

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)
«Экология»

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 методологических 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 ОП бакалавриата

Дисциплина «**Методы биодиагностики**» относится к Блоку Б1.В.ДВ.8. 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 ОП бакалавриата

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:

Код компетенции	Формулировка компетенции	Перечень планируемых результатов обучения
Общепрофессиональные компетенции		
ОПК - 2	владением базовыми знаниями фундаментальных разделов физики, химии и биологии в объеме, необходимом для освоения физических, химических и биологических основ в экологии и природопользования; методами химического анализа, знаниями о современных динамических процессах в природе и техносфере, о состоянии геосфер Земли, экологии и эволюции биосферы, глобальных экологических проблемах, методами отбора и анализа геологических и биологических проб, а также навыками идентификации и описания биологического разнообразия, его оценки современными методами	Знать: <ul style="list-style-type: none">- основные понятия биодиагностики, группы биодиагностических методов (биомаркирование, биотестирование, биоиндикация);- особенности отнесения биодиагностических методов к специфическим группам, основные компоненты биодиагностики и их связь с уровнями биологической организации,- место биодиагностики в системе экологического биомониторинга загрязнения окружающей среды; Уметь: <ul style="list-style-type: none">- классифицировать методы биодиагностики и различать биомаркирование, биотестирование и биоиндикацию;- разделять биомаркеры по типам;- анализировать результаты биотестирования;- определять класс токсичности отходов по результатам биотестирования;- анализировать результаты биоиндикации;- рассчитывать биотические индексы и использовать их для оценки качества водной среды. Владеть навыками: <ul style="list-style-type: none">- в подборе методов биодиагностики для

	количественной обработки информации	конкретных задач биомаркеров, тест-объектов для биотестирования и определения основных групп бентосных организмов, используемых в биоиндикации.
Профессиональные компетенции		
ПК – 2	владением методами отбора проб и проведения химико-аналитического анализа вредных выбросов в окружающую среду, геохимических исследований, обработки, анализа и синтеза производственной, полевой и лабораторной экологической информации, методами составления экологических и техногенных карт, сбора, обработки, систематизации, анализа информации, формирования баз данных загрязнения окружающей среды, методами оценки воздействия на окружающую среду, выявлять источники, виды и масштабы техногенного воздействия	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - правила эксплуатации и типы современного оборудования и аппаратуры для проведения биомаркирования, биотестирования и биоиндикации. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выбирать необходимое оборудование и аппаратуру для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных работ при проведении биодиагностики. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками работы с научным оборудованием для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных работ при проведении биодиагностики.

4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 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						
			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 физико-химическими методами анализа.	5	3		7	2		2	Устный опрос. Контрольная работа.

2	Биомаркеры в экологии: история, термины, понятия, сравнение с другими методами биодиагностики.	5	3		7	1		3	Устный опрос.
3	Основные диапазоны изменчивости биомаркеров и их связь с морфофункциональным ответами организма. Классификация биомаркеров и примеры их практического использования.	5	4		8	1		3	Устный опрос. Контрольная работа.
4	Биотестирование: основные термины, история развития, место в системе и сравнение с другими методами биодиагностики, области применения в экологии.	5	4		8	1		3	Устный опрос.
5	Основные группы тест-организмов и тест-функций, применяемые при биотестировании, общие методические положения Частные примеры методов биотестирования.	5	4		8	1		3	Устный опрос. Контрольная работа.
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.	5	4		8	2		3	Устный опрос. Эссе
7	Биоиндикация: определения и понятия, принципы, лежащие в основе, место в системе оценки состояния окружающей среды, сравнение с другими методами биодиагностики, исторический аспект.	5	4		8	2		3	Устный опрос. Контрольная работа.
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	5	4		8	2		3	Устный опрос. Отчет по лабораторной работе.

	использования.							
9	Классификация качества водных объектов, бальная оценка ухудшения качества водной среды, зоны сапробности.	5	4		8	2		3
	За семестр	5	34		70	14		26
					2	0,5		33,5
	Всего		34		70	16	0,5	59,5
								Экзамен

Содержание разделов дисциплины:

1. 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 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 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. 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, 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. 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. 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. 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. Определение понятия «токсобность», балльная 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, 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. Высказываются методические и организационные особенности работы в рамках данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

Академическая лекция (или лекция общего курса) – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Требования к академической лекции: современный научный уровень и насыщенная информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, обоснований, фактов.

Лабораторная работа – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

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 информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

В процессе осуществления образовательного процесса используются:

– операционные системы семейства Microsoft Windows;

- программы Microsoft Office;
- программа Adobe Acrobat Reader;
- браузеры Mozilla Firefox, Google Chrome.
- для поиска учебной литературы библиотеки ЯрГУ – Автоматизированная библиотечная информационная система "БУКИ-NEXT" (АБИС "Буки-Next").

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

1. Каплин В.Г. Основы экотоксикологии: учеб. пособие для вузов. – М.: КолосС, 2007. – 232 с.
2. Экологическая токсикология [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / сост. Е.М. Фомичева; Яросл. гос. ун-т. – Ярославль. – ЯрГУ. – 2017. – 62 с.
<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20170304.pdf>

б) дополнительная литература:

1. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учеб. пособие для вузов / под ред. О.П. Мелеховой, Е.И. Егоровой. – М.: Академия, 2007. – 288 с.
2. Биотестирование и водная токсикология: метод./ сост. Е. В. Рябухина, Е. М. Фомичева; Яросл. гос. ун-т им. П. Г. Демидова, Науч.-метод. совет ун-та. – Ярославль: ЯрГУ, 2012. – 54 с
<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20120306.pdf>
3. Лукьяненко В.И. Экологические аспекты ихтиотоксикологии. – М.: Агропромиздат. – 1987. – 239 с.

в) ресурсы сети «Интернет»

1. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ
(http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php).
2. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" (<http://www.edu.ru> (раздел Учебно-методическая библиотека) или по прямой ссылке <http://window.edu.ru/library>).
3. «Электронная библиотека Юрайт» - www.biblio-online.ru;
4. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» (www.biblioclub.ru).
5. Научная библиотека ЯрГУ им. П.Г. Демидова (доступ к лицензионным современным библиографическим, реферативным и полнотекстовым профессиональным базам данных и информационным справочным системам: реферативные базы данных Web of Science, Scopus; научная электронная библиотека eLIBRARY.RU; электронно-библиотечные системы IPRbooks, Юрайт, Проспект, издательства «ЛАНЬ»; базы данных Polpred.com, «Диссертации РГБ (авторефераты)», ProQuest Dissertations and Theses Global; электронные коллекции Springer; издательство Elsevier на платформе ScienceDirect; журналы Science (The American Association for the Advancement of Science (AAAS), Nature Publishing Group, Американского химического общества Core Package Web Edition (American Chemical Society – ACS) и др.) http://www.lib.uniyar.ac.ru/content/resource/net_res.php
6. Природа России и СССР: справочная информация <http://ecosystema.ru/08nature/index.htm>

8. 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 и практических занятий (семинаров);
- учебные аудитории для проведения лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

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

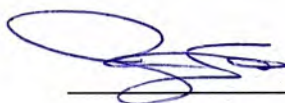
Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, хранящиеся на электронных носителях и обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие рабочим программам дисциплин.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Число посадочных мест в лекционной аудитории больше либо равно списочному составу потока, а в аудитории для практических занятий (семинаров) – списочному составу группы обучающихся. Для проведения лабораторных работ группа обучающихся делится на две подгруппы. Оборудование: Принтер лазерный HP LaserJetPro P1102 ПК Б.бл.Р4Р800SE/256MbDDR/120G/кл.+мышь +Мон.LCD 17"Samsung SM

Автор:

Профессор кафедры морфологии
доктор биол. наук



Г.М. Чуйко

**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины
«Методы биодиагностики»**

**Фонд оценочных средств
для проведения текущей и промежуточной аттестации студентов
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания или иные материалы,
необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности,
характеризующих этапы формирования компетенций**

**1.1 Контрольные задания и иные материалы,
используемые в процессе текущей аттестации**

Тема 1

Вопросы для обсуждения

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

Вопросы для обсуждения

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

Вопросы для обсуждения

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

Вопросы для обсуждения

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

Вопросы для обсуждения

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

Вопросы для обсуждения

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

Вопросы для обсуждения

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

Вопросы для обсуждения

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

Вопросы для обсуждения

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.

Вопросы к защите индивидуальных тем.

1. Методы биодиагностики в системе экологического мониторинга.
2. Методы биомаркирования в системе биодиагностики.
3. Методы биотестирования в системе биодиагностики.
4. Методы биоиндикации в системе биодиагностики.
5. Биотические индексы

1.2 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.

1.3 Описание процедуры выставления оценки

Правила выставления оценки по результатам опроса:

- *Отлично* выставляется за полный ответ на поставленный вопрос с включением в содержание ответа рассказа (лекции) преподавателя, материалов учебников, дополнительной литературы без наводящих вопросов.

- *Хорошо* выставляется за полный ответ на поставленный вопрос в объеме рассказа (лекции) преподавателя 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.

Правила выставления оценки контрольной работы:

При написании контрольной работы оценка выставляется следующим образом:

количество верных ответов:

55-70% - удовлетворительно (зачет)

71-85% - хорошо (зачет)

86-100% - отлично (зачет)

Правила оценивания эссе

- *Отлично* выставляется обучающемуся, если он выразил своё мнение по сформулированной проблеме, аргументировал его, точно определив ее содержание и составляющие. Приведены актуальные данные: данные отечественной и зарубежной литературы, статистические сведения. Обучающийся знает и владеет навыком самостоятельного поиска и анализа литературы по теме исследования; методами и приемами анализа теоретических и / или практических аспектов изучаемой области. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет; работа оформлена в соответствии с требованиями.

- *Хорошо* выставляется обучающемуся, если его работа характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не более одной ошибки при объяснении смысла или содержания проблемы. Для аргументации приводятся данные исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет. Допущены одна-две ошибки в оформлении работы.

- *Удовлетворительно* выставляется обучающемуся, если он проводит достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимает базовые основы и теоретическое обоснование выбранной темы. Привлечены основные источники по рассматриваемой теме. Допущено не более двух ошибок в смысле или содержании проблемы, оформлении работы.

- *Неудовлетворительно* выставляется обучающемуся, если работа представляет собой пересказанный или полностью переписанный исходный текст, без каких бы то ни было комментариев, анализа. Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Допущено три или более трех ошибок в смысловом содержании раскрываемой проблемы, в оформлении работы.

Правила оценивания отчета по лабораторной работе

- *Отлично* выставляется обучающемуся, если он полно и грамотно описывает лабораторную работу, дает ответы на поставленные вопросы, аргументировано поясняет схемы, алгоритмы, умеет выделять главное, обобщать, делать выводы, устанавливать межпредметные связи; отсутствуют ошибки и недочеты при воспроизведении изученного материала.

- *Хорошо* выставляется обучающемуся, если он знает весь изученный программный материал, но допускает недочеты, незначительные (негрубые) ошибки, применяет полученные знания на практике, испытывает затруднения при самостоятельном воспроизведении, требует незначительной помощи преподавателя.

- *Удовлетворительно* выставляется обучающемуся, если он при ответе допускает существенные недочеты (не менее 60% правильных ответов от общего числа), знает материал на уровне минимальных требований программы, затрудняется при ответах на видоизмененные вопросы.

- *Неудовлетворительно* выставляется обучающемуся, если он показывает знание и усвоение материала на уровне ниже минимальных требований программы, выводы по работе не сформулированы, отсутствует умение работать на уровне воспроизведения.

Правила выставления оценки по индивидуальной работе

- *Отлично* выставляется, если проведен анализ материалов и представлены результаты теоретической части исследования (схемы, модели, таблицы; предложено собственное определение или модель изучаемого предмета, процесса или явления). Проведен анализ собранных экспериментальных данных. Дана оценка решения каждой исследовательской задачи. Сформулированы выводы, которые подтверждают или опровергают гипотезу исследования. Дана оценка новизны полученных результатов. Сформулирован замысел дальнейшей перспективы исследования.

- *Хорошо* выставляется, если проведен анализ материалов и представлены результаты теоретической части исследования (схемы, модели, таблицы). Проведен анализ собранных экспериментальных данных. Дана оценка решения каждой исследовательской задачи. Сформулированы выводы, которые подтверждают или опровергают гипотезу исследования.

- *Удовлетворительно* выставляется, если проведен анализ материалов и представлены результаты теоретической части исследования (схемы, модели, таблицы). Не проведен анализ экспериментальных данных. Дана оценка решения не каждой исследовательской задачи. Сформулированы не все выводы, которые подтверждают или опровергают гипотезу исследования.

- *Неудовлетворительно* выставляется если цели и задачи исследования сформулированы обобщенно. Задачи не соответствуют поставленной цели. Отсутствует гипотеза исследования.

Оценка ответа на экзамене по билетам

Правила выставления оценки:

оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответами при видоизменении заданий, использует в ответе материал дополнительной учебной литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач;

оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на поставленные вопросы, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения;

оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ;

оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями и ошибками выполняет практические работы.

2. Перечень компетенций, этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания

2.1 Шкала оценивания сформированности компетенций и ее описание

Оценивание уровня сформированности компетенций в процессе освоения дисциплины осуществляется по следующей трехуровневой шкале:

Пороговый уровень – предполагает отражение тех ожидаемых результатов, которые определяют минимальный набор знаний и (или) умений и (или) навыков, полученных студентом в результате освоения дисциплины. Пороговый уровень является обязательным уровнем для студента к моменту завершения им освоения данной дисциплины.

Продвинутый уровень – предполагает способность студента использовать знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, полученные при освоении дисциплины, для решения профессиональных задач. Продвинутый уровень превосходит пороговый уровень по нескольким существенным признакам.

Высокий уровень – предполагает способность студента использовать потенциал интегрированных знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, полученных при освоении дисциплины, для творческого решения профессиональных задач и самостоятельного поиска новых подходов в их решении путем комбинирования и использования известных способов решения применительно к конкретным условиям. Высокий уровень превосходит пороговый уровень по всем существенным признакам.

**2.2 Перечень компетенций, этапы их формирования,
описание показателей и критериев оценивания компетенций
на различных этапах их формирования**

Код компетенции	Форма контроля	Этапы формирования (№ темы (раздела))	Показатели оценивания	Шкала и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования		
				Пороговый уровень	Продвинутый уровень	Высокий уровень
Общепрофессиональные компетенции						
ОПК-2	Экзамен	1 - 9	Знать: - основные методы биодиагностики, их особенности, термины и понятия, историю развития, роль и место в системе экологического мониторинга, преимущества и ограничения относительно физико-химических методов анализа загрязняющих веществ; - основные методы биомаркирования, принципы их использования, преимущества и ограничения относительно других биодиагностических методов; - основные методы	1. Знание основных групп методов биодиагностики и принципов их классификации. Понимание принципов применения основных методов биодиагностики. 2. Умение: - различать методы биомаркирования,	1. Знание основных групп методов биодиагностики и принципов их классификации. Понимание принципов применения основных методов биодиагностики и их связь с уровнями биологической организации, место биодиагностики в системе экологического биомониторинга загрязнения. 2. Умение: - различать методы биомаркирования,	1. Знание основных групп методов биодиагностики и принципов их классификации. Понимание принципов применения основных методов биодиагностики и их связь с уровнями биологической организации, место биодиагностики в системе экологического биомониторинга загрязнения. Исторические аспекты развития методов биодиагностики. Классификация качества вод по результатам биодиагностики. 2. Умение: - различать методы биомаркирования,

		<p>биотестирования, принципы их использования, преимущества и ограничения относительно других биодиагностических методов;</p> <p>- основные методы биоиндикации, биотические индексы</p> <p>принципы их использования, преимущества и ограничения относительно других биодиагностических методов;</p> <p>- классификацию водных объектов по качеству воды на основе изучения макрозообентоса</p> <p>- систему комплексной оценки качества поверхностных вод с использованием разных групп организмов-биоиндикаторов.</p> <p>Уметь:</p> <p>- классифицировать методы биодиагностики;</p> <p>- применять методы биодиагностики для оценки экологического</p>	<p>биотестирования и биоиндикации;</p> <p>- выбирать и обосновывать необходимость применения тех или иных методов биодиагностики для решения конкретных задач экологического мониторинга;</p> <p>3. Владеть практическими навыками:</p> <p>- определения основных групп макрозообентоса, используемых при расчете биотических индексов;</p> <p>- расчета основных биотических индексов.</p>	<p>биотестирования и биоиндикации;</p> <p>- выбирать и обосновывать необходимость применения тех или иных методов биодиагностики для решения конкретных задач экологического мониторинга;</p> <p>- анализировать результаты биотестирования и биоиндикации;</p> <p>- разделять биомаркеры по типам и ответным реакциям на воздействие загрязняющих веществ;</p> <p>3. Владеть практическими навыками:</p> <p>- определения основных групп макрозообентоса, используемых при расчете биотических индексов;</p> <p>- расчета основных биотических индексов</p> <p>- расчета</p>	<p>биотестирования и биоиндикации;</p> <p>- выбирать и обосновывать необходимость применения тех или иных методов биодиагностики для решения конкретных задач экологического мониторинга;</p> <p>- анализировать результаты биотестирования и биоиндикации;</p> <p>- разделять биомаркеры по типам и ответным реакциям на воздействие загрязняющих веществ;</p> <p>- сопоставлять результаты биодиагностики и методов физико-химического анализа загрязняющих веществ.</p> <p>3. Владеть практическими навыками:</p> <p>- определения основных групп макрозообентоса, используемых при расчете биотических индексов;</p> <p>- расчета основных биотических индексов</p>
--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

			<p>состояния окружающей среды.</p> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками анализа данных, полученных методами биодиагностики. - навыками расчета и применения биотических индексов. 			<ul style="list-style-type: none"> - расчета активности ферментов-биомаркеров - расчета индивидуальных индексов сапробности для разных видов макрозообентоса.
Профессиональные компетенции						
ПК-2	Экзамен	1- 9	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - правила эксплуатации и типы современного оборудования и аппаратуры <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выбирать необходимые методы и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биодиагностических работ <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками работы с научным оборудованием для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных экологических работ 	<p>1. Знание базовых типов оборудования и аппаратуры, используемых для разных методов биодиагностики при проведении полевых и лабораторных работ при экологическом мониторинге.</p> <p>2. Умение обосновать выбор оборудования, необходимого для выполнения определенных биодиагностических</p>	<p>1. Знание:</p> <ul style="list-style-type: none"> - базовых типов оборудования и аппаратуры, используемых для разных методов биодиагностики при проведении полевых и лабораторных работ при экологическом мониторинге; - специализированного оборудования. <p>2. Умение:</p> <ul style="list-style-type: none"> - обосновать выбор оборудования, необходимого для выполнения определенных 	<p>1. Знание:</p> <ul style="list-style-type: none"> - базовых типов оборудования и аппаратуры, используемых для разных методов биодиагностики при проведении полевых и лабораторных работ при экологическом мониторинге; - специализированного оборудования и аппаратуры - перспективного оборудования и аппаратуры. <p>2. Умение:</p> <ul style="list-style-type: none"> - обосновать выбор оборудования, необходимого для выполнения определенных

				<p>исследований.</p> <p>3. Владеть практическими навыками работы с базовым научным оборудованием для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биодиагностических работ.</p>	<p>биодиагностических исследований; - объяснить условия их эксплуатации.</p> <p>3. Владеть: - практическими навыками работы с базовым научным оборудованием для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биодиагностических работ; - навыками культивирования базовых тест-культур для биотестирования.</p>	<p>биодиагностических исследований. - объяснить условия их эксплуатации; - объяснить принципы их работы.</p> <p>3. Владеть: - практическими навыками работы с базовым научным оборудованием для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биодиагностических работ. - навыками культивирования базовых тест-культур для биотестирования; - навыками отлова тест-организмов для биоиндикации.</p>
--	--	--	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

3. Методические рекомендации преподавателю по процедуре оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Целью процедуры оценивания является определение степени овладения студентом ожидаемыми результатами обучения (знаниями, умениями, навыками и (или) опытом деятельности).

Процедура оценивания степени овладения студентом ожидаемыми результатами обучения осуществляется с помощью методических материалов, представленных в разделе «Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций»

3.1 Критерии оценивания степени овладения знаниями, умениями, навыками и (или) опытом деятельности, определяющие уровни сформированности компетенций

Пороговый уровень (общие характеристики):

- 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;
- способность самостоятельно применять типовые решения в рамках рабочей программы дисциплины;
- усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- знание базовых теорий, концепций и направлений по изучаемой дисциплине;
- самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, достаточный уровень культуры исполнения заданий.

Продвинутый уровень (общие характеристики):

- достаточно полные и систематизированные знания в объеме 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;
- способность самостоятельно решать сложные задачи (проблемы) в рамках рабочей программы дисциплины;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку;
- самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

Высокий уровень (общие характеристики):

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины;

- точное использование терминологии данной области знаний, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- безупречное владение инструментарием дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно и творчески решать сложные задачи (проблемы) в рамках рабочей программы дисциплины;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой дисциплины;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку;
- активная самостоятельная работа на практических и лабораторных занятиях, творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

3.2 Описание процедуры выставления оценки

В зависимости от уровня сформированности каждой компетенции по окончании освоения дисциплины студенту выставляется оценка. Для дисциплин, изучаемых в течение нескольких семестров, оценка может выставляться не только по окончании ее освоения, но и в промежуточных семестрах. Вид оценки («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», «зачтено», «незачтено») определяется рабочей программой дисциплины в соответствии с учебным планом.

Оценка «отлично» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована на высоком уровне.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на продвинутом уровне.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, у которого каждая компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована не ниже, чем на пороговом уровне.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, у которого хотя бы одна компетенция (полностью или частично формируемая данной дисциплиной) сформирована ниже, чем на пороговом уровне.

Примерные задания для оценки сформированности компетенций:

1. Биодиагностика это:

- а) оценка степени антропогенного воздействия на окружающую среду и биоту по её реакциям на разных уровнях биологической организации;
- б) использование для экологического мониторинга способности биоэкологических систем адаптироваться к изменениям природных и антропогенных факторов окружающей среды;
- в) анализ экологического состояния окружающей среды органолептическими методами.

2. Основные составляющие компоненты системы биодиагностики:

- а) биомаркирование;
- б) физико-химический анализ;
- в) биолокация;

- г) биотестирование;
- д) биоиндикация.

3. Показателями негативного влияния среды на жизнедеятельность организмов являются:

- а) нарушение гомеостатических констант организма;
- б) снижение выживаемости организмов;
- в) нарушение процессов размножения, снижение количества и качества потомства;
- г) верны все ответы

4. Методы биодиагностики, используемые при активном экологическом мониторинге окружающей среды:

- а) биомаркирование;
- б) биотестирование;
- в) биоиндикация;
- г) химический анализ.

5. При пассивном экологическом биомониторинге используются тест-организмы:

- а) из природных популяций, отловленные в естественных условиях при их постоянном контакте с факторами внешней среды;
- б) из лабораторных культур;
- в) отловленные из природных популяций, которые в лабораторных условиях подвергают дозированным воздействиям антропогенного фактора или помещают их в тестируемую внешнюю среду *in situ*.

Критерии оценки сформированности компетенций (их элементов):

Оценка сформированности компетенции или ее элемента определяется по следующим правилам:

- «отлично» (высокий уровень) выставляется при количестве правильных ответов от 80 до 100%;
- «хорошо» (продвинутый) выставляется при количестве правильных ответов от 60 до 79%;
- «удовлетворительно» (базовый) выставляется при количестве правильных ответов от 40 до 59%;
- «неудовлетворительно» (компетенция не сформирована) выставляется при количестве правильных ответов 39% и менее.

Приложение №2 к рабочей программе дисциплины «Методы биодиагностики»

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 конце изучения дисциплины студенты сдают зачет. Зачет выставляется по 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.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

Для самостоятельной работы рекомендуется использовать учебную литературу, указанную в п.7 программы и содержащую краткое изложение теоретического материала и подробные описания объектов исследования и методов их изучения.

Также для подбора литературы рекомендуется использовать широкий спектр интернет-ресурсов:

1. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» (www.biblioclub.ru) - электронная библиотека, обеспечивающая доступ к наиболее востребованным материалам-первоисточникам, учебной, научной и художественной литературе ведущих издательств (*регистрация в электронной библиотеке – только в сети университета. После регистрации работа с системой возможна с любой точки доступа в Internet.).

Для самостоятельного подбора литературы в библиотеке ЯрГУ рекомендуется использовать:

1. Личный кабинет (http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_login.php) дает возможность получения on-line доступа к списку выданной в автоматизированном режиме литературы, просмотра и копирования электронных версий изданий сотрудников университета (учеб. и метод. пособия, тексты лекций и т.д.) Для работы в «Личном кабинете» необходимо зайти на сайт Научной библиотеки ЯрГУ с любой точки, имеющей доступ в Internet, в пункт меню «Электронный каталог»; пройти процедуру авторизации, выбрав вкладку «Авторизация», и заполнить представленные поля информации.

2. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ (http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php) содержит более 2500 полных текстов учебных и учебно-методических материалов по основным изучаемым дисциплинам, изданных в университете. Доступ в сети университета, либо по логину/паролю.