

Белорусский государственный университет



« 9 » ноября 2018 г.

Регистрационный № УД - 5841 /уч.

Биосенсорные системы

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальностей:**

- 1-31 01 01 Биология (по направлениям)
направлений специальности
- 1-31 01 01-01 Биология (научно-производственная деятельность),
- 1-31 01 01-03 Биология (биотехнология);
- 1-31 01 03 Микробиология

2018 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 01 01-2013 (elib.bsu.by/handle/123456789/104681), ОСВО 1-31 01 03-2013 (elib.bsu.by/handle/123456789/104682) и учебных планов УВО № G31-129/уч. 2013 г., № G31-131/уч. 2013 г., № G31-132/уч. 2013 г., № G31з-156/уч. 2013 г., № G31з-159/уч. 2013 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Елена Николаевна Крытынская, доцент кафедры клеточной биологии и биоинженерии растений Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Мазец Жанна Эмануиловна, доцент кафедры общей биологии и ботаники факультета естествознания БГПУ им. М. Танка, кандидат биологических наук;
Новиков Дмитрий Алексеевич, доцент кафедры биохимии Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой клеточной биологии и биоинженерии растений Белорусского государственного университета (протокол № 6 от 1 ноября 2018 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 3 от 8 ноября 2018 г.)

ЗАВЕДУЮЩИЙ КАФЕДРОЙ:

Д.б.н., доцент
(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

(ФИО)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели и задачи учебной дисциплины

Цель учебной дисциплины – сформировать у обучающихся базу знаний, позволяющую ориентироваться в вопросах устройства, работы биосенсорных систем и их использования в медицине, биотехнологии, экологическом контроле.

Задачи учебной дисциплины:

1. Ознакомление студентов с основными типами биосенсорных систем, используемых в медицине, биотехнологии, экологии.
2. Формирование у студентов четкого представления о круге задач, решаемых с использованием биологического анализа, в частности, с помощью биосенсоров.
3. Получение практических представлений о способах изготовления биосенсоров, приборной базе, используемой для анализа, и определения аналитических параметров биосенсорных систем.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием.

Учебная дисциплина относится к циклу специальных дисциплин учебных планов и входит в компонент учреждения высшего образования.

Связи с другими учебными дисциплинами, включая учебные дисциплины компонента учреждения высшего образования, дисциплины специализации и др.

Изучение учебной дисциплины «Биосенсорные системы» базируется на знаниях, полученных студентами по учебным дисциплинам «Неорганическая химия», «Аналитическая химия», «Физическая и коллоидная химия», «Биохимия», «Физиология растений», «Микробиология», «Экология и рациональное природопользование» и др.

Учебная программа составлена с учетом межпредметных связей и содержанием учебных программ по смежным учебным дисциплинам «Иммобилизованные клетки и ферменты», «Инженерная энзимология», «Биотрансформация веществ» и др.

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Биосенсорные системы» должно обеспечить формирование следующих академических, социально-личностных и профессиональных компетенций:

академические компетенции:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-4. Самостоятельно приобретать новые знания и умения, в том числе в областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, повышать свою квалификацию в течение всей жизни, обеспечивать личностное и профессиональное саморазвитие.

социально-личностные компетенции:

СЛК-4. Анализировать и принимать решения по социальным, этическим, научным и техническим проблемам, возникающим в профессиональной деятельности.

СЛК-6. Уметь работать в команде.

профессиональные компетенции:

ПК-2. Осваивать новые модели, теории, методы исследования, участвовать в разработке новых методических подходов.

ПК-3. Осуществлять поиск и анализ данных по изучаемой проблеме в научной литературе, составлять аналитические обзоры.

ПК-4. Готовить сообщения, рефераты, доклады и материалы к презентациям.

ПК-6. Квалифицированно проводить научно-производственные исследования, выбирать грамотные и экспериментально обоснованные методические подходы, давать рекомендации по практическому применению полученных результатов.

ПК-7. Осуществлять поиск и анализ данных по изучаемой проблеме в научно-технических и других информационных источниках.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен

знать:

- теоретические основы нового направления – биосенсорного исследования, как одной из технологий, сопрягающей биологический материал с электронными преобразователями;

- устройство и принцип действия биосенсорных систем различного типа;

- основные классы биологических тестирующих элементов и типы физико-химических трансдюсеров, применяемых для создания биосенсоров;

- способы иммобилизации биологически тестирующих элементов;

- области применения биосенсорных систем;

- новейшие достижения и перспективы развития биосенсорной техники;

- процесс и задачи маркетингового исследования мирового рынка биосенсоров;

- методы анализа и оценки отдельных сегментов, основных драйверов рынка биосенсоров;

- основные понятия, методологию процесса бизнес-планирования.

уметь:

- обоснованно выбирать, определять степень активности биологически тестирующего элемента и способы включения биологического тестирующего элемента в состав биосенсора,

- обращаться с биосенсорными системами, выбирать оптимальные варианты их применения в зависимости от решаемой практической задачи;
- оценивать аналитические характеристики биосенсоров;
- оценивать экологические и биологические риски внедрения биосенсорных технологий;
- выполнять аналитические и организационные работы при подготовке и реализации маркетинговых исследований рынка биосенсоров;
- ориентироваться в системе мировых товарных рынков глюкометров.

владеть:

- представлениями об операционных и аналитических характеристиках биосенсорных систем;
- методикой иммобилизации биологического тестирующего элемента;
- принципами конструирования биосенсоров;
- информацией о возможностях и ограничениях применения биосенсоров различных конструкций в определении соединений медико-биологического значения и загрязнителей окружающей среды;
- навыками проведения маркетинговых исследований рынка биосенсоров;
- порядком разработки бизнес-плана.

Структура учебной дисциплины:

Структура содержания учебной дисциплины включает такие дидактические единицы, как разделы и темы, в соответствии с которыми разрабатываются и реализуются соответствующие лекционные и лабораторные занятия. Примерная тематика лабораторных (практических) занятий приведена в информационно-методической части.

Учебная дисциплина «Биосенсорные системы» изучается в 8 семестре (очная форма получения образования), 9 и 11 семестрах (заочная форма получения образования). Всего на изучение учебной отведено:

– для очной формы получения высшего образования – 90 часов, в том числе 36 аудиторных часов, из них: лекции – 18 часов, лабораторные занятия – 12 часов, управляемая самостоятельная работа – 6 часов.

– для заочной формы получения высшего образования – 90 часов, в том числе 8 аудиторных часов, из них лекции – 6 часов, практические занятия – 2 часа для направления специальности 1-31 01 01-01 Биология (научно-производственная деятельность); 10 аудиторных часов, из них лекции – 8 часов, практические занятия – 2 часа для специальности 1-31 01 03 Микробиология.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 2,5 зачетных единиц.

Форма текущей аттестации – экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. ВВЕДЕНИЕ В БИОСЕНСОРИКУ. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ БИОСЕНСОРНЫХ СИСТЕМ

Тема 1.1 Введение в биосенсорику: Базовые определения. Биосенсоры и биосенсорные устройства – различие и сходство понятий. Примеры коммерческих биосенсоров. Предпосылки становления и хронология развития биосенсорики. Устройство и принцип действия биосенсорных систем.

Тема 1.2 Подходы к классификации, основные типы биосенсоров: Разные подходы к классификации биосенсоров. Типы биосенсоров. Электрохимические биосенсоры 1, 2 и 3 поколений. Основные аналитические характеристики биосенсоров. Преимущества использования биосенсоров по сравнению с традиционными физико-химическими методами анализа.

Раздел 2. БИОЛОГИЧЕСКИЙ ТЕСТИРУЮЩИЙ ЭЛЕМЕНТ. ТЕСТ-РЕАКЦИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО ТЕСТИРУЮЩЕГО ЭЛЕМЕНТА

Тема 2.1 Биологические тестирующие элементы. Аффинные и каталитические биологические тестирующие элементы. Подбор биологического тестирующего элемента при создании биосенсора: критерии отбора. Фермент как элемент биосенсорной системы. Основы ферментативной кинетики. Преимущества и недостатки ферментов как компонента биосенсорной системы. Ферментные электроды. Полиферментные биосенсоры. Изолированные органеллы, клетки и ткани как элемент биосенсорных систем. Основные преимущества и недостатки их использования. Антитела (антигены) как элемент биосенсорной системы. Прямые и непрямые иммуносенсоры. Моно- и поликлональные антитела. Гаптены. Аптамеры как искусственные антитела. Реакция взаимодействия антигена с антителом. Иммуноферментный анализ. Способы регистрации реакции антиген-антитело при создании биосенсоров. Преимущества и недостатки антител как компонента биосенсорной системы. Рецепторы как биологический тестирующий элемент биосенсоров. Нуклеиновые кислоты и олигонуклеотиды: особенности строения, природа комплементарных взаимодействий в двунизовой ДНК. Преимущества и недостатки нуклеиновых кислот как компонента биосенсорной системы.

Тема 2.2 Тест-реакция биологического тестирующего элемента. Основные требования и принципы подбора тест-реакции. Множественность тест-реакций. Тест-реакции, используемые при построении биосенсорных систем на основе ферментов. Тест-реакции, используемые при построении биосенсоров на основе антител. Факторы среды, влияющие на тест-реакцию. Индикаторы тест-реакции.

Раздел 3. СОЗДАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ БИОСЕНСОРОВ

Тема 3.1 Способы комбинирования биологического тестирующего элемента и трансдьюсера. Имобилизованные биологические тестирующие

элементы: назначение и практические задачи, решаемые иммобилизацией. Методы иммобилизации, их классификация. Требования к протоколу иммобилизации. Реагенты для нековалентной иммобилизации. Бифункциональные реагенты для ковалентной иммобилизации. Конканавалин, авидин (стрептавидин) - биотиновое связывание. Глутаровый альдегид, карбодиимидная сшивка. Сравнительная характеристика методов иммобилизации.

Тема 3.2 Основные области применения биосенсорных систем. Применение биосенсорных систем в клинической медицине. Требования к медицинским биосенсорам. Неинвазивные сенсоры. Ферментные электроды в биомедицине: принцип действия, примеры реализации. ДНК-диагностика заболеваний. Иммуносенсоры для диагностики аутоиммунных заболеваний. Применение биосенсоров в биотехнологии. Определение продуктов микробиологической промышленности. Различия в требованиях к биосенсорам биомедицинского и биотехнологического назначения. Биосенсоры пищевой промышленности. Контроль качества продуктов питания по основным биомаркерам. Определение витаминов, антиоксидантной емкости с помощью ДНК-сенсоров. Примеры использования биосенсоров для решения специальных задач: старение продуктов питания, оценка возраста вина и крепких спиртных напитков. Биосенсоры эколого-аналитического контроля. Использование ферментных электродов для оценки состояния окружающей среды. Преимущества использования биосенсорных систем при анализе состояния окружающей среды, в медицине, биотехнологии, пищевой промышленности и других отраслях народного хозяйства.

Раздел 4. МЕТОДЫ РЕГИСТРАЦИИ ТЕСТ-РЕАКЦИИ

Тема 4.1 Методы регистрации тест-реакции. Электрохимические трансдюсеры. Классификация трансдюсеров. Выбор трансдюсера при создании биосенсора: критерии отбора. Электрохимические методы анализа тест-реакции. Основные термины и понятия потенциометрии. Виды электрохимических ячеек. Электрохимические трансдюсеры. Индикаторные электроды и электроды сравнения. Мембранные (ионоселективные) электроды: устройство и принципы функционирования. Ионоселективные полевые транзисторы. Планарные электроды. Потенциометрические ферментные электроды. Амперометрические трансдюсеры. Амперометрические ферментные электроды. Кулонометрические трансдюсеры. Кондуктометрические трансдюсеры.

Тема 4.2 Основные принципы конструирования оптических биосенсоров. Оптические трансдюсеры. Характеристика оптических явлений, на основе которых производится оценка тест-реакции. Колориметрические, спектрометрические, люминесцентные, нефелометрические, люмиинесцентные трансдюсеры. Флуоресцентные и хемолюминесцентные зонды. Преимущества и недостатки оптических трансдюсеров. Другие методы регистрации состояния биологического тестирующего элемента.

Раздел 5. НАНОБИОСЕНСОРЫ. МИРОВОЙ РЫНОК БИОСЕНСОРОВ.

Тема 5.1 Нанотехнологии. Мировой рынок биосенсоров. Наноструктуры, используемые в биосенсорах: углеродные трубки, углеродные нанорога, углеродные нановолокна, наночастицы металлов, квантовые точки, нанопоры, магнитные наночастицы, пленки Ленгмюра—Блоджетт. Как наноматериалы влияют на характеристики биосенсоров. Пьезокварцевые биосенсоры. Преимущества электрохимических биосенсоров на основе наноматериалов в отличие от классических биосенсоров.

Мировой рынок биосенсоров: оценка состояния. Сегментация рынка. Задачи маркетингового исследования рынка. Мировой рынок глюкометров: размер, доля, технологические тенденции. Ведущие производители. Порядок разработки бизнес-плана. Оценка рисков.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

(дневная форма получения образования с применением дистанционных образовательных технологий)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	2	4	5	6	8	7	9
1	Введение в биосенсорику	2						Фронтальный опрос на лекции
	Подходы к классификации, основные типы биосенсоров	2						
2	Биологические тестирующие элементы.	2			4		2 (ДО)	Интерактивное тестирование; фронтальный опрос; защита заданий при выполнении лабораторных работ
	Тест-реакция биологического тестирующего элемента	2						
3	Способы комбинирования биологического тестирующего элемента и трансдюсера	2			4			Фронтальный опрос; защита заданий при выполнении студентами лабораторных работ
	Основные области применения биосенсорных систем	2						
4	Методы регистрации тест-реакции. Электрохимические трансдюсеры	2			4		2 (ДО)	Интерактивное тестирование; фронтальный опрос; проработка теории, защита заданий при выполнении лабораторных работ
	Основные принципы конструирования оптических биосенсоров. Оптические трансдюсеры	2						
5	Нанотехнологии. Мировой рынок биосенсоров.	2					2 (ДО)	Защита реферата и аннотирование

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**(заочная форма получения образования,
направление специальности 1-31 01 01-01 Биология (научно-производственная деятельность))**

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	Введение в биосенорику	2						Фронтальный опрос на лекции
2	Биологический тестирующий элемент. Тест-реакция биологического тестирующего элемента	2	2					Фронтальный опрос; проработка теории, защита заданий при выполнении практи- ческой работы
3	Методы регистрации тест-реакции	2						Фронтальный опрос на лекции

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
(заочная форма получения образования, специальность 1-31 01 03 Микробиология)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	Введение в биосенсорику	2						Фронтальный опрос на лекции
2	Биологический тестирующий элемент. Тест-реакция биологического тестирующего элемента	2	2					Фронтальный опрос; проработка теории. защита заданий при выполнении практи- ческой работы
3	Создание и применение биосенсоров	2						Фронтальный опрос на лекции
4	Методы регистрации тест-реакции	2						Фронтальный опрос на лекции

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Кудряшов, А.П. Биосенсорные устройства: Курс лекций / А.П. Кудряшов – Мн: БГУ, 2003. – 113 с.
2. Эггинс, Б. Химические и биологические сенсоры / Б.Эггинс ; Пер. с англ.: М.А.Слинкин ; Доп.: Т.М.Зими́на, В.В.Лучинин. – М.: Техносфера, 2005. – 335 с.
3. Евтюгин, Г.А. Основы биосенсорики/ Евтюгин Г.А., Будников Г.К., Стойкова Е.Е. Учебное пособие. – Казань: Казанский гос. ун-т, 2007. – 80с.
4. Биосенсорные системы в медицине и экологии: Учеб. пособие / И. С. Захаров, А. В. Пожаров, Т. В. Гурская, А. Д. Финогенов// С.-Петерб. гос. ун-т телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича. – СПб: СПбГУТ, 2003. – 119 с.
5. Юрин, В. М. Иммобилизованные клетки и ферменты: курс лекций/В.М. Юрин. – Минск: БГУ, 2006. – 133 с.
6. Yoon, Jeong-Yeol Introduction to Biosensors: From Electric Circuits to Immunosensors/ Yoon, Jeong-Yeol// New York: Springer, 2016. – 340 p.
7. Narang, J. Biosensors: An Introductory Textbook. / Narang, J., Pundir C.S. Pan Stanford Publishing, 2017. – 175 p.
8. Bo Mattison and Gizem Ertürk Biosensors and Molecular Imprinting/ First Edition, 2017. – 196 p.
9. Zeynep, A. Biosensors and Nanotechnology: Applications in Health Care Diagnostics/ Zeynep, Altintas. USA– 2018. – 400 p.
10. Malhotra Bansi Dhar Nanomaterials for Biosensors: Fundamentals and Applications/ Malhotra Bansi Dhar, Ali Md. Azahar.// Elsevier, 2018. – 320 p.

Перечень дополнительной литературы

1. Yoon, Jeong-Yeol Introduction to Biosensors. From Electric Circuits to Immunosensors/ Jeong-Yeol Yoon. Springer, New York, 2013. – 277 p.
2. Turner, A.P.F. Biosensors: Sense and sensibility/ A.P.F. Turner. Chem. Soc. Rev. – 2013. – 42. – P.184–3196.
3. Windmiller, J.R. Electrochemical Sensors and Biosensors: A Review / J.R.Windmiller, W.J. Wearable // Electroanalysis. – 2013. – 25. – P.29–46.
4. Tiwari, A. Biosensors Nanotechnology/ Tiwari A., Turner A.P.F. Scrivener Publishing, 2014. – 552 p.
5. Moretto, L.M. Environmental Analysis by Electrochemical Sensors and Biosensors. Volume 2: Applications (Nanostructure Science and Technology)/ L.M. Moretto, K. Kalcher. Springer, New York, 2015. – 455 p.
6. Shukla, I. Biosensors: Growth and Market Scenario/ I. Shukla, V. Suneetha. Research Journal of Pharmacy and Technology. – 2017. – 255 p.
7. Ahmed, M.U. Food Biosensors / M.U. Ahmed, M. Zourob, Tamiya E. The Royal Society of Chemistry, 2017. – 539 p.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования

8. ~~Springer, Zhai Q (2011) University Online Sensors and Measurement, Newyork:~~ **Итоговой оценки**

Успеваемость обучающихся по дисциплине оценивается в ходе текущего контроля и текущей аттестации. Текущий контроль знаний осуществляется как в ходе аудиторных занятий, так и в ходе самостоятельной работы студентов. Для оценки вклада текущего контроля успеваемости используется следующий диагностический инструментарий:

1. контроль посещения аудиторных занятий и выполнения учебного графика, фронтальный опрос на лекциях;
2. проработка теоретической части к выполнению лабораторных/практических работ (самостоятельная работа студентов);
3. защита заданий при выполнении студентами лабораторных/практических работ.

Среди форм текущего контроля студентов дневной формы обучения выделяются контрольные мероприятия, которые осуществляются в дистанционной форме и обеспечиваются средствами портала БГУ LMS Moodle:

1. интерактивное тестирование (инструкция по выполнению в LMS Moodle);
2. защита подготовленного студентом реферата, с предоставлением аннотации в системе LMS Moodle.

Текущая аттестация осуществляется в сессионный период по дисциплине и представляет собой экзамен.

Методика формирования итоговой оценки: При формировании итоговой оценки используется вариант балльно-рейтинговой системы, предусматривающей использование весовых коэффициентов для текущего контроля знаний и текущей аттестации студентов (экзамен). Итоговая оценка (ИО) по дисциплине является интегральным показателем, формируемым на основе оценки знаний студента в ходе текущего контроля знаний и текущей аттестации (минимум 4, максимум 10 баллов):

$$\text{ИО} = 0,6a + 0,4b,$$

где 0,6 – весовой коэффициент, определяющий вклад текущего контроля знаний в ИО.

a – оценка текущего контроля (среднеарифметическая величина положительных оценок всех видов учебной деятельности студента по дисциплине);

b – экзаменационная оценка

Используемая система оценивания, а также правила округления определяются утвержденной учебной программой по дисциплине и одинаковы для всех студентов, проходящих аттестацию. Студент допускается к экзамену, если имеет оценку текущего контроля не ниже 4 при условии выполнения всех семестровых видов отчетности. Примерные весовые коэффициенты, определяющие вклад положительных оценок всех видов учебной деятельности студента в *a*, составляют: 1-3 – 15%; интерактивные тесты – 50%; реферат – 35% (для заочной формы обучения 1-3 – 100%). Результаты текущего контроля доводятся до

обучающихся преимущественно по электронным каналам передачи информации в течение 10 рабочих дней после проведения формы контроля знаний.

Если на экзамене студент получает неудовлетворительную оценку, итоговая оценка является также неудовлетворительной, независимо от оценки текущего контроля.

Допускается определение результатов текущей аттестации по дисциплине «Биосенсорные системы» на основании результатов текущего контроля знаний без проведения дополнительного опроса на экзамене. В этом случае выставляется оценка текущего контроля, при этом явка обучающегося на экзамен является обязательной. Критериями выставления оценки-автомата служат:

- а) наличие у студента оценки текущего контроля (посчитанной в порядке, установленном программой учебной дисциплины) 8-10;
- б) посещение студентом 100% аудиторных занятий;
- в) работа в информационной образовательной среде БГУ LMS Moodle;
- г) необязательная самостоятельная работа обучающихся (индивидуальные или групповые творческие задания), предусматривающая поощрительные баллы. Вклад поощрительных баллов в оценку текущего контроля может достигать 25%.

Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов

Контроль самостоятельной работы студентов (УСР) дневной формы обучения осуществляется в виде: защиты рефератов, выполнения тестов с элементами дистанционного обучения (ДО). Количество видов отчетности УСР в итоговой оценке – 3. Для методической поддержки УСР предусмотрены консультации в соответствии с утвержденным графиком консультаций.

Задания тестов подразделяются на два типа: часть А включает задания закрытого типа, выполнение которых предполагает выбор правильного ответа из четырех предложенных. Часть В включает задания открытого типа, при выполнении которых необходимо сформулировать ответ и оформить его. Каждый тест охватывает 4 темы. Тесты предусматривают задания примерно одинакового уровня сложности. В этих заданиях ставится цель проверить знание основных понятий по разделам, выносимым на тестирование, а также выявить навыки решения простейших стандартных задач по этим разделам. Перечень тем заданий теста приведен:

1. Интерактивный тест по темам 1.1-2.2 «Принципы построения биосенсорных систем. Биологический тестирующий элемент. Тест-реакция биологического тестирующего элемента» - 2 ч.
2. Интерактивный тест по темам 3.1-4.2 «Создание и применение биосенсоров. Методы регистрации тест-реакции» – 2ч.

Тесты периодически пересматриваются и совершенствуются с учетом достижений современной науки.

Выполнение тематических письменных работ (реферата, творческого задания) реализуется на основе целей и задач программы курса при условии разме-

щения в системе Moodle аннотации к работе. Реферат, как форма УСР, направлен на освоение студентами предусмотренного учебной программой материала, вынесенного на самостоятельное изучение в соответствии с тематическим планом учебной дисциплины. Примерная тематика рефератов приводиться.

Темы реферативных работ

1. Пьезокварцевые биосенсоры.
2. Электрохимические биосенсоры на основе пероксидазы хрена.
3. Флуоресцентные зонды в анализе биомолекул.
4. Применение ДНК/РНК-аптамеров в фармацевтическом и экологическом анализе.
5. Мультисенсорные системы типа «электронный язык», «электронный нос» в анализе биомолекул.
6. Иммунный анализ: современные тенденции и перспективы.
7. Современные методы анализа ДНК.
8. Методы определения общего содержания белка в биопробах.
9. Прямые и непрямые трансдюсеры.
10. Безреагентные сенсоры для биомедицинских целей.
11. Нативные и иммобилизованные ферменты в анализе биологических объектов.
12. Одноразовые биосенсоры в эколого-аналитическом контроле.
13. Флуоресцентный иммуноанализ.
14. Хемилюминисцентный иммуноанализ.
15. Электрохимические биосенсоры на основе печатных электродов.
16. Оптические биосенсоры на основе наночастиц золота

Примерная тематика лабораторных занятий (очная форма получения образования)

1. Определение каталитической активности и проведение иммобилизации биологического тестирующего элемента уреазного сенсора (4ч)
2. Определение степени субстратной и ингибиторной специфичности биокомпонента амилазного сенсора (4ч)
3. Изготовление ферментных электродов на основе ионоселективных потенциометрических датчиков и их тестирование (4ч).

Примерная тематика практических занятий (заочная форма получения образования)

1. Определение каталитической активности и проведение иммобилизации биологически тестирующего элемента уреазного сенсора (2ч)

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса используется **эвристический подход**, который предполагает принципы личностного целеполагания и образовательной рефлексии. Базой служит диагностика индивидуальных особенностей студента, творческого потенциала, работоспособности, способностей, уровня мотивации, а также уровня знаний по предмету. Осуществить такую диагностику помогает компьютерное тестирование в интерактивном режиме.

Работа по методу проектов, выполнение творческого задания предполагает не только наличие и осознание какой-то проблемы, но и процесс ее раскрытия, решения, что включает четкое планирование действий, наличие замысла или гипотезы решения этой проблемы, четкое распределение (если имеется в виду групповая работа) ролей. **Проектный метод** обучения востребован в рамках дисциплины при решении творческой задачи, которая требует интегрированные знания из различных областей.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов

В рамках освоения дисциплины предусмотрено два вида самостоятельной работы: аудиторная и внеаудиторная. Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданиям. Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия. Основными формами самостоятельной работы студентов служат: проработка конспекта лекций, овладение студентами конкретных учебных модулей; подготовка к фронтальному опросу; выполнение заданий при выполнении лабораторных, практической работ (аудиторная); написание реферата и аннотации к нему, подготовка к тестированию. К необязательному виду работ относится творческое задание.

Методические рекомендации по составлению конспекта: Лекции, читаемые преподавателем являются основным ориентиром при изучении дисциплины. При составлении конспекта полагаются на курс лекций, рабочую программу, рекомендуемую основную литературу. Конспектируют материал, четко следуя пунктам предварительно составленного плана, выражая мысль своими словами. Добиваются тезисности изложения. Задача конспекта – экономия времени при повторном обращении к тексту. Форма ведения разнообразная. Конспект не предусматривает сплошного текста: яркие примеры выделяются цветным подчеркиванием, взятием в рамочку, оттенением, пометками на полях специальными знаками. Конспект служит для закрепления пройденного материала, не используется на этапе фронтального опроса.

Фронтальный опрос предполагает контрольное опрашивание на лекции, проверку степени и осознанности усвоения учебного материала. Опрос выраба-

тывает способность к краткому, но точному ответу, обращает внимание на существенные детали темы и способствует их запоминанию, приучает к последовательности и обоснованности изложения материала, вовлекает в работу всю группу, активизируя процессы внимания и мышления.

Методические рекомендации студентам по подготовке к лабораторным/практическим работам: Работы осуществляются по методическим разработкам, которые содержат теоретическую часть, методику выполнения, вопросы для закрепления пройденного материала. Теоретическая часть прорабатывается студентом заранее. Результаты работ оформляются в тетради. Каждая работа подлежит защите. В процессе защиты студент должен продемонстрировать знание цели работы, методику ее проведения, выводов и ответить на прилагаемые к работе вопросы.

Методические рекомендации по подготовке реферата: Реферат означает сжатое изложение в устной или письменной форме содержания темы на основе критического обзора информации. **Обзорно-информационный реферат** предполагает подбор и краткое изложение содержания статей по предложенной преподавателем проблеме (тематике), опубликованных в различных журналах за тот или иной период. Целью написания рефератов является привитие навыков самостоятельной работы с литературой. Реферат служит основой для доклада, регламент которого – 7 мин. При оформлении реферата следует ориентироваться на правила, установленные для оформления курсовых работ. Объем работы не должен превышать 15 страниц машинописного текста через 1,5 интервала. Подготовку реферата начинают с определения темы или проблемы, поиска нужной литературы, составления плана, выделения в нем основных частей: введения, основной части (разделы 1, 2..), заключения. Введение призвано отразить цель и задачи сообщения, актуальность и социальную значимость темы. Разделы, главы, параграфы основной части предполагают критическое осмысление, глубокий логический анализ литературы, демонстрацию свободного владения основными понятиями и категориями авторского текста. Упростить и ускорить восприятие информации помогают таблицы, графики, рисунки. Заключение освещает личную позицию в отношении изученной проблемы, содержит общие выводы по теме реферата, актуальность и социальную значимость. Работа завершается списком используемой литературы.

Методические рекомендации по написанию аннотации к реферату:

Написание аннотации – внеаудиторная самостоятельная работа. Аннотация к реферату предполагает краткое описание к работе, раскрывающее ее. Она содержит сведения: фамилию, имя и отчество автора; номер группы; тему работы; количество рисунков, графиков и таблиц; цель и задачи; итоги работы; область практического применения.

Методические рекомендации к творческому заданию: Выполнение творческого задания предполагает индивидуальную или групповую работу, направленную на создание аннотированного каталога глюкометров. Включает не только сбор, обработку, систематизацию и обобщение информации по глюкометрам, но и представляет собой самостоятельное исследование, демонстрирующее авторское видение проблемы. Продуктом выступает каталог. Проект

рассчитан на публичную защиту в рамках семинарских занятий с регламентом 10 минут.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Биосенсорные системы: определение и терминология. Наиболее распространенные коммерческие биосенсоры.
2. Предпосылки становления и хронология развития биосенсорики. Биосенсоры и биосенсорные устройства – различие и сходство понятий.
3. Принципиальная конструктивная схема и принцип действия биосенсорной системы.
4. Электрод Кларка как датчик тест-реакции биологического тестирующего элемента.
5. Электрохимические биосенсоры 1, 2 и 3 поколений.
6. Подходы к классификации, основные типы биосенсоров.
7. Аналитические и эксплуатационные характеристики биосенсоров.
8. Преимущества использования биосенсоров по сравнению с традиционными физико-химическими методами анализа.
9. Подбор биологического тестирующего элемента при создании биосенсора: критерии отбора.
10. Ферменты как элемент биосенсорной системы. Основы ферментативной кинетики.
11. Преимущества и недостатки ферментов как компонента биосенсорной системы.
12. Ферментные электроды. Принцип действия и устройство ферментных электродов. Полиферментные биосенсоры.
13. Антитела (антигены) как элемент иммуносенсоров. Моно- и поликлональные антитела. Гаптены. Аптамеры. Достоинства и недостатки антител.
14. Прямые и непрямые иммуносенсоры. Иммунохроматографический анализ. Стрип-тесты.
15. Нуклеиновые кислоты как биологический тестирующий элемент геносенсоров. Преимущества и недостатки.
16. Изолированные органеллы, клетки и ткани как элементы биосенсорных систем. Основные преимущества и недостатки их использования.
17. Рецепторы как биологический тестирующий элемент биосенсоров. Преимущества и недостатки.
18. Тест-реакция. Понятие «множественности» тест-реакций, «способа регистрации» тест-реакции.
19. Основные требования, предъявляемые к тест-реакции. Принципы подбора тест-реакции. Примеры тест-реакций. Влияние внешних факторов на параметры тест-реакции.
20. Флуоресцентные и колориметрические индикаторы тест-реакции.
21. Способы комбинирования биологического тестирующего элемента и трансдьюсера. Классификация методов иммобилизации.

22. Имобилизованные биологические тестирующие элементы: назначение и практические задачи, решаемые иммобилизацией.
23. Реагенты для ковалентной иммобилизации. Глутаровый диальдегид, карбодииимидная сшивка.
24. Сравнительная характеристика методов иммобилизации. Требования к протоколу иммобилизации.
25. Иммуноферментативный анализ. Конканавалин, авидин (стрептавидин) - биотиновое связывание (специфические реакции).
26. Основные области применения биосенсорных систем.
27. Применение биосенсорных систем в клинической медицине.
28. Применение биосенсоров в биотехнологии.
29. Биосенсоры пищевой промышленности.
30. Биосенсоры эколого-аналитического контроля. Использование ферментных электродов для оценки состояния окружающей среды.
31. Трансдьюсеры - преобразователи сигналов биосенсоров.
32. Подбор трансдьюсера: основные требования и принципы выбора.
33. Потенциометрические трансдьюсеры. Классификация ионоселективных электродов.
34. Равновесный электродный потенциал. Зависимость величины электродного потенциала от факторов среды.
35. Типы электродов сравнения, используемых в конструкциях электрохимических биосенсоров.
36. Принципы работы ионоселективных электродов.
37. Ионоселективные полевые транзисторы. Принцип функционирования.
38. Основные преимущества и недостатки ионоселективных полевых транзисторов как датчиков тест-реакции.
39. Сравнительная характеристика потенциометрических и оптических биосенсоров.
40. Биосенсоры с амперометрической регистрацией сигнала. Амперометрические трансдьюсеры.
41. Биосенсоры с кондуктометрической и кулонометрической регистрацией сигнала.
42. Основные принципы конструирования оптических биосенсоров.
43. Характеристика оптических явлений, на основе которых производится оценка тест-реакции.
44. Колориметрические биосенсоры.
45. Спектрометрические биосенсоры.
46. Люминесцентные биосенсоры. Использование биолюминесцентных реакций.
47. Преимущества и недостатки оптических трансдьюсеров.
48. Биосенсоры с гравиметрической регистрацией сигнала.
49. Характеристика и принцип работы биотермисторов.
50. Схемы построения биосенсоров на основе H_2O_2 и O_2 датчиков.
51. Наноматериалы, используемые в биосенсорах.
52. Влияние наноматериалов на характеристики биосенсоров.

53. Перспективы создания биосенсоров на основе волоконнооптических технологий.
54. Преимущества электрохимических биосенсоров на основе наноматериалов в отличие от классических биосенсоров.
55. Мировой рынок биосенсоров: оценка состояния, его сегментация.
56. Мировой рынок глюкометров: размер, доля, технологические тенденции.
57. Порядок разработки бизнес-плана. Оценка рисков.

Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине «Биосенсорные системы» предусмотрено использование информационных технологий, охватывающих ресурсы (компьютеры с выходом в Интернет, программное обеспечение и сети), которые требуют минимальных навыков работы в сети. Необходимо специализированное программное обеспечение, система Moodle, включающая модули для управления учебным процессом, средства для создания курсов, средства контроля, взаимодействия. Moodle может быть установлена на любом компьютере, на котором имеется Web-сервер, поддерживающий PHP, а также установлена база данных SQL-типа (например, MySQL). Moodle может быть запущена на Windows и Mac операционных системах и многих разновидностях Linux (например, Red Hat или Debian GNU). Корректная работа преподавателя в системе требует предварительного обучения по программе повышения квалификации «Создание учебных курсов в системе MOODLE».

Дисциплина должна быть обеспечена специальными помещениями для проведения занятий лекционного, семинарского типа, а также помещениями для самостоятельной работы студентов, оснащенными компьютерной техникой с возможностью доступа в электронную информационно-образовательную среду БГУ, внутривузовское сетевое окружение. К обязательным техническим средствам дисциплины относятся ноутбук, проектор, экран; организационно-методическим – электронные учебные и учебно-методические материалы.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола) ¹
1. Экология и рациональное природопользование	Общей экологии и методики преподавания биологии	Отсутствуют Зав. кафедрой В.В. Гричик	Утвердить согласование протокол № 6 от 2 ноября 2018 г.
2. Физиология растений	Клеточной биологии и биоинженерии растений	Отсутствуют Зав. кафедрой В.В. Демидчик	Утвердить согласование протокол № 6 от 2 ноября 2018 г.
3. Микробиология	Микробиологии	Отсутствуют Зав. кафедрой В.А. Прокулевич	Утвердить согласование протокол № 6 от 2 ноября 2018 г.
4. Биохимия	Биохимии	Отсутствуют Зав. кафедрой И.В. Семак	Утвердить согласование протокол № 6 от 2 ноября 2018 г.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО
на 2018/2019 учебный год

№№ ПП	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ (название кафедры) (протокол № ____ от _____ 201_ г.)

Заведующий кафедрой

_____ (ученая степень, ученое звание)

_____ (подпись)

_____ (И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ (ученая степень, ученое звание)

_____ (подпись)

_____ (И.О.Фамилия)