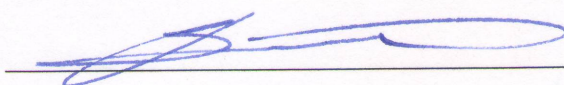


**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский  
государственный университет  
имени Н.Г. Чернышевского»**

Факультет нано- и биомедицинских технологий

**СОГЛАСОВАНО**


Зав. кафедрой материаловедения,  
технологии и управления качеством,  
д.ф.-м.н., профессор С.Б. Вениг



« 18 » марта 2016 г.

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан факультета нано- и  
биомедицинских технологий,  
д.ф.-м.н., профессор С.Б. Вениг



« 18 » марта 2016 г.

**Фонд оценочных средств**

Текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

**Основы физико-химических процессов, лежащих в основе работы  
биодатчиков различных типов**

Направление подготовки  
бакалавриата/магистратуры  
22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

Профиль подготовки бакалавриата/магистратуры  
«Материаловедение фармацевтического и медицинского назначения»

Квалификация (степень) выпускника  
Магистр

Форма обучения  
очная

Саратов, 2016 год

## 1. Карта компетенций

Контролируемые компетенции (шифр компетенции)	Планируемые результаты обучения (знает, умеет, владеет, имеет навык)
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	<b>Знать:</b> основные физико-химические принципы работы биодатчиков, способы измерения физиологических параметров
	<b>Уметь:</b> конструировать биодатчики и системы на их основе, обрабатывать данные с биодатчиков для получения диагностических сигналов
	<b>Владеть:</b> теорией работы биодатчиков различных типов, методами обработки данных с датчиков
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	<b>Знать:</b> необходимые свойства материалов для работы биодатчиков, основные типы применяемых в данный момент материалов, связь между структурой материала и его свойствами
	<b>Уметь:</b> проводить измерение свойств материалов и тесты на биосовместимость
	<b>Владеть:</b> навыками выбора функциональных материалов для обеспечения работы биодатчиков в заданных условиях эксплуатации с учетом требований надежности, долговечности, экономичности и биосовместимости.
СПК-11 способность самостоятельно выбирать технологии и режимы для получения биосенсорных материалов	<b>Знать:</b> Принципы получения и обработки сигнала с биодатчиков, основы проектирования измерительных систем, основные физико-химические закономерности в тех их важнейших аспектах, которые непосредственно касаются возможности практической реализации

структур, разрабатывать методы и средства автоматизации процессов измерения и контроля, обеспечивающих эффективное, технически и экологически безопасное производство материалов и структур, соответствующих мировым стандартам	биосенсорных структур
	<b>Уметь:</b> разрабатывать методы и средства измерения сигналов биодатчиков, контроля параметров биосенсорных структур; обосновывать выбор технологии получения биосенсорных структур
	<b>Владеть:</b> основными методами измерения и контроля биосигналов,

## 2. Показатели оценивания планируемых результатов обучения по дисциплине

Семестр	Шкала оценивания			
	2 (0 - 40 баллов)	3 (41 - 60 баллов)	4 (61 - 80 баллов)	5(81 - 100 баллов)
<b>2 семестр</b>	Студент не знает физико-химические основы конструирования биодатчиков, не понимает основы физических принципов их устройства, либо не владеет навыками по проектированию измерительных систем, проведению тестов на долговечность, пригодность к практической	Студент знает физико-химические основы конструирования биодатчиков, понимает некоторые основы физических принципов их устройства, в некоторой мере владеет навыками по проектированию измерительной системы, проведению тестов на долговечность, пригодность к практической эксплуатации, биосовместимость. Студент	Студент знает физико-химические основы конструирования биодатчиков, понимает физические принципы устройства, владеет необходимыми навыками по проектированию измерительной системы, проведению тестов на долговечность,	Студент в полной мере знает физико-химические основы конструирования биодатчиков, понимает физические принципы устройства, владеет необходимыми навыками по проектированию измерительных систем, проведению тестов на долговечность, пригодность к

	<p>эксплуатации, биосовместимость.</p> <p>Допускает грубые ошибки в описании принципов работы биодатчиков, не может внятно отвечать на вопросы при доступности источников.</p> <p>Самостоятельное проектирование невозможно даже при помощи более квалифицированных сотрудников. В результатах самостоятельной или практической работы обнаруживаются следы плагиата.</p>	<p>допускает ошибки в описании принципов работы биодатчиков.</p> <p>Недопонимание фундаментальных принципов и пробелы в знаниях требуют постоянного руководства и наблюдения со стороны квалифицированных сотрудников при самостоятельной работе.</p> <p>Проектирование системы измерения биосигналов возможно только в составе группы студентов.</p>	<p>пригодность к практической эксплуатации, биосовместимость. В то же время студент демонстрирует не критичные ошибки в данных знаниях и недопонимание фундаментальных принципов.</p> <p>Самостоятельная работа возможна под наблюдением более квалифицированных сотрудников или при некоторой помощи других обучающихся.</p>	<p>практической эксплуатации, биосовместимость.</p> <p>Может самостоятельно разрабатывать системы измерения биосигналов, помогать в работе менее квалифицированным коллегам.</p>
--	---	---	---	--

### **3. Оценочные средства**

#### **1.1 Задания для текущего контроля**

##### **а) Задания для лабораторных занятий**

##### **Примерная тематика лабораторных заданий**

##### **1) *Измерение кинетики адсорбции на биологическом сенсоре.***

Цель работы: изучить методы определения кинетики адсорбции

Задачи работы: снять зависимость сигнала датчика от времени при воздействии на него факторов биологической природы, провести обработку данных для извлечения из них постоянных времени и энергии, определить причины наблюдаемых явлений и природу процесса, протекающего в датчике.

##### **2) *Определение концентрации биологически активного вещества на SERS-активной подложке***

Цель работы: ознакомиться с работой химико-биологических сенсоров оптического типа

Задачи работы: создать или очистить поверхность SERS-активной подложки, провести измерения гигантского комбинационного рассеяния и рассеяния без усиления, оценить усиление, оценить неизвестную концентрацию исследуемого биологически активного вещества.

##### **3) *Измерение потенциала методом зонда Кельвина.***

Цель работы: изучить методы измерения электрических величин на примере измерения поверхностного потенциала.

Задачи работы: Провести калибровку зонда по известной поверхности, провести измерение методом зонда Кельвина.

##### **4) *Измерение массы сорбированного вещества системой кварцевого микровзвешивания.***

Цель работы: изучить принципы работы сенсоров массы

Задачи работы: провести измерение ухода частоты кварцевого резонатора, пересчитать уход частоты в прирост массы.

##### **5) *Работа с системой измерения физиологических параметров (датчик сердечной деятельности, фитнес-трекер)***

Цель работы: разработать практически пригодную схему измерения биологических сигналов

Задачи работы: разработать схему эксперимента по регистрации какой-либо активности по изменению физиологического параметра, провести серию измерений

параметра, извлечь из данных сведения об активности, провести тестирование достоверности измерения и точности разработанного метода.

### **Методические рекомендации**

В рамках освоения дисциплины студентами предлагается выполнить 5 лабораторных работ, в которых они под наблюдением инженера-лаборанта проведут измерения для биодатчиков различных типов. Лабораторная работа также является одним из механизмов отработки первичных навыков научно-исследовательской работы, что позволит развить навыки самостоятельного выбора материала с учетом его свойств для создания биодатчика. Лабораторные работы студенту предлагает преподаватель из предложенного списка (см. ниже).

Перед выполнением лабораторных работ студентам рекомендуется:

1. ознакомиться с техникой безопасности по работе в лаборатории с электрическими приборами и химическими реактивами;
2. прочесть описание к лабораторной работе;
3. ознакомиться с порядком выполнения лабораторной работы;
4. выслушать инструктаж инженера-лаборанта.

### ***Критерии оценивания.***

Баллы начисляются в том случае, если:

- студент выполнил все задачи лабораторной работы в полном объеме, что демонстрирует способность студента к исследовательской работе;
- студент представил результаты лабораторной работы, соответствующие предъявляемым требованиям к структуре и оформлению;
- лабораторная работа содержит самостоятельные выводы студента, аргументированные с помощью полученных данных;
- студент ответил на контрольные вопросы к лабораторным работам.

Баллы снижаются в том случае, если:

- задачи лабораторной работы не были выполнены в полном объеме;
- структура и оформление лабораторной работы не соответствуют предъявляемым требованиям;
- отсутствуют выводы студента;
- студент не ответил на контрольные вопросы к лабораторным работам.
- В отчёте о лабораторной работе присутствуют признаки плагиата.

Каждое лабораторное задание оценивается от 0 до 5 баллов. Оценка выносится преподавателем по результатам выполнения работы и опроса по теории. Оценка снижается за негрубые нарушения правил работы в лаборатории, неполное выполнение всех заданий лабораторной работы, выполнение заданий, не укладывающееся в установленные сроки при отсутствии уважительных причин, слабое знание теории.

## **б) Задания для практических занятий (семинаров)**

### **Темы практических заданий**

#### **1) *Определение характерного времени адсорбции, энергии и типа связи.***

Цель работы: по измерениям сигнала датчика рассчитать характерные времена и энергии адсорбции реагентов.

Задачи работы: определить каким из видов зависимости описываются данные измерения, провести аппроксимацию параметров зависимости, пересчитать постоянную времени в энергию связи, определить тип связи.

#### **2) *Обработка данных проточной цитометрии или электрофореза***

Цель работы: изучить процессы разделения сигналов различных типов.

Задачи работы: обработать результаты измерения, выделить на зависимости характерные кластеры, определить параметры элементов, вошедших в кластер.

#### **3) *Мембранный потенциал живой клетки. Кинетика в фармакологии.***

Цель работы: изучить связь мембранного потенциала и концентрации биологически активных веществ.

Задачи работы: преобразовать данные измерения в мембранный потенциал, провести аппроксимацию полученной зависимости, определить по зависимости константы.

#### **4) *Биоинформатика и секвенирование нуклеиновых кислот.***

Цель работы: по полученным прочтениям последовательностей нуклеотидов определить тип секвенирования, достоверность измерения, восстановить геномную последовательность.

Задачи работы: обработать последовательность прочтений, удалить из них служебные отрезки, и области с грубыми ошибками, определить тип секвенсора по полученным данным, восстановить геномную последовательность, оценить точность восстановления.

#### **5) *Моделирование рассеяния света, плазмонного резонанса.***

Цель работы: ознакомиться с теорией расчёта явлений нанооптики.

Задачи работы: По заданному размеру наночастиц и их концентрации теоретически смоделировать данные рассеяния, форму кривой плазмонного резонанса.

**6) Эффективная диэлектрическая проницаемость и проводимость композитов.**

Цель работы: ознакомиться с методиками расчёта электрических параметров композитных материалов.

Задачи работы: провести расчёт электрических параметров среды по предложенной модели. Оценить применимость модели.

**7) Емкостные методики, вычисление электрических параметров по емкостным измерениям.**

Цель работы: ознакомиться с методиками определения электрических параметров емкостным способом.

Задачи работы: по полученным данным измерения провести расчёт заданной электрической характеристики, восстановить её количественное распределение по поверхности.

**8) Вычисление массы вещества по уходу резонансной частоты.**

Цель работы: ознакомиться с математическим аппаратом кантелеверного и пьезокварцевого микровзвешивания

Задачи работы: построить модель зависимости частоты колебательной системы от прироста массы, найти массу по заданному уходу частоты и параметрам сенсора.

**9) Творческая работа по обработке данных измерения с датчика физиологических параметров.**

Цель работы: разработать практически пригодную схему обработки биологических сигналов

Задачи работы: извлечь из данных измерения некоторого биосигнала интересные сведения об активности, оценить достоверность метода и вероятность ошибки.

**Методические рекомендации**

В рамках освоения дисциплины студентами предлагается выполнить 9 практических задач, в которых они получают навыки обработки данных, получаемых с биосенсоров различных типов. Практические задания студенту предлагает преподаватель из предложенного списка.

**Критерии оценивания**

Баллы начисляются в том случае, если:

1. студент выполнил все задачи практического задания в полном объеме, демонстрирует способность студента к исследовательской работе;
2. студент представил результаты соответствующие предъявляемым требованиям к структуре и оформлению;



3. работа содержит самостоятельные выводы студента, аргументированные с помощью полученных данных;
4. студент ответил на контрольные вопросы к практическим заданиям.

Баллы снижаются в том случае, если:

1. задачи работы не были выполнены в полном объеме;
2. структура и оформление работы не соответствуют предъявляемым требованиям;
3. отсутствуют выводы студента;
4. студент не ответил на контрольные вопросы к работам.
5. В отчёте о работе обнаруживаются признаки плагиата.

### **3.2 Промежуточная аттестация**

#### **Методические указания.**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Материалы для биодатчиков» проводится в виде экзамена. Учебным планом по направлению подготовки «Материаловедение и технологии материалов», профиль подготовки "Фармацевтическое и медицинское материаловедение" предусмотрена одна промежуточная аттестация по всем разделам данной дисциплины.

Подготовка студента к прохождению промежуточной аттестации осуществляется в период лекционных, лабораторных и практических занятий, а также во внеаудиторные часы в рамках самостоятельной работы студента. Во время самостоятельной подготовки студент пользуется конспектами лекций, основной и дополнительной литературой по дисциплине (см. перечень литературы в рабочей программе дисциплины), а также должен проверять себя, отвечая на вопросы из списка «Вопросы и задания для самоконтроля» (см. ниже).

#### ***Критерии оценивания***

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». Во время экзамена студент должен дать развернутый ответ на вопросы, изложенные в билете. Преподаватель вправе задавать дополнительные вопросы по всему изучаемому курсу. Во время ответа студент должен продемонстрировать знания по всему изучаемому материалу. Полнота ответа определяется показателями оценивания планируемых результатов обучения (раздел 1).

#### ***Список вопросов к устному экзамену***

1. Виды и природа химической связи. Специфическая и неспецифическая адсорбция. Термодинамика адсорбции. Изотермы адсорбции.
2. Прямое и термодинамическое измерение сил адсорбции. Обработка изотерм адсорбции для выделения характерных участков и времём.

3. Экстракция. Разделение сложных смесей. Хроматография, электрофорез. Гели и тест-полоски. Микрофлюидные системы. Проточная цитометрия.
4. Трансмембранный перенос. Биологические мембраны. Искусственные мембраны.
5. Физические и биологические процессы на мембране и в каналах. Трансмембранные белки, их исследование.
6. Нуклеиновые кислоты. Работа с образцами нуклеиновых кислот, экстракция, амплификация.
7. Датчики наличия определённых последовательностей нуклеотидов. Системы секвенирования.
8. Оптические датчики. Поглощение света. Люминесценция. Рассеяние света на разных масштабах. Плазмонный резонанс. Поляризационные явления.
9. Электрические датчики. Электрические явления на поверхности металлов, полупроводников и диэлектриков.
10. Проводимость композитов. Явление перколяции. Ёмкость композитов.
11. Электрохимические датчики. Электродные явления. Циклическая вольтамперометрия.
12. Электрокинетический потенциал и его измерение.
13. Измерение потенциала и заряда поверхности. Зонд Кельвина, электрические силы, ёмкостные методики.
14. Контакт между электродом и биологическими системами.
15. Сенсоры массы. Кварцевое микровзвешивание. MEMS и кантелеверные системы.
16. Сенсорные системы in-vivo. Датчики физиологических параметров.
17. Интерфейсы с биосистемами. Биосовместимость.

#### **в) Курсовая работа**

##### **Темы курсовых работ**

По материалам данного курса возможно выполнение курсовой работы. Тема курсовой работы назначается индивидуально после собеседования со студентом. Примерными темами курсовой работы могут быть:

- Разработка сенсорной системы одного из рассматриваемых в курсе видов
- Моделирование кинетики работы на примере одного из типов датчика.
- Моделирование явлений, происходящих в оптическом датчике.
- Молекулярное моделирование биологических процессов.
- Разработка системы измерения физиологических параметров in-vivo и основанных на ней систем с обратной связью.

**Программа оценивания учебной деятельности студента при выполнении курсовой работы**

Поскольку за выполнение курсовой работы ставится отдельный дифференцированный зачет, то программа оценивания учебной деятельности студента при выполнении курсовой работы оценивается отдельно также по 100-бальной шкале

Таблица 1. Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности при выполнении курсовой работы.

1	2	3	4	5	6	7	8
Лекции и	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
0	0	0	40	0	30	30	100

**Самостоятельная работа (оценивается руководителем курсовой работы):**

Поиск и анализ материалов по теме исследования, сбор и обработка практического материала (от 0 до 40 баллов).

Оценивается полнота сбора информации, систематичность работы в семестре, наличие и объем практической (экспериментальной, расчетной) части, глубина анализа, соответствие результатов работы теме и целям курсовой работы.

**Другие виды учебной деятельности при выполнении курсовой работы (оценивается комиссией):**

Оформление отчета по курсовой работе и подготовка презентации (от 0 до 30 баллов).

Оценивается: оформление отчета в соответствие с требованиями вуза, информативность и наглядность презентации; качество отчета по количеству и качеству цитируемых источников, наличию и объему практической (экспериментальной, расчетной) части, глубине анализа, обоснованности выводов, соответствию результатов работы теме и целям курсовой работы.

**Промежуточная аттестация (защита курсовой работы) (оценивается комиссией):**

Защита курсовой работы (от 0 до 30 баллов).

Оценивается умение изложить содержание и результаты работы в отведенное время, логичность выступления, владение материалом, аргументированность ответов на вопросы комиссии.


Во время промежуточной аттестации используется следующая шкала ранжирования:

Максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента при выполнении курсовой работы (таблица 2) составляет 100 баллов.

Таблица 2. Пересчет полученной студентом суммы баллов в оценку (дифференцированный зачет) по курсовой работе

86-100 баллов	«отлично»
70-85 баллов	«хорошо»
50-69 баллов	«удовлетворительно»
0-49 баллов	«не удовлетворительно»

ФОС для проведения промежуточной аттестации одобрен на заседании кафедры материаловедения, технологии и управления качеством (протокол № 5 от 01.14 2018 г)

Автор: СНС ОНИ НСиБС СГУ, к.ф.-м.н.  Браташов Д.Н.