

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского»

Факультет нано- и биомедицинских технологий

УТВЕРЖДАЮ:  
Проректор по учебно-методической работе,  
профессор

Елина

« 05 »

2016 г.



Рабочая программа дисциплины

**Особенности основных функциональных элементов 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 «Особенности основных функциональных элементов биодатчиков» является дальнейшее развитие у обучающихся навыков по применению полученных инженерных знаний к решению практических задач по разработке биодатчиков, а также формирование умения выполнять теоретические и практические исследования и вырабатывать организационно-технические решения, касающиеся основных типов современных биодатчиков и методов их получения.

Задачами освоения дисциплины являются:

- формирование знаний о классификации биодатчиков, о преимуществах и недостатках биодатчиков, об основных параметрах биодатчиков;
- формирование умений выбирать типы и варианты конструкций биодатчиков в соответствии с поставленной задачей, экспериментально исследовать параметры и характеристики биодатчиков, анализировать и оптимизировать режимы их работы;
- овладение навыками выбора типа и варианта конструкций биодатчиков в соответствии с методами и задачами проведения исследований и диагностики, удовлетворяющего по метрологическим характеристикам, конструктивным и электрическим параметрам;

## 2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Курс «Особенности основных функциональных элементов биодатчиков» относится к блоку факультативных дисциплин 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 3 учебного семестра.

Материал дисциплины опирается на ранее приобретенные студентами знания по дисциплинам «Материалы для биодатчиков», «Моделирование свойств материалов и процессов» и «Основы физико-химических процессов, лежащих в основе работы биодатчиков различных типов».

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины «Особенности основных функциональных элементов биодатчиков» формируются следующие компетенции:

СПК-8. Способность и готовность к проведению химико-технологических исследований и разработке методик диагностики заболеваний с применением

биодатчиков, в том числе дистанционно-управляемых, используемых в неинвазивной диагностике и при клинических исследованиях.

СПК-9. Способность к использованию технических средств и электронных приборов для измерения и контроля основных параметров биодатчиков; готовность к применению инженерных знаний для их разработки и реализации схем подключения при проведении клинических исследований, удовлетворяющих заданным требованиям, в том числе требованиям экономической эффективности, технической и экологической безопасности

В результате освоения дисциплины обучающийся студент должен:

- знать классификацию биодатчиков, преимущества и недостатки биодатчиков, основные параметры биодатчиков;
- уметь выбирать типы и варианты конструкций биодатчиков в соответствии с поставленной задачей, экспериментально исследовать параметры и характеристики биодатчиков, анализировать и оптимизировать режимы их работы;
- владеть навыками выбора типа и варианта конструкций биодатчиков в соответствии с методами и задачами проведения исследований и диагностики, удовлетворяющего по метрологическим характеристикам, конструктивным и электрическим параметрам.

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лек	Лаб.	Пр.	СРС	
1	Введение	3	1	1		2	3	Выборочный опрос, доклад
2	Особенности основных функциональных элементов термохимических биодатчиков		2	1		2	3	Выборочный опрос, доклад
3	Особенности основных функциональных элементов потенциметрических биодатчиков		3-4	2		4	4	Выборочный опрос, доклад
4	Особенности основных		5	1		2	3	Выборочный

	функциональных элементов полупроводниковых биодатчиков							<i>опрос, доклад</i>
5	Особенности основных функциональных элементов амперометрических ферментативных биодатчиков		6-7	2		4	4	<i>Выборочный опрос, доклад</i>
6	Особенности основных функциональных элементов электрохимических аффинных и нуклеино-кислотных биодатчиков		8	1		2	3	<i>Выборочный опрос, доклад</i>
7	Особенности основных функциональных элементов биодатчиков на основе электрического импеданса		9	1		2	4	<i>Выборочный опрос, доклад</i>
8	Особенности основных функциональных элементов оптических биодатчиков		10-11	1		2	4	<i>Выборочный опрос, доклад</i>
9	Особенности основных функциональных элементов акустических биодатчиков		12	1		2	4	<i>Выборочный опрос, доклад</i>
10	Особенности основных функциональных элементов микрокантелеферных биодатчиков		13	1		2	4	<i>Выборочный опрос, доклад</i>
	<b>Итого:</b>			<b>12</b>		<b>24</b>	<b>36</b>	<b>Зачет</b>

## Содержание дисциплины

### 1. Введение

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

2. Особенности основных функциональных элементов термодимических биодатчиков

Резистивные температурные преобразователи. Термоэлементы. Ферментативные сенсоры на основе термисторов. Ферментативные сенсоры на основе термоэлементов. Мультиферментативные термохимические сенсоры.

### *3. Особенности основных функциональных элементов потенциометрических биодатчиков*

Электрохимическая ячейка. Электроды сравнения. Уравнение Нернста. Измерение и калибровка. Характеристики потенциометрических сенсоров. Биодатчики с рН-электродами. Биодатчики с аммиак-чувствительными электродами. Биодатчики с СО<sub>2</sub>-чувствительными электродами. Биодатчики с иодид-чувствительными электродами.

### *4. Особенности основных функциональных элементов полупроводниковых биодатчиков*

Полевой транзистор. Характеристики полевого транзистора. Ферментные полевые транзисторы. Нуклеино-кислотные полевые транзисторы.

### *5. Особенности основных функциональных элементов амперометрических ферментативных биодатчиков*

Виды амперометрических сенсоров. Амперометрические ферментативные сенсоры первого поколения. Амперометрические ферментативные сенсоры второго поколения. Амперометрические ферментативные сенсоры третьего поколения

### *6. Особенности основных функциональных элементов электрохимических аффинных и нуклеино-кислотных биодатчиков*

Ферментно-связанные амперометрические иммуносенсоры. Применение наноматериалов в амперометрических иммуносенсорах. Амперометрические сенсоры нуклеиновой кислоты на основе самоиндицирующейся гибридизации. Нуклеиновые кислоты как распознающие материалы ненуклеотидных соединений. Аптамерные амперометрические сенсоры.

### *7. Особенности основных функциональных элементов биодатчиков на основе электрического импеданса*

Электрический импеданс. Электрохимическая импедансная спектроскопия. Электрохимические импедансные аффинные сенсоры. Биокаталитические импедометрические сенсоры. Импедометрические сенсоры нуклеиновых кислот.

### *8. Особенности основных функциональных элементов оптических биодатчиков*

Взаимодействие света с веществом. Сенсоры на основе оптических волноводов. Спектрометрические методы измерения. Преобразование сигнала в оптических сенсорах. Оптические ферментативные сенсоры. Оптические аффинные сенсоры. Оптические ДНК-сенсоры.

### *9. Особенности основных функциональных элементов акустических биодатчиков*

Пьезоэффект. Кварцевые микровесы. Иммуносенсоры на основе кварцевых микровесов. Сенсоры нуклеиновых кислот на основе кварцевых микровесов.

### *10. Особенности основных функциональных элементов микрокантилеверных биодатчиков*

Микрокантилеверы. Микрокантилеверные аффинные сенсоры. Ферментный анализ микрокантилеверными сенсорами. Микрокантилеверные сенсоры нуклеиновых кислот.

### **Примерная тематика практических занятий (семинаров)**

1. Разработка компьютерных моделей термодинамических биодатчиков.
2. Разработка компьютерных моделей потенциометрических биодатчиков.
3. Разработка компьютерных моделей полупроводниковых биодатчиков.
4. Разработка компьютерных моделей амперометрических ферментативных биодатчиков.
5. Разработка компьютерных моделей электрохимического аффинного и нуклеино-кислотного биодатчиков.
6. Разработка компьютерных моделей биодатчиков на основе измерения электрического импеданса.
7. Разработка компьютерных моделей оптических биодатчиков.
8. Разработка компьютерных моделей акустических биодатчиков.
9. Разработка компьютерных моделей микрокантилеверных биодатчиков.

### **Примечание:**

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

## **5. Образовательные технологии**

В преподавании дисциплины «Особенности основных функциональных элементов биодатчиков» используются следующие образовательные технологии:

- лекционные 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 66% аудиторных часов проводятся в форме практических занятий. В активной форме проводится разбор конкретных конструкций биодатчиков и моделирование их параметров 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 зачета. Оценка на зачете 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 зачете и итогов работы студента на практических занятиях. 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.

#### **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 33 часов по дисциплине «Особенности основных функциональных элементов 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 докладов 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 сенсор? Нарисуйте функциональную схему сенсора. Виды распознающих элементов. Виды трансдюсеров. Характеристики сенсора.
2. Какие виды трансдюсеров применяются для термохимических ферментативных сенсоров? Объясните принцип действия каждого из них.
3. Нарисуйте схему экспериментальной установки термохимического ферментативного сенсора, объясните роль каждого компонента.
4. Кратко расскажите о методах определения нескольких аналитов для мультиферментативных термических сенсоров
5. Как можно повысить предел обнаружения термохимического ферментативного сенсора?
6. Дайте определение термодинамической активности. Её связь с другими параметрами раствора.
7. Что такое электрод сравнения и какова его роль в гальванической ячейке?
8. Какие основные типы электродов сравнения и соответствующие им полуэлементы вы знаете? Каким требованиям должен отвечать электрод сравнения для каждого случая?
9. Каковы достоинства и недостатки метода калибровочных кривых, а также методов стандартной добавки и многократной стандартной добавки в отношении точности и удобства измерений?

10. Что такое полупроводник? Зонная диаграмма полупроводника. Как примесь влияет на проводимость?
11. Нарисуйте зонную диаграмму структуры «металл-диэлектрик-полупроводник» (МДП-структура). Какой параметр влияет на распределения зарядов в МДП-структуре? Какие распределения могут наблюдаться?
12. Принцип действия полевого транзистора и конденсатора с МДП-структурой.
13. Нарисуйте зависимость тока от напряжения на затворе при постоянном напряжении между истоком и стоком. Укажите и объясните выбор участка на зависимости, подходящего для использования транзистора в качестве сенсора.
14. Подготовьте список ферментов и реакций с ними, которые могут быть использованы для создания ферментных полевых транзисторов.
15. Какие методы улучшения параметров ферментных полевых транзисторов вы знаете?
16. Кратко напишите основные виды преобразования сигнала используемые в амперометрических ферментативных сенсорах.
17. Напишите химические и электрохимические реакции, протекающие в амперометрических ферментативных сенсорах первого поколения.
18. Каким образом используются наноматериалы в ферментативных сенсорах первого поколения?
19. Что такое медиатор, и как она влияет на амперометрические ферментативные сенсоры? Каким требованиям должен удовлетворять медиатор?
20. Назовите основные виды органические соединений, используемых в качестве медиатора в амперометрических ферментативных сенсорах.
21. Какие виды электродов обеспечивают электронный перенос с фермента?
22. Какие наноматериалы могут использоваться для прямого переноса электрона с фермента? Опишите свойства таких материалов.
23. Нарисуйте эскиз структуры амперометрического иммуносенсора с метками для окислительно-восстановительных реакций.
24. Выберите несколько меток для окислительно-восстановительных реакций и предложите несколько процедур для ферментативного и электрохимического удаления аналита с них.
25. В амперометрических сенсорах ДНК гибридизация может быть установлена без меток. Каким образом? Какие электрохимические методы количественной оценки могут быть использованы для данных сенсоров?
26. Как можно усилить величину отклика в электрохимических биодатчиках?
27. Какие преимущества дает использование углеродных нанотрубок в электрохимических биодатчиках?

28. Что такое аптамеры, и как их создают? Какая главная область применения?
29. Что такое импеданс и адмитанс? Как они представляются аналитически и графически?
30. Какая эквивалентная схема используется для моделирования неферрадеевских процессов? Связь между параметрами схемы и импедансом.
31. Связь между физико-химическими параметрами электрохимического процесса с импедансом.
32. Использование ферментов в качестве чувствительного элемента в импедометрических сенсорах.
33. Устройство неферрадеевских импедометрических сенсоров нуклеиновых кислот.
34. Какой механизм распространения света в волноводе? Какое условие для этого должно выполняться?
35. Что такое затухающая волна? Как применяется в химических сенсорах?
36. Кратко опишите молекулярные процессы, использующиеся в спектрометрических методах.
37. Что такое люминесценция, и какие методы используются для возбуждения молекул, испускающих свет? Укажите различие между флуоресценцией и фосфоресценцией, рассматривая процессы в молекулах.
38. Как можно определить время жизни молекул в возбужденном состоянии?
39. Механизм комбинационного рассеяния света. Как можно повысить чувствительность отклика в методе комбинационного рассеяния света?
40. Кратко перечислите классы ферментов, подходящих для создания оптических биодатчиков? Для каждого класса напишите реагент или продукт реакции, который детектируется оптическим методом.
41. Напишите способы создания оптических сенсоров ДНК.
42. Что такое пьезоэффект? Напишите физические и конструктивные свойства пьезокристаллов.
43. Устройство кварцевых микровесов. Уравнение Зауэрбрея
44. Какие существуют трудности при использовании иммуносенсоров на основе кварцевых микровесов? Как они устраняются?
45. Какие главные преимущества и недостатки у пьезоэлектрических сенсоров нуклеиновых кислот?
46. Устройство микрокантилеверного сенсора.
47. Какие виды белков могут применяться для создания микрокантилеверного иммуносенсора?
48. Опишите некоторые методы усиления сигнала в микрокантилеверного сенсора нуклеиновых кислот.

При реализации программы дисциплины «Особенности основных функциональных элементов биодатчиков» студентам предлагается подготовить доклад по теме из предлагаемого списка.

**Примерный перечень предлагаемых тем докладов:**

1. Применение термохимических биодатчиков.
2. Применение потенциометрических биодатчиков.
3. Применение полупроводниковых биодатчиков
4. Применение амперометрических ферментативных биодатчиков
5. Применение электрохимических аффинных и нуклеино-кислотных биодатчиков
6. Применение сенсоров на основе электрического биодатчиков
7. Применение оптических биодатчиков
8. Применение акустических биодатчиков
9. Применение микрокантелеверных биодатчиков

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. Аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме зачета. Оценочными средствами для аттестации в форме зачета являются контрольные вопросы, приведенные ниже в подразделе «Вопросы для проведения аттестации по итогам освоения дисциплины в форме зачета».

**Вопросы для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в форме зачета**

1. Биодатчики: определения, устройство и компоненты. Характеристики биодатчиков. Области применения.
2. Методы распознавания аналита. Методы преобразования сигнала
3. Резистивные температурные преобразователи. Ферментативные сенсоры на основе термисторов.
4. Термоэлементы. Ферментативные сенсоры на основе термоэлементов.
5. Электрохимическая ячейка. Электроды сравнения. Уравнение Нернста. Измерение и калибровка. Характеристики потенциометрических сенсоров.
6. Биодатчики с рН-электродами. Биодатчики с аммиак-чувствительными электродами.
7. Биодатчики с CO<sub>2</sub>-чувствительными электродами. Биодатчики с иодид-чувствительными электродами

8. Полевой транзистор. Характеристики полевого транзистора.
9. Ферментные полевые транзисторы. Нуклеино-кислотные полевые транзисторы
10. Виды амперометрических сенсоров. Амперометрические ферментативные сенсоры первого поколения. Амперометрические ферментативные сенсоры второго поколения.
11. Амперометрические ферментативные сенсоры третьего поколения
12. Ферментно-связанные амперометрические иммуносенсоры. Применение наноматериалов в амперометрических иммуносенсорах.
13. Амперометрические сенсоры нуклеиновой кислоты на основе самоиндицирующейся гибридизации. Нуклеиновые кислоты как распознающие материалы ненуклеотидных соединений. Аптамерные амперометрические сенсоры
14. Электрический импеданс. Электрохимическая импедансная спектроскопия.
15. Электрохимические импедансные аффинные сенсоры. Биокаталитические импедометрические сенсоры.
16. Импедометрические сенсоры нуклеиновых кислот.
17. Взаимодействие света с веществом. Преобразование сигнала в оптических сенсорах. Оптические волноводы.
18. Сенсоры на основе оптических волноводов.
19. Спектрометрические методы измерения.
20. Оптические ферментативные сенсоры.
21. Оптические аффинные сенсоры.
22. Оптические ДНК-сенсоры
23. Пьезоэффект. Кварцевые микровесы.
24. Иммуносенсоры на основе кварцевых микровесов.
25. Сенсоры нуклеиновых кислот на основе кварцевых микровесов
26. Микрокантилеверы. Микрокантилеверные аффинные сенсоры.
27. Ферментный анализ микрокантилеверными сенсорами. Микрокантилеверные сенсоры нуклеиновых кислот

## 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	
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
3	20	0	20	30	0	0	30	100

### Программа оценивания учебной деятельности студента в семестре

#### 3 семестр

##### Лекции

Посещаемость, контрольные опросы, активность за семестр – от 0 до 20 баллов.

##### Лабораторные занятия

Не предусмотрены

##### Практические занятия

Посещаемость, выборочные опросы, результаты промежуточной контрольной работы, активность – от 0 до 20 баллов.

##### Самостоятельная работа

Углубленное изучение отдельных теоретических вопросов по дополнительной литературе, выполнение самостоятельных практических заданий, доклада в течение семестра – от 0 до 30 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 «Особенности основных функциональных элементов биодатчиков» составляет 100 баллов.

Таблица 2. Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Особенности основных функциональных элементов биодатчиков» в оценку (зачет)

60 баллов и более	«зачтено»
меньше 60 баллов	«не зачтено»

## 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. *Val*  
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). *Steff -*

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Windows XP 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 «Особенности основных функциональных элементов биодатчиков» проводятся в аудиториях, оснащенных мультимедийными установками и компьютерной техникой.

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 nano- и биомедицинских  
технологий, профессор

« 14 » января 2016 г.

С.Б. Вениг