

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский национальный исследовательский государственный
университет имени Н.Г. Чернышевского»

Факультет nano- и биомедицинских технологий

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебно-методической работе,
профессор

_____ В.Г. Пина
« 22 » _____ 2016 г.



Рабочая программа дисциплины

«Материалы и методы нанотехнологий»

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 и методы нанотехнологий» является формирование у студентов комплекса общекультурных и профессиональных знаний и умений в области технологии производства, обработки и переработки наноматериалов, полуфабрикатов и изделий нанотехнологий для фармацевтического и медицинского материаловедения.

Задачами освоения дисциплины являются:

- формирование и углубление знаний традиционных и новых материалов и методов нанотехнологий, технологических процессов, операций, оборудования;
- формирование умений применять полученные знания к решению практических задач нанотехнологий в области фармацевтического и медицинского материаловедения, технологических процессов производства, обработки и модификации наноматериалов;
- формирование владений навыками использования в области фармацевтического и медицинского материаловедения традиционных и новых методов нанотехнологий, операций, процессов, оборудования.

2. Место дисциплины в структуре магистерской программы

Дисциплина «Материалы и методы нанотехнологий» относится к факультативной части учебного плана ФТД.1 образовательной программы, модулю «Материаловедение и технологии материалов для дистанционной управляемой адресной доставки лекарств» и изучается студентами очной формы обучения факультета нано- и биомедицинских технологий СГУ, обучающимися на 1 курсе магистратуры по магистерской программе направления подготовки «Материаловедение и технологии материалов», профиль подготовки " Материаловедение фармацевтического и медицинского назначения " в течение 2 учебного семестра. Материал дисциплины опирается на ранее приобретенные и получаемые одновременно с изучением данной дисциплины знания по курсам: «Иностранный язык в сфере профессиональной коммуникации», «Принципы тераностики в основе технологий современных материалов для фармацевтики и медицины», «Методы исследования, экспертиза материалов и процессов», «Интеллектуальные материалы для капсулирования и адресной доставки лекарств», «Материалы для биодатчиков», «Моделирование свойств материалов и процессов», и готовит студентов к усвоению материала курсов "Технологии, применяемые при производстве сенсорных структур для биологии и медицины", "Методы моделирования и оптимизации свойств нетканых материалов", "Физико-химические основы капсулирования и создания нанокомпозитов", к технологической практике и к выполнению выпускной квалификационной работы в рамках итоговой государственной аттестации.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Освоения дисциплины «Материалы и методы нанотехнологий» способствует формированию компетенций ОК-7, ОПК-3, ПК-7, ПК-8, СПК-2 в части способности к использованию знаний, умений и владения навыками использования материалов и методов нанотехнологий:

ОК-7 – в части готовности самостоятельно выполнять исследования на современном оборудовании и приборах (в соответствии с целями магистерской программы);

ОПК-3 – в части способности самостоятельно развивать базовые знания теоретических и прикладных наук при экспериментальном исследовании материалов и процессов в профессиональной деятельности;

ПК-7 – в части готовности проводить выбор материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий их применения на основе знания основных типов наноматериалов;

ПК-8 – способность самостоятельно выбирать оборудование и оснастку, методы и приемы организации труда, обеспечивающие эффективное, технически и экологически безопасное производство;

СПК-2 – в части способности использовать на практике современные представления о влиянии микро- и наноструктуры на свойства материалов и покрытий.

В результате освоения дисциплины обучающийся студент должен:

- знать основные типы современного оборудования и приборов для работы с материалами нанотехнологий и методы, применяемые в нанотехнологиях, методы экспериментального исследования наноматериалов и нанотехнологий, основные приемы, методики и этапы выбора материалов, оборудования и оснастки, методов и приемов организации труда для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий их применения на основе знания основных типов наноматериалов, основные технологические процессы получения наноматериалов, особенности создания микро- и наноструктур;

- уметь выполнять исследования материалов нанотехнологий на современном оборудовании и приборах, выполнять экспериментальные исследования материалов и методов нанотехнологий, развивать свои базовые знания, объективно оценивать эффективность выбора материалов, оборудования и оснастки, методов и приемов организации труда для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий их применения на основе знания основных типов наноматериалов, разрабатывать технологические маршруты получения наноматериалов и структур;

- владеть методами работы на современном оборудовании и приборах для изучения материалов нанотехнологий, методами теоретических и экспериментальных исследований материалов и методов нанотехнологий,

основными понятиями, используемыми при выборе и оценке эффективности выбора материалов, оборудования и оснастки, методов и приемов организации труда для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий их применения на основе знания основных типов наноматериалов, основными подходами к теоретическому описанию и анализу свойств наноматериалов с учетом влияния микро- и наномасштаба на свойства материалов и покрытий.

4. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа, в том числе 28 часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий: лекций – 14, лабораторных – 14), 44 академических часа самостоятельной работы обучающихся. Формой отчетности является зачет. Выполнение курсовых работ не предусмотрено.

№ 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.	История, движущие силы и тенденции развития материалов и методов нанотехнологий. Классификация и основные виды нанообъектов, влияние размерного фактора на свойства наноматериалов и основные материалы нанотехнологий	2	1-2	4			12	<i>устный опрос</i>
2	Основные методы получения наночастиц. Методы консолидации наночастиц и компактированные наноматериалы. Тонкие пленки и многослойные структуры	2	3-4	6	8		16	<i>устный опрос, отчеты по лабораторным работам в письменной форме.</i>

3	Методы нанолитографии. Методы формирования наноструктур, приборов микро- и наносенсорики, микро и нано электромеханических систем. Перспективные материалы и методы нанотехнологий. Гибридные наноматериалы и нанокompозиты.	2	5-6	4	6		16	<i>устный опрос, отчеты по лабораторным работам в письменной форме.</i>
	Итого:			14	14		44	Зачет

Содержание дисциплины

1. *История, движущие силы и тенденции развития материалов и методов нанотехнологий. Классификация и основные виды нанобъектов, влияние размерного фактора на свойства наноматериалов и основные материалы нанотехнологий.*

Микро- и нанотехнологии. Технологии от нано к био и от био к нано. Социально-экономические последствия развития материалов и методов нанотехнологий. Перспективы, потенциальные опасности и этические аспекты развития новых технологий. Технология материалов и структур как совокупность способов и процессов. Основные стадии. Методы анализа технологических процессов. Основные и вспомогательные материалы в нанотехнологиях. Причины появления качественно новых свойств нанобъектов и критические размеры. Размерные эффекты и условия их проявления. Особенности наноматериалов и методов нанотехнологий. Распределение нанобъектов по размерам. Магические числа. Классификация нанобъектов. Функциональные и конструкционные наноматериалы неорганической, органической и биологической природы. Кластеры. Наночастицы. Нанопорошки. Наноструктуры. Тонкие пленки. Компактированные и наноструктурные материалы и композиты. Пористый кремний. Пористый оксид алюминия и структуры на его основе. Углеродные наноматериалы.

2. *Основные методы получения наночастиц. Методы консолидации наночастиц и компактированные наноматериалы. Тонкие пленки и многослойные структуры.*

Формирование наночастиц и нанопорошков механическим измельчением, в газовой, жидкой и твердой фазах. Измельчение твердых тел. Диспергирование растворов. Получение твердых гранул. Конденсация пара. Сверхзвуковое истечение газов из сопла. Плазмохимический синтез. Осаждение из коллоидных растворов. Термическое разложение и восстановление. Твердотельные химические реакции. Механосинтез. Ударно-волновой, детонационный синтез и электровзрыв. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез. Упорядочение нестехиометрических соединений. Синтез высокодисперсных оксидов в жидких металлах.

Формирование нанообъектов методами золь-гель технологии, молекулярного наслаивания, криометодами и сверхбыстрым охлаждением, в коллоидных растворах, электрохимическими методами. Биохимические методы. Наноструктурированные материалы. Получение компактных нанокристаллических материалов. Методы компактирования наночастиц. Смешивание и компактирование нанопорошков. Осаждение на подложку. Термическое напыление. Катодное распыление. Золь-гель-технологии. Кристаллизация аморфных сплавов. Интенсивная пластическая деформация. Превращения беспорядок-порядок. Гетерогенные процессы формирования наноструктур и наноматериалов методами молекулярно-лучевой эпитаксии, эпитаксии металлоорганических соединений из газовой фазы, молекулярным наслаиванием, осаждением сверхтонких пленок металлов и диэлектриков.

3. Методы нанолитографии. Методы формирования наноструктур, приборов микро- и наносенсорики, микро и нано электромеханических систем. Перспективные материалы и методы нанотехнологий. Гибридные наноматериалы и нанокомпозиты.

Пучковые методы нанолитографии: электронная, ионная, рентгеновская. Электронорезисты и рентгенорезисты. Источники излучения в фотолитографии, рентгеновской литографии и электронно лучевой литографии. Обзор методов зондовой нанотехнологии. Атомная инженерия. Локальное окисление металлов и полупроводников. Локальное химическое осаждение из газовой или жидкой фазы. Силовая и токовая зондовые литографии. Термомеханическая нанолитография. Нанопечать. Перьевая нанолитография. Литография наносферами. Литографически индуцированная самосборка наноструктур. Сопоставление методов нанолитографии. Методы получения упорядоченных массивов нанообъектов и наноструктур - квантовых ям, сверхрешеток, массивов квантовых точек: искусственное наноразмерное образование, самоорганизация при эпитаксиальном росте, методы синтеза нанокристаллов осаждением в наноструктурированные матрицы. Саморегулирующиеся процессы. Технологические процессы самоформирования. Самосборка. Самоорганизация в объемных материалах. Самоорганизация при эпитаксии. Технология Ленгмюра-Блоджетт. Формирование контактов к нанообъектам и отдельным молекулам. Контактное и бесконтактное формирование нанорельефа поверхности подложек. Профилирование резистов сканирующими зондами. Локальная глубинная модификация поверхности подложек. Атомная структура и микромеханика нанотрубок на подложках. Электрохимические процессы в технологии микро- и наноструктур. Анодное растворение. Анодное окисление. Катодное осаждение. Темплатное осаждение наноразмерных объектов. Технологии биоматериалов и инжиниринг тканей. Импланты и протезы. Клинические требования. Металлы, керамики и полимеры и биоккомпозиты. Имплантация и заживление ран. Регенерация тканей. Биоинертные и биорассасываемые материалы. Гидрогели для инжиниринга тканей. Биоактивные каркасы для инжиниринга тканей. Проблемы коммерциализации биоматериалов. Радиационные методы

формирования наноструктур: получение тонких аморфных пленок и локальная кристаллизация, образование наноструктур при кристаллизации аморфизированных слоев, формирование квантовых точек и проволок при ионном синтезе. Модификация свойств среды в зазоре между туннельным зондом и подложкой. Межэлектродный массоперенос с нанометровым разрешением. Локальное анодное окисление. Локальный электрохимический массоперенос; массоперенос из газовой фазы. Нанотехнологии в водородной энергетике. Технологии изготовления современных топливных элементов. Наноматериалы для получения и хранения водорода. Полимерные электролитические мембраны, катализаторы, суперконденсаторы. Нанокompозиты, гибридные наноматериалы. Углеродные наноматериалы.

5. Образовательные технологии

При реализации различных видов учебной работы (лекции, самостоятельная работа) используются следующие современные образовательные технологии:

- Информационно-коммуникационные технологии;
- Проблемное обучение;
- Дискуссии на заданную тему.

Не менее 75 % аудиторных занятий проводятся в интерактивной форме.

При проведении части лекционных занятий используется ПК и мультимедийный проектор. На лекционных занятиях проводятся экспресс - опросы по пройденному материалу и дискуссии на тему, предложенную для самостоятельной проработки.

Часть лекций происходит в форме лекции-беседы, позволяющей привлечь внимание студентов к наиболее важным вопросам темы и определяющей темп изложения учебного материала с учетом особенностей студентов.

Методы обучения, применяемые при изучении дисциплины, способствуют закреплению и совершенствованию знаний, овладению умениями и получению навыков в области нанотехнологий для фармацевтического и медицинского материаловедения. Содержание учебного материала диктует выбор методов обучения:

- информационно-развивающие – лекция, объяснение, демонстрация, решение задач, самостоятельная работа с рекомендуемой литературой;
- проблемно-поисковые и исследовательские – самостоятельная проработка предлагаемых проблемных вопросов по дисциплине.

При проведении части практических (семинарских) занятий в аудитории, оснащенной мультимедийной техникой (компьютером и проектором или интерактивной доской), излагаются и анализируются результаты самостоятельной работы студентов по темам курса.

При проведении части практических (семинарских) занятий в форме учебной дискуссии по методу «круглого стола» проводится детальный анализ вопросов, касающихся тех или иных нанотехнологий для

фармацевтического и медицинского материаловедения в соответствии с приведенным ниже списком тем (по выбору преподавателя).

Задания для выполнения на лабораторных занятиях

Выполняются две лабораторные работы.

1. Подготовить установку.
2. Провести эксперимент в соответствии с методическими указаниями по выполнению лабораторной работы.
3. Оформить протокол выполнения лабораторной работы.
4. Отчитаться за выполнение лабораторной работы.
5. Ответить на контрольные и дополнительные вопросы по лабораторной работе.

Лабораторная работа №1

Задание. Провести помол материала в шаровой мельнице.

Цель работы. Получить вид зависимости распределения частиц по размерам и среднего размера частиц от времени помола.

Решаемая задача. Выбор времени помола материала до заданного размера частиц.

Лабораторная работа №2

Задание. Сравнить процессы прессования из порошка таблеток на воздухе и в вакууме.

Цель работы. Получить зависимость отношения плотностей таблеток, спрессованных на воздухе и в вакууме, от размеров частиц порошка.

Решаемая задача. Выбор среднего размера частиц исходного порошка для получения материала заданной плотности (пористости).

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 44 часов по дисциплине «Материалы и методы нанотехнологий» проводится в течение всего периода изучения дисциплины и заключается в чтении и изучении литературы, подготовке к лекциям, практическим и лабораторным занятиям, выполнении заданий лектора.

Самостоятельная работа студентов подразумевает работу под руководством преподавателей (консультации) 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 лабораторным работам 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

Выделить основные моменты, сделать теоретические и практические выводы, дать краткое обоснование этих выводов по темам:

1. Перспективы, потенциальные опасности и этические аспекты развития новых технологий.
2. История появления, движущие силы и тенденции развития нанотехнологий.
3. Функциональные и конструкционные наноматериалы неорганической и органической природы. Нанообъекты и наноматериалы.
4. Формирование наночастиц и нанопорошков механическим измельчением, в газовой, жидкой и твердой фазах.
5. Получение компактированных нанокристаллических материалов.
6. Методы получения упорядоченных наноструктур
7. Гетерогенные процессы формирования наноструктур и наноматериалов: молекулярно-лучевая эпитаксия, эпитаксия металлоорганических соединений из газовой фазы.
8. Гетерогенные процессы формирования наноструктур и наноматериалов: коллоидные растворы, золь-гель технология, методы молекулярного наслаивания, электрохимические методы.
9. Гетерогенные процессы формирования наноструктур и наноматериалов: сверхбыстрое охлаждение, формирование сверхтонких пленок металлов и диэлектриков.
10. Получение нанокомпозитов и гибридных наноматериалов.
11. Саморегулирующиеся процессы. Технологические процессы самоформирования. Самосборка. Самоорганизация наноструктур.
12. Темплатный синтез.
13. Тонкие пленки.

14. Технология Ленгмюр-Блоджет.
15. Углеродные наночастицы, нанотрубки, наноструктуры и наноматериалы.
16. Методы нанолитографии.
17. Пучковые методы нанолитографии.
18. Радиационные методы формирования наноструктур
19. Зондовые технологии.
20. Электрохимические процессы в технологии микро- и наноструктур.
21. Технологии биоматериалов и инжиниринг тканей.
22. Технологии формирования приборов микро-, нано- и оптоэлектроники, микро и нано- машин. Атомная структура и микромеханика нанотрубок на подложках.

Вопросы для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины (в форме зачета):

1. История, движущие силы и тенденции развития технологии новых материалов и структур.
2. История появления, движущие силы и тенденции развития нанотехнологий
3. Функциональные и конструкционные наноматериалы неорганической и органической природы.
4. Формирование наночастиц и нанопорошков.
5. Получение компактированных нанокристаллических материалов.
6. Методы получения упорядоченных наноструктур
7. Получение нанокомпозитов и гибридных наноматериалов.
8. Технологические процессы самоформирования.
9. Технология тонких пленок.
10. Технология Ленгмюр-Блоджет.
11. Углеродные наночастицы, нанотрубки, наноструктуры и наноматериалы.
12. Методы нанолитографии.
13. Зондовые технологии.
14. Электрохимические процессы в технологии микро и наноструктур.
15. Технологии формирования приборов микро- нано- и оптоэлектроники, микро и нано- машин.

**7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС
2 семестр**

Таблица 1 - Максимальные баллы по видам учебной деятельности в семестре

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

6	24	0	40	0	0	30	100
---	----	---	----	---	---	----	-----

Программа оценивания учебной деятельности студента

2 семестр

Лекции

Посещаемость, опрос, активность и др. за один семестр – от 0 до 6 баллов.

Лабораторные занятия

- Выполнения предусмотренных рабочей программой лабораторных работ – от 0 до 24 баллов

Самостоятельная работа

- Подготовка к лабораторным работам от 0 до 20 баллов.
- Подготовка письменных отчетов по лабораторным работам от 0 до 20 баллов

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено.

Другие виды учебной деятельности:

Не предусмотрено.

Промежуточная аттестация (зачёт)

Подготовка студента к прохождению промежуточной аттестации осуществляется в ходе 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.

Во время зачета студент должен дать развернутый ответ на вопросы билета. Преподаватель вправе задавать дополнительные вопросы по всему изучаемому курсу. Во время ответа студент должен продемонстрировать знания по всему изучаемому материалу. Студент должен уметь разделять факты и их интерпретацию, владеть методами аргументирования своих утверждений. Полнота ответа определяется показателями оценивания планируемых результатов обучения (раздел 1 "Фонда оценочных средств").

Если на момент начала теоретической части зачета студентом набрано менее 1/2 от максимального количества баллов (менее 35 баллов), то к теоретической части зачета студент не допускается, а зачет считается несданным.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за один семестр по дисциплине «Материалы и методы нанотехнологий» при проведении промежуточной аттестации в форме зачёта составляет 100 баллов.

Пересчет полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Материалы и методы нанотехнологий» в оценку (зачёт) осуществляется в соответствии с таблицей 2:

Таблица 2 - Пересчет полученной студентом суммы баллов по дисциплине в оценку (зачёт)

41 балл и более	«зачтено»
меньше 40 баллов	«не зачтено»

Текущие индивидуально набранные студентами баллы доводятся до их сведения 2 раза за семестр: в конце 3 и 6 недель обучения.

Оценка студентам, успешно прошедшим обучение по дисциплине, может быть проставлена по решению преподавателя на основании рейтинговой оценки без сдачи ими теоретической части зачёта.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Раскин А.А. Технология материалов микро-, опто- и наноэлектроники. Часть 1 [Текст]: учебное пособие/ Раскин А.А., Прокофьева В.К.— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.— 165 с.—
2. Роцин В.М. Технология материалов микро-, опто- и наноэлектроники. Часть 2 [Текст]: учебное пособие/ Роцин В.М., Силибин М.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015.— 180 с.—
3. Фундаментальные основы процессов химического осаждения пленок и структур для наноэлектроники [Электронный ресурс]/ Ф.А. Кузнецов [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Сибирское отделение РАН, 2013.— 176 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/32819>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

б) дополнительная литература:

1. Введение в процессы интегральных микро- и нанотехнологий: в 2 т. / под общ. ред. Ю. Н. Коркишко. Т. 1 : Физико-химические основы технологии микроэлектроники / Ю. Д. Чистяков, Ю. П. Райнова. - М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2010. - 392 с.
2. Технология, конструкции и методы моделирования кремниевых интегральных микросхем: в 2 т. / под общ. ред. Ю. А. Чаплыгина. Ч. 1 : Технологические процессы изготовления кремниевых интегральных схем и их моделирование / Королёв М. А., Крупкина Т. Ю., Ревелева М. А.. - М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2010. – 396 с.
3. Технология, конструкции и методы моделирования кремниевых интегральных микросхем: учеб. пособие : в 2 т. под общ. ред. Ю. А. Чаплыгина. Ч. 2 : Элементы и маршруты изготовления кремниевых ИС и методы их математического моделирования. / Королёв М. А., Крупкина Т. Ю., Путря М.Г., Шевяков В.И. - М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2009. - 422 с.
4. Дубровский В. Г. Теория формирования эпитаксиальных наноструктур - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 350 с.
5. Малкович Р. Ш. Математика диффузии в полупроводниках - СПб. : Наука, 1999. - 389 с.

6. Гаврилов С.А., Белов А.Н. Электрохимические процессы в технологии микро- и нанoeлектроники - М. : Высш. образование, 2009. - 257 с.
7. Мелихов И.В. Физико-химическая эволюция твердого вещества. – М. БИНОМ. Лаборатория знаний. 2010. – 309 с.
8. Борисенко В.Е., Воробьева А.И., Уткина Е.А. Нанoeлектроника. – М. БИНОМ. Лаборатория знаний. 2009 – 223 с.
9. Рыжонков Д.И., Левина В.В., Дзидзигури Э.Л.. Наноматериалы : учебное пособие. – М. БИНОМ. Лаборатория знаний. 2008. – 365 с.
10. Кормилицын О. П., Шукейло Ю. А. Механика материалов и структур нано- и микротехники. - М. : Изд. центр "Академия", 2008. - 215 с.
11. Лозовский В.Н., Константинов Г.С., Лозовская С.В. Нанотехнология в электронике. Введение в специальность : учебное пособие СПб.: Издательство «Лань», 2008. – 336 с.
12. Барыбин А.А. Электроника и микroeлектроника. Физико-технологические основы - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 423 с.
13. Пул. Ч. мл., Оуэнс Ф. Нанотехнологии. М.: Техносфера, 2007. – 376 с.
14. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. – М.: Физматлит. 2009 – 414 с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Windows XP/7 Prof
2. Антивирус Касперского 6.0 для Windows Workstations
3. Microsoft Office профессиональный 2010
4. LabVIEW 8.5 – графическая среда разработки и платформа для использования в системах сбора и обработки данных, а также для управления техническими объектами и технологическими процессами.
5. Пакет программ MathCad 14.0. - Режим доступа в сети СГУ через удаленный рабочий стол: Pandora.main.sgu.ru
6. Каталог ресурсов компании National Instruments. – Режим доступа: <http://russia.ni.com/>
7. Каталог образовательных Интернет-ресурсов. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/window/>
8. Зональная научная библиотека им. В.А.Артисевич Саратовского государственного университета им.Н.Г.Чернышевского. – Режим доступа: <http://library.sgu.ru/>
9. Каталог образовательных Интернет-ресурсов. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/window/>
10. Сайт образовательных ресурсов кафедры материаловедения, технологии и управления качеством факультета нано- и биомедицинских технологий СГУ. – Режим доступа: <http://www.sgu.ru/node/1293/studentu>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Занятия по дисциплине «Материалы и методы нанотехнологий» проводятся в аудиториях, оснащенных компьютерной техникой, проекторами, наглядными демонстрационными материалами, мультимедийными установками.

Занятия по дисциплине «Материалы и методы нанотехнологий» проводятся в аудиториях, оснащенных компьютерной техникой и проекторами. Оборудование и возможности учебно-научной лаборатории технологии материалов и покрытий описаны на сайте лаборатории Технологии материалов и покрытий. В частности, студенты имеют возможность использовать при выполнении лабораторных работ:

- 1) установка универсальная для получения тонких пленок и покрытий типа Орион-40T/VCT-CVD (Vac-tec Co, Корея), оснащенная ионной очисткой, системой подогрева и очистки подложки в ВЧ разряде, резистивным и электронно-лучевым испарителем, магнетронными системами распыления на постоянном токе и с ВЧ смещением мишени, кварцевыми микровесами для контроля толщины наносимого покрытия;
- 2) шкафы вытяжные, химически стойкие 1200 ШВМкв-ХС для хранения баллонов со сжатыми газами (С.-Петербург);
- 3) металлографический цифровой комплекс "Альтами-MET1" (С.-Петербург);
- 4) линейные программируемые источники питания:PST-3201 ("Instek GoodWill", Тайвань), LPS-304, LPS-305 ("Motech Inc.", Тайвань);
- 5) цифровые программируемые мультиметры Keithley-2000, Keithley-2000/20 ("Keithley", США);
- 6) регуляторы расхода газа "Bronkhorst High Tech" (Нидерланды)
- 7) генератор чистого воздуха ГЧВ-1,2-3,5 (Москва);
- 8) аналитические весы Shinko AF-R220CE (Япония);
- 9) вискозиметр SV-100 (Япония);
- 10) алмазный скрайбер RV-129 (Германия);
- 11) ультразвуковая ванна "Techsonic" (США);
- 12) центрифуга "Sigma" (Германия);
- 13) прибор для получения чистой воды "Водолей" (Москва);
- 14) мембранный дисциллятор ДМЭ/Б.2э (Владимир);
- 15) рН-метр "ino-Lab рН 730" (Германия)
- 16) Мельница шаровая pulverisette 7 (Германия)
- 17) Лабораторный практикум Nanoeducator (Москва).

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

Программа одобрена на заседании кафедры материаловедения, технологии и управления качеством от «24» февраля 2016 г., протокол № 6

Автор: профессор кафедры материаловедения,
технологии и управления качеством,

д.т.н.  В.В. Симаков

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

 С.Б. Вениг

« 16 » марта 2016 г.

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

 С.Б. Вениг.

« 16 » марта 2016 г.