МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Химический институт им. А.М. Бутлерова

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
_____ Е.А. Тарилова
26 февраля 2024 г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Биосенсоры в медицине, экологии и биотехнологии

Специальность: 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия
Специализация: Фундаментальная химия: материалы будущего
Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

4.2. Содержание дисциплины (модуля)

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

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

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

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

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

13. Приложение №1. Фонд оценочных средств

14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Программу дисциплины разработал(а)(и): заведующий кафедрой, д.н. (профессор) Евтюгин Г.А. (Кафедра аналитической химии, Химический институт им. А.М. Бутлерова), Gennady.Evtugyn@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-3	Способен применять основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

Знать основные принципы функционирования биосенсоров на основе различных биологических молекул и микроорганизмов и подходы к их конструированию и использованию в различных областях науки и техники;

Должен уметь:

Уметь самостоятельно ставить задачи по созданию или практическому применению биосенсоров для решения конкретных аналитических задач

Должен владеть:

Владеть навыками планирования исследований по созданию биосенсоров для решения конкретных аналитических задач

Должен демонстрировать способность и готовность:

готовность владеть основами теории фундаментальных разделов химии,

способность применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.03.03 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия (Фундаментальная химия: материалы будущего)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 3 курсе в 5 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 36 часа(ов), в том числе лекции - 36 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 36 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 5 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Самостоятельная работа
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабораторные работы, всего	Лабораторные в эл. форме	
1.	Тема 1. Введение. История развития биосенсоров. Биосенсоры в России.	5	2	2	0	0	0	0	2
2.	Тема 2. Особенности молекулярного распознавания с участием биомолекул	5	2	2	0	0	0	0	2
3.	Тема 3. Характеристика биологических компонентов биосенсоров. Белки и ферменты. Основы ферментативной кинетики	5	2	2	0	0	0	0	2
4.	Тема 4. Ингибирование ферментов. Кинетический анализ	5	2	2	0	0	0	0	2
5.	Тема 5. Антитела и антигены. Иммунные реакции. Интерактивный опрос.	5	2	2	0	0	0	0	2
6.	Тема 6. Основы иммунохимического анализа	5	2	2	0	0	0	0	2
7.	Тема 7. ДНК и синтетические олигонуклеотиды (аптамеры).	5	2	0	0	0	0	0	2
8.	Тема 8. Клетки и субклеточные элементы.	5	2	0	0	0	0	0	2
9.	Тема 9. Коллоквиум "Биологические основы функционирования биосенсоров"	5	2	0	0	0	0	0	2
10.	Тема 10. Создание биосенсоров: иммобилизация биологического компонента.	5	2	0	0	0	0	0	2
11.	Тема 11. Теория функционирования ферментного сенсора (на примере глюкозного электрода). Компьютерная симуляция функционирования потенциометрического биосенсора.	5	2	0	0	0	0	0	2
12.	Тема 12. Оптимизация конструкции биосенсора для решения конкретных аналитических задач.	5	2	0	0	0	0	0	2
13.	Тема 13. Применение биосенсоров в медицине (круглый стол - case study).	5	2	0	0	0	0	0	2
14.	Тема 14. Применение биосенсоров в экологии. Интерактивный опрос	5	2	0	0	0	0	0	2
15.	Тема 15. Применение биосенсоров в биотехнологии.	5	2	0	0	0	0	0	2
16.	Тема 16. Биосенсоры и нанотехнологии (круглый стол - case study)	5	2	0	0	0	0	0	2
17.	Тема 17. Биосенсоры в пищевой промышленности	5	2	0	0	0	0	0	2
18.	Тема 18. Перспективы развития биосенсоров. Коммерциализация исследований в области биосенсоров (круглый стол с участием ведущих специалистов).	5	2	0	0	0	0	0	2

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Самостоятельная работа
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабораторные работы, всего	Лабораторные в эл. форме	
	Итого		36	12	0	0	0	0	36

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Введение. История развития биосенсоров. Биосенсоры в России.

1. Введение. История развития биосенсоров. Биосенсоры в России. Понятия "биосенсор" и "биосенсорное устройство" Основные условия развития биосенсорики. Успехи биотехнологии. Кислородный электрод Кларка. Первые работы и научные центры, работающие в данной области в СССР. Краткая характеристика исследований, проводимых в 1991-2000 гг.

Тема 2. Особенности молекулярного распознавания с участием биомолекул

2. Особенности молекулярного распознавания с участием биомолекул. Молекулярное и биохимическое распознавание. Аффинность. Особенности биохимического распознавания на примере ферментативных и иммунных реакций. Центры связывания, Стерические, электростатические и специфические взаимодействия как основа распознавания. Специфичность и селективность, эффективность распознавания и чувствительность определения. Биомиметика.

Тема 3. Характеристика биологических компонентов биосенсоров. Белки и ферменты. Основы ферментативной кинетики

3. Характеристика биологических компонентов биосенсоров. Белки и ферменты. Основы ферментативной кинетики. Строение белков. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры белков. Фибриллярные белки. Аминокислотный состав белков. Функции белков: каталитическая, опорная, строительная, транспортная. Ферменты. Теория индуцированного соответствия и комплементарного взаимодействия. Активный и аллостерический центры фермента.

Тема 4. Ингибирование ферментов. Кинетический анализ

4.Ингибирование ферментов. Кинетический анализ. Кинетика Михаэлиса-Ментен. Способы определениякинетических параметров ферментов. Основы кинетического анализа ингибиторов. Выбор концентрации ингибитора и субстрата для обратимого ингибирования в зависимости от механизма реации. Влияние иммобилизации фермента на кинетику ингибирования.

Тема 5. Антитела и антигены. Иммунные реакции. Интерактивный опрос.

5. Антитела и антигены. Иммунные реакции. Интерактивный опрос. Иммунная система и иммунный отклик человека. Инициирование образования антител. Моно- и поликлональные антитела. Понятие антигенной детерминанты. Гаптены, коньюгация гаптенов и получение специфичных антител на гаптены. Определение кинетических параметров взаимодействия антиген-антитело. Характеристика аффинности иммунных взаимодействий с помощью кинетического анализа.

Тема 6. Основы иммунохимического анализа

6. Основы иммунохимического анализа. Общие подходы к регистрации иммунных взаимодействий. Метка и индикатор взаимодействия. Требования, предъявляемые к меткам. Способы введения метки в состав антител. Общая характеристика методов иммуноанализа. Гомогенные и гетерогенные методы. Методы осаждения. Иммуноферментный анализ. Примеры различных подходов к определению антигенов и антител: конкурентный иммуноанализ, косвенный конкурентный анализ гаптенов, сэндвичевые схемы. Гомогенный иммуноанализ на примере флуоресцентного поляризационного иммуноанализа. Схема анализатора и природа используемых меток. Безреагентные и одностадийные методы иммуноанализа.

Тема 7. ДНК и синтетические олигонуклеотиды (аптамеры).

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

7. ДНК и синтетические олигонуклеотиды (аптамеры). Строение ДНК. Природа комплементарных взаимодействий с участием нуклеотидов ДНК. Спираль Уотсона-Крика, плазмидная ДНК, суперспирализованная ДНК. Денатурация и денатурированная ДНК. Способы выделения ДНК и олигонуклеотидов из биологического материала. Полимеразная цепная реакция. О проблеме расшифровки генома человека. ДНК-зонд и ДНК-сенсор. Аптамеры как искусственные антитела. Технология получения аптамеров (SELEX). Аптасенсоры

Тема 8. Клетки и субклеточные элементы.

8. Клетки и субклеточные элементы. Особенности строения клеточной мембраны. Компартменты клетки. Основные энергетические циклы одноклеточных организмов в условиях аэробного и анаэробного метаболизма. Дыхание клетки как основной параметр респираторного теста. Витальные красители и анализ АТФ. Дыхательная цепь переноса заряда. Электрохимические методы контроля клеточной активности. Включение органелл в состав синтетических биочувствительных слоев. Митохондриальные сенсоры. Фотосистемы I и II в составе биосенсоров для определения гербицидов.

Тема 9. Коллоквиум "Биологические основы функционирования биосенсоров"

9. Контрольная работа "Биологические основы функционирования биосенсоров": природа и особенности функционирования аминокислот, белков, липидов, антител и нуклеиновых кислот. Пространственная структура и биохимические функции антител и нуклеиновых кислот. Синтетические аналоги антител и нуклеиновых кислот(аптамеры, нанотела).

Тема 10. Создание биосенсоров: иммобилизация биологического компонента.

10. Создание биосенсоров: иммобилизация биологического компонента. Классификация иммобилизации (физическая, аффинная, ковалентная). Требования к протоколу иммобилизации. Сравнительная характеристика. Особенности золь-гель технологии иммобилизации, включения в гели полимера, в растущую пленку полимера при электрополимеризации. Реагенты для аффинной полимеризации. Конканавалин, авидин (стрептавидин)- биотиновое связывание. Бифункциональные реагенты для ковалентной иммобилизации. Глутаровый альдегид, карбодиимидная сшивка.

Тема 11. Теория функционирования ферментного сенсора (на примере глюкозного электрода). Компьютерная симуляция функционирования потенциометрического биосенсора.

11. Теория функционирования ферментного сенсора (на примере глюкозного электрода). Понятие режима функционирования биосенсора. Профили концентраций субстрата и продукта ферментативной реакции в приэлектродном слое. 3 поколения ферментных сенсоров на основе оксидоредуктаз. Прямой перенос электрона, медиаторные реакции, определение субстрата/продукта ферментативной реакции. Достоинства и недостатки подходов. Особенности потенциометрической регистрации ферментативной активности. Компьютерная симуляция функционирования потенциометрического биосенсора.

Тема 12. Оптимизация конструкции биосенсора для решения конкретных аналитических задач.

12. Оптимизация конструкции биосенсора для решения конкретных аналитических задач. Кинетический идиффузионный режимы функционирования биосенсоров. Оценка соотношения скорости транспортных стадий иферментативного процесса. Интенсификация переноса реагентов к поверхности сенсора. Варьированиетолщины реакционного слоя и концентрации фермента. Каскадные реакции как способ снижения влияниядиффузионных стадий.

Тема 13. Применение биосенсоров в медицине (круглый стол - case study).

13. Применение биосенсоров в медицине (круглый стол - case study). Глюкометры. Способы измерения сигнала окисления глюкозы с помощью амперометрических биосенсоров. Неинвазивные сенсоры, связь содержания глюкозы в крови и потовых выделениях. Другие ферментные сенсоры в биомедицине: определение лактата, холестерина, мочевой кислоты, мочевины. ДНК-диагностика заболеваний, связанных с патогенными микроорганизмами. Иммуносенсоры для диагностики аутоиммунных заболеваний.

Тема 14. Применение биосенсоров в экологии. Интерактивный опрос

14. Применение биосенсоров в экологии. Субстраты ферментов - загрязнители окружающей среды. Примеры реализации субстратных сенсоров на сероводород, оксиды азота, сульфиты, фосфорорганические пестициды. Ингибиторные биосенсоры. Определение пестицидов антихолинэстеразного действия, замещенных фенолов, тяжелых металлов. Проблема недостаточной селективности определения ингибиторов. Концепция эталонного токсиканта. Биосенсоры для определения суммарной токсичности - ДНК-повреждающие факторы, антихолинэстеразная активность, сумма тяжелых металлов. БПК-сенсоры.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Тема 15. Применение биосенсоров в биотехнологии.

15. Применение биосенсоров в биотехнологии. Определение продуктов микробиологической промышленности.Пенициллин, этанол, крахмал, сахара, витамины. Контроль микробиологических реакторов. Различия втребованиях к биосенсорам биомедицинского и биотехнологического назначения. Ферментные и микробиологические сенсоры в биотехнологии.

Тема 16. Биосенсоры и нанотехнологии (круглый стол - case study)

16. Биосенсоры и нанотехнологии (круглый стол - case study). Наноматериалы, используемые в составе биосенсоров. Углеродные нанотрубки, их характеристика и электрокаталитические свойства. Получение и применение наночастиц металлов. Наноструктурированные пленки с включением оксидов металлов и нерастворимых медиаторов электронного переноса. Миниатюризация биосенсоров. Особенности функционирования нанобиосенсоров.

Тема 17. Биосенсоры в пищевой промышленности

17. Биосенсоры в пищевой промышленности. Контроль качества продуктов питания по основным биомаркерам. Определение витаминов, антиоксидантной емкости с помощью биосенсоров на основе ксантиноксидазы и ДНК-сенсоров. Проблема учета влияния матрицы. Примеры использования биосенсоров для решения специальных задач: старение продуктов питания, оценка возраста вина и крепких спиртных напитков, фальсификация продуктов питания. Понятие биокода (bar code) для идентификации продуктов питания. Проблема ГМО.

Тема 18. Перспективы развития биосенсоров. Коммерциализация исследований в области биосенсоров (круглый стол с участием ведущих специалистов).

18. Перспективы развития биосенсоров. Коммерциализация исследований в области биосенсоров (круглый стол с участием ведущих специалистов). Особенности проблемы коммерциализации научных результатов применительно к биосенсорам. Success story - глюкометры как пример коммерциализации разработки высшей школы. Требования, предъявляемые к биосенсорам с точки зрения их последующей коммерциализации. Стандартизация биологического материала и сигнала сенсоров. Проблема ограниченного времени жизни биосенсора.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

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

Биолюминесцентные технологии - http://biolum.sfu-kras.ru

Биосенсоры в Казанском университете - chem.kpfu.ru

Лаборатория биологических микрочипов - http://www.biochip.ru/

Нанотехнологии и наноматериалы - http://www.microsystems.ru/files/publ/601.htm

Научно-образовательный центр по нанотехнологиям МГУ - http://nano.msu.ru/

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Перед посещением лекции рекомендуется предварительно ознакомиться с материалом по ее тематике, уделяя особое внимание терминологии и связи с ранее рассмотренными темами в рамках курса. При необходимости следует просмотреть учебные материалы по базовым дисциплинам, если они привлекаются при обсуждении нового материала на лекции (биополимеры, биохимия метаболических процессов, основы инструментальных методов анализа). После лекции рекомендуется просмотреть конспект, отмечая материал и вопросы, вызвавшие затруднения для понимания. Если самостоятельно в лекционном материале разобраться не удалось, следует четко сформулировать вопросы и обратиться за разъяснениями к преподавателю на консультации или ближайшей лекции. Также необходимо контролировать усвоение пройденного материала по контрольным вопросам к лекциям.

Вид работ	Методические рекомендации
самостоя-тельная работа	Самостоятельная работа при изучении дисциплин включает чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины; знакомство с Интернет-источниками; подготовку к различным формам контроля (тесты, контрольные работы, коллоквиумы); подготовку и написание рефератов; выполнение контрольных работ; подготовку ответов на вопросы по различным темам дисциплины в той последовательности, в какой они представлены. Планирование времени, необходимого на изучение дисциплин, студентам лучше всего осуществлять весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно прорабатывать и дополнять сведениями из других источников литературы, представленных не только в программе дисциплины, но и в периодических изданиях. При изучении дисциплины сначала необходимо по каждой теме прочитать рекомендованную литературу и составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме для освоения последующих тем курса. Для расширения знания по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы; проводить поиски в различных системах и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем. При подготовке к контрольной работе необходимо прочитать соответствующие страницы основного учебника. Желательно также чтение дополнительной литературы. При написании контрольной работы ответ следует иллюстрировать схемами. При выполнении самостоятельной работы по написанию реферата студенту необходимо: прочитать теоретический материал в рекомендованной литературе, периодических изданиях, на Интернет-сайтах; творчески переработать изученный материал и представить его для отчета в форме реферата, проиллюстрировав схемами, диаграммами, фотографиями и рисунками.
зачет	Подготовка к зачету включает изучение конспектов лекций и вспомогательных материалов, предоставляемых преподавателем (презентации лекций, ссылки на Интернет-ресурсы, рекомендуемая литература). После изучения лекций необходимо проработать наиболее сложные и плохо усвоенные вопросы с помощью основной и дополнительной учебной литературы, рекомендованной к курсу. При оценке уровня требований преподавателя следует руководствоваться результатами оценки контрольной работы и устных опросов.

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

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;

- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;

- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;

- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:

- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;

- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;

- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по специальности: 04.05.01 "Фундаментальная и прикладная химия" и специализации "Фундаментальная химия: материалы будущего".

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.03.03 Биосенсоры в медицине, экологии и биотехнологии

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Специальность: 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: Фундаментальная химия: материалы будущего

Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Основная литература:

1.Наноматериалы. Свойства и сферы применения : учебник для вузов / Г. И. Джардималиева, К. А. Кыдралиева, А. В. Метелица, И. Е. Уфлянд. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 200 с. - ISBN 978-5-8114-7884-2. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/166935 (дата обращения: 26.01.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Евтюгин, Г. А. Проблемы безопасности среды обитания человека: учебное пособие / Г. А. Евтюгин, Г. К. Будников, Е. Е. Стойкова ; Казан. гос. ун-т, Хим. ин-т им. А. М. Бутлерова .- (Казань : Научная библиотека Казанского федерального университета, 2014) .Ч. 1: Безопасность жилища. - Казань: Казанский университет, 2007. - 51 с. - Текст : электронный. - URL:

https://allfind.kpfu.ru/r/RU05CLSL05CEOR05C1945 (дата обращения: 26.01.2024). - Режим доступа: открытый.

3. Евтюгин, Г. А. Проблемы безопасности среды обитания человека: учебное пособие / Г. А. Евтюгин, Г. К. Будников, Е. Е. Стойкова ; Казан. гос. ун-т, Хим. ин-т им. А. М. Бутлерова .- (Казань : Научная библиотека Казанского федерального университета, 2014) .Ч. 2: Безопасность продуктов питания. - Казань: Казанский университет, 2007. - 62 с. - Текст : электронный. - URL:

https://allfind.kpfu.ru/r/RU05CLSL05CEOR05C1946 (дата обращения: 26.01.2024). - Режим доступа: открытый.

Дополнительная литература:

1. Евтюгин, Г.А. Основы биосенсорики: учебное пособие / Г. А. Евтюгин, Г. К. Будников, Е. Е. Стойкова ; Казан. гос. ун-т, Хим. ин-т им. А. М. Бутлерова . - Казань : [КГУ], 2007. - 80 с. - Текст : электронный. - URL: https://allfind.kpfu.ru/r/RU05CLSL05CEOR05C1932 (дата обращения: 26.01.2024). - Режим доступа: открытый.

2. Горбенко, Г. П. Физические основы биосенсорики : учебное пособие / Г.П. Горбенко, В.М. Трусова, М.П. Евстигнеев. - Москва : Вузовский учебник : ИНФРА-М, 2021. - 140 с. - ISBN 978-5-9558-0415-6. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1216468 (дата обращения: 26.01.2024). - Режим доступа: по подписке.

3.Будников, Г. К. Модифицированные электроды для вольтамперометрии в химии, биологии и медицине / Г. К. Будников, Г. А. Евтюгин, В. Н. Майстренко. - 4-е изд. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 419 с. - ISBN 978-5-00101-723-3. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/135505 (дата обращения: 26.01.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.03.03 Биосенсоры в медицине, экологии и биотехнологии

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Специальность: 04.05.01 - Фундаментальная и прикладная химия

Специализация: Фундаментальная химия: материалы будущего

Квалификация выпускника: Химик. Преподаватель химии

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.