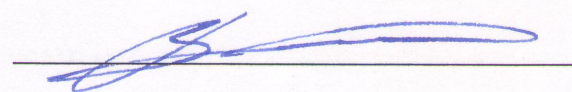


**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государ-  
ственный университет  
имени Н.Г. Чернышевского»**

Факультет нано- и биомедицинских технологий

**СОГЛАСОВАНО**

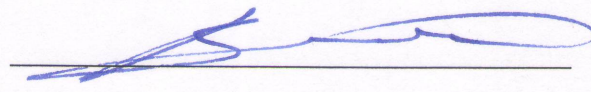
Зав. кафедрой материаловедения,  
технологии и управления качеством,  
д.ф.-м.н., профессор С.Б. Вениг



« 16 » марта 2016 г.

**УТВЕРЖДАЮ**

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



« 16 » марта 2016 г.

**Фонд оценочных средств**

текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

**Технологии, применяемые при производстве сенсорных структур  
для биологии и медицины**

Направление подготовки

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

Профиль подготовки

Материаловедение фармацевтического и медицинского назначения

Квалификация (степень) выпускника  
магистр

Форма обучения  
очная

Саратов, 2016

## 1. Карта компетенций

Контролируемые компетенции (шифр компетенции)	Планируемые результаты обучения (знает, умеет, владеет, имеет навык)
<p>ПК-9. Готовность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с целями магистерской программы</p> <p>ПК-12. Готовность применять инженерные знания для разработки и реализации проектов, удовлетворяющих заданным требованиям</p> <p>ПК-14. Готовность проектировать технологические процессы производства материала и изделий из него с заданными характеристиками</p>	<p><b>Знает</b> современные и перспективные технологические процессы получения, обработки и модификации материалов; операции, оборудование, нормативные и методические материалы по технологической подготовке производства; примеры реализации различных технологических процессов.</p> <p><b>Умеет</b> теоретически анализировать, рассчитывать, экспериментально исследовать и описывать технологию производства, обработки, модификации и переработки материалов; выбирать и оптимизировать технологические режимы, выдвигать и применять идеи, вносить оригинальный вклад в данную область технологии; использовать методы моделирования и оптимизации для оценки и прогнозирования эффективности технологических процессов, связывать физические и химические свойства материалов и явления, протекающие в них, с технологическими процессами производства, обработки и переработки материалов.</p> <p><b>Владеет</b> навыками приобретения нового знания путем исследований, оценки, интерпретации и интегрирования знаний; <i>навыками</i> проведения критического анализа новых идей; базовыми знаниями, основными подходами и методами теоретического и экспериментального исследования технологических процессов; <i>навыками</i> формирования и аргументации собственных суждений и научной позиции на основе полученных данных; <i>умением</i> и <i>навыками</i> самостоятельного использования современных информационно-коммуникационных технологий, глобальных информационных ресурсов в области технологии материалов; <i>навыками</i> анализа технологического процесса как объекта управления; навыками самостоятельного выбора технологического оборудования и оснастки, самостоятельного проектирования технологического процесса производства</p>

	<p>материала и изделий из него с заданными характеристиками; <i>навыками</i> разработки и использования новых технологических процессов и оборудования в производстве и модификации неорганических и органических материалов, в том числе гибридных, композиционных и наноматериалов; <i>навыками</i> комплексного подхода к исследованию технологий получения материалов, их обработки и модификации</p>
<p>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</p>	<p><b>Знает</b> типы неорганических и органических материалов и материалов биомедицинского назначения; функциональные свойства материалов; классификацию материалов для биодатчиков и их составляющих.</p> <p><b>Умеет</b> обосновывать выбор материала для заданных условий, опираясь на знания органических и неорганических материалов и материалов биомедицинского назначения; учитывать совместимость материалов для создания биодатчиков.</p> <p><b>Владеет</b> навыками самостоятельного выбора материала для создания биодатчиков; методами повышения функциональных свойств материалов;</p>

## 2. Показатели оценивания планируемых результатов обучения

Семестр	Шкала оценивания. Баллы рейтинга, нормированные на максимальный балл, выставляемый на зачете. %
---------	---

	2 (0 – 34)	3 (35 – 50)	4 (51 -80)	5 (70 – 100)
<b>1 семестр</b>	<p>Не знает типы неорганических и органических материалов и материалов биомедицинского назначения; функциональные свойства материалов; классификацию материалов для биодатчиков и их составляющих; современные и перспективные технологические процессы получения, обработки и модификации материалов; операции, оборудование, нормативные и методические материалы по технологической подготовке производства; примеры реализации различных технологических процессов. Допускает грубые ошибки в обосновании выбора</p>	<p>Ограниченно владеет <i>навыками</i> приобретения нового знания путем исследований, оценки, интерпретации и интегрирования знаний; <i>навыками</i> проведения критического анализа новых идей; базовыми знаниями, основными подходами и методами теоретического и экспериментального исследования технологических процессов; <i>умением</i> и <i>навыками</i> самостоятельного использования современных информационно-коммуникационных технологий, глобальных информационных ресурсов в области технологии материалов; <i>навыками</i> анализа технологического процесса как</p>	<p>Владеет <i>навыками</i> приобретения нового знания путем исследований, оценки, интерпретации и интегрирования знаний; <i>навыками</i> проведения критического анализа новых идей; базовыми знаниями, основными подходами и методами теоретического и экспериментального исследования технологических процессов; <i>умением</i> и <i>навыками</i> самостоятельного использования современных информационно-коммуникационных технологий, глобальных информационных ресурсов в области технологии материалов; <i>навыками</i></p>	<p>Хорошо знает типы неорганических и органических материалов и материалов биомедицинского назначения; функциональные свойства материалов; классификацию материалов для биодатчиков и их составляющих; современные и перспективные технологические процессы получения, обработки и модификации материалов; операции, оборудование, нормативные и методические материалы по технологической подготовке производства; примеры реализации различных технологических процессов. Не допускает ошибок при обосновании выбора</p>

	<p>материала для заданных условий; не учитывает совместимость материалов для создания биодатчиков; в анализе, расчетах и описании технологии производства, обработки, модификации и переработки материалов; в выборе и оптимизации технологических режимов; в использовании методов моделирования и оптимизации для оценки и прогнозирования эффективности технологических процессов, в нахождении связи физических и химических свойств материалов и явлений, протекающих в них, с технологическими процессами производства, обработки и переработки</p>	<p>объекта управления; <i>навыками</i> разработки и использования новых технологических процессов и оборудования в производстве и модификации неорганических и органических материалов, в том числе гибридных, композиционных и наноматериалов; <i>навыками</i> комплексного подхода к исследованию технологий получения материалов, их обработки и модификации.</p> <p>Плохо владеет <i>навыками</i> самостоятельного выбора технологического оборудования и оснастки, самостоятельного проектирования технологического процесса производства материала и изделий из него с заданными характеристиками; <i>навыками</i> формирования и аргументации</p>	<p>анализа технологического процесса как объекта управления; <i>навыками</i> разработки и использования новых технологических процессов и оборудования в производстве и модификации неорганических и органических материалов, в том числе гибридных, композиционных и наноматериалов; <i>навыками</i> комплексного подхода к исследованию технологий получения материалов, их обработки и модификации.</p> <p>Испытывает затруднения во владении <i>навыками</i> самостоятельного выбора технологического оборудования и оснастки, самостоятельного проектирования</p>	<p>материала для заданных условий; не учитывает совместимость материалов для создания биодатчиков; при анализе, расчетах и описании технологии производства, обработки, модификации и переработки материалов; при выборе и оптимизации технологических режимов; при использовании методов моделирования и оптимизации для оценки и прогнозирования эффективности технологических процессов, при нахождении связи физических и химических свойств материалов и явлений, протекающих в них, с технологическими процессами производства, обработки и переработки материалов.</p> <p>Полностью владеет <i>навыками</i></p>
--	---	--	--	--

	<p>материалов. Полностью не владеет <i>навыками</i> приобретения нового знания путем исследований, оценки, интерпретации и интегрирования знаний; <i>навыками</i> проведения критического анализа новых идей; базовыми знаниями, основными подходами и методами теоретического и экспериментального исследования технологических процессов; <i>навыками</i> формирования и аргументации собственных суждений и научной позиции на основе полученных данных; <i>умением</i> и <i>навыками</i> самостоятельного использования современных информационно-</p>	<p>собственных суждений и научной позиции на основе полученных данных; <i>навыками</i> самостоятельного выбора материала для создания биодатчиков; методами повышения функциональных свойств материалов. Допускает ошибки при обосновании выбора материала для заданных условий; не учитывает совместимость материалов для создания биодатчиков; в анализе, расчетах и описании технологии производства, обработки, модификации и переработки материалов; при выборе и оптимизации технологических режимов; в использовании методов моделирования и оптимизации для оценки и прогнозирования</p>	<p>технологического процесса производства материала и изделий из него с заданными характеристиками; <i>навыками</i> формирования и аргументации собственных суждений и научной позиции на основе полученных данных; <i>навыками</i> самостоятельного выбора материала для создания биодатчиков; методами повышения функциональных свойств материалов. Допускает небольшие ошибки при обосновании выбора материала для заданных условий; не учитывает совместимость материалов для создания биодатчиков; в анализе, расчетах и описании технологии производства,</p>	<p>приобретения нового знания путем исследований, оценки, интерпретации и интегрирования знаний; <i>навыками</i> проведения критического анализа новых идей; базовыми знаниями, основными подходами и методами теоретического и экспериментального исследования технологических процессов; <i>навыками</i> формирования и аргументации собственных суждений и научной позиции на основе полученных данных; <i>умением</i> и <i>навыками</i> самостоятельного использования современных информационно-коммуникационных технологий, глобальных информационных ресурсов в области технологии</p>
--	--	--	---	---

<p>коммуникационных технологий, глобальных информационных ресурсов в области технологии материалов; <i>навыками</i> анализа технологического процесса как объекта управления; <i>навыками</i> самостоятельного выбора технологического оборудования и оснастки, самостоятельного проектирования технологического процесса производства материала и изделий из него с заданными характеристиками; <i>навыками</i> разработки и использования новых технологических процессов и оборудования в производстве и модификации неорганических и органических материалов, в</p>	<p>эффективности технологических процессов, при нахождении связи физических и химических свойств материалов и явлений, протекающих в них, с технологическими процессами производства, обработки и переработки материалов. Знает типы неорганических и органических материалов и материалов биомедицинского назначения; функциональные свойства материалов; классификацию материалов для биодатчиков и их составляющих; современные и перспективные технологические процессы получения, обработки и модификации материалов; операции, оборудование, нормативные и методические</p>	<p>обработки, модификации и переработки материалов; при выборе и оптимизации технологических режимов; в использовании методов моделирования и оптимизации для оценки и прогнозирования эффективности технологических процессов, при нахождении связи физических и химических свойств материалов и явлений, протекающих в них, с технологическими процессами производства, обработки и переработки материалов. Знает типы неорганических и органических материалов и материалов биомедицинского назначения; функциональные свойства материалов;</p>	<p>материалов; <i>навыками</i> анализа технологического процесса как объекта управления; <i>навыками</i> самостоятельного выбора технологического оборудования и оснастки, самостоятельного проектирования технологического процесса производства материала и изделий из него с заданными характеристиками; <i>навыками</i> разработки и использования новых технологических процессов и оборудования в производстве и модификации неорганических и органических материалов, в том числе гибридных, композиционных и наноматериалов; <i>навыками</i> комплексного подхода к исследованию технологий</p>
---	---	--	---

	<p>том числе гибридных, композиционных и наноматериалов; <i>навыками</i> комплексного подхода к исследованию технологий получения материалов, их обработки и модификации; <i>навыками</i> самостоятельного выбора материала для создания биодатчиков; методами повышения функциональных свойств материалов.</p>	<p>материалы по технологической подготовке производства; примеры реализации различных технологических процессов.</p>	<p>классификацию материалов для биодатчиков и их составляющих; современные и перспективные технологические процессы получения, обработки и модификации материалов; операции, оборудование, нормативные и методические материалы по технологической подготовке производства; примеры реализации различных технологических процессов.</p>	<p>получения материалов, их обработки и модификации; <i>навыками</i> самостоятельного выбора материала для создания биодатчиков; методами повышения функциональных свойств материалов.</p>
--	---	--	---	--



### **3. Оценочные средства**

#### **3.1 Задания для текущего контроля**

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

##### **Методические рекомендации**

В рамках освоения дисциплины студентами предлагается выполнить не менее 4-х лабораторных работ, в которых они под наблюдением инженера-лаборанта проведут технологические операции для создания сенсорных структур для биологии и медицины. Лабораторная работа также является одним из механизмов отработки первичных навыков научно-исследовательской работы, что позволит развить навыки самостоятельного выполнения исследований на современном оборудовании. Лабораторные работы студенту предлагает преподаватель из предложенного списка (см. ниже).

Перед выполнением лабораторных работ студентам рекомендуется:

- ознакомиться с техникой безопасности по работе с электрическими приборами и химическими реактивами;
- прочитать описание к лабораторной работе;
- ознакомиться с порядком выполнения лабораторной работы;
- выслушать инструктаж инженера-лаборанта.

##### ***Критерии оценивания.***

Оценка степени выполнения лабораторной работы производится в баллах. За выполнение каждого из условий баллы за лабораторную работу увеличиваются.

Условия:

- студент выполнил все задачи лабораторной работы в полном объеме, 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.

Таким образом, максимально можно получить 3 балла за каждую лабораторную работу.

##### **Примерный перечень лабораторных работ**

##### **1) *Разделение коллоидов в поле действия центробежных сил.***

Цель: Освоить технику разделения коллоидных растворов методом центрифугирования.

Задачи: Выделить краситель из раствора акварельной краски, проанализировать и описать процессы.

**2) Диспергирование материалов методом помола в шаровой мельнице.**

Цель: Освоить метод помола материала в шаровой мельнице.

Задачи: Получить мелкодисперсный порошок мела (или песка) с помощью шаровой мельницы типа Пульверизетте-7, охарактеризовать качество помола с помощью оптического микроскопа.

**3) Смешивание сухих порошков.**

Цель: Освоение метода смешивания сухих порошков.

Задачи: Гомогенизировать смесь песка и мела, проанализировать и описать процессы.

**4) Компактирование порошков методом одностороннего прессования в вакууме.**

Цель: Освоить метод горячего прессования полимера в вакууме.

Задачи: Получить прозрачную шайбу из порошка полистирола, проанализировать и описать процессы.

**5) Нанесение тонких пленок в вакууме.**

Цель: Освоение метода металлизации плоской поверхности.

Задачи: Нанести тонкую пленку меди на стеклянную подложку, охарактеризовать качество нанесения с помощью оптического микроскопа.

**6) Расчет и составление порошковых смесей сухих материалов (шихт, прекурсоров).**

Цель: Получение навыков работы с аналитическими весами.

Задачи: Составить 1 г однородной смеси песка и мела с соотношением компонент 50 объемных процентов, рассчитать погрешность и точность взвешивания.

**7) Осаждение мономолекулярного слоя методом Ленгмюра-Блоджетт.**

Цель: ознакомиться с методами самоорганизации мономолекулярных органических слоев

Задачи: провести подготовку стеклянной или кремниевой подложки, сформировать монослой поверхностно-активного вещества на поверхности воды, провести перенос монослоя на подложку, провести характеризацию монослоя.

**8) Осаждение мономолекулярного слоя методом чередующейся послойной сборки**

Цель: ознакомиться с методами нековалентной иммобилизации чувствительных элементов на поверхности биодатчиков

*Задачи:* провести подготовку кремниевой подложки, приготовить водный раствор полиэлектrolита, провести осаждения монослойного покрытия на кремниевую подложку, провести характеризацию монослоя.

### **3.2 Промежуточная аттестация**

#### **Методические указания**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Технологии, применяемые при производстве сенсорных структур для биологии и медицины» 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 2).

При определении разброса баллов на экзамене используется следующая шкала ранжирования:

21-30 баллов – ответ на «отлично»,

11-20 баллов – ответ на «хорошо»,

6-10 баллов – ответ на «удовлетворительно»,

0-5 баллов – неудовлетворительный ответ.

#### **Вопросы и задания для самоконтроля при выполнении самостоятельной работы**

1. Каковы основные причины и тенденции развития технологии новых материалов и структур.
2. Каковы социально-экономические последствия развития технологии новых материалов.
3. Какие явления происходят на границах раздела фаз.

4. Какие технологические процессы называют непрерывными, какие - периодическими.
5. Почему технологические процессы как правило неравновесны и незавершенны.
6. Какие методы используют для анализа технологических процессов.
7. Как проводят моделирование технологического процесса.
8. Почему в технологическом процессе используют материалы разной степени чистоты.
9. Приведите примеры основных и вспомогательных материалов в технологии, отличаются ли требования, которые предъявляют к основным и к вспомогательным материалам.
10. Какие методы применяют для измельчения материалов, для компактирования дисперсных материалов.
11. Как можно разделить и очистить материалы.
12. Какие существуют методы получения пленочных покрытий.
13. Как можно гомогенизировать смесь материалов.
14. Какие существуют методы формообразования.
15. Какие технологии используются при производстве мультисенсорных микросистем, микро и нано электромеханических устройств.
16. Каковы основные этапы формирования топологии микросистем.
17. Какие методы мягкой нанолитографии развиваются в настоящее время.
18. Какие виды взаимодействий используются при нековалентной иммобилизации на поверхности твердых тел?
19. Каким образом рН и ионная сила раствора влияют на адсорбированный молекулярный слой?
20. Какие ограничения у методов нековалентной иммобилизации? Применения.
21. Каковы принципы ковалентного связывания и в чем заключаются его преимущества? Применения.
22. Какие естественные соединения и какой метод подходят для иммобилизации ферментов?
23. Напишите активные группы в полимерах и их химические реакции с функциональными группами биологических соединений.
24. Каким образом белок может быть пришит к нейлоновому полимеру?
25. Какие реакции могут быть использованы для иммобилизации фермента на полиакриламиде.
26. Напишите небольшой обзор главных неорганических подложек для иммобилизации биологических соединений.
27. Какие свойства графита подходят для его применения в сенсорах?
28. Напишите несколько способов для прямого и косвенного пришивания биологических соединений к поверхности золота.

29. Какие соединения используются для иммобилизации с помощью аффинного взаимодействия? Укажите их свойства.
30. Какие соединения используются для создания молекулярных слоев?
31. Каким образом могут быть приготовлены многослойные структуры на поверхности твердой подложки?
32. Каким образом ферменты могут быть интегрированы в многослойные молекулярные структуры? Какие преимущества многослойной сборки?
33. Каким образом поверхности твердых тел могут быть функционализированы с помощью золь-гельной технологии? Какие преимущества имеет данная технология?
34. Нарисуйте схему процесса инкапсуляции фермента в полимерную капсулу.
35. Как можно управлять размером капсулы?
36. Свойства мезопористых материалов.
37. Какие ферменты могут быть иммобилизованы в мезопористых материалах?

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

1. История, движущие силы и тенденции развития технологии новых материалов и структур. Развитие технологий от нано к био- и от био- к нано.
2. Социально-экономические последствия развития технологии новых материалов. Перспективы, потенциальные опасности и этические аспекты развития новых технологий.
3. Технология материалов и структур как совокупность способов и процессов.
4. Движущие силы технологического процесса. Массо- и теплопередача в гетерогенных системах.
5. Явления на границах раздела фаз и фазовые переходы.
6. Непрерывные и периодические процессы.
7. Неравновесность и незавершенность технологического процесса.
8. Методы анализа технологических процессов. Моделирование технологического процесса.
9. Производственная гигиена. Чистота материалов и помещений. Классификация материалов по чистоте.
10. Основные и вспомогательные материалы в технологии.
11. Технологии измельчения материалов.
12. Технологии разделения и очистки материалов.
13. Формообразование.

- 14.Технология производства мультисенсорных микросистем, микро и нано электромеханических устройств.
- 15.Подготовка подложек.
- 16.Формирование тонких пленок.
- 17.Темплатное осаждение наноразмерных объектов.
- 18.Технологии формирования и переноса рисунка.
- 19.Виды литографии. Основные этапы процесса фотолитографии.
- 20.Методы мягкой нанолитографии.
- 21.Нековалентная иммобилизация на твердых поверхностях.
- 22.Ковалентное сопряжение. Сшиватели нулевой длины. Бифункциональные сшиватели.
- 23.Иммобилизация протеиновым сшиванием. Связывание посредством аффинных реакций.
- 24.Тонкие молекулярные слои. Самоорганизация амфифильных соединений.
- 25.Двухслойные липидные мембраны. Чередующаяся послойная сборка.
- 26.Методы золь-гелевой химии.
- 27.Инкапсуляция.
- 28.Захват в мезопористых материалах.

ФОС для проведения промежуточной аттестации одобрен на заседании кафедры материаловедения, технологии и управления качеством (протокол № 5 от 14.01 2016 года).

Авторы:

профессор кафедры материаловедения,  
технологии и управления качеством  
д.т.н., профессор

В.В. Кисин

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

И.В. Маляр