (А.С. Баранов, В.И. Борисов, А.В. Валецкий, В.М. Захаров) .....	292
5.1.2.2. Оценка цитогенетического гомеостаза (С.Г. Дмитриев, А.В. Чехович) .....	298
5.1.2.3. Иммунный статус .....	302
5.1.2.3.1. Общая оценка иммунного статуса (Е.И. Исаева, С.О. Вязов) ...	302
5.1.2.3.2. Морфологические исследования клеток периферической крови (Э.В. Чернышева, В.И. Старостин) .....	307
5.1.2.3.3. Оценка функциональной активности иммунной системы (А.В. Пронин, Т.Н. Николаева, А.В. Деева) .....	309
5.1.2.4. Физиологический гомеостаз (оценка процессов роста) (Г.А. Клевезаль, Л.И. Суховская) .....	314
5.1.3. Рыбы .....	319
5.1.3.1. Стабильность развития (А.С. Баранов, В.И. Борисов, А.В. Валецкий, В.М. Захаров) .....	319
5.1.3.2. Оценка цитогенетического гомеостаза (С.Т. Захидов) .....	324
5.1.3.3. Оценка мутагенной активности (тест Эймса) (С.В. Котелевцев) .....	325
5.1.3.4. Оценка репродуктивной системы (Н.В. Акимова) .....	327
5.1.4. Земноводные .....	332
5.1.4.1. Стабильность развития (А.Т. Чубинишвили, А.С. Баранов, В.М. Захаров) .....	333
5.1.4.2. Цитогенетический гомеостаз (А.Т. Чубинишвили) .....	335
5.1.4.3. Иммунный статус .....	336
5.1.4.3.1. Общая оценка иммунного статуса (Е.И. Исаева, С.О. Вязов)	336
5.1.4.3.2. Морфологические исследования клеток периферической крови (Э.В. Чернышева, В.И. Старостин) .....	339
5.2. Экспериментальное биотестирование проб воды .....	341
5.2.1. Токсикологический тест (тест на ракообразных <i>Daphnia magna</i> и <i>Ceriodaphnia affinis</i> ) (Е.Ф. Исакова) .....	341
5.2.2. Генетический тест (тест на сестринские хроматидные обмены на рыбах: <i>Nothobranchius rachelii</i> ) (Е.Ю. Крысанов) .....	345
5.3. Комплексная оценка экологического состояния р. Чапаевка (по интегральному индексу) (Т.Д. Зинченко, Л.А. Выхристюк, В.К. Шитиков) .....	348
 <i>Глава 6</i>	
<b>Чапаевск: эколого-медицинские последствия воздействия диоксинов на здоровье населения</b> (Б.А. Ревич, О.В. Сергеев, В.Ю. Зейлерт, Р. Хаузер) .....	357
 <i>Глава 7</i>	
<b>Оценка качества биоиндикаторов</b> (Т.Д. Зинченко, Г.С. Розенберг) .....	370
<b>Заключение</b> (Г.С. Розенберг, Т.Д. Зинченко, О.В. Бухарин, В.М. Захаров) .....	381
<b>Литература</b> .....	384