

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова**

Кафедра экологии и зоологии

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета биологии и экологии



О.А. Маракаев  
«21» мая 2024 г.

**Рабочая программа**  
**«Водная экология и технологии безопасности водных ресурсов»**

Направление подготовки  
05.03.06 Экология и природопользование

Направленность (профиль)  
«Экологическая безопасность»

Форма обучения  
очная

Программа одобрена  
на заседании кафедры  
протокол № 8 от «05» апреля 2024 года

Программа одобрена  
НМК факультета биологии и экологии  
протокол № 6 от «29» апреля 2024 года

Ярославль

### 1. Цели освоения дисциплины.

Целями освоения дисциплины «Водная экология и технологии безопасности водных ресурсов» являются: формирование у студентов представлений об экологии водных организмов, о структуре и функционировании водных экосистем, получение знаний о нарушении водоемов в результате хозяйственной деятельности человека, о технологиях их экологической реабилитации и приобретение навыков оценки экологического состояния водоемов.

### 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Водная экология и технологии безопасности водных ресурсов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1, дисциплины по выбору.

Для освоения данной дисциплиной студенты должны владеть основами общей экологии, экологической и водной токсикологии, иметь базовые знания в области гидрохимии и правовых основ природопользования и охраны окружающей среды.

Полученные в курсе «Водная экология и технологии безопасности водных ресурсов» знания необходимы для изучения последующих дисциплин «Методы биодиагностики» и «Экологическая безопасность и охрана окружающей среды».

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ООП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
<b>Профессиональные компетенции</b>		
<b>ПК-2.</b> Способен проводить мониторинг и контроль состояния окружающей среды, осуществлять оценку и прогнозирование влияния хозяйственной деятельности на природные объекты и здоровье человека.	<b>ПК-2.1.</b> Применяет знания в области экологических биотехнологий, водной экологии и технологий безопасности водных ресурсов, биомониторинга природных территорий для контроля состояния окружающей среды, оценки и прогнозирования влияния хозяйственной деятельности на природные объекты и здоровье человека.	<b>Знать:</b> - определение, разделы, методы и прикладные направления водной экологии; - факторы водной среды и жизненные формы гидробионтов; - структурно-функциональные характеристики гидробиоценозов и гидрэкосистем. - источники, виды и последствия загрязнения водных объектов; - государственные стандарты и руководящие документы РФ в области охраны гидросферы.

		<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- производить лабораторные исследования и биологический анализ проб воды.</li> </ul>
<p><b>ПК-3.</b> Способен применять природоохранные технологии, использовать потенциал биологических систем для снижения экологических рисков и оптимизации среды.</p>	<p><b>ПК-3.2.</b> Применяет знания теории и методов природоохранных технологий при решении практических задач в области экологической токсикологии, эпидемиологии и паразитологии, биомониторинга наземных и водных экосистем, оценки здоровья населения, направленных на профилактику и снижение экологических рисков и оптимизацию среды.</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы методов прикладных эковиотехнологий по борьбе с причинами и последствиями антропогенных нарушений водных экосистем;</li> <li>- теоретические основы биометодов оценки качества воды.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- производить статистическую обработку полученных данных по биоиндикации качества воды.</li> </ul> <p><b>Владеть навыками:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- идентификации водных организмов с помощью световой микроскопии;</li> <li>- расчета индексов загрязнения воды.</li> </ul>

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 акад. часа.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости  Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Контактная работа					самостоятельная работа	
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания		
1	Водная экология как наука о надорганизменных водных системах. Разделы, методы и прикладные направления гидроэкологии.	6	2						
2	Факторы водной среды и гидробионты.	6	2						
3	Жизненные формы гидробионтов: краткий обзор.	6	2		12	6		40	Задания для самостоятельной работы
4	Гидробиоценозы и гидроэкосистемы: структурно-функциональные характеристики.	6	2						
5	Экологическая безопасность водных ресурсов. Проблема чистой воды. Загрязнение водных объектов тяжелыми металлами, пестицидами, нефтепродуктами, микропластиком, детергентами, радионуклидами, растворенным органическим веществом. Ацидификация и термофикация водоемов.	6	4					10	Реферат

	Антропогенное эвтрофирование. Токсичные цветения воды: «цианоХАБы» и цианотоксины, «красные» и «зеленые» приливы. Биологические инвазии в водные экосистемы и их последствия для водных биоресурсов и здоровья человека.								
6	Краткий обзор государственных стандартов и руководящих документов РФ в области охраны гидросферы. Прикладные экобиотехнологии – новое направление в борьбе с причинами и последствиями антропогенных нарушений водных экосистем. Примеры использования в России и за рубежом.	6	2					10	Реферат
7	Биологический анализ качества воды. Зоны сапробности. Индикаторная роль гидробионтов. Индексы загрязнения воды.	6	2	4	2			30	Задание для самостоятельной работы
						0,3		13,7	Зачет
	<b>ИТОГО</b>		<b>16</b>		<b>16</b>	<b>8</b>	<b>0,3</b>	<b>103,7</b>	

#### 4.1 Информация о реализации дисциплины в форме практической подготовки.

##### Информация о разделах дисциплины и видах учебных занятий, реализуемых в форме практической подготовки.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Место проведения занятий в форме практической подготовки
			Контактная работа						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	
3	Жизненные формы гидробионтов: краткий обзор.	6			12				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
7	Биологический анализ качества воды. Зоны сапробности. Индикаторная роль гидробионтов. Индексы загрязнения воды.	6			4				Факультет биологии и экологии ЯрГУ
	<b>Итого</b>				<b>16</b>				

#### 5. Общие положения.

Содержание разделов дисциплины:

##### 1. Тема № 1.

Водная экология как наука о надорганизменных водных системах. Разделы, методы и прикладные направления гидроэкологии.

##### 2. Тема № 2.

Факторы водной среды и гидробионты. Температура, диапазон температур в естественных водоемах. Особенности температурного режима континентальных водоемов. Термические классификации озер. Классификации гидробионтов, основанные на их отношении к диапазону температур. Растворенные органические вещества. Соленость как фактор водной среды. Диапазон солености в естественных водоемах. Защита гидробионтов от осмотического обводнения и обезвоживания. Биогенные элементы, лимитирующее влияние на продуцентов. Свет, особенности распределения в воде. Спектральный состав проникающей радиации и его изменения с глубиной. Прозрачность и цвет воды. Растворенные газы. Влияние температуры и солености на растворимость кислорода в воде, пересыщение и дефицит кислорода в водоемах. Заморы. Распределение гидробионтов в зависимости от концентрации кислорода. Углекислота. Роль CO<sub>2</sub> в водоемах. Сероводород и метан. рН воды и буферная емкость водоемов. Классификация гидробионтов по отношению к диапазону значений водородного показателя. Течения, реофильные организмы, морфологические и поведенческие адаптации.

### **3. Тема № 3.**

Жизненные формы гидробионтов: краткий обзор. Планктон. История термина. Основные признаки планктонных организмов. Классификации планктона. Бактерио-, фито- и зоопланктон. Голопланктон и меропланктон. Лимнопланктон, гелеопланктон и потамопланктон. Размерный состав планктона. Адаптации планктонтов к парению в водной среде. Явление миграции планктона. Суточные, сезонные, горизонтальные и вертикальные миграции. Онтогенетические миграции планктонтов. Защитно-кормовое значение миграций. Гипотеза энергетической выгоды миграций Ж. Макларена. Недостатки существующих гипотез. Цикломорфоз планктонных организмов. Причины явления: изменения температуры и вязкости воды или влияние хищников? Бентос и перифитон. История терминов и определение понятий. Состав и классификации бентоса и перифитона. Адаптации для удержания на твердом субстрате. Защита от засыпания взвесью. Горизонтальное и вертикальное распределение бентоса на (в) грунте. Миграции бентоса. Понятие бентостока или речного дрефта. Нейстон и плейстон. История терминов и определение понятий. Примеры нейстонтов и плейстонтов. Эпи- и гипонейстон. Специфические условия обитания и адаптации организмов нейстона и плейстона. Роль в водоемах.

### **4. Тема № 4.**

Гидробиоценозы и гидроэкосистемы. Структурно-функциональные характеристики. Принципиальные отличия водных от наземных экосистем. Основы и закономерности продукционной гидробиологии. Биомасса и продукция: отличие двух понятий. Методы определения первичной и вторичной продукции в водных экосистемах. Индикаторная значимость Р/В коэффициента и ассимиляционного числа (АЧ). Проблемы оценки устойчивости водных экосистем.

### **5. Тема № 5.**

Экологическая безопасность водных ресурсов. Проблема чистой воды. Загрязнение водных объектов тяжелыми металлами, пестицидами, нефтепродуктами, микропластиком, детергентами, радионуклидами, растворенным органическим веществом. Ацидификация и термофикация водоемов. Антропогенное эвтрофирование. Токсичные цветения воды: «цианоХАБЫ» и цианотоксины, «красные» и «зеленые» приливы. Биологические инвазии в водные экосистемы. Последствия для водных биоресурсов и здоровья человека.

### **6. Тема № 6.**

Краткий обзор государственных стандартов и руководящих документов РФ в области охраны гидросферы. Прикладные эковиотехнологии – новое направление в борьбе с причинами и последствиями антропогенных нарушений водных экосистем. Примеры использования в России и за рубежом. Отвод вод из гипolimниона, улучшение водообмена, аэрация водоема. Способы аэрации и их эффективность. Удаление донных отложений (драгирование), экранирование донных осадков. Разбавление вод. Хемоманипуляция и активная изоляция дна. Методы хемоманипуляции. Биоманипуляция через трофический каскад. Другие биологические методы экологической реабилитации: управление зарастаемостью макрофитами, вселение моллюсков-фильтраторов и рыб-фитофагов, применение вирусов и бактерий, лизирующих клетки водорослей; паразитизм некоторых водных грибов; выедание простейшими. Химическая обработка воды альгицидами. Физические методы (использование ультразвука для разрушения клеток синезеленых водорослей, механическое удаление биомассы первичных продуцентов, изменение световых условий обитания фитопланктона). Метод биогенного манипулирования.

## **7. Тема № 7.**

Биологический анализ качества воды. Зоны сапробности. Индикаторная роль гидробионтов. Индексы загрязнения воды. Биотические индексы оценки качества воды: хирономидный и олигохетные индексы, трент-индекс. Индекс сапробности Пантле-Бука и его модификации. Сравнение с индексами, используемыми в странах Европы и в США. Сообщества бактериопланктона, фитопланктона, зоопланктона, зообентоса, водных макрофитов и рыбное население как биомаркеры качества воды и экологического состояния водоемов и водотоков.

## **5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

**Академическая лекция с элементами лекции-беседы** – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Элементы лекции-беседы обеспечивают контакт преподавателя с аудиторией, что позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным темам дисциплины, активно вовлекать их в учебный процесс, контролировать темп изложения учебного материала в зависимости от уровня его восприятия.

**Лабораторное занятие** - занятие в лаборатории в подгруппе (10-14 чел.) посвящено освоению навыков работы с лабораторным оборудованием и материалом для изучения и закрепления теоретического материала; изготовление временных препаратов; освоение приёмов определения и таксономического анализа изучаемых организмов.

**Консультации** – вид учебных занятий, являющийся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов. На консультациях по просьбе студентов рассматриваются наиболее сложные моменты при освоении материала дисциплины, преподаватель отвечает на вопросы студентов, которые возникают у них в процессе самостоятельной работы.

## **6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

для формирования материалов для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации, для формирования методических материалов по дисциплине:

- программы Microsoft Office.

## **7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости).**

Не используется.

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости), рекомендуемых для освоения дисциплины.**

### **а) основная литература:**

1. Семерной В.П. Общая гидробиология: текст лекций. – Ярославл: ЯрГУ, 2008. - 182с  
<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20080314.pdf>



**б) дополнительная литература:**

1. Семерной В.П. Гидробиология. Методические указания к лабораторному практикуму. – Ярославль; ЯрГУ, 2013. - 81 с.

<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20130314.pdf>

2. Сиделев С.И., Зубишина А.А., Бабаназарова О.В. Водные экосистемы (функционирование, антропогенные изменения, восстановление): учебно-методическое пособие / Ярославль: ЯрГУ, 2016.

<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20160303.pdf>

**9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;
- учебные аудитории для проведения лабораторных работ;
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций;
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ЯрГУ.

Автор:

Доцент кафедры  
экологии и зоологии, к.б.н.



С.И. Сиделев

**Приложение № 1**  
**к рабочей программе дисциплины**  
**«Водная экология и технологии безопасности водных ресурсов»**

**Фонд оценочных средств**  
**для проведения текущего контроля успеваемости**  
**и промежуточной аттестации студентов**  
**по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания и иные материалы,**  
**используемые в процессе текущего контроля успеваемости.**

**Задания для самостоятельной работы к теме № 3.**

Работа 1: Коловратки Rotatoria

1. Самостоятельно найти в живых культурах и фиксированном материале беспанцирных и панцирных коловраток;
2. Определить виды с консультацией преподавателя;
3. Самостоятельно зарисовать объекты (6-8) с указанием таксономического статуса;
4. Самостоятельно оформить альбом и представить преподавателю для проверки и подписи.

Работа 2: Cladocera

1. Самостоятельно найти в фиксированном материале представителей семейств Sididae, Daphnidae, Bosminidae, Chydoridae, Polyphemidae, Leptodoridae;
2. Определить виды с консультацией преподавателя;
3. Самостоятельно зарисовать объекты (6-8) с указанием таксономического статуса;
4. Самостоятельно оформить альбом и представить преподавателю для проверки и подписи.

Работа 3: Copepoda

1. Самостоятельно найти в фиксированном материале представителей семейств Cyclopidae и Calanidae;
2. Определить виды с консультацией преподавателя;
3. Самостоятельно зарисовать зарисовать морфологические признаки объектов (3) с указанием таксономического статуса;
4. Самостоятельно оформить альбом и представить преподавателю для проверки и подписи.

Работа 4: Gastropoda

1. Самостоятельно найти в сухом материале представителей семейств Limnaeidae, Physidae, Bithyniidae, Viviparida, Valvatidae, Bulinidae, Planorbidae;
2. Определить виды;

3. Зарисовать объекты (7) с указанием таксономического статуса;
4. Самостоятельно оформить альбом и представить преподавателю для проверки и подписи.

#### Работа 5: Bivalvia

1. Самостоятельно найти в сухом материале представителей семейств Anodontidae, Unionidae, Sphaeriidae, Pisidiida, Dreissenidae;
2. Определить виды;
3. Зарисовать объекты (7) с указанием таксономического статуса;
4. Самостоятельно оформить альбом и представить преподавателю для проверки и подписи.

#### Работа 6: Chironomidae

1. Самостоятельно найти в фиксированном материале представителей подсемейств Tanipodinae, Orthocladinae, Chironominae;
2. Сделать временные препараты хирономид в глицерине;
2. Определить виды;
3. Зарисовать морфологические признаки объектов (3) с указанием таксономического статуса;
4. Самостоятельно оформить альбом и представить преподавателю для проверки и подписи.

#### **Примеры названий рефератов (к теме № 5).**

1. Антропогенное эвтрофирование: причины, последствия и пути решения проблемы.
2. Биологические инвазии в водные экосистемы: причины, последствия и пути решения проблемы.
3. Загрязнение водоемов пестицидами: причины, последствия и пути решения проблемы.
4. Загрязнение водоемов тяжелыми металлами: причины, последствия и пути решения проблемы.
5. Загрязнение водоемов нефтепродуктами: причины, последствия и пути решения проблемы.
6. Загрязнение водоемов микропластиком: причины, последствия и пути решения проблемы.
7. Загрязнение водоемов детергентами: причины, последствия и пути решения проблемы.
8. Загрязнение водоемов радионуклидами: причины, последствия и пути решения проблемы.
9. Проблема acidification водоемов: причины, последствия и пути решения.
10. Проблема термофикации водоемов: причины, последствия и пути решения.

#### **Примеры названий рефератов (к теме № 6).**

1. Отвод вод из гипolimниона и методы аэрация как метод улучшения экологического состояния водоемов.
2. Удаление донных отложений (драгирование).
3. Хемоманипуляция и активная изоляция дна. Методы хемоманипуляции.
4. Биоманипуляция через трофический каскад.

5. Биологические методы экологической реабилитации: управление зарастаемостью макрофитами, вселение моллюсков-фильтраторов и рыб-фитофагов, применение вирусов и бактерий, лизирующих клетки водорослей; паразитизм некоторых водных грибов; выедание простейшими.
6. Химическая обработка воды альгицидами.
7. Физические методы (использование ультразвука для разрушения клеток синезеленых водорослей, механическое удаление биомассы первичных продуцентов, изменение световых условий обитания фитопланктона).
8. Метод биогенного манипулирования.

Правила оформления и представления (компьютерная презентация) рефератов, а также правила выставления оценки по итогам проверки реферата совпадают с правилами оформления и выставления оценки курсовых работ, принятыми на факультете биологии и экологии ЯрГУ. Перед подготовкой реферата студентам предлагается ознакомиться с учебно-методическим пособием, где эти правила подробно изложены:

Оформление и подготовка к защите курсовых, выпускных квалификационных работ и магистерских диссертаций на факультете биологии и экологии Ярославского государственного университета им. П. Г. Демидова: учебно-методическое пособие / С.И. Сиделев и др. - Ярославль: ЯрГУ, 2018.

<http://www.lib.uniya.ac.ru/edocs/iuni/20180330.pdf>

### **Задание для самостоятельной работы по теме № 7.**

Задание заключается в биоиндикации участка реки: каждый студент, используя два бланка обработки гидробиологических проб (по зоопланктону и бентосу), рассчитывает индексы сапробности по Пантле-Бук по сообществу зоопланктона и сообществу зообентоса. Делается вывод, к какой зоне сапробности относится изучаемый участок реки и что это означает.

Критерии оценивания:

1. Своевременность сдачи задания.
2. Правильность подготовки своих данных к расчету индекса.
3. Наличие ошибок в самих расчетах индекса сапробности.
4. Наличие ошибок в латинских названиях видов гидробионтов.
5. Корректность формулирования и полнота вывода по результатам работы.

За каждую ошибку снимается 0,1 балла. В итоге, студент получает оценку от 0 до 5 баллов.

Фонды оценочных средств по дисциплине предусматривают проверку индикаторов достижения компетенций.

### **2. Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации.**

#### **Примерный список вопросов к зачету:**

1. Водная экология как наука о надорганизменных водных системах. Разделы, методы и прикладные направления гидроэкологии.
2. Температура, диапазон температур в естественных водоемах. Особенности температурного режима континентальных водоемов. Термические классификации озер. Классификации гидробионтов, основанные на их отношении к диапазону температур.
3. Соленость как фактор водной среды. Диапазон солености в естественных водоемах. Защита гидробионтов от осмотического обводнения и обезвоживания.

4. Биогенные элементы, лимитирующее влияние на продуцентов.
5. Свет, особенности распределения в воде. Спектральный состав проникающей радиации и его изменения с глубиной. Прозрачность и цвет воды.
6. Растворенные газы. Влияние температуры и солености на растворимость кислорода в воде, пересыщение и дефицит кислорода в водоемах. Заморы.
7. Распределение гидробионтов в зависимости от концентрации кислорода.
8. Углекислота. Роль  $\text{CO}_2$  в водоемах. Сероводород и метан.
9. pH воды и буферная емкость водоемов. Классификация гидробионтов по отношению к диапазону значений водородного показателя.
10. Течения, реофильные организмы, морфологические и поведенческие адаптации.
11. Планктон. История термина. Основные признаки планктонных организмов.
12. Классификации планктона. Бактерио-, фито- и зоопланктон. Голопланктон и меропланктон. Лимнопланктон, гелеопланктон и потамопланктон. Размерный состав планктона.
13. Адаптации планктонтов к парению в водной среде.
14. Явление миграции планктона. Суточные, сезонные, горизонтальные и вертикальные миграции. Онтогенетические миграции планктонтов. Защитно-кормовое значение миграций. Гипотеза энергетической выгоды миграций Ж. Макларена.
15. Цикломорфоз планктонных организмов. Причины явления: изменения температуры и вязкости воды или влияние хищников?
16. Бентос и перифитон. История терминов и определение понятий. Состав и классификации бентоса и перифитона. Адаптации для удержания на твердом субстрате. Защита от засыпания взвесью.
17. Горизонтальное и вертикальное распределение бентоса на (в) грунте. Миграции бентоса. Понятие бентостока или речного дрефта.
18. Нейстон и плейстон. История терминов и определение понятий. Примеры нейстонтов и плейстонтов. Эпи- и гипонейстон. Специфические условия обитания и адаптации организмов нейстона и плейстона.
19. Принципиальные отличия водных от наземных экосистем.
20. Основы и закономерности продукционной гидробиологии. Биомасса и продукция: отличие двух понятий.
21. Методы определения первичной и вторичной продукции в водных экосистемах.
22. Индикаторная значимость P/V коэффициента и ассимиляционного числа (АЧ).
23. Проблемы оценки устойчивости водных экосистем.
24. Проблема чистой воды.
25. Токсичные цветения воды: «цианоХАБЫ» и цианотоксины, «красные» и «зеленые» приливы.
26. Биологические инвазии в водные экосистемы. Последствия для водных биоресурсов и здоровья человека.
27. Антропогенное эвтрофирование: причины, последствия и пути решения проблемы.
28. Загрязнение водоемов пестицидами: причины, последствия и пути решения проблемы.
29. Загрязнение водоемов тяжелыми металлами: причины, последствия и пути решения проблемы.
30. Загрязнение водоемов нефтепродуктами: причины, последствия и пути решения проблемы.
31. Загрязнение водоемов микропластиком: причины, последствия и пути решения проблемы.
32. Загрязнение водоемов детергентами: причины, последствия и пути решения проблемы.

33. Загрязнение водоемов радионуклидами: причины, последствия и пути решения проблемы.
34. Проблема acidification водоемов: причины, последствия и пути решения.
35. Проблема термофикации водоемов: причины, последствия и пути решения.
36. Государственные стандарты и руководящие документы РФ в области охраны гидросферы.
37. Прикладные эковиотехнологии для борьбы с причинами и последствиями антропогенных нарушений водных экосистем. Отвод вод из гипolimниона и методы аэрация как метод улучшения экологического состояния водоемов.
38. Удаление донных отложений (драгирование).
39. Хемоманипуляция и активная изоляция дна. Методы хемоманипуляции.
40. Биоманипуляция через трофический каскад.
41. Биологические методы экологической реабилитации: управление зарастаемостью макрофитами, вселение моллюсков-фильтраторов и рыб-фитофагов, применение вирусов и бактерий, лизирующих клетки водорослей; паразитизм некоторых водных грибов; выедание простейшими.
42. Химическая обработка воды альгицидами.
43. Физические методы (использование ультразвука для разрушения клеток синезеленых водорослей, механическое удаление биомассы первичных продуцентов, изменение световых условий обитания фитопланктона).
44. Метод биогенного манипулирования.
45. Биологический анализ качества воды. Зоны сапробности. Индикаторная роль гидробионтов.
46. Индексы загрязнения воды. Биотические индексы оценки качества воды: хирономидный и олигохетные индексы, трент-индекс.
47. Индекс сапробности Пантле-Бука и его модификации.
48. Сообщества бактериопланктона, фитопланктона, зоопланктона, зообентоса, водных макрофитов и рыбное население как биомаркеры качества воды и экологического состояния водоемов и водотоков.

### **Правило выставления оценки на зачете.**

Преподаватель задает десять вопросов из списка вопросов к зачету по своему усмотрению, охватывая все темы дисциплины. Студент должен отвечать на вопросы без подготовки. По итогам зачета выставляется одна из двух оценок: «зачтено» - если студент правильно отвечает на не менее чем 7 вопросов из 10, «незачтено» - если студент дает правильные ответы на менее чем 7 вопросов из 10.

**Приложение № 2**  
**к рабочей программе дисциплины**  
**«Водная экология и технологии безопасности водных ресурсов»**

**Методические указания для студентов по освоению дисциплины.**

Обязательным условием освоения дисциплины является систематическое посещение курса лекций и 100% посещаемость лабораторных занятий. Зачет проводится в устной форме. Для успешного освоения дисциплины важно знание лекционного материала, которое по ключевым темам проверяется с помощью заданий для самостоятельной работы и защиты рефератов. Основными критериями оценки при выполнении самостоятельной работы в процессе текущей аттестации являются своевременность выполнения работы, глубина проведенного анализа, предложенные студентом пути решения поставленных в работе задач, обоснованность выводов, способность студента вступать в дискуссии с преподавателем по теме самостоятельной работы, отстаивать свою точку зрения, приводить доводы в пользу тех или иных положений, искать противоречия в выдвинутых преподавателем тезисах, видеть слабые и сильные стороны обсуждаемых вопросов.