


МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

Институт Естественнонаучный
Кафедра «Биотехнологии»

Утверждено на заседании кафедры
«Биотехнологии»
«7» февраля 2021 г., протокол №7

Заведующий кафедрой

 О.Н.Понаморева

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«Биосенсоры в экологии»**

**основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы бакалавриата**

по направлению подготовки (специальности)
19.03.01 Биотехнология

с направленностью (профилем): Биотехнология

Форма обучения: очная, заочная

Идентификационный номер образовательной программы: 190301-01-21

Тула 2021 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ
рабочей программы дисциплины (модуля)

Разработчик(и):

к.х.н. доц. каф. биотехнологии Каманиной О.А.
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

2. Место учебной дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	4
4.2 Содержание лекционных занятий	6
<i>(Если данный тип занятий не предусмотрен учебным планом по соответствующей(им) форме(ам) обучения, то таблица(ы) исключается(ются) и приводится фраза «Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.»)</i>	
Очная форма обучения	6
Заочная форма обучения*	6
4.3 Содержание практических (семинарских) занятий	6
Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.	
4.4 Содержание лабораторных работ.....	6
Очная форма обучения	6
Заочная форма обучения	7
4.5 Содержание клинических практических занятий.....	7
Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.	
4.6 Содержание самостоятельной работы обучающегося.....	7
Очная форма обучения	7
Заочная форма обучения	7
5 Система формирования оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося	7
Шкала соответствия оценок в стобалльной и академической системах оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю).....	8
6 Описание материально-технической базы (включая оборудование и технические средства обучения), необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).....	8
6.1. Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий	9
6.2. Требования к оборудованию рабочих мест преподавателя и обучающихся.....	9
6.3. Требования к специализированному оборудованию.....	10
6.4. Требования к программному обеспечению учебного процесса	10
7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).....	10

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины «Биосенсоры в экологии» является формирование представлений о принципиально новом и интенсивно развивающемся направлении в аналитической биотехнологии – биосенсорном анализе, который обладает огромным потенциалом, особенно в области экологического мониторинга. В результате освоения данной дисциплины (модуля) должны быть сформированы представления о современных методах биологического и биохимического анализа, о принципах конструирования и функционирования биосенсоров на биологических молекулах и живых организмах для решения конкретных аналитических задач в области экологии и токсикологии.

Задачами освоения дисциплины являются:

- изучение принципов биологического анализа, основанного на применении живых организмов как сенсорных систем;
- приобретение умений и навыков биохимического анализа;
- применение методов биологического и биохимического анализа для исследования и решения прикладных задач экобиотехнологии;
- освоение основных принципов разработки биосенсоров, проведения анализа с их использованием и приобретение навыков их применения в профессиональной деятельности;
- освоение современных бионанотехнологий и тенденций их развития как основного инструмента для создания биосенсоров.

2. Место учебной дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам вариативной части Блока 1 Дисциплины.

Для освоения дисциплины «Биосенсоры в экологии» «входными» являются знания, полученные при изучении предыдущих курсов химии таких как: «Общая биология», «Микробиология», «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа», «Экология», «Физическая химия», «Химия биологически активных веществ»,

Дисциплина (модуль) «Биосенсоры в экологии» может быть полезной для освоения таких специальных дисциплин (модулей), которые могут быть реализованы в магистратуре, таких как, «Бионанотехнологии», «Биотехнология защиты окружающей среды», т.п. Полученные знания необходимы при выполнении ВКР.

Дисциплина изучается в 7 семестре (очная форма) и 8 семестр (заочная форма).

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВПО по данному направлению подготовки:

а) общепрофессиональных (ОПК):

- быть способным и готовым использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);

б) профессиональных (ПК):

- осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства измерения основных параметров биотехнологических процессов, состава сырья и продукции (ПК-1);

- владеть основными методами и приемами проведения экспериментальных исследований в профессиональной области; способен проводить стандартные и сертифицированные испытания сырья, готовой продукции и технологических процессов (ПК-9);
- владеть планированием эксперимента, обработкой и представлением полученных результатов (ПК-10).

В результате изучения дисциплины студент должен:
знать:

1. закономерности и взаимосвязи процессов, протекающих в природе с точки зрения аналитического потенциала, содержащегося в биологических структурах, созданных природой (компетенция ОПК-2, код индикатора – ОПК-2.1);
2. теоретические и экспериментальные основы аналитической биотехнологии, в том числе, функционирования биосенсорных систем (компетенция ПК-9, код индикатора – ПК-9.1);
3. принципы сопряжения биологического материала с физико-химическими преобразователями, позволяющие создавать высокоэффективное аналитическое оборудование для экологического мониторинга и контроля биотехнологических процессов (компетенция ПК-1, код индикатора – ПК-1.1, компетенция ПК-10, код индикатора – ПК 10.1);
4. общие принципы экологического мониторинга, в том числе контроля экологической безопасности биотехнологических производств (компетенция ПК-1, код индикатора –; компетенция ПК-9, код индикатора – ПК-9.1).

уметь:

1. использовать нормативные документы в своей деятельности (компетенция ПК-9, код индикатора – ПК-9.2);
2. уметь систематизировать и обобщать информацию по использованию современных методов анализа для контроля окружающей среды и биотехнологических процессов (компетенция ПК-10, код индикатора – ПК-10.2);
3. работать на серийной аппаратуре, применяемой для контроля биотехнологических процессов и окружающей среды (компетенция ПК-1, код индикатора – ПК-1.2);
4. использовать базы данных и информационные технологии в области экологического мониторинга (компетенция ОПК-2, код индикатора – ОПК-2.2).

владеть:

1. основными методами и приемами аналитического контроля окружающей среды и биотехнологических процессов (компетенция ПК-10, код индикатора – ПК-10.3);
2. навыками в разработке биосенсорных устройств (компетенция ПК-9, код индикатора – ПК-9.3; компетенция ПК-1, код индикатора – ПК-1.3);
3. методологией проведения стандартных и сертифицированных испытаний (компетенция ПК-9, код индикатора – ПК-9.3);
4. методами регистрации и обработки результатов аналитических измерений (компетенция ПК-10, код индикатора – ПК 10.3).

4 Объем и содержание дисциплины (модуля)

4.1 Объем дисциплины (модуля), объем контактной и самостоятельной работы обучающегося при освоении дисциплины (модуля), формы промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Номер семестра	Формы промежуточной аттестации	Общий объем в зачетных единицах	Общий объем в академических часах	Объем контактной работы в академических часах						Объем самостоятельной работы в академических часах
				Лекционные занятия	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные работы	Клинические практические занятия	Консультации	Промежуточная аттестация	
Очная форма обучения										
7	Э	6	216	28		56		2	0,25	129,75
Итого	–	6	216	28		56		2	0,25	129,75
Заочная форма обучения										
8	Э	4	144	2		4		2	0,25	135,75
Итого	–	4	144	2		4		2	0,25	135,75

4.2 Содержание лекционных занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Темы лекционных занятий
<i>7 семестр</i>	
1.	Введение в биоиндикацию и биотестирование. Особенности использования биоиндикаторов.
2.	Особенности использования животных в качестве биоиндикаторов. Биоиндикация состояний воздушно, водной сред и почвы
3.	Методы биотестирования
4.	Принцип биосенсорного анализа. Основные понятия и определения. Принцип работы биосенсора.
5.	Способы подачи проб. Типы биорецепторных элементов.
6.	Общая характеристика методов иммобилизации
7.	Аналитические и метрологические характеристики биосенсора
8.	Типы используемых в биосенсорике преобразователей
9.	Прямой перенос зарядов на электрод. Биосенсоры третьего поколения
10.	Биосенсоры оптического типа. Биолюминесценция
11.	Поверхностный плазмонный резонанс и его использование в биосенсорах
12.	Биотопливные элементы
13.	Биосенсоры для экологического мониторинга окружающей среды. БПК-биосенсоры
14.	Применение биосенсоров в медицинских анализах.

Заочная форма обучения*

№ п/п	Темы лекционных занятий
<i>8 семестр</i>	
1	Принцип биосенсорного анализа. Основные понятия и определения. Принцип работы биосенсора. Способы подачи проб. Типы биорецепторных элементов. Общая характеристика методов иммобилизации. Аналитические и метрологические характеристики биосенсора.
2	Типы используемых в биосенсорике преобразователей. Биосенсоры оптического типа. Биолюминесценция. Поверхностный плазмонный резонанс и его использование в биосенсорах.

4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

4.4 Содержание лабораторных работ

Очная форма обучения

№ п/п	Наименования лабораторных работ
<i>7 семестр</i>	
1.	Береза в качестве тект-объекта
2.	Биомониторинг окружающей среды посредством оценки стабильности развития популяции животных
3.	Биотестирование загрязнений воды с помощью ряски малой
4.	Изучение работы параметров БТЭ
5.	Получение градуировочных параметров биосенсора, полученного на основе печатного электрода
6.	Спектрофотометрический метода определения глюкозооксидазной активности
7.	Определение содержания глюкозы в крови с помощью глюкометра
8.	Метрологические характеристики медиаторного биосенсора
9.	Аналитические характеристика медиаторного биосенсора
10.	Профиль субстратной специфичности целых клеток микроорганизмов иммобилизованных обратимым методом
11.	Профиль субстратной специфичности целых клеток микроорганизмов иммобилизованных необратимым методом
12.	Определение ХПК сточных вод
13.	Определение БПК сточных вод
14.	Итоговое занятие.

Заочная форма обучения

№ п/п	Наименования лабораторных работ
<i>8 семестр</i>	
1	Определение содержания глюкозы в крови с помощью глюкометра
2	Изучение работы параметров БТЭ

4.5 Содержание клинических практических занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

4.6 Содержание самостоятельной работы обучающегося

Очная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
<i>7 семестр</i>	
1	Подготовка к аудиторным контрольным работам
2	Подготовка к лабораторным занятиям
3	Самостоятельное изучение дополнительных разделов

Заочная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
<i>8 семестр</i>	
1	Подготовка к тесту текущего контроля
2	Подготовка к лабораторным занятиям
3	Самостоятельное изучение разделов

5 Система формирования оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося

Очная форма обучения

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося			Максимальное количество баллов
7 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	5
		Контрольная работа №1	15
		Выполнение и защита лабораторных работ Блок 1	10
		Итого	30
	Второй рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	5
		Контрольная работа №1	10
		Выполнение и защита лабораторных работ Блок 2	8
		Подготовка реферата	7
		Итого	30
Промежуточная аттестация	Экзамен (зачет, дифференцированный зачет)		40 (100*)

Заочная форма обучения

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося			Максимальное количество баллов
8 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	10
		Контрольная работа №1	10
		Выполнение лабораторной работы 1	10
		Итого	30
	Второй рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	10
		Контрольная работа №2	10
		Выполнение лабораторной работы 2	10
		Итого	30
Промежуточная аттестация	Экзамен (зачет, дифференцированный зачет)		40 (100*)

Шкала соответствия оценок в стобалльной и академической системах оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Система оценивания результатов обучения	Оценки			
Стобалльная система оценивания	0 – 39	40 – 60	61 – 80	81 – 100
Академическая система оценивания (экзамен, дифференцированный зачет, защита курсового проекта, защита курсовой работы)	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Академическая система оценивания (зачет)	Не зачтено	Зачтено		

6 Описание материально-технической базы (включая оборудование и технические средства обучения), необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для наиболее эффективной реализации компетентного подхода в рамках учебной дисциплины «Биосенсоры в экологии» целесообразно предусматривать широкое использование в учебном процессе *интерактивных форм* проведения занятий: **разбор конкретных ситуаций, фасилитация (групповая дискуссия), метод видеоанализа (презентации), мастер-классы (обзорные лекции ученых академических институтов РАН), проектное обучение**, в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Разбор конкретных ситуаций (метод кейс-стади) - это интерактивный метод организации обучения на основе описания и решения конкретных проблемных ситуаций (от английского «case» - случай). Студентам предлагают осмыслить реальную жизненную ситуацию, описание которой одновременно отражает не только какую-либо практическую проблему, но и актуализирует определенный комплекс знаний, который необходимо усвоить при разрешении данной проблемы. При этом сама проблема не имеет однозначных решений. Этот метод дает возможность проявить инициативу, почувствовать самостоятельность в освоении теоретических положений и овладении практическими навыками. Не менее важно и то, что анализ ситуаций довольно сильно воздействует на профессионализацию студентов, способствует их взрослению, формирует интерес и позитивную мотивацию к учебе.

Студентам предлагают осмыслить реальную жизненную ситуацию, описание которой одновременно отражает не только какую-либо практическую проблему, но и актуализирует определенный комплекс знаний, который необходимо усвоить при разрешении данной проблемы. Этот метод дает возможность проявить инициативу, почувствовать самостоятельность в освоении теоретических положений и овладении практическими навыками. Не менее важно и то, что анализ ситуаций довольно сильно воздействует на профессионализацию студентов, способствует их взрослению, формирует интерес и позитивную мотивацию к учебе.

Фасилитация - это инструмент, позволяющий стимулировать обмен информацией внутри группы. Фасилитация позволяет ускорить процессы осознания, стимулировать групповую динамику. Педагог в ходе фасилитации помогает процессу группового обсуждения, направляет этот процесс в нужное русло.

Рекомендуется проводить совместное обсуждение и анализ проблемной ситуации, вопроса или задачи.

Видеоанализ - это инструмент, представляющий собой демонстрацию видеороликов, подготовленных преподавателем, или видеозаписей, на которых участники процесса обучения демонстрируют разные типы поведения в коммуникативной ситуации. Видеоанализ позволяет наглядно рассмотреть достоинства и недостатки разных типов коммуникации.

Метод проектов - есть интерактивная творческая, как правило, групповая работа по решению практической задачи, цели и содержание которой определяются студентами и осуществляются ими в процессе теоретической проработки и практической реализации. Для комплексного решения задач обучения будут использованы различные проектные методы, в том числе выполнение творческих проектов, целью которых является включение студентов в процесс преобразовательной деятельности от разработки идеи до ее осуществления.

6.1. Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий

- Для проведения лекционных занятий по дисциплине требуется аудитория, оснащенная видеопроектором, настенным экраном и компьютером;
- Для проведения лабораторных занятий требуется лаборатория, оснащенная специализированным оборудованием для выполнения экспериментальных работ.
- Для проведения практических занятий требуется стандартная аудитория.

6.2. Требования к оборудованию рабочих мест преподавателя и обучающихся

- Рабочее место преподавателя должно быть оснащено видеопроектором и, ноутбуком

- Обучающихся должны выполнять лабораторные работы за специально оборудованными лабораторными столами;

6.3. Требования к специализированному оборудованию

Портативный анализатор растворенного кислорода – 1 шт., осушитель посуды – 1 шт., спектрофотометр – 1 шт., двухкамерный холодильник – 1 шт., центрифуга – 1 шт., анализатор жидкости рН-метр-иономер-БПК-термооксиметр – 1 шт., «Эксперт-001» – 5 шт, прибор для верти-кального электрофореза – 1 шт., источник питания для электрофореза – 1 шт., термореактор – 1 шт., вольтамперометрический анализатор с вращающимся дисковым электродом – 1 шт., весы аналитические – 2 шт., амперометрический гальванопотенциостат – 1 шт., амперо-метрический гальвано-потенциостат – 1 шт., мешалка магнитная – 6 шт., подъемный столик – 6 шт., бактерицидный облучатель – 1 шт., фотометр – 1 шт., электроплитка – 1 шт., автоматические пипетки переменного объема – 15 шт., персональный компьютер – 6 шт., шкаф вы-тяжной модульный – 1 шт.

Химическая посуда: стаканы (30-300 мл), мерные колбы (25 мл, 50 мл, 100 мл, 250 мл), мерные цилиндры (50 мл, 100 мл, 500 мл), термостойкие плоскодонные колбы (200 мл, 250 мл), ступки, пестики, бюретки (10 мл, 25 мл), пробирки.

Реактивы: аминокислоты, органические и неорганические соли, сахара, неорганические и органические кислоты, щелочи.

Мебель: столы и стулья с количеством посадочных мест – 20 шт., доска для написания мелом – 1 шт.

6.4. Требования к программному обеспечению учебного процесса

- программный пакет *Microsoft Office*.

7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература

1. Арляпов В.А., Каманина О.А. Биокатализаторы на основе иммобилизованных микроорганизмов: теоретические основы создания и особенности применения в биотехнологии: монография / Арляпов В.А., Каманина О.А.— Тула : Изд-во ТулГУ, 2019 .— 146 с.
2. Биосенсоры и биотопливные элементы : учеб. пособие / О. Н. Пономарева [и др.] ; ТулГУ, НОЦ "Экобиотехнология" .— Тула : Изд-во ТулГУ, 2012 .— 202 с. – 12 экз.
3. Пономарева О.Н. Биосенсоры. Принципы функционирования и практическое применение : учеб. пособие / О. Н. Пономарева, А. Н. Решетилов, В. А. Алферов ; ТулГУ; НОЦ "Экобиотехнология" .— Тула : Изд-во ТулГУ, 2007 .— 255 с. : ил. – 21 экз.

7.2 Дополнительная литература

1. Эггинс, Б. Химические и биологические сенсоры / Б.Эггинс;пер.с англ.М.А.Слинкина с доп.Т.М.Зиминой,В.В.Лучинина .— М. : Техносфера, 2005 .— 336с. : ил. — (Мир электроники) – 13 экз..
2. Основы функционирования биосенсоров : учеб. пособие / О. Н. Пономарева [и др.] ; ТулГУ; Науч.-образоват. центр "Экобиотехнология" .— Тула : Изд-во ТулГУ, 2011 .— 205 с. : ил. – 5 экз.
3. Отто, М. Современные методы аналитической химии : [учебник]:в 2 т. Т.II / М.Отто;пер.с
4. Биосенсоры в России : монография / А. Н. Решетилов [и др.] ; ТулГУ .— Тула : Изд-во ТулГУ, 2007 .— 111 с. : ил.
5. Будников, Г. К. Модифицированные электроды для вольтамперометрии в химии, биологии и медицине / Г. К. Будников, Г. А. Евтюгин, В. Н. Майстренко .— М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2009 .— 416 с. : ил., табл. — (Методы в химии) - 1 экз.

6. Биохимические методы анализа / Г. К. Будников [и др.] ; сост. Б. Б. Дзантиев ; под ред. Б. Б. Дзантиева ; РАН , Отд-ние химии и наук о материалах, Науч. совет по аналит. химии .— М : Наука, 2010 .— 392 с. : ил., табл .— (Проблемы аналитической химии ; Т. 12) .— Авт. указаны в конце кн . — 1 экз.

8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Научная электронная библиотека Тульского государственного университета (<http://library.tsu.tula.ru/news/news.htm>) с предоставлением доступа к электронным ресурсам, в том числе:
 - Электронный читальный зал "БИБЛИОТЕХ"
 - Научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru/defaultx.asp>)
 - Реферативная база данных SCOPUS, доступ до 31 мая 2015 года (<http://www.scopus.com>)
 - Электронно-библиотечная система издательства "Юрайт", доступ до 1 июля 2015 года (biblio-online.ru)
 - Электронно-библиотечная система «IPRbooks», доступ до 18 июня 2015 года (<http://www.iprbookshop.ru/>).
2. Электронная библиотека Имперского колледжа (<http://www.imperial.ac.uk/library/ejournals/a1.html>).
3. Перечень зарубежных библиотек, специализированных химических или имеющих литературу по химии и биохимии. (<http://www.liv.ac.uk/Chemistry/Links/libraries.html>)
4. Электронная библиотека российских периодических изданий - с 1990 года по настоящее время - около 500 наименований газет и журналов. [Public.ru](http://www.public.ru) (<http://www.public.ru>)
5. Электронная библиотека. Области знания - биология, биотехнология, медицина, химия, математика, физика, астрономия, науки о Земле, экология, информатика, экономика, право. [Springer LINK](http://www.springerlink.com/home/main.mpx). (<http://www.springerlink.com/home/main.mpx>)
6. Электронная библиотека. Области знания - физика, математика, информационные науки, химия, науки о жизни, науки о Земле, экология, инженерные науки, экономика, социальные и гуманитарные науки. [IDEALibrary](http://www.idealibrary.com). (<http://www.idealibrary.com>).

9 Перечень информационных технологий, необходимых для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

9.1 Перечень необходимого ежегодно обновляемого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

1. Операционная система Windows/
2. Пакет программ Microsoft Office.
3. OpenOffice
4. Adobe Reader (open access)

9.2 Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы не требуются».