

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

Кафедра морфологии

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета биологии и экологии



О.А. Маракаев  
«24» мая 2022 г.

**Рабочая программа**  
**«Методы биодиагностики»**

Направление подготовки  
05.03.06 Экология и природопользование

Направленность (профиль)  
«Экологическая безопасность»

Форма обучения  
очная

Программа одобрена  
на заседании кафедры  
от «11» апреля 2022 года, протокол № 8

Программа одобрена НМК  
факультета биологии и экологии  
протокол № 8 от «18» апреля 2022 года

Ярославль

### 1. Цели освоения дисциплины.

Целями освоения дисциплины «Методы биодиагностики» являются: приобретение знаний об основных биологических методах и методических подходах в современной системе оценки влияния потенциально токсичных загрязняющих веществ на живые организмы и экосистемы, о принципах использования и роли методов биодиагностики и ее составных компонентов в системе экологического мониторинга антропогенного загрязнения окружающей среды; в том числе формирование знаний о методах биомаркирования, биотестирования и биоиндикации, их основных преимуществах и недостатках относительно друг друга и по сравнению с методами физико-химического анализа содержания загрязняющих веществ, особенностях их применения в природных и лабораторных условиях; понятиях: биодиагностика, биомаркер, биотест, биоиндикатор, биочипы, биосенсоры, биотические индексы, индексы сапробности и токсобности, активный и пассивный биомониторинг.

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

Дисциплина «Методы биодиагностики» относится к Блоку Б1.В.05 и является дисциплиной по выбору в вариативной части. Знания и навыки, приобретенные студентами при изучении дисциплины «Методы биодиагностики» используются выпускниками в профессиональной научно-исследовательской и производственной деятельности.

### 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, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

<b>Формируемая компетенция (код и формулировка)</b>	<b>Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)</b>	<b>Перечень планируемых результатов обучения</b>
<b>Профессиональные компетенции</b>		
<b>ПК-1.</b> Способен применять методы отбора проб, исследования природных образцов, анализа и синтеза производственной, полевой и лабораторной экологической информации.	<b>ПК-1.1.</b> Использует основные методы экологической и водной токсикологии, оценки гидрохимических и радиационных параметров, диагностики и контроля объектов окружающей среды для оценки и контроля экологической ситуации.	<b>Знать:</b> - теоретические основы и нормативную базу экологической и биологической безопасности, основные понятия и принципы биодиагностики, группы биодиагностических методов; - особенности отнесения биодиагностических методов к специфическим группам, основные компоненты биодиагностики и их связь с уровнями биологической организации; - место и роль методов физико-химического анализа и биодиагностики в системе экологической и биологической безопасности.

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
		<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- классифицировать методы биодиагностики и различать биомаркирование, биотестирование и биоиндикацию;</li> <li>- разделять биомаркеры по типам;</li> <li>- анализировать результаты биотестирования;</li> <li>- определять класс токсичности отходов по результатам биотестирования;</li> <li>- анализировать результаты биоиндикации;</li> <li>- рассчитывать биотические индексы и использовать их для оценки качества водной среды.</li> </ul> <p><b>Владеть навыками:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- подбора методов биодиагностики для конкретных задач;</li> <li>- выбора биомаркеров, тест-объектов для биотестирования и определения основных групп бентосных организмов, используемых в биоиндикации;</li> <li>- планирования экологической экспертизы с использованием результатов химико-физического анализа и методов биодиагностики.</li> </ul>
	<p><b>ПК-1.2.</b> Применяет знания и навыки подготовки научной документации и отчетов, получает, обрабатывает и систематизирует данные производственных, полевых и лабораторных наблюдений и измерений, представляет и защищает результаты решения профильных научно-исследовательских задач.</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правила и формы составления научно-технических отчетов, обзоров, аналитических карт и пояснительных записок при проведении биомаркирования, биотестирования и биоиндикации.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- излагать и критически анализировать получаемую информацию научно-исследовательских полевых и лабораторных работ при проведении биомаркирования, биотестирования и биоиндикации.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками представлять результаты полевых и лабораторных биологических исследований при проведении биомаркирования, биотестирования и биоиндикации.</li> </ul>

<b>Формируемая компетенция (код и формулировка)</b>	<b>Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)</b>	<b>Перечень планируемых результатов обучения</b>
<p><b>ПК-3.</b> Способен применять природоохранные технологии, использовать потенциал биологических систем для снижения экологических рисков и оптимизации среды.</p>	<p><b>ПК-3.1.</b> Осуществляет поиск научной информации, составляет аналитические научные обзоры, выбирает технические средства и методы для решения поставленных научно-исследовательских задач.</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>- правила эксплуатации и типы современного оборудования и аппаратуры для проведения биомаркирования, биотестирования и биоиндикации.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять поиск научной информации.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать необходимое оборудование и аппаратуру для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных работ при проведении биодиагностики.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками работы с научным оборудованием для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных работ при проведении биодиагностики.</li> </ul>

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 акад. часов.

№ 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						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	
1	Введение. Предмет «Методы биодиагностики» и его место в экотоксикологии. Основные типы биодиагностических методов и их место в системе биомониторинга. Сравнение методов биодиагностики с физикохимическими методами анализа.	8	4	2				5	Устный опрос.
2	Биомаркеры в экологии: история, термины, понятия, сравнение с другими методами биодиагностики.	8	8	2				5	Устный опрос.
3	Основные диапазоны изменчивости биомаркеров и их связь с морфофункциональным ответами организма. Классификация биомаркеров и примеры их практического использования.	8	8	4				5	Устный опрос.
4	Биотестирование: основные термины, история развития, место в системе и сравнение с другими методами биодиагностики, области применения в экологии.	8	8	4				5	Устный опрос.
5	Основные группы тест-организмов и тест-функций, применяемые при биотестировании, общие методические положения Частные примеры методов биотестирования.	8	8	4				5	Устный опрос.

6	Специализированные методы биотестирования: биосенсоры и биочипы, биологические системы раннего предупреждения (активный биомониторинг on line), метод функциональной нагрузки в биотестировании, принципы и примеры практического использования биотестирования.	8	8	4	2		10	Устный опрос. Написание эссе на заданную тему.
7	Биоиндикация: определения и понятия, принципы, лежащие в основе, место в системе оценки состояния окружающей среды, сравнение с другими методами биодиагностики, исторический аспект.	8	8	4			5	Устный опрос.
8	Методы биоиндикации в гидробиологии и экотоксикологии: история в России и за рубежом, принципы и подходы, группы организмов-биоиндикаторов, понятия «токсобность» и «сапробность», биотические индексы и частные примеры их использования.	8	8	4	1		10	Устный опрос. Решение задач.
9	Классификация качества водных объектов, бальная оценка ухудшения качества водной среды, зоны сапробности.	8	12	8	2		17	Устный опрос. Защита индивидуальных работ по теме.
	Всего за 1 семестр		72	36	5		67	
					2	0,5	33,5	экзамен
	<b>Всего</b>		<b>72</b>	<b>36</b>	<b>7</b>	<b>0,5</b>	<b>100,5</b>	<b>216 часа</b>

### Содержание разделов дисциплины.

#### **1. Введение. Предмет «Методы биодиагностики» и его место в экотоксикологии. Основные типы биодиагностических методов и их место в системе биомониторинга. Сравнение методов биодиагностики с физикохимическими методами анализа.**

Введение. Предмет «Методы биодиагностики» и его место в экотоксикологии. Основные понятия и термины. Цели и задачи биодиагностики. История развития методов биодиагностики. Основные типы биодиагностических методов, их классификация и место в системе биомониторинга. Преимущества и недостатки методов биодиагностики по сравнению с физико-химическими методами анализа.

## **2. Биомаркеры в экологии: история, термины, понятия, сравнение с другими методами биодиагностики.**

Биомаркеры и биомаркирование в экологии: термины, понятия и место в системе биодиагностики. История введения термина «биомаркеры» в экологию. Научные направления, давшие развитие биомаркированию. Преимущества и недостатки биомаркирования по сравнению с другими методами биодиагностики. Частные примеры биомаркеров. Активность холинэстераз как биомаркеры действия фосфорорганических и карбаматных пестицидов. Биомаркеры оксидативного стресса. Белки теплового шока или стресс-белки. Ферменты биотрансформации ксенобиотиков. Металлотионеины. Метаболиты полициклических ароматических углеводородов, полихлорированных бифенилов, тяжелых металлов.

## **3. Основные диапазоны изменчивости биомаркеров и их связь с морфофункциональным ответами организма. Классификация биомаркеров и примеры их практического использования.**

Основные диапазоны изменчивости биомаркеров и их связь с морфофункциональным состоянием и ответами организма. Гомеостатический (норма реакции), адаптивный и патологический (токсический) диапазоны реакции биомаркеров на действие стресс-факторов (токсикантов). Эффекты действия антропогенных и природных стресс-факторов на суборганизменном и организменном уровне; варианты развития событий. Классификация биомаркеров. Биомаркеры действия и биомаркеры эффекта. Специфические и неспецифические биомаркеры. Принципы и примеры практического использования биомаркеров.

## **4. Биотестирование: основные термины, история развития, место в системе и сравнение с другими методами биодиагностики, области применения в экологии.**

Определение понятия термина биотестирования. История развития методов биотестирования. Место биотестирования среди других методов биодиагностики. Преимущества и недостатки методов биотестирования по сравнению с другими методами биодиагностики и методами физико-химического количественного и качественного анализа. Области применения методов биотестирования в экологии.

## **5. Основные группы тест-организмов и тест-функций, применяемые при биотестировании, общие методические положения Частные примеры методов биотестирования.**

Основные группы тест-организмов, применяемые при биотестировании. Основные тест-функции, используемые при биотестировании. Основные общие методические положения биотестирования. Методы биотестирования на основе микроорганизмов. Методы биотестирования на основе микроводорослей. Методы биотестирования на основе беспозвоночных. Методы биотестирования на основе высших организмов.

## **6. Специализированные методы биотестирования: биосенсоры и биочипы, биологические системы раннего предупреждения (активный биомониторинг on line), метод функциональной нагрузки в биотестировании, принципы и примеры практического использования биотестирования.**

Специализированные методы биотестирования: биосенсоры и биочипы. Современные биологические системы раннего предупреждения БСРП (активный биомониторинг on line) и особенности их использования в биомониторинге. Метод функциональной нагрузки при использовании биотестирования в биомониторинге. Принципы и примеры практического использования биотестирования.

## **7. Биоиндикация: определения и понятия, принципы, лежащие в основе, место в системе оценки состояния окружающей среды, сравнение с другими методами биодиагностики, исторический аспект.**

Общее определение понятия «биоиндикация». Принцип, лежащий в основе биоиндикации. Место биоиндикации в системе оценки состояния окружающей среды. Основные отличия методов биоиндикации от биомаркирования и биотестирования. Исторический аспект развития методов биоиндикации; ученые, внесшие вклад в развитие методов биоиндикации. Фитобиоиндикация в оценке состояния воздушной среды и почв; примеры растений-фитоиндикаторов.

## **8. Методы биоиндикации в гидробиологии и экотоксикологии: история в России и за рубежом, принципы и подходы, группы организмов-биоиндикаторов, понятия «токсобность» и «сапробность», биотические индексы и частные примеры их использования.**

Определение понятия «биоиндикация» в гидробиологии и экотоксикологии; начало развития методов биоиндикации водных объектов в России. Что служит биоиндикаторами при биоиндикации в гидробиологии и водной экотоксикологии; группы организмов-биоиндикаторов. Классификация качества водных объектов по ИСО (ISO; International Organization for Standardization); на чем она основана. Использование биотических индексов для оценки качества водной среды; примеры биотических индексов. Биотические индексы, основанные на использовании крупных таксонов. Индексы сапробности. Индекс Майера. Индекс Сёренсена. Интегральный (сапробность и токсобность) индекс Балашкиной. Индекс Вудивиса. Индекс Шеннона-Уивера (информационный). Индекс сапробности Пантле-Бука. Индекс сапробности Пареле. Индекс Гуднайта-Уитлея. Индекс Бека.

## **9. Классификация качества водных объектов, бальная оценка ухудшения качества водной среды, зоны сапробности.**

Определение понятия «токсобность», бальная оценка ухудшения качества водной среды. Определение понятия «сапробности», зоны сапробности и их соответствие классам состояния водного объекта (ГОСТ 17.1.3.07–82). Оценка качества вод по фитопланктону. Комплексная оценка качества поверхностных вод с использованием разных групп организмов-биоиндикаторов.

## **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:

**Вводная лекция** – дает первое целостное представление о дисциплине и ориентирует студента в системе изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор курса, история развития науки и практики, достижения в этой сфере, имена известных ученых, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции высказываются методические и организационные особенности работы в рамках данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

**Классическая (традиционная) 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.

**Практическое занятие** – занятие в подгруппе посвящено освоению навыков работы с лабораторным оборудованием для изучения и закрепления теоретического материала, установление связи теории с практикой.

**Выполнение исследовательского проекта** с использованием технологии проектно-ориентированного обучения. Студентами выполняется индивидуальный (групповой) проект, результаты которого оформляются в виде отчета.

**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.

**Контрольная работа** – проверка полученных знаний путем письменных ответов на вопросы по заданной теме.

**Эссе** – написание короткой (12 тыс. знаков с пробелами) научно-информационной справки на заданную тему по данным литературы, отражающей суть вопроса.

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

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

- операционные системы семейства Microsoft Windows;
- программы Microsoft Office;
- программа Adobe Acrobat Reader;
- браузеры Mozilla Firefox, Google Chrome.

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

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

1. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)
2. Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов  
<https://urait.ru>
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU  
<http://elibrary.ru/>

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

### **а) основная литература:**

1. Чуйко Г.М., Томилина И.И., Холмогорова Н.В. Комплексная оценка биоэкологических и химических систем: учебное пособие. - Ярославль: ЯрГУ, 2018. - 139 с.  
<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20180306.pdf>
3. Экологическая токсикология: учебно-методическое пособие / Сост. Е.М. Фомичева. - Ярославль: ЯрГУ, 2017. - 62 с.  
<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20170304.pdf>

#### **б) дополнительная литература:**

1. Чуйко Г.М., Томилина И.И., Холмогорова Н.В. Гл. X. Биодиагностика в комплексной оценке экологического состояния водных экосистем // Экологический мониторинг. Ч. X: учебное пособие / Под ред. проф. Д.Б. Гелашвили. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2019. – С. 145–172.
2. Чуйко Г.М. Глава XV. Биомаркеры в гидроэкотоксикологии: принципы, методы и методология, практика использования // Экологический мониторинг. Ч. VIII: Современные проблемы мониторинга пресноводных экосистем: учебное пособие / Под ред. проф. Д.Б. Гелашвили, проф. Г.В. Шургановой. - Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2014. - С. 310-327.
3. Каплин В.Г. Основы экотоксикологии: учебное пособие для вузов. - М.: Колос, 2007. – 232 с.
4. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учебное пособие для вузов / Под ред. О.П. Мелеховой, Е.И. Егоровой. - М.: Академия, 2007. - 288 с.
5. Биотестирование и водная токсикология / Сост. Е.В. Рябухина, Е.М. Фомичева. - Ярославль: ЯрГУ, 2012. - 54 с.  
<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20120306.pdf>
6. Лукьяненко В.И. Экологические аспекты ихтиотоксикологии. - М.: Агропромиздат, 1987. - 239 с.
7. Олексив И.Т. Показатели качества природных вод с экологических позиций. - Львов: СВИТ, 1992. - 232 с.

#### **в) ресурсы сети «Интернет»**

1. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)
2. Научная электронная библиотека  
<http://elibrary.ru/>
3. Природа России и СССР: справочная информация  
<http://ecosystema.ru/08nature/index.htm>

#### **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 и практического типа;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, хранящиеся на электронных носителях и обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие рабочим программам дисциплин.

Автор:

Профессор биол. наук



Г.М. Чуйко

**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**

**Вопросы для самоподготовки**

**Тема 1**

1. Возможные стратегии (сценарии) взаимоотношения человека с окружающей средой.
2. Биодиагностика в гидробиологии и экотоксикологии.
3. Место биодиагностики в системе экологического контроля.
4. Основные компоненты биодиагностики и их связь с уровнями биологической организации.
5. Преимущества и недостатки между основными компонентами биодиагностики и по отношению к инструментальным физико-химическим методам анализа.
6. Активный и пассивный экологический мониторинг.

**Тема 2**

1. Биомаркеры и биомаркирование в гидробиологии и экотоксикологии.
2. Формулировка термина «биомаркеры» и его введение в практику гидробиологии и экотоксикологии.
3. Научные области, послужившие основой для разработки методов биомаркирования.
4. Место биомаркирования в системе биодиагностики при экологических исследованиях.
5. Преимущества и недостатки биомаркирования по сравнению с другими методами биодиагностики.

**Тема 3**

1. Частные примеры применения биомаркеров в экологических исследованиях.
2. Основные диапазоны изменчивости биомаркеров и их связь с морфофункциональным состоянием и ответами организма.
3. Основные параметры организма, используемые в качестве биомаркеров.
4. Эффекты действия антропогенных и природных стресс-факторов на суборганизменном и организменном уровне; варианты развития событий.
5. Классификация биомаркеров.
6. Принципы и примеры практического использования биомаркеров.

**Тема 4**

1. Определение понятия термина «биотестирование».
2. История развития методов биотестирования.
3. Место биотестирования среди других методов биодиагностики.

4. Преимущества и недостатки методов биотестирования по сравнению с другими методами биодиагностики и методами физико-химического количественного и качественного анализа.
5. Области применения методов биотестирования.

#### **Тема 5**

1. Основные группы тест-организмов, применяемые при биотестировании.
2. Основные тест-функции, используемые при биотестировании.
3. Основные общие методические положения биотестирования.
4. Методы биотестирования на основе микроорганизмов.
5. Методы биотестирования на основе беспозвоночных.
6. Методы биотестирования на основе высших организмов.

#### **Тема 6**

1. Специализированные методы биотестирования: биосенсоры и биочипы.
2. Современные биологические системы раннего предупреждения БСРП (активный биомониторинг on line) и особенности их использования в биомониторинге.
3. Метод функциональной нагрузки при использовании биотестирования в биомониторинге.
4. Принципы и примеры практического использования биотестирования.

#### **Тема 7**

1. Общее определение понятия «биоиндикация». Принцип, лежащий в основе биоиндикации.
2. Место биоиндикации в системе оценки состояния окружающей среды
3. Основные отличия методов биоиндикации от биомаркирования и биотестирования.
4. Исторический аспект развития методов биоиндикации; ученые, внесшие вклад в развитие методов биоиндикации.
5. Фитобиоиндикация в оценке состояния воздушной среды и почв; примеры растений-фитоиндикаторов.

#### **Тема 8**

1. Определение понятия «биоиндикация» в гидробиологии и экотоксикологии; начало развития методов биоиндикации водных объектов в России.
2. Биоиндикаторы при биоиндикации в гидробиологии и водной экотоксикологии; группы организмов-биоиндикаторов.
3. Определение понятия «токсобность» и «сапробность».
4. Определение понятия, зоны сапробности и их соответствие классам состояния водного объекта (ГОСТ 17.1.3.07–82).
5. Использование биотических индексов для оценки качества водной среды; примеры биотических индексов.
6. Биотические индексы, основанные на использовании крупных таксонов; индексы сапробности.

#### **Тема 9**

1. Классификация качества водных объектов по ИСО (ISO; International Organization for Standardization); на чем она основана.
2. Бальная оценка ухудшения качества водной среды.
3. Оценка качества вод по фитопланктону.
4. Комплексная оценка качества поверхностных вод с использованием разных групп организмов-биоиндикаторов.

### Правила выставления оценки по результатам устного опроса

«Отлично» выставляется за полный ответ на поставленный вопрос с включением в содержание ответа содержания лекции, материалов учебников, дополнительной литературы без наводящих вопросов.

«Хорошо» выставляется за полный ответ на поставленный вопрос в объеме лекции, с включением в содержание ответа материалов учебников с четкими положительными ответами на наводящие вопросы преподавателя.

«Удовлетворительно» выставляется за ответ, в котором озвучено более половины требуемого материала, с положительным ответом на большую часть наводящих вопросов.

«Неудовлетворительно» выставляется за ответ, в котором озвучено менее половины требуемого материала или не озвучено главное в содержании вопроса с отрицательными ответами на наводящие вопросы, или обучающийся отказался от ответа без предварительного объяснения уважительных причин.

### **Перечень подтем (заданий) для реализации проекта:**

1. Методы биодиагностики в системе экологического мониторинга.
2. Методы биомаркирования в системе биодиагностики.
3. Использование биочипов в биодиагностике
4. Методы биотестирования в системе биодиагностики.
5. Использование биосенсоров в биодиагностике.
6. Автоматизированные биологические системы раннего предупреждения (БСРП) об экологической опасности.
7. Методы биоиндикации в системе биодиагностики.
8. Биотические индексы.

### **Правила выставления оценки за отчет по проекту:**

Проект оформляется согласно правилам.

См. методические рекомендации студенту.

По теме сообщения делается доклад (10 минут) с презентацией, который докладывается перед аудиторией на практическом занятии.

Шкала оценивания:

		<b>Не соответствует требованиям</b>	<b>Пороговый уровень (1 балл)</b>	<b>Продвинутый уровень (2 балла)</b>	<b>Высокий уровень (3 балла)</b>
1	Оформление работы	Не соответствует требованиям	Полностью соответствует требованиям.	Полностью соответствует требованиям.	Полностью соответствует Требованиям.
2	Содержание работы	Не соответствует требованиям	Тема раскрыта не полностью, не полный анализ данных. Недостаточно логично изложение материала.	Тема раскрыта, анализ данных не полный. Соблюдает логическую последовательность в изложении материала.	Тема раскрыта и обоснована. Соблюдает логическую последовательность в изложении материала. Проведен анализ данных.

3	Оформление Презентации	Не соответствует требованиям.	Основные материалы представлены.	Все материалы представлены.	Все материалы представлены в удобной для восприятия форме.
4	Доклад	Не соответствует требованиям.	Изложение материала структурировано не полностью.	Изложение материала структурировано полностью, владеет культурой речи.	Изложение материала структурировано полностью и тема раскрыта полностью, владеет культурой речи.

Шкала оценивания:

каждый параметр должен быть не ниже порогового уровня.

Оценка проставляется по количеству набранных баллов:

менее 60% от максимально возможного количества баллов - неудовлетворительно,

60-75% от максимально возможного количества баллов - удовлетворительно,

76-85% от максимально возможного количества баллов - хорошо,

86-100% от максимально возможного количества баллов – отлично.

Фонды оценочных средств по дисциплине предусматривают проверку индикаторов достижения компетенций.

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

### Список вопросов к экзамену.

1. Возможные стратегии (сценарии) взаимоотношения человека с окружающей средой.
2. Биодиагностика в гидробиологии и экотоксикологии.
3. Место биодиагностики в системе экологического контроля.
4. Основные компоненты биодиагностики и их связь с уровнями биологической организации.
5. Преимущества и недостатки между основными компонентами биодиагностики и по отношению к инструментальным физико-химическим методам анализа.
6. Активный и пассивный экологический мониторинг.
7. Биомаркеры и биомаркирование в гидробиологии и экотоксикологии.
8. Формулировка термина «биомаркеры» и его введение в практику гидробиологии и экотоксикологии.
9. Научные области, послужившие основой для разработки методов биомаркирования.
10. Место биомаркирования в системе биодиагностики при экологических исследованиях.
11. Преимущества и недостатки биомаркирования по сравнению с другими методами биодиагностики.
12. Частные примеры применения биомаркеров в экологических исследованиях.
13. Основные диапазоны изменчивости биомаркеров и их связь с морфофункциональным состоянием и ответами организма.
14. Основные параметры организма, используемые в качестве биомаркеров.

15. Эффекты действия антропогенных и природных стресс-факторов на суборганизменном и организменном уровне; варианты развития событий.
16. Классификация биомаркеров.
17. Принципы и примеры практического использования биомаркеров.
18. Вопросы для обсуждения.
19. Определение понятия термина «биотестирование».
20. История развития методов биотестирования.
21. Место биотестирования среди других методов биодиагностики.
22. Преимущества и недостатки методов биотестирования по сравнению с другими методами биодиагностики и методами физико-химического количественного и качественного анализа.
23. Области применения методов биотестирования.
24. Основные группы тест-организмов, применяемые при биотестировании.
25. Основные тест-функции, используемые при биотестировании.
26. Основные общие методические положения биотестирования.
27. Методы биотестирования на основе микроорганизмов.
28. Методы биотестирования на основе беспозвоночных.
29. Методы биотестирования на основе высших организмов.
30. Специализированные методы биотестирования: биосенсоры и биочипы.
31. Современные биологические системы раннего предупреждения БСРП (активный биомониторинг on line) и особенности их использования в биомониторинге.
32. Метод функциональной нагрузки при использовании биотестирования в биомониторинге.
33. Принципы и примеры практического использования биотестирования.
34. Общее определение понятия «биоиндикация». Принцип, лежащий в основе биоиндикации.
35. Место биоиндикации в системе оценки состояния окружающей среды.
36. Основные отличия методов биоиндикации от биомаркирования и биотестирования.
37. Исторический аспект развития методов биоиндикации; ученые, внесшие вклад в развитие методов биоиндикации.
38. Фитобιοиндикация в оценке состояния воздушной среды и почв; примеры растений-фитоиндикаторов.
39. Определение понятия «биоиндикация» в гидробиологии и экотоксикологии; начало развития методов биоиндикации водных объектов в России.
40. Биоиндикаторы при биоиндикации в гидробиологии и водной экотоксикологии; группы организмов-биоиндикаторов.
41. Определение понятия «токсобность» и «сапробность»,
42. Определение понятия, зоны сапробности и их соответствие классам состояния водного объекта (ГОСТ 17.1.3.07–82).
43. Использование биотических индексов для оценки качества водной среды; примеры биотических индексов.
44. Биотические индексы, основанные на использовании крупных таксонов; индексы сапробности.
45. Классификация качества водных объектов по ИСО (ISO; International Organization for Standardization); на чем она основана.
46. Бальная оценка ухудшения качества водной среды.
47. Оценка качества вод по фитопланктону.
48. Комплексная оценка качества поверхностных вод с использованием разных групп организмов-биоиндикаторов.

## **Правила выставления оценки на экзамене.**

### Отметка «отлично» ставится, если:

- знания отличаются глубиной и содержательностью, дается полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы, так и на дополнительные;
- студент свободно владеет научной терминологией;
- ответ студента характеризуется глубиной, полнотой и не содержит фактических ошибок;
- ответ студента иллюстрируется примерами;

### Отметка «хорошо» ставится, если:

- достаточно полные и систематизированные знания в объёме программы дисциплины;
- использование основной терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;
- владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач.

### Отметка «удовлетворительно» ставится, если:

- владение основным объемом знаний по программе дисциплины;
- знание основной терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы без существенных ошибок;
- владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач;
- усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;

### Отметка «неудовлетворительно» ставится, если:

- ответ студента обнаружил незнание или непонимание сущностной части дисциплины;
- содержание вопросов не раскрыто, допускаются существенные фактические ошибки, которые студент не может исправить самостоятельно;
- на большую часть дополнительных вопросов по содержанию зачета студент затрудняется дать ответ или не дает верных ответов.



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

Основными формами изучения учебного материала по дисциплине «Методы биодиагностики» являются лекции, практические занятия и самостоятельные занятия, на которых происходит теоретическое изучение методов, а также получение и отработка навыков экспериментальной работы.

Для проверки и контроля усвоения теоретического материала и приобретенных практических навыков работы в течение обучения проводятся проверочные контрольные работы и написание эссе на заданную тему; в процессе изучения дисциплины проводится защита индивидуальных тем и отчет по практическим работам. Также проводятся консультации (при необходимости) по разбору вопросов, возникших в процессе проведения онлайн-дискуссии.

В рамках освоения темы 9 студентами реализуется подготовка группового проекта (приблизительный список тем см. выше). Выполнение и оформление проекта происходит согласно рекомендациям. У преподавателя всегда можно получить консультации по проекту.

В конце изучения дисциплины студенты сдают экзамен. Допуск к экзамену дается по итогу посещаемости занятий, итогам выполнения контрольных заданий, написания эссе и краткого собеседования по теоретическим вопросам.

Посещение всех аудиторных занятий является совершенно необходимым для успешного изучения курса и получения зачета.

#### **Рекомендацию по оформлению проекта:**

Ваша работа состоит из двух частей:

1. подготовка печатной работы;
2. подготовка презентации.

#### **1. Печатная работа.**

Индивидуальная работа представляет собой небольшое исследование, содержащее практическую работу. Работа выполняется обычно в паре.

Тему студенты выбирает по желанию. Содержание должно строго соответствовать заявленной теме. Можно воспользоваться предложенной ниже тематикой и литературой или написать сообщение на другую тему (по согласованию с преподавателем). Важно, чтобы выбранная тема отвечала программе.

Работа включает как минимум четыре части: введение, основная часть, выводы (или заключение) и список использованной литературы.

Объем работы зависит от выбранной темы. Работа описательного характера может составлять 15-20 рукописных страниц. Работа обобщающего, теоретического плана может быть меньшей по объему, чем описательная. Желательно привести иллюстрации (рисунки, таблицы, графики). Все иллюстрации должны быть подписаны. Оформление работы и стиль изложения материала должны соответствовать стандарту, принятому для студенческих научных работ. Не допускается предьявление реферата, составленного из разрозненных листов.

Оформление реферата и стиль изложения материала должны соответствовать стандарту, принятому для студенческих научных работ.

Методические рекомендации указаны в пособии «Оформление и подготовка к защите курсовых, выпускных квалификационных работ и магистерских диссертаций на факультете биологии и экологии Ярославского государственного университета им. П.Г. Демидова» (Ярославль: ЯрГУ, 2018).

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

Структура печатной работы:

### **Титульный лист**

### **Содержание**

### **Введение**

Во введении формулируются основные вопросы и проблемы, которые рассматриваются в работе. В данном разделе проекта формулируются актуальность данной темы, цель и задачи работы. Желательно указать во введении, почему данная проблема представляет интерес.

### **Раздел 1. Литературный обзор.**

Литературный обзор содержит теоретический материал по выбранной теме. Дается описание теории и научных данных по данному вопросу. В основе должны быть учебники, соответствующие содержанию работы. Ваша задача - сжато передать основные данные, которые позволяют раскрыть тему. Если Вы не согласны с автором (авторами), проаргументируйте свою позицию. При написании сообщения должно быть исследовано не менее 3-4 литературных источников. Может включать несколько глав. Даются ссылки на все источники информации.

**Раздел 2. Материалы и методы исследования.** В этом разделе описывается ваша экспериментальная часть.

a. Материалы исследования. Описываются объекты исследования.

b. Методы исследования. Описываются методы и методика выполнения работы.

**Раздел 3. Результаты исследования.** Излагаются и анализируются результаты выполненного проекта, рассматриваются возможные приложения полученных результатов в соответствующей отрасли науки или сфере деятельности.

### **Заключение (выводы).**

Выводы или заключение - самая ответственная часть работы. В выводах необходимо обобщить материал. Содержание выводов должно логически следовать из материала, представленного в Вашей работе. Выводы должны быть краткими. Заключение может содержать или может быть заменено выводами (аналитические умозаключения).

Если работа теоретическая, то излагается заключение, практическое значение и рекомендации.

### **Список литературы.**

В список литературы включаются библиографические записи на используемые документы, на которые есть ссылки в тексте проекта. Это могут быть учебники, научные статьи и авторские работы, опубликованные в сети «Интернет» и т.д.

Методические рекомендации указаны в пособии «Оформление и подготовка к защите курсовых, выпускных квалификационных работ и магистерских диссертаций на факультете биологии и экологии Ярославского государственного университета им. П.Г. Демидова» (Ярославль: ЯрГУ, 2018).

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

**Приложения (при наличии).** В приложения могут быть вынесены материалы которые по каким-либо причинам не могут быть включены в описание проекта (таблицы с данными, иллюстрации вспомогательного характера, расчетные материалы, справки о внедрении результатов проекта и т.д.).

## 2. Презентация.

Презентация реферата должна иметь ту же структуру, но содержать иллюстративный материал.

	Показатели	Критерии оценивания
1	Содержание реферата	<ul style="list-style-type: none"><li>• Тема раскрыта</li><li>• сделан анализ различных подходов к проблеме</li><li>• материал структурирован</li><li>• изложен в логической последовательности</li><li>• сделано заключение по работе</li></ul>
2.	Оформление реферата	<ul style="list-style-type: none"><li>• материал структурирован: выделены разделы (введение, анализ материала, заключение)</li><li>• полностью соответствует требованиям</li></ul>
3.	Представление доклада	<ul style="list-style-type: none"><li>• изложение материала логично</li><li>• свободно владеет материалом (не читает)</li><li>• владеет культурой речи</li><li>• умеет привлечь внимание аудитории</li></ul>
4.	Оформление презентации	<ul style="list-style-type: none"><li>• Презентация отражает содержание доклада (представлены основные материалы)</li><li>• Все материалы представлены в удобной для восприятия форме</li></ul>