

**НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЕ МОНИТОРИНГА
ТОКСИЧНОСТИ ПВС НА ОСНОВЕ
БИОТЕСТИРОВАНИЯ**

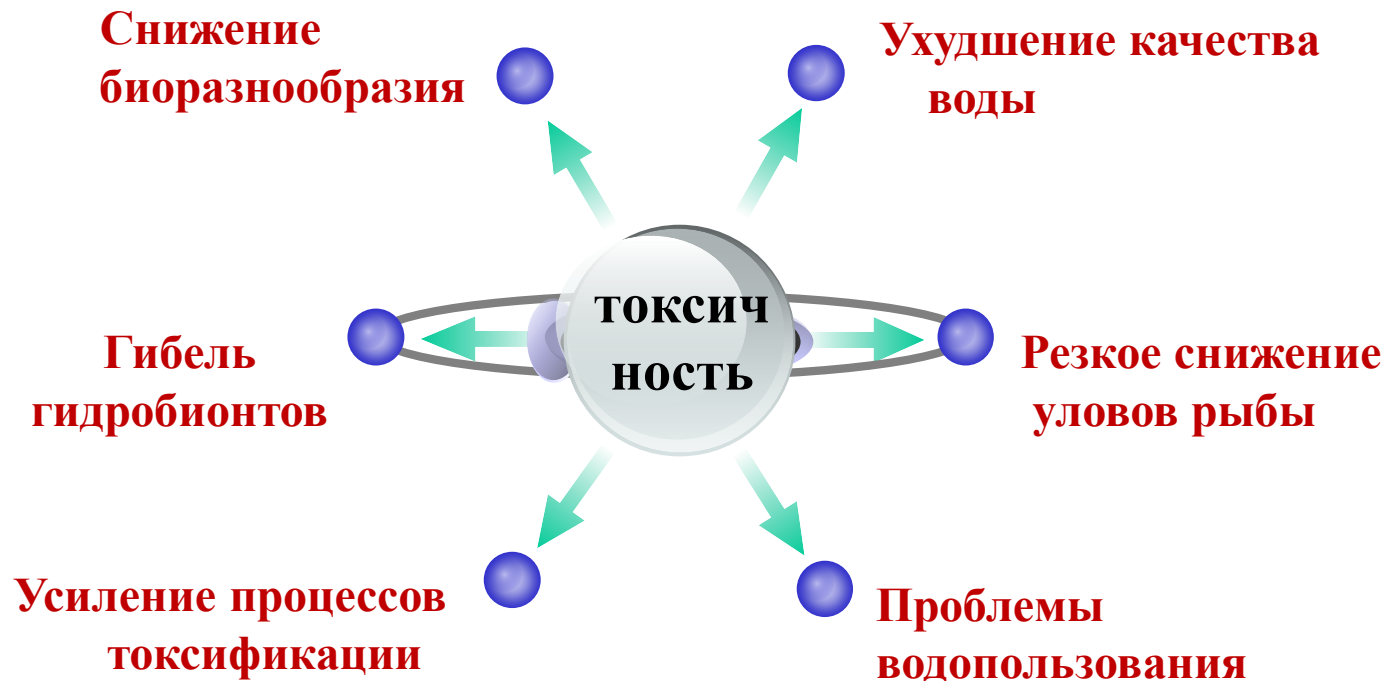
Бакаева Е.Н.

**КУРСЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ
Ростов-на-Дону - 2023**

**«Вся химия водоёма
меняется жизнью»**

В.И.Вернадский

Главным фактором негативного воздействия на биотическую компоненту экосистемы является фактор токсического загрязнения водных экосистем, обусловленный бесконтрольным поступлением все большего количества разнообразных загрязняющих химических веществ.



Качество воды - характеристика состава и свойств воды, определяющая пригодность ее для конкретных видов водопользования (ГОСТ 17.1.1.01-77)

Токсичность (ядовитость) –

- одна из характеристик качества воды,
- способность химических соединений и веществ биологической природы, в том числе эндо- и экзотоксинов сине-зеленых микроводорослей оказывать вредное действие (вплоть до гибели) на организм человека, животных и растений. Определить её можно только биологическими методами.

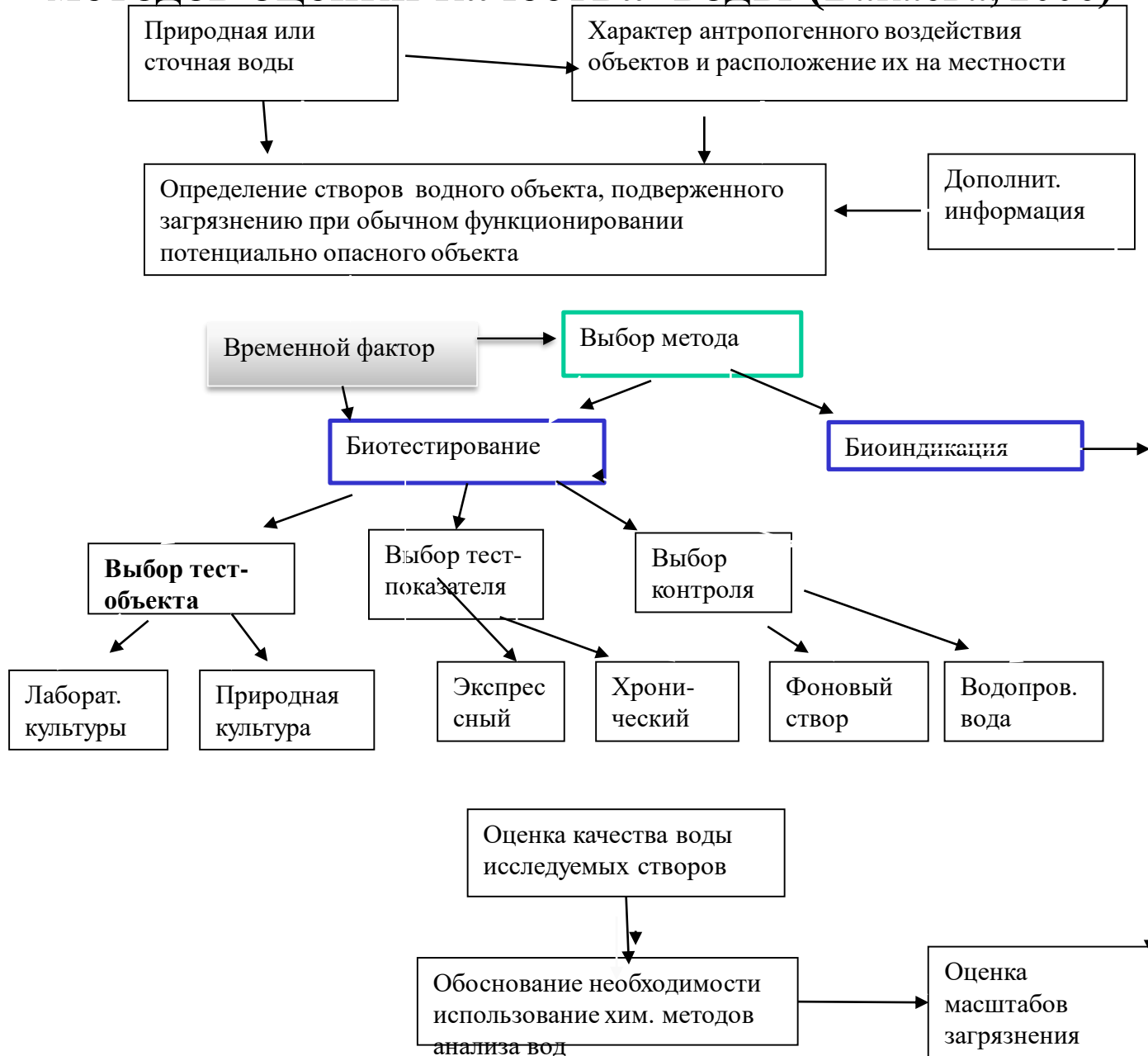
ТОЛЬКО БИОТА МОЖЕТ ДАТЬ ОТВЕТ О РЕАЛЬНОЙ СИТУАЦИИ В ВОДНОМ ОБЪЕКТЕ

**Качество
воды, определяемое
биологическими методами**

Биоиндикация
(сапробность,
трофность, класс
качества вод)

Биотестирование
(токсичность вод, ДО,
экотоксикологический
статус водного
объекта)

Принципиальная схема использования биологических методов оценки качества воды (Бакаева, 2006)



- **Биотестирование** - это
 - оценка качества воды по ответным реакциям водных организмов, являющихся тест-объектами (ГОСТ 27065 СТТ СЭВ 5184-85)
 - совокупность приемов получения информации о токсичности воды (донных отложений) для гидробионтов на основании регистрации реакций тест-объектов (Р 52.24-868-2017)

Биотестирование

- представляет собой классический экспериментальный прием, используемый в водной токсикологии
- предполагает использование в контролируемых (лабораторных) условиях биологических тест-объектов для выявления и оценки действия факторов окружающей среды (в том числе и токсических) на организм, его отдельную функцию или систему организмов (Филенко, 1990)
- Биотестирование поверхностных вод дает возможность прямым путем оценить реальную интегральную токсичность воды, которая обусловлена присутствием в пробе всего комплекса загрязняющих веществ
- Идентификация природы загрязняющих веществ не является задачей биотестирования, однако позволяет получать оценку реальных токсических свойств воды

Биотестирование используют

- при разработке ПДК химических веществ;
- при осуществлении контроля источников загрязнения;
- при осуществлении контроля за соблюдением нормативов водоотведения (предельно допустимых сбросов сточных вод в водные объекты);
- в оценке качества воды и проверке его соответствия установленным требованиям по биотестовым показателям;
- при разработке нормативов предельно допустимых вредных воздействий (ПДВВ) хозяйственной и иной деятельности на водные объекты;
- в скрининге загрязнения водных объектов в сфере мониторинга качества ПВС, в том числе, в случаях чрезвычайных ситуаций.

Экотоксичность – способность веществ в случае попадания в окружающую среду представлять немедленно или со временем угрозу для окружающей среды в результате биоаккумуляции и (или) оказывать токсичное воздействие на биотические системы.

Токсификация – увеличение ядовитости образующихся веществ в результате разложения (биологического или физико-химического) исходных веществ.

ТЕСТ-ОБЪЕКТ –

это организм или популяция организмов, используемых для установления токсичности воды или донных отложений при биотестировании (РД 52.24.868).

ТЕСТ-ПОКАЗАТЕЛЬ –

Это показатель жизнедеятельности (поведенческие реакции, размножение, выживаемость и т.д.) тест-объекта, используемый для определения токсичности ПВС (Р 52.24.808).

ЭТАЛОННЫЙ ТОКСИКАНТ

токсичное вещество, используемое для установления пригодности тест-объекта для биотестирования (РД 52.24.868).

КРИТЕРИЙ ТОКСИЧНОСТИ

значение показателя, количественно выражающее ответную реакцию тест-объекта, на основании которого судят о наличии токсического действия.

РЕЗУЛЬТАТ БИОТЕСТИРОВАНИЯ

конечный вывод о токсичности водной среды, сделанный в ходе биотестирования (Р 52.24.662).

Оценка токсичности тестируемой пробы

По степени токсичности:

- условно нетоксичная, слаботоксичная,
- токсичная,
- очень токсичная,
- экстремально токсичная

По характеру токсического действия:

- острое, (ОТД),
- подострое (пОТД),
- хроническое токсическое действие (ХТД)

• Оценка токсичности является *экспертной* и рекомендуют проводить её, как правило, по одному тест-объекту или одному тест-показателю, проявившему наибольшую чувствительность.

На данный момент разработаны шкалы по комплексу показателей (гибель+плодовитость) в сочетании со временем для планктонных беспозвоночных

Основные общие методические положения биотестового анализа (Бакаева, 2000)



ТЕСТ - ОБЪЕКТЫ

ПРЕСНОВОДНЫЕ АВТОТРОФНЫЕ ТЕСТ-ОБЪЕКТЫ

Макрофиты

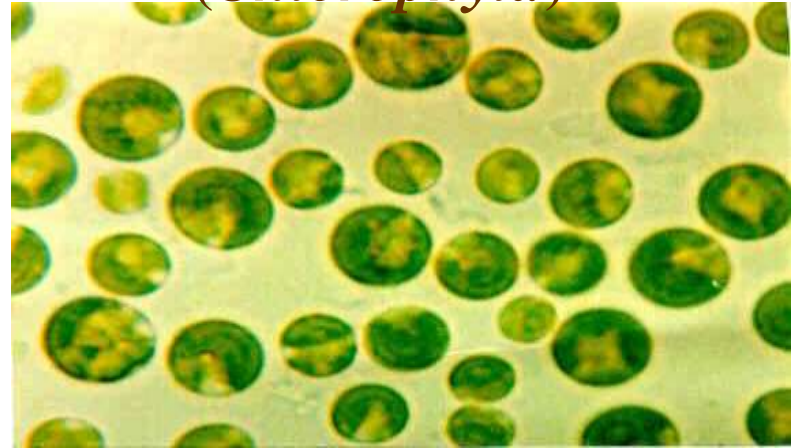


Elodea canadensis Richard

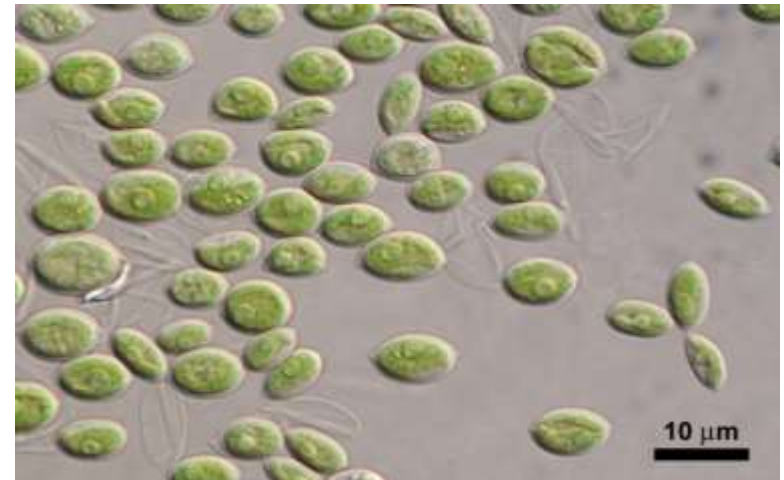


Vallisneria americana

Зеленые микроводоросли (*Chlorophyta*)



Chlorella vulgaris



Scenedesmus obliquus

ПРЕСНОВОДНЫЕ ПЛАНКТОННЫЕ ГЕТЕРОТРОФНЫЕ ТЕСТ-ОБЪЕКТЫ



Коловратки
(Rotatoria)

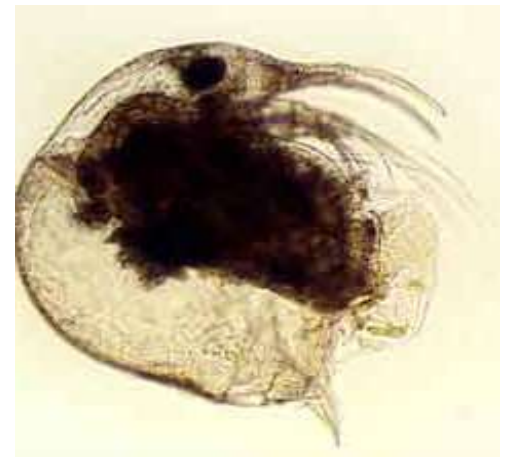


Инфузории (*Ciliata*)

Ветвистоусые рачки (*Cladocera*)



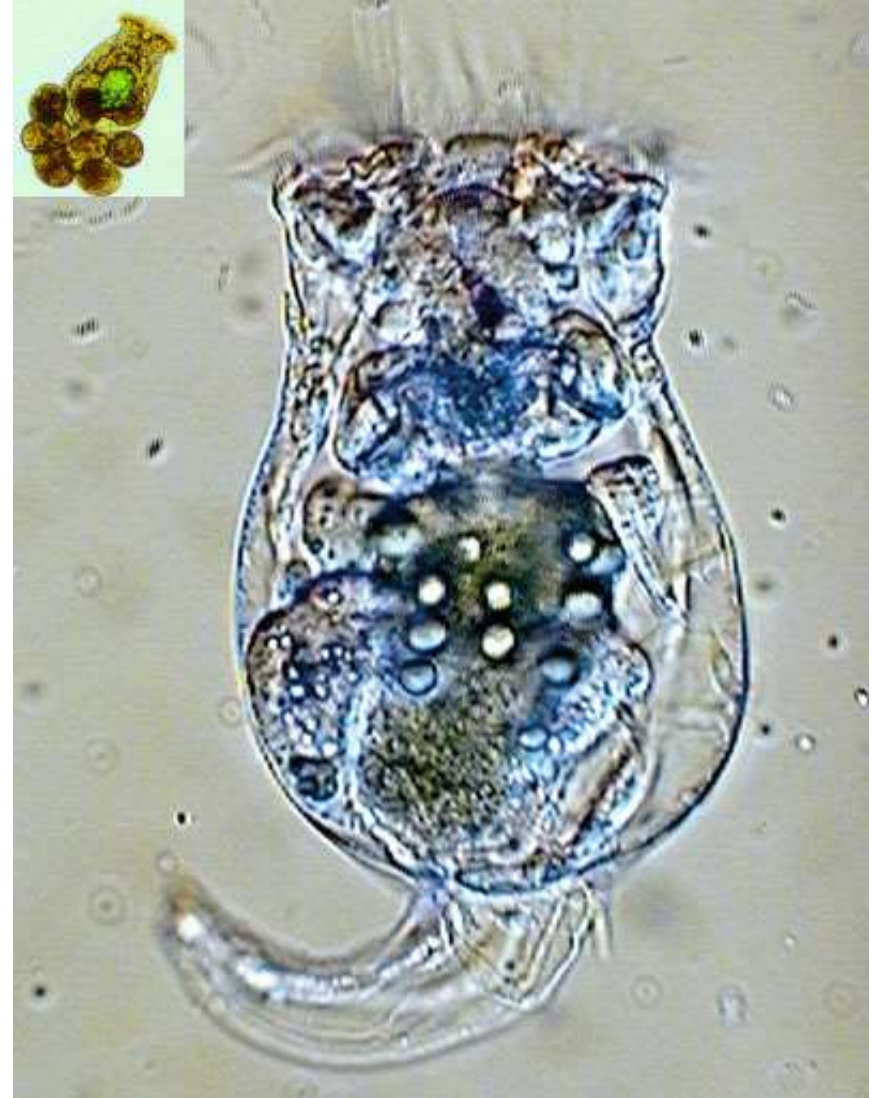
Daphnia magna



Bosmina longirostris

Brachionus calyciflorus

**Пресноводная
коловратка, имеющая
размер 0,1—0,3 мм.
Размер взрослых самок
0,57мм. Созревают самки
в течение суток,
продолжительность
жизни взрослой особи до
трех недель.
Растительноядный вид.
Самка откладывает яйца
каждые 12 часов.**



Paramecium caudatum (РД 52.24.741-2010 Оценка токсичности
поверхностных вод суши в условиях чрезвычайных ситуаций
методом экспрессного биотестирования)



СОЛОНАТОВОДНЫЕ ТЕСТ-ОБЪЕКТЫ



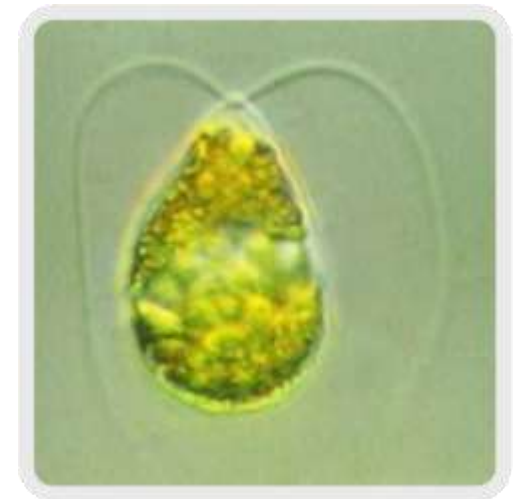
Artemia salina
(o. Euphyllopoda)



Phaeodactylum tricornerutum
(o. Bacillariophyta)



Dunaliella salina
(o. Chlorophyta)



Тест-объекты и нормативные документы

	Тест-объект	Тест-показатель	Документ
1	<i>Chlorella vulgaris</i>	Оптическая плотность, прирост численности	ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.10-04 ПНД Ф Т 16.1:2:2.3:3.7-04 Р 52.24.690-2006 Р 52.24.905-2020
2	<i>Scenedesmus obliquus</i>	Прирост численности	Р 52.24.690-2006 Р 52.24.868-2017
3	<i>Brachionus calyciflorus</i>	Скорость осветления среды(СОС) [clearance rate]	Р 52.24-662-2004 Р 52.24.868-2017
4	<i>Daphnia magna</i>	Гибель	ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.12-06, Т 16.1:2:2.3:3.9-06 Р 52.24.868-2017
5	<i>Paramecium caudatum</i>	Гибель, прирост, плодовитость, хемотаксис	Р 52.24.690-2006 РД 52.24.741-2010 Р 52.24.868-2017

ТЕСТ-ПОКАЗАТЕЛИ И НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

1 ЭКСПРЕССНОЕ БИОТЕСТИРОВАНИЕ ПВС проводят

а) с использованием экспрессных тест-показателей:

- скорость потребления пищи организмами-фильтраторами (инфузориями, коловратками) в соответствии с **РД 52.24.662, р.10 и Р 52.24.670**;

- скорость фотосинтеза растительных тест-объектов, А-Z-Rh-тест на микроводорослях в соответствии с Р 52.24.566;

- поведенческие реакции – хемотаксис (**РД 52.24.741-2010, Р 52.24.868-2017**).

б) с использованием биологических тест-показателей:

- выживаемость или гибель на тест-объектах, экологически соответствующих исследуемому водному объекту; выживаемость на тест-объектах из представителей крупного рачкового планктона можно наблюдать визуально без микроскопирования в соответствии с **РД 52.24.662, Р 52.24.690, РД 52.24.695**; микроводоросли – витальное окрашивание Р52.24.690-2006;

- размножение, позволяющее при использовании короткоциклических тест-объектов (микроводоросли, инфузории, коловратки) в короткие сроки определить не только их выживаемость, но и размножение, и показывающее возможность сохранения популяции в соответствии с РД 52.24.662, Р 52.24.690, РД 52.24.695;

- комплекс показателей (выживаемость и размножение) в сопряженности со временем (24, 48, 72 ч), позволяющее при использовании короткоциклических гидробионтов (инфузории, коловратки) дать прогноз развития популяции в соответствии с **Р 52.24.868, РД 52.24.662**.

2.ДЛИТЕЛЬНОСТЬ

БИОТЕСТИРОВАНИЯ

(продолжительность экспозиции) зависит от жизненного цикла выбранного тест-объекта. Микроводоросли за сутки дают до 8 поколений, инфузории – до 4-6, коловратки – до 3.

3. В ходе биотестирования используют два контроля: дехлорированную водопроводную воду региона и воду из условно чистого (фонового) участка исследуемого водного объекта.

4. Каждый биотест проводят не менее чем в трех повторностях.

5. Оценку токсичности ПВС проводят по набору биотестов (не менее трех). Например, с тест-объектами парамеции, коловратки, дафнии. Либо по двум тест-объектам (парамеции, дафнии) и нескольким тест-показателям одного из тест-объектов (хемотаксис и гибель парамеций).

6. В условиях ЧС при обнаружении ОТД вод обязательным является определение кратности разбавления исследуемой пробы воды, снимающей токсическое воздействие. Кратность разбавления – 2; 10; 25; 50; 100 и 500 раз. Разбавление проводят водой, отобранной из фонового створа, или отстоянной дехлорированной водопроводной водой исследуемого региона.

7 Требования к порядку проведения и оценке результатов биотестирования проводят согласно каждому нормативному документу.

ДАЛЕЕ

Важно «адресное» биотестирование: учет особенностей водных объектов конкретных регионов такие как климатические (в первую очередь температурный режим), гидрохимические (в частности минерализацию). Это необходимо для выбора тест-объектов экологически соответствующих водному объекту с целью получения достоверной информации о качестве вод и донных отложений.

Список гидробионтов, используемых в качестве тест-объектов, в связи с их экологическими особенностями (Р 52.24.690-2006)

1.«Адресность» биотестирования

Тест-объект	Пресноводные	Солоноватоводные	Теплолюбивые	Холодолобивые	Олигосапробы	Мезосапробы	Ацидофилы	Алкофилы
МИКРОВОДОРОСЛИ								
CHLOROPHYTA (Зеленые):								
<i>Chlorella vulgaris</i>	+		+			+		
<i>Chlorella marina</i>		+	+			+		
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	+		+			+		
<i>Scenedesmus obliquus</i>	+		+			+		
<i>Dunaliella</i> sp.		+	+	+	+			
<i>Nephrochloris</i> sp.		+	+	+	+			
CYANOPHYTA (Сине-зеленые):								
<i>Anabaena flos-aquae</i>	+		+			+		
<i>Oscillatoria</i> sp.	+	+	+			+		
<i>Synechocystis</i> sp.	+	+				+		
<i>Microcystis aeruginosa</i>	+		+			+		
Bacillariophyta (Диатомовые):								
<i>Thalassiosira pseudonana</i>		+		+	+			
<i>Phaeodactylum tricornutum</i>		+	+		+			
<i>Skeletonema costatum</i>		+		+	+			
<i>Chaetoceros</i> sp.		+		+	+			
PROTOZOA (Простейшие):								
<i>Paramecium caudatum</i>	+	+				+		+
<i>Paramecium putrinum</i>	+	+				+		
<i>Tetrachimena pyriformis</i>	+	+				+	+	+
<i>Colpidium</i> sp.	+					+		
<i>Stylonichia mytilus</i>	+					+		
<i>Euplotis harpa</i>		+			+			
<i>Euplotis vannus</i> (бентический)		Мор- ской		+				
<i>Cristira</i> sp. (бентический)		+		+				
<i>Uronema marinum</i> (бентический)		+		+				
<i>Pavella</i> sp. (пелагический)		+		+	+			
<i>Balanoin</i> sp. (пелагический)		+		+	+			

Примечание: Знаком «+» обозначено наличие указанных экологических особенностей

Тест-объект	Пресноводные	Солоноватоводные	Теплолюбивые	Холодолобивые	Олигосапробы	Мезосапробы	Ацидофилы	Алкофилы
ROTATORIA (Коловратки):								
<i>Brachionus calyciflorus</i>	+		+				+	+
<i>Brachionus rubens</i>	+		+	+				+
<i>Brachionus plicatilis</i>		+	+				+	+
<i>Philodina roseola</i>	+		+				+	
<i>Pilodina acuticornis odiosa</i>	+		+				+	
CRUSTACEA (Ракообразные):								
<i>Daphnia magna</i>	+		+			+		
<i>Moina macrocopa</i>	+		++			+		
<i>Bosmina longirostris</i>	+		+	+	+			
<i>Ceriodaphnia recticulata</i>	+		+				+	
<i>Artemia salina</i>		+				+		
MOLLUSCA (Моллюски):								
<i>Lymnaea stagnalis</i>	+		+					
<i>Anadonta</i> sp.	+		+					
<i>Dreissena</i> sp.	+	+	+	+				
<i>Crassostrea virginica</i> устрицы		+	+	+		+		+
<i>Ostrea irridescens</i> устрицы		+	+			+		+
<i>Mytilus galloprovincialis</i> мидии		+	+			+		+
<i>Mytilus edulis</i> мидии		+	+			+		+
<i>Mya arenaria</i>		+	+			+		+
<i>Mytilaster</i> sp.		+	+			+		+
<i>Patella vulgata</i>		+	+			+		+
<i>Rapana tomassina</i>		+	+	+		+		+
OLIGOCHAETA (малощетинковые черви)								
<i>Aelosoma hemprichi</i>	+		+				+	
INSECTA (Насекомые):								
<i>Chironomus plumosus</i>	+		+	+				+

Примечание: Знаком «+» обозначено наличие указанных экологических особенностей

2. Инструментализация существующих биотестов, т.е. выход на приборный уровень

1. **Прибор Биотокс с биосенсором «Эколюм»** представляет собой лиофилизированные люминесцентные бактерии или бесклеточные препараты, содержащие бактериальную люциферазу.
2. **Прибор «Биотестер»** измеряет величину хемотаксической реакции по количеству клеток **инфузорий**.
3. **ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.10-04** ПНД Ф Т 16.1:2:2.3:3.7-04 (оптическая плотность микроводорослей).
4. **Р 52.24.905-2020** (оптическая плотность микроводорослей). Оборудование, разработанное в Сибирском федеральном университете.
- 5 **Токскиты** (Protoxkit F, Rotoxkit F и Daphtoxkit F) и микробный анализ Microtox.

Автотрофные тест-объекты



.Оборудование разработано Сибирским федеральным университетом. Руководитель Григорьев Ю.С.

Chlorella vulgaris

Тест-показатели: коэффициент прироста численности клеток, оптическая плотность суспензии клеток.

Р 52.24.808 – 2014 и ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.10-04_ПНД Ф Т 16.1:2:2.3:3.7-04.

Методика измерений оптической плотности культуры водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris* Beijer) для определения токсичности питьевых, пресных природных и сточных вод, водных вытяжек из грунтов, почв, осадков сточных вод, отходов производства и потребления (2014).



Тестируемые пробы воды в конце эксперимента



К у л ь т и в а т о р К В М – 0 5 ;
И з м е р и т е л ь
о п т и ч е с к о й

Выращивание маточной культур микроводорослевого тест-объекта

Для биотестирования используют альгологически чистую культуру микроводорослей *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Vreb. или *Chlorella vulgaris* Beijer,

- В лаборатории выращивают маточную культуру микроводоросли на питательной среде Тамия с добавлением микроэлементов (магния, цинка, молибдена, ванадия, меди).
- Культуру микроводоросли выращивают на 25%-ной питательной среде Тамия, получаемой четырехкратным разбавлением 100 %-ной среды Тамия.



**Культиватор (KB-05) для выращивания
материнской культуры микроводорослей**



Moina macrocopa *Ceriodaphnia affinis* *Daphnia magna*



Климатостат



Культиваторы КВМ-05, измеритель оптической плотности суспензии микроводорослей ИПС-03



Устройство для экспонирования рачков (УЭР-03)



Культиватор (КВ-05) для выращивания материнской КУЛЬТУРЫ

Биотестирование позволяет получить:

- - отклик лабораторных культур представительных тест-объектов либо выборки "аборигенных" видов тест-объектов, взятых из фонового (условно чистого) участка;
- - оценку токсического действия природных вод;
- - получить прогноз развития экосистемы в естественных условиях затруднительно;
- - возможно получение только "сигнальной" (ориентировочной) информации об уровне влияния на те систематические группы сообществ, представители которых были взяты в качестве тест-объектов из "нормальных" для жизнедеятельности условий.

3. Формирование и использование набора биотестов (biotest battery).

За рубежом существует представление о целесообразности использования в качестве тест-культур для экспрессных анализов представителей трёх основных звеньев трофической цепи биогеоценозов: продуцентов, консументов, редуцентов. Для этого используют микробиотесты (Protoxkit F, Rotoxkit F и Daphtoxkit F) и микробный анализ Microtox.

- **Токскиты** – новое поколение биотестов, разработанных в лаборатории экологической токсикологии и водной экологии Университета Гент (Бельгия) под руководством профессора Г. Персоне. Они предназначены для проведения исследований острой токсичности природных сред и содержат все необходимые материалы для выполнения биотестирования или экотоксикологических исследований (тест-организмы в анабиотическом состоянии, эфиппиумы дафний, покоящиеся яйца коловраток, яйца артемии, культуры водорослей).

3 Формирование и использование набора биотестов (biotest battery (Р 52.24.868- 2017)\

НАБОРЫ БИОТЕСТОВ ДЛЯ РЕЖИМНОГО МОНИТОРИНГА

ОСНОВНЫЕ БИОТЕСТЫ			ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ БИОТЕСТЫ
ВОДА			
1 Биотест на дафниях	Биотест на водорослях	Биотест на инфузориях	Биотесты на рыбах или цериодафниях
2 Биотест на дафниях	Биотест на водорослях	Биотест на коловратках	Биотесты на популяциях гидробионтов
ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ			
Нативные	Водная вытяжка		
Биотест на личинках хирономид	Биотест на дафниях	Биотест на водорослях	Биотест на популяциях гидробионтов



Микробиотесты (Protoxkit F, Rotoxkit F и Daphtoxkit F) и микробный анализ Microtox.

4. Оценка токсичности воды по набору биотестов
или комплексу тест-показателей одного тест-объекта

4. Оценка токсичности воды по набору биотестов или комплексу тест-показателей одного тест-объекта – наиболее востребованное на данном этапе направление. Однако при этом возникает ряд следующих проблем:

- итоговая оценка токсичности в общепринятых нормативных документах основана на отклике наиболее чувствительного тест-объекта или тест-показателя, т.е. учитывается только «наихудший» результат;

- неоднозначность интерпретации стимулирующего действия тестируемых проб;

- разница в оценке степени токсичности отдельных тестируемых проб и оценке состоянии всей водной экосистемы на основе токсичности.

**Оценка токсического загрязнения испытываемой пробы воды
или водной вытяжки донных отложений при биотестировании
на коловратках и инфузориях **Р 52.24.662-2004****

Экспозиция, ч	Увеличение гибели в сравнении с контролем, %	Отклонение плодовитости от контроля, %	Токсическое загрязнение
24	Менее 25	Менее 25	нет ОТД
		Более 25	ОТД
	Более 25	Менее 25	
		Более 25	
48-72	Менее 25	Менее 25	нет П/ОТД
		Более 25	П/ОТД
	Более 25	Менее 25	
		Более 25	
96	Менее 25	Менее 25	нет ХТД
		Более 25	ХТД
	Более 25*	Менее 25	
		Более 25	

*Если гибель составляет 25 % и более, пробу считают токсичной и показатель плодовитости не рассчитывают

Шкала оценки токсичности воды по комплексу двух показателей микроводорослевого тест-объекта в сочетании со временем (Р 52.24.808-2014)

Экспозиция, ч	Коэффициент прироста численности микроводорослей, отклонение от контроля, %	Концентрация хлорофилла а отклонение от контроля, %	Токсическое действие
24	Равно или менее 25	Равно или менее 50	Нет ОТД
		Более 50	ОТД
		Равно или менее 50	ОТД
	Более 25	Более 50	ОТД
72	Равно или менее 25	Равно или менее 50	Нет ХТД
		Более 50	ХТД
		Равно или менее 50	ХТД
	Более 25	Более 50	ХТД
ОТД – острое токсическое действие, ХТД - хроническое токсическое действие			

Шкала оценки токсичности и экотоксикологического статуса водного объекта или его участка в условиях ЧС **Р 52.24.741-2010**)

Кратность разбавления	Класс токсичности	Экотоксикологический статус
До 1 : 1 включ.	0 Нетоксичная	Чистая
Св. 1 : 1 до 1 : 25 включ.	1 Слабо токсичная	Олиготоксичная
" 1 : 25 " 1 : 50 "	2 Умеренно токсичная	Бета-мезотоксичная
"1 : 50 " 1 : 100 "	3 Остро токсичная	Альфа-мезотоксичная
" 1 : 100 " 1:500 "	4 Весьма токсичная	Политоксичная
"1 : 500	5 Чрезвычайно токсичная	Гипертоксичная

Уровни даны по Брагинскому Л.П.,198. Обязательным в условиях ЧС при обнаружении ОТД вод является определение кратности разбавления исследуемой пробы воды, снимающей токсическое воздействие. Кратность разбавления – 2; 10; 25; 50; 100 и 500 раз. Разбавление проводят водой, отобранной из фонового створа, или отстаиванной дехлорированной водопроводной водой исследуемого региона

Оценка состояния экосистемы водного объекта или его участка по результатам биотестирования (РД 52.24.662-2004)

<i>Токсическое загрязнение экосистемы водного объекта</i>		<i>Состояние экосистемы водного объекта*</i>
<i>Водная составляющая</i>	<i>Донная составляющая</i>	
Хроническое токсическое действие (ХТД) не обнаружено ни в одном из биотестов	ХТД не обнаружено ни в одном из биотестов ни на одном из участков водного объекта	Благополучное
ХТД обнаружено в одном из биотестов	ХТД не обнаружено ни на одном участке	Неблагополучное
	ХТД обнаружено на одном участке	
ХТД обнаружено в двух и более биотестах	ХТД обнаружено на одном и более участках	Крайне неблагоприятное
	ОТД обнаружено на одном участке	
Острое токсическое действие (ОТД) обнаружено в одном из биотестов, которое устраняется при кратности разбавления в 2 раза	ХТД обнаружено на одном и более участках	Крайне неблагоприятное
	ОТД обнаружено на одном участке	
ОТД обнаружено в одном из биотестов, которое устраняется при кратности разбавления в 50-100 раз	ХТД обнаружено на одном и более участках	Чрезвычайная экологическая ситуация
	ОТД обнаружено на одном участке	
ОТД обнаружено в одном из биотестов, которое устраняется при кратности разбавления в 100 раз	ХТД обнаружено на одном и более участках	Экологическое бедствие
	ОТД обнаружено на одном и более участках	

* Состояние экосистемы дано по Р 52.24.566-94

**Оценка токсического загрязнения водного объекта (участка)
по результатам биотестирования проб воды (Р 52.24.868-2017)**

Токсическое действие	Доля проб, в которых обнаружена токсичность, %	Токсическое загрязнение воды водного объекта
ХТД	Менее 25	Отсутствует
	От 25 до 50 включ.	Слабое
	Св. 50.	Среднее
пОТД	Менее 25	
	Св. 50	Высокое
ОТД	От 25 до 50 включ.	Экстремально высокое
	Св. 50	

Международные нормативные документы

ISO Water quality:

**6341:1996; 7346-1:1996; 7346-2:1996;
7346-3:1996; 8692:1989; 10229:1994; 10253:1995;
10706:2000; 10712:1995; 11348-1:1998; 11348-2:1998;
11348-3:1998; 12890:1999; 13829:2000; 14442:1999;
14669:1999**

EPA-821-R-02-012 ;EPA-821-R-02-013 ;EPA-821-R-02-014

Sediment Toxicity Testing Manuals:

EPA/600/R-94/024; EPA/600/R-94/025

Toxkit[®] реализуются вместе со всеми необходимыми приспособлениями, посудой и средами культивирования.

<http://www.bioassay.narod.ru>

Нормативно-методические документы по оценке токсического загрязнения природных вод и ДО Росгидромета

. **РД 52.24.635 -2002** Методические указания. Проведение наблюдений за токсическим загрязнением донных отложений в пресноводных экосистемах на основе биотестирования.

Р 52.24.662-2004. Оценка токсического загрязнения природных вод и донных отложений пресноводных экосистем методом биотестирования с использованием коловраток

РД 52.24.669-2005. Унифицированные методы биотестирования для обнаружения токсического загрязнения поверхностных вод суши с использованием микрозоопланктона. Сборник РД «Унифицированные химико-биологические методы обнаружения опасных уровней загрязнения поверхностных вод суши.

Р 52.24.690-2006 Оценка токсического загрязнения вод водотоков и водоемов различной солености и зон смешения речных и морских вод методом биотестирования

Р 52.24.695-2007 Оценка токсического загрязнения природных вод и донных отложений водных экосистем по коэффициенту регенерации популяции.

- **РД 52.24.741-2010** Оценка токсичности поверхностных вод суши в условиях чрезвычайных ситуаций методом экспрессного биотестирования // Сборник рекомендаций «Обеспечение безопасности поверхностных вод суши Российской Федерации в условиях чрезвычайных ситуаций.
- **РД 52.24.784-2013** . Массовая концентрация хлорофила *a*. Методика измерений спектрометрическим методом с экстракцией этанолом
- **РД 52.24.868-2017** Использование методов биотестирования воды и донных отложений водотоков и водоемов
- **РД 52.24.309-2018** Методические указания. Охрана природы. Гидросфера. Организация и проведение режимных наблюдений за загрязнением поверхностных вод суши на сети Роскомгидромета.
- **РД 52.24.905-2020** Оценка токсичности воды и водных вытяжек донных отложений поверхностных водных объектов методом биотестирования по изменению оптической плотности культуры микроводоросли *Chlorella vulgaris*

ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.10-04. Т Т 16.1:2:2:3:3.7-04

Методика измерений оптической плотности культуры водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris Beijer*) для определения токсичности питьевых, пресных природных и сточных вод, водных вытяжек из грунтов, почв, осадков сточных вод, отходов производства и потребления

ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.12-06. Т 16.1:2:2:3:3.9-06

Методика измерений количества *Daphnia magna Straus* для определения токсичности питьевых, пресных природных и сточных вод, водных вытяжек из грунтов, почв, осадков сточных вод, отходов производства и потребления методом прямого счёта

- **ГОСТ Р 54496-2011 (ИСО 6341:2012) (ИСО 8692:2004)** Вода. Определение токсичности с использованием зеленых пресноводных одноклеточных водорослей.
- **ГОСТ Р 56236-2014 (ИСО 6341:2012)** Национальный стандарт Российской Федерации. Вода. Определение токсичности по выживаемости пресноводных ракообразных *Daphnia magna* Straus.
- **ГОСТ Р 57166-2016 Вода.** Определение токсичности по выживаемости пресноводных инфузорий *Paramecium caudatum* Ehrenberg.
- **ГОСТ Р 57163-2016 Вода.** Определение токсичности по выживаемости односуточной молоди рыб *Poecilia reticulata* Peters.
- Водный кодекс Российской Федерации от 3 июня 2006 г. № 74-ФЗ (в редакции от 31.10.2016, с изменениями от 26 июля 2017 г.)

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

Бакаева Елена Николаевна
rotaria@mail.ru