

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»

Факультет nano- и биомедицинских технологий

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебно-методической работе,
профессор

Е.Д. Елина

« 05 »

2016 г.



Рабочая программа дисциплины

Материалы для биодатчиков

Направление подготовки магистратуры
22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов»

Профиль подготовки магистратуры
«Материаловедение фармацевтического и медицинского назначения»

Квалификация (степень) выпускника
Магистр

Форма обучения
очная

Саратов, 2016 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Материалы для биодатчиков» является расширение и углубление у обучающихся необходимых знаний и навыков для проведения комплексных технологических расчетов по выбору материала для биодатчиков с заданными условиями с использованием стандартных и специальных программных продуктов, а также формирование умения анализировать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии для рационального выбора материалов в целях их дальнейшего использования для создания биодатчиков.

Задачами освоения дисциплины являются:

- формирование и углубление знаний о типах неорганических и органических материалов биомедицинского назначения и их функциональных свойствах; о классификации материалов для биодатчиков и их составляющих;
- формирование умений обосновывать выбор материала для заданных условий, опираясь на знания органических и неорганических материалов и материалов биомедицинского назначения с учетом совместимости материалов для создания биодатчиков;
- овладение навыками самостоятельного выбора материала для заданных условий эксплуатации и для создания биодатчиков с учетом требований надежности, долговечности, экономичности и биосовместимости.

2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Курс «Материалы для биодатчиков» относится к вариативной части блока Б1 «Дисциплины» образовательного модуля «Материалы и технологии создания биодатчиков, используемых как в неинвазивной диагностике, так и при клинических исследованиях» и изучается магистрантами дневного отделения факультета нано- и биомедицинских технологий СГУ, обучающимися по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов» и профилю «Материаловедение фармацевтического и медицинского назначения», в течение 1 учебного семестра.

Материал дисциплины опирается на ранее приобретенные студентами знания по материаловедению и химии и подготавливает студентов к изучению таких дисциплин как «Особенности основных функциональных элементов биодатчиков» и «Технологии, применяемые при производстве сенсорных структур для биологии и медицины».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины «Материалы для биодатчиков» формируются следующие компетенции:

СПК-10. Готовность проводить выбор материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности, долговечности, экономичности и биосовместимости (при необходимости) на основе знания основных типов неорганических и органических материалов электроники и материалов биомедицинского назначения, в том числе наноматериалов.

В результате освоения дисциплины обучающийся студент должен:

- знать типы неорганических и органических материалов биомедицинского назначения и их функциональные свойства; классификацию материалов для биодатчиков и их составляющих;
- уметь обосновывать выбор материала для заданных условий, опираясь на знания органических и неорганических материалов и материалов биомедицинского назначения с учетом совместимости материалов для создания биодатчиков;
- владеть навыками самостоятельного выбора материала для заданных условий эксплуатации и для создания биодатчиков с учетом требований надежности, долговечности, экономичности и биосовместимости.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Недел я семест ра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (<i>по неделям семестра</i>) Формы промежуточной аттестации (<i>по семестрам</i>)
				Лек	Лаб.	Пр.	СРС	
1	Введение. Строение биодатчика	1	1	1	2	2	6	<i>Выборочный опрос, доклад</i>
2	Материалы для биодатчиков на основе протеинов		2-3	2	4	4	12	<i>Выборочный опрос, доклад</i>
3	Материалы для ферментативных биодатчиков		4-5	2	4	4	12	<i>Выборочный опрос, доклад</i>
4	Материалы для иммуносенсоров		6	1	2	2	11	<i>Выборочный опрос, доклад</i>
5	Материалы для биодатчиков на основе нуклеиновых кислот		7	1	2	2	10	<i>Выборочный опрос, доклад</i>
6	Материалы для иммобилизации распознающих элементов		8-9	2	4	4	12	<i>Выборочный опрос, доклад</i>
7	Материалы преобразующих элементов		10-11	2	2	2	12	<i>Выборочный опрос, доклад</i>
8	Применение наноматериалов для биодатчиков		12-13	1	2	2	13	<i>Выборочный опрос, доклад</i>
Итого:				12	22	22	88	Экзамен

Содержание дисциплины

1. Введение. Строение биодатчика.

Биодатчики: определения, устройство и компоненты. Методы распознавания анализа. Методы преобразования сигнала. Характеристики биодатчиков. Области применения.

2. Материалы для биодатчиков на основе протеинов

Аминокислоты. Химическая структура протеинов. Структура макромолекул протеина. Нековалентные химические связи в молекулах протеина.

3. Материалы для ферментативных биодатчиков

Классификация ферментов. Компоненты и кофакторы ферментов. Методы преобразования в ферментативных биосенсорах. Кинетика ферментативных реакций. Ингибирование ферментов.

4. Материалы для иммуносенсоров

Антитела: структура и функция. Аффинность и авидность комплекса антитело–антиген. Аналитические применения. Методы преобразования без меток в иммуносенсорах. Методы преобразования с метками в иммуносенсорах. Метки фермента в иммунологическом исследовании.

5. Материалы для биодатчиков на основе нуклеиновых кислот

Структура и свойства нуклеиновых кислот. Аналоги нуклеиновых кислот. Нуклеиновые кислоты как рецепторы в процессах распознавания. Методы преобразования в сенсорах нуклеиновых кислот.

6. Материалы для иммобилизации распознающих элементов

Природные и синтетические полимеры. Неорганические материалы. Углеродные материалы подложек. Металлические материалы. Полупроводниковые материалы. Гидрогели.

7. Материалы преобразующих элементов

Металлические материалы и их электрические свойства. Полупроводниковые материалы и их электрические свойства. Пьезокристаллические материалы и их электрические свойства. Стекла и их оптические свойства. Светопоглощающие и флуоресцирующие красители.

8. Применение наноматериалов для биодатчиков

Металлические наноматериалы. Углеродные наноматериалы. Полимерные и неорганические нановолокна. Магнитные микро- и наночастицы. Полупроводниковые наноматериалы. Люминесцентные наноматериалы лантаноидных соединений.

Примерная тематика практических занятий (семинаров)

1. Природные и синтетические полимеры.
2. Физико-химические свойства твердых тел.
3. Наноматериалы.
4. Протеины в процессах распознавания.
5. Ферменты, используемые в биодатчиках
6. Материалы для иммобилизации в иммуносенсорах.
7. Материалы для иммобилизации нуклеиновых кислот.

Примечание:

Темы для семинарских занятий выбираются и конкретизируются преподавателем, ведущим семинары, по согласованию с преподавателем, читающим лекции.

Примерный перечень лабораторных работ

Выполняется не менее 2-х лабораторных работ из перечня:

1. Приготовление водного раствора ДНК и его характеристика.
2. Приготовление коллоидного раствора серебряных наночастиц и их характеристика.
3. Нанесение тонких пленок металла в вакууме.
4. Определение химических связей в полимере с помощью ИК-Фурье спектрометра.

5. Образовательные технологии

В преподавании дисциплины «Материалы для биодатчиков» используются следующие образовательные технологии:

- лекционные занятия;
- лабораторные занятия;
- практические занятия;
- самостоятельная внеаудиторная работа.

При проведении лекционных и практических занятий используется ПК и мультимедийный проектор или широкоформатный монитор.

С целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся не менее 40% аудиторных часов проводятся в интерактивной форме, в диалоговом режиме, режиме дискуссий, в том числе при разборе докладов по темам, перечень которых приведен ниже. Не менее 75% аудиторных часов проводятся в форме практических занятий и лабораторных практикумов. В активной форме проводится разбор конкретных материалов для биодатчиков и детальный анализ их свойств в соответствии с приведенным ниже списком тем (по выбору преподавателя).

Текущий контроль самостоятельной работы осуществляется во время проведения практических занятий. Оценочными средствами для текущего контроля успеваемости являются вопросы и задания из списка заданий для самоконтроля, приведенного ниже. Промежуточная аттестация проводится в конце семестра в форме экзамена. Оценка на экзамене ставится на основании письменной работы, содержащей ответы студента на вопросы из приведенного ниже списка и, при необходимости, устных ответов на дополнительные вопросы.

Аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в конце курса. Итоговая оценка формируется с учетом оценки студента на экзамене, итогов работы студента на практических занятиях и при выполнении лабораторных

работ. Это подразумевает систематическую активную работу студентов на практических занятиях, удовлетворительные ответы студентов на вопросы, возникающие при обсуждении тем семинаров, отчет студентов по темам пропущенных практических занятий, успешный отчет студентов по итогам выполнения лабораторных работ в соответствии с заданиями и контрольными вопросами, приведенными в методических указаниях по выполнению лабораторных работ. Описание лабораторных работ, в том числе в электронном виде, хранится на кафедре МТиУК.

Условия обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья:

- предоставление инвалидам по зрению или слабовидящим возможностей использовать крупноформатные наглядные материалы;
- организация коллективных занятий в студенческих группах с целью оказания помощи в получении информации инвалидам и лицам с ограниченными возможностями по здоровью;
- проведение индивидуальных коррекционных консультаций для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья;
- использование индивидуальных графиков обучения;
- использование дистанционных образовательных технологий.

**6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.
Оценочные средства для текущего контроля успеваемости,
промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

Самостоятельная работа студентов в объеме 88 часов по дисциплине «Материалы для биодатчиков» проводится в течение всего периода изучения дисциплины и заключается в чтении и изучении литературы, подготовке к лекциям, к контрольной работе, в выполнении заданий лектора.

Самостоятельная работа студентов подразумевает работу под руководством преподавателей (консультации и помощь в подготовке доклада и при выполнении домашних заданий) и индивидуальную работу студента в компьютерном классе или библиотеке.

Рекомендуется:

- для качественного усвоения материала лекций разбирать вопросы, изложенные в каждой очередной лекции, до следующей, по непонятым деталям консультироваться у лектора, читать соответствующую литературу;
- при подготовке к семинарским занятиям пользоваться рекомендациями преподавателя, ведущего семинары, готовить краткий конспект по вопросам темы, изучать рекомендуемую основную и дополнительную литературу;

- при подготовке к контрольной работе пользоваться лекциями и рекомендованной литературой;
- задания, которые даются лектором во время лекции по отдельным вопросам, обязательны для выполнения, и качество их выполнения будет проверяться во время зачета.

Вопросы и задания для самоконтроля
при выполнении самостоятельной работы

1. Что такое биодатчик? Нарисуйте функциональную схему сенсора. Какие материалы могут использоваться для создания биодатчика?
2. Что такое обобщенная структура α -аминокислоты? Дайте обзор общих свойств аминокислот. Прокомментируйте частные характеристики некоторых аминокислот и объясните причину их особого поведения.
3. Почему протеин подвергается денатурализации, если уровень pH отклоняется от естественного значения?
4. Что может произойти, если водный раствор протеина смешать с неводным растворителем?
5. Как ферменты могут быть использованы в биосенсорах? Какие аналиты могут обнаруживаться биосенсорами?
6. Какова роль кофактора фермента?
7. Запишите уравнение Михаэлиса-Ментена. Для какого случая оно используется? Объясните значение константы Михаэлиса.
8. Какие главные части присутствуют в антителах и каковы их функции?
9. Какие антитела лучше всего подходят для аналитического применения и почему?
10. Из чего состоят нуклеиновые кислоты?
11. В чем структурное различие между ДНК и РНК?
12. Какие могут существовать аналоги нуклеиновых кислот, и каковы их потенциальные преимущества по сравнению с естественными?
13. Опишите механизм гибридизации нуклеиновых кислот.
14. Напишите активные группы в полимерах и их химические реакции с биосовместимыми функциональными группами.
15. Приведите несколько методов ковалентного связывания с полистироном.
16. Что такое полупроводник? Зонная диаграмма полупроводника. Как примесь влияет на проводимость?
17. Что такое пьезоэффект? Напишите физические и конструктивные свойства пьезокристаллов.
18. Кратко опишите молекулярные процессы, использующиеся в оптических сенсорах.
19. Какой формой могут обладать металлические наночастицы, и от чего она зависит?
20. Какие аллотропные модификации углерода вы знаете? Какой вид связи для них характерен?

21. Что такое одностенные и многостенные углеродные нанотрубки? Из чего они состоят?
22. Каким образом можно управлять электрическими свойствами углеродных нанотрубок?
23. Что такое квантовые точки? Какой структурой они обладают? Как они могут быть стабилизированы в коллоидном растворе?

При реализации программы дисциплины «Материалы для биодатчиков» студентам предлагается подготовить доклад по теме из предлагаемого списка.

Примерный перечень предлагаемых тем докладов:

1. Синтез белков и их характеристика.
2. Синтез ферментов и их характеристика
3. Синтез антител и их характеристика
4. Синтез нуклеиновых кислот и их характеристика
5. Синтез наноматериалов и их характеристика
6. Синтез полимеров и их характеристика

Оценка степени освоения дисциплины осуществляется в формах текущего контроля успеваемости и аттестации по итогам освоения дисциплины.

Текущий контроль успеваемости проводится в форме устного опроса на практических (семинарских) занятиях в соответствии с темой занятия и с использованием вопросов и заданий из списка для самоконтроля. Аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме экзамена. Оценочными средствами для аттестации в форме экзамена являются контрольные вопросы, приведенные ниже в подразделе «Вопросы для проведения аттестации по итогам освоения дисциплины в форме экзамена».

Вопросы для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в форме экзамена

1. Биодатчики: определения, устройство и компоненты. Характеристики биодатчиков. Области применения
2. Аминокислоты. Структура макромолекул протеина.
3. Химическая структура протеинов. Нековалентные химические связи в молекулах протеина.
4. Классификация ферментов. Компоненты и кофакторы ферментов.
5. Методы преобразования в ферментативных биосенсорах.
6. Кинетика ферментативных реакций.
7. Ингибирование ферментов.

8. Антитела: структура и функция. Аффинность и авидность комплекса антитело–антиген. Аналитические применения.
9. Методы преобразования без меток в иммуносенсорах. Методы преобразования с метками в иммуносенсорах. Метки фермента в иммунологическом исследовании.
10. Структура и свойства нуклеиновых кислот. Аналоги нуклеиновых кислот.
11. Нуклеиновые кислоты как рецепторы в процессах распознавания. Методы преобразования в сенсорах нуклеиновых кислот.
12. Природные и синтетические полимеры.
13. Неорганические материалы. Углеродные материалы подложек. Металлические материалы. Полупроводниковые материалы.
14. Гидрогели.
15. Металлические материалы и их электрические свойства. Полупроводниковые материалы и их электрические свойства.
16. Пьезокристаллические материалы и их электрические свойства. Стекла и их оптические свойства.
17. Светопоглощающие и флуоресцирующие красители.
18. Металлические наноматериалы. Магнитные микро- и наночастицы.
19. Углеродные наноматериалы.
20. Полимерные и неорганические нановолокна.
21. Полупроводниковые наноматериалы. Люминесцентные наноматериалы лантаноидных соединений.

7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1. Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности в семестре

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
1	10	20	20	20	0	0	30	100

Программа оценивания учебной деятельности студента в семестре

1 семестр

Лекции

Посещаемость, контрольные опросы, активность за семестр – от 0 до 10 баллов.

Лабораторные занятия

Выполнение лабораторных работ – от 0 до 20 баллов.

Практические занятия

Посещаемость, выборочные опросы, активность – от 0 до 20 баллов.

Самостоятельная работа

Углубленное изучение отдельных теоретических вопросов по дополнительной литературе, выполнение самостоятельных практических заданий, подготовка доклада в течение семестра – от 0 до 20 баллов.

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено.

Другие виды учебной деятельности

Не предусмотрены другие виды учебной деятельности.

Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в форме устного собеседования.

21-30 баллов – ответ на «отлично»,

11-20 баллов – ответ на «хорошо»,

6-10 баллов – ответ на «удовлетворительно»,

0-5 баллов – неудовлетворительный ответ.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента по дисциплине «Материалы для биодатчиков» составляет 100 баллов.

Таблица 2. Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Материалы для биодатчиков» в оценку (экзамен)

81 балл и более	«отлично»
от 61 до 80 баллов	«хорошо»
от 41 до 60 баллов	«удовлетворительно»
меньше 40 баллов	«неудовлетворительно»

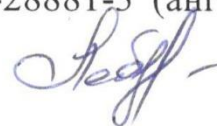
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Ф. -Г. Баника. Химические и биологические сенсоры: основы применения [Текст] / - Москва : Техносфера, 2014. - ISBN 978-5-94836-380-6. - ISBN 978-0-470-71066-1 (англ.)
2. Барышева, Е. С. Теоретические основы биохимии [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Е. С. Барышева, О. В. Баранова, Т. В. Гамбург. - Оренбург : ГОУ ОГУ, 2012. - 360 с.
3. Волькенштейн М. В. Биофизика [Электронный ресурс] / М. В. Волькенштейн. - Москва : Лань, 2012. - 594 с.

б) дополнительная литература:

1. Б. Эггинс Химические и биологические сенсоры [Текст] : учеб. пособие / пер. с англ. М. А. Слинкина ; доп. Т. М. Зиминой, В. В. Лучинина. - Москва : Техносфера, 2005. - 335, [1] с. : ил. - (Мир электроники). - Библиогр.: с. 333-335. - ISBN 5-94836-045-8. - ISBN 0 471 89913 5 (англ.) ✓
2. К. Уорден Новые интеллектуальные материалы и конструкции. Свойства и применение [Текст] / пер. с англ. под ред. С. Л. Баженова. - Москва : Техносфера, 2006. - 223, [1] с. : ил. - (Мир материалов и технологий). - Библиогр. в конце глав. - ISBN 5-94836-065-2 (в пер.). - ISBN 981-02-4776-1 (англ.) ✓
3. Р. Кельнер [и др.] Аналитическая химия. Проблемы и подходы [Текст] = Analytical Chemistry : в 2 т. / пер. с англ. А. Г. Борзенко [и др.] под ред. Ю. А. Золотова. - Москва : Мир : АСТ, 2004. - (Лучший зарубежный учебник). - ISBN 5-03-003559-1 (Мир). - ISBN 3-527-28881-3 (англ.). - ISBN 5-17-13406-1 (АСТ). ✓



в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Windows XP/Vista/7 Professional
2. Антивирус Касперского 6.0 для Windows Workstations
3. Microsoft Office профессиональный 2010
4. Каталог образовательных Интернет-ресурсов. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/window/>
5. Зональная научная библиотека им. В.А. Артисевич Саратовского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского. – Режим доступа: <http://library.sgu.ru/>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Занятия по дисциплине «Материалы для биодатчиков» проводятся в аудиториях, оснащенных мультимедийными установками и компьютерной техникой. Для проведения лабораторных занятий необходима оборудованная в соответствии с правилами техники безопасности химическая лаборатория, а также следующее основное измерительное и технологическое оборудование:

- анализатор частиц типа Malvern Zetasizer Nano Series;
- спектрофотометр в УФ диапазоне типа UV-2550PC;
- ИК-Фурье спектрометр типа Nicolet 6700;
- установка для вакуумного напыления типа ВУП-5.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов» с учетом профиля «Материаловедение фармацевтического и медицинского назначения».

Программа одобрена на заседании кафедры материаловедения, технологии и управления качеством от 31 марта 2015 г., протокол № 6.

Программа актуализирована в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 28 августа 2015 г. № 907, и профилем подготовки «Материаловедение фармацевтического и медицинского назначения»

Актуализация программы одобрена на заседании кафедры материаловедения, технологии и управления качеством от 14 января 2016 г., протокол № 5.

Авторы:

доцент кафедры материаловедения,
технологии и управления
качеством, к.т.н.

И.В. Маляр

Зав. кафедрой материаловедения,
технологии и управления качеством,
профессор

« 14 » января 2016 г.

С.Б. Вениг

Декан факультета нано- и биомедицинских
технологий, профессор

« 14 » января 2016 г.

С.Б. Вениг