

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный университет
имени Н.Г. Чернышевского»

Факультет nano- и биомедицинских технологий

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебно-методической работе,
профессор

_____ Е.Г. Елина

« _____ » _____ 20__ г.

Рабочая программа дисциплины

Б1.Б.3 Моделирование свойств материалов и процессов

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 «**Моделирование свойств материалов и процессов**» является формирование у студентов комплекса профессиональных знаний и владения основами методов исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов фармацевтического и медицинского назначения), физических и химических процессов в них и в технологиях получения, обработки и модификации материалов фармацевтического и медицинского назначения, навыками их использования в исследованиях и расчетах, усвоение навыков использования методов моделирования, оценки прогнозирования и оптимизации технологических процессов и свойств материалов фармацевтического и медицинского назначения.

Задачами освоения дисциплины являются:

- освоение классификации математических моделей технологических процессов, применяемых в производстве материалов фармацевтического и медицинского назначения;
- формирование и углубление знаний о физических и химических процессах протекающих в веществах и материалах фармацевтического и медицинского назначения, которые могут быть практически реализованы при разработке новых технологий получения, обработки и модификации материалов фармацевтического и медицинского назначения;
- формирование умений теоретически исследовать физические и химические процессы, протекающие в материалах фармацевтического и медицинского назначения при различных процессах их обработки и модификации;
- формирование владений методами и навыками численного моделирования параметров и характеристик материалов фармацевтического и медицинского назначения, оптимизации режимов их изготовления;
- формирование знаний практического использования методов моделирования, оценки прогнозирования и оптимизации технологических процессов и свойств материалов фармацевтического и медицинского назначения.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «**Моделирование свойств материалов и процессов**» относится к базовому циклу и изучается студентами дневного отделения факультета нано- и биомедицинских технологий Саратовского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского, обучающимися по направлению 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, в течение 2 учебного семестра 1 курса магистратуры.

Материал дисциплины опирается на ранее приобретенные студентами знания по основам биохимии, принципам тераностики в основе технологий совре-

менных материалов для фармацевтики и медицины, интеллектуальным материалам для капсулирования и адресной доставки лекарств и подготавливает студентов к освоению в том же или в последующих семестрах таких дисциплин как методы исследования, экспертиза материалов и процессов, основы физико-химических процессов, лежащих в основе работы биодатчиков различных типов, материалы и методы нанотехнологий, полимерные материалы и композиты на их основе, методы моделирования и оптимизации свойств нетканых материалов, физико-химические основы капсулирования и создания нанокомпозитов, измерение и контроль основных параметров материалов и биодатчиков, автоматизация технологических процессов при производстве фармацевтической и медицинской продукции.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины «Моделирование свойств материалов и процессов» формируются следующие компетенции: ОПК-3, ПК-7:

ОПК-3 - способность самостоятельно развивать базовые знания теоретических и прикладных наук при моделировании, теоретическом и экспериментальном исследовании материалов и процессов в профессиональной деятельности;

ПК-7- готовностью проводить выбор материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий их применения на основе знания основных типов неорганических и органических материалов различного назначения, в том числе наноматериалов;

Фонды оценочных средств по каждой компетенции должны содержать задания для проверки отдельно знаний, умений, владений. Если одна дисциплина формирует компетенцию, то все эти задания должны быть разработаны автором программы. Если компетенция формируется при изучении нескольких дисциплин, но комплекс заданий по этим дисциплинам должен обеспечить проверку всех умений, владений, знаний по компетенции (см. карту компетенций)

В результате освоения дисциплины студент должен:

- знать методы моделирования свойств материалов фармацевтического и медицинского назначения, физических и химических процессов в них и в технологиях получения;
- уметь использовать методы моделирования, оценки прогнозирования и оптимизации технологических процессов и свойств материалов фармацевтического и медицинского назначения, современные информационно-коммуникационные технологии в научно-исследовательской и расчетно-аналитической деятельности в области материаловедения и технологии материалов;

- владеть навыками выбора материалов фармацевтического и медицинского назначения для заданных условий с учетом требований технологичности, использования традиционных и новых технологических процессов, операций

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 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	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	Введение. Математические модели в материаловедении и технологии материалов	2		1	1	1	5	устный опрос	
2	Математическая модель			1	1	1	5	устный опрос	
3	Современные аналитические подходы к моделированию явлений в материалах фармацевтического и медицинского назначения и технологических процессах				2	2	2	10	устный опрос, индивидуальные отчеты по результатам лабораторной работы в письменной форме
4	Математические модели систем из типовых элементов				2	2	2	10	устный опрос, индивидуальные отчеты по результатам лабораторной работы в письменной форме
5	Нелинейные математические модели макро-				2	2	2	6	устный опрос, инди-

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	уровня							индивидуальные отчеты по результатам лабораторной работы в письменной форме
6	Линейные математические модели микроуровня			2	2	2	5	устный опрос, индивидуальные отчеты по результатам лабораторной работы в письменной форме
7	Нелинейные модели микроуровня			2	2	2	5	устный опрос, индивидуальные отчеты по результатам лабораторной работы в письменной форме
8	Нелинейные уравнения волновых процессов			1	2	2	5	устный опрос, индивидуальные отчеты по результатам лабораторной работы в письменной форме
9	Имитационное моделирование			1	1	1	5	устный опрос, индивидуальные отчеты по результатам лабораторной работы в письменной форме

1	2	3	4	5	6	7	8	9
								ной форме
10	Оптимизация технологических процессов			1	1	1	5	устный опрос, индивидуальные отчеты по результатам лабораторной работы в письменной форме
	Итого:			15	16	16	61	экзамен

Содержание дисциплины

1. Введение. Роль математического моделирования в терраностике. Основные этапы математического моделирования.. Применение моделирование в комплексной оценки при прогнозировании и оптимизации технологических процессов и свойств материалов фармацевтического и медицинского назначения.
2. Математическая модель. Понятие математической модели. Структура математической модели. Свойства математических моделей. Структурные и функциональные модели. Теоретические и эмпирические модели. Особенности функциональных моделей. Иерархия математических моделей и формы их представления. Представление математической модели в безразмерной форме.
3. Современные аналитические подходы к моделированию явлений в материалах фармацевтического и медицинского назначения и технологических процессах. Математические модели простейших типовых элементов. Электрические двухполюсники. Простейшие элементы механических систем. Некоторые элементы тепловых систем. Модели элементов гидравлических систем. Особенности пневматических систем. Ламинарное течение вязкой жидкости в трубопроводе. Об адекватности математических моделей типовых элементов
4. Математические модели систем из типовых элементов. Дуальные электрические цепи. Двойственность электромеханической аналогии. Математические модели тепловых и гидравлических систем. Формализация построения математической модели сложной системы.
5. Нелинейные математические модели макроуровня. Причины возникновения нелинейности. Статические и стационарные модели. Некоторые нестационарные модели. Простейшие динамические модели. Положения равновесия консервативной системы. Фазовый портрет консервативной системы. Математические модели некоторых диссипативных систем. Понятие об автоколебательных системах
6. Линейные математические модели микроуровня. Математические модели электростатических полей. Электрическое поле в плазме. Одномерные модели стационарной и нестационарной теплопроводности. Моделирование диффузии

онных процессов переноса в движущихся средах. Диффузионный процесс в активной среде с размножением. Одномерные модели гидравлических систем. Математическая модель процесса индукционного нагрева.

7. Нелинейные модели микроуровня. Нелинейные модели диффузионных процессов переноса. Теория нелинейной теплопроводности. Задача Стефана о фазовом переходе. Распространение тепловых возмущений в нелинейных средах. Нелинейная теплопроводность с объемным поглощением. Уравнения типа реакция - диффузия.

8. Нелинейные уравнения волновых процессов. Уравнение Колмогорова - Петровского - Пискунова. Уравнение Бюргерса. Уравнение и его многосолитонные решения. Кортевега - де Фриза.

9. Имитационное моделирование. Применение имитационного моделирования. Виды имитационного моделирования: агентное моделирование, дискретно-событийное моделирование, системная динамика. Области применения. Системы имитационного моделирования.

10. Оптимизация технологических процессов. Понятие об оптимизации. Объект оптимизации. Критерий оптимальности. Этапы решения задачи оптимизации. Виды задач оптимизации технологических процессов и свойств материалов фармацевтического и медицинского назначения. Аналитические методы оптимизации: линейное и нелинейное программирование.

1. 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.

Процент аудиторных занятий, проводимых в интерактивной форме не менее 55.

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 статистических методов оценки качества продукции и регулирования технологических процессов. 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 (ноутбуком и проектором), излагаются и анализируются рефераты. При проведении лабораторных занятий выполняются численные эксперименты в лабораторном практикуме.

При проведении части практических (семинарских) занятий в форме учебной дискуссии по методу «круглого стола» проводится детальный анализ вопросов, касающихся тех или иных методов моделирования свойств материалов и процессов фармацевтического и медицинского назначения в соответствии с приведенным ниже списком тем (по выбору преподавателя).

Примерная тематика практических занятий (семинаров)

1. Моделирование диффузионных процессов в фармацевтического и медицинского назначения. Принципы диффузионной модификации фармацевтического и медицинского назначения.
2. Разработка программы по расчету и оптимизации процесса охлаждения неограниченной пластины с учетом граничных условий первого рода и внутреннего тепловыделения
3. Моделирование процессов ионной модификации материалов фармацевтического и медицинского назначения с последующим температурным отжигом
4. Кинетика процессов кристаллизации твердофазных систем из жидкой фазы
5. Моделирование нестационарных диффузионно-кинетических процессов в многокомпонентных распределенных системах фармацевтического и медицинского назначения
6. Формирование покрытий с помощью метода осаждения из газовой фазы.
7. Моделирование волновых процессов в материалах фармацевтического и медицинского назначения с учетом дисперсионных и нелинейных свойств среды.

Перечень лабораторных работ (примерный)

1. Моделирование диффузионных процессов в материалах фармацевтического и медицинского назначения. Принципы диффузионной модификации материалов фармацевтического и медицинского назначения.
2. Разработка программы по расчету и оптимизации процесса охлаждения неограниченной пластины с учетом граничных условий первого рода и внутреннего тепловыделения
3. Моделирование процессов ионной модификации материалов фармацевтического и медицинского назначения с последующим температурным отжигом
4. Кинетика процессов кристаллизации твердофазных систем из жидкой фазы

5. Моделирование нестационарных диффузионно-кинетических процессов в многокомпонентных распределенных системах фармацевтического и медицинского назначения
6. Формирование покрытий с помощью метода осаждения из газовой фазы.
7. Моделирование волновых процессов в материалах фармацевтического и медицинского назначения с учетом дисперсионных и нелинейных свойств среды.

Примечание:

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

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 61 часа по дисциплине **Б1.Б.3 Моделирование свойств материалов и процессов** 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 написании рефератов 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 экзамена.

Вопросы и задания для самоконтроля при выполнении самостоятельной работы

1. Представить математическую модель распределения электрического потенциала в заряженном материале фармацевтического и медицинского назначения в безразмерной форме.
2. Представить уравнение для переноса тепла в материалах фармацевтического и медицинского назначения в безразмерных параметрах.
3. Записать аналогии типовых элементов для электрических, тепловых, гидравлических и механических систем.
4. Рассчитать гидравлическое сопротивление трубопровода эллиптического сечения в условиях ламинарного течения жидкости.
5. Записать основные соотношения модели нагревания круглого тела, которое вращается с постоянной угловой скоростью, в однонаправленном тепловом потоке.
6. Записать уравнения и найти аналитические соотношения модели электростатического подвеса
7. Записать основные уравнения линейной модели теплопроводности материала фармацевтического и медицинского назначения с объемным поглощением и тепловыделением.

Вопросы для текущего контроля в форме собеседования (2-й семестр).

1. Роль математического моделирования в терраностике. Основные этапы математического моделирования.
2. Применение моделирование в комплексной оценки при прогнозировании и оптимизации технологических процессов и свойств материалов фармацевтического и медицинского назначения.
3. Понятие математической модели. Структура математической модели. Свойства математических моделей.
4. Классификация математических моделей: структурные, функциональные, теоретические и эмпирические модели.
5. Иерархия математических моделей и формы их представления. Представление математической модели в безразмерной форме.
6. Математические модели простейших типовых элементов. Электрические двухполюсники.
7. Простейшие типовые элементы механических систем.
8. Типовые элементы тепловых систем.

9. Модели элементов гидравлических систем.
10. Особенности математических моделей пневматических систем.
11. Ламинарное течение вязкой жидкости в капилляре.
12. Математические модели систем из типовых элементов. Двойственность электромеханической аналогии.
13. Математические модели тепловых и гидравлических систем.
14. Методика построения математических моделей сложной системы.
15. Нелинейные математические модели макроуровня и причины возникновения нелинейности.
16. Статические и стационарные модели нелинейные модели макроуровня.
17. Положения равновесия и фазовый портрет консервативной системы.
18. Автоколебательные системы.

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

1. Роль математического моделирования в технике. Основные этапы математического моделирования. Математические модели в инженерных дисциплинах. Применение моделирование в комплексной оценки при прогнозировании и оптимизации технологических процессов и свойств материалов.
2. Понятие математической модели. Структура математической модели. Свойства математических моделей. Структурные и функциональные модели. Теоретические и эмпирические модели. Особенности функциональных моделей. Иерархия математических моделей и формы их представления. Представление математической модели в безразмерной форме.
3. Математические модели простейших типовых элементов. Электрические двухполюсники. Простейшие элементы механических систем.
4. Типовые элементы тепловых, гидравлических и пневматических систем. Ламинарное течение вязкой жидкости в трубопроводе. Адекватность математических моделей типовых элементов.
5. Математические модели систем из типовых элементов. Дуальные электрические цепи. Двойственность электромеханической аналогии.
6. Формализация построения математической модели сложной системы. Математические модели тепловых и гидравлических систем.
7. Нелинейные математические модели макроуровня. Причины возникновения нелинейности. Статические и стационарные модели нелинейные модели макроуровня.
8. Положения равновесия консервативной системы. Фазовый портрет консервативной системы. Математические модели некоторых диссипативных систем. Автоколебательные системы.
9. Линейные математические модели микроуровня. Математические модели электростатических полей. Распределение электрического поля электростатического подвес. Электрическое поле в плазме.
10. Одномерные модели стационарной и нестационарной теплопроводности.

11. Моделирование диффузионных процессов переноса в движущихся средах.
12. Диффузионный процесс в активной среде с размножением.
13. Одномерные модели гидравлических систем.
14. Математическая модель процесса индукционного нагрева.
15. Нелинейные модели микроуровня. Нелинейные модели диффузионных процессов переноса.
16. Основы теории нелинейной теплопроводности.
17. Задача Стефана о фазовых переходах.
18. Распространение тепловых возмущений в нелинейных средах. Нелинейная теплопроводность с объемным поглощением.
19. Уравнения типа реакция - диффузия.
20. Нелинейные уравнения волновых процессов. Уравнение Колмогорова - Петровского - Пискунова.
21. Нелинейные уравнения волновых процессов. Уравнение Бюргерса. Уравнение и его многосолитонные решения Кортевега-де Фриза.
22. Имитационное моделирование. Применение имитационного моделирования. Виды имитационного моделирования: агентное моделирование, дискретно-событийное моделирование, системная динамика. Области применения.
23. Оптимизация технологических процессов. Понятие об оптимизации. Объект оптимизации. Критерий оптимальности. Этапы решения задачи оптимизации.
24. Виды задач оптимизации технологических процессов и свойств материалов. Аналитические методы оптимизации: линейное и нелинейное программирование.

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
Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
10	15	15	30	0	0	30	100

Программа оценивания учебной деятельности студента

2 семестр

Лекции

Посещаемость, опрос, активность и др. за один семестр – от 0 до 10 баллов.

Лабораторные занятия

- Посещаемость – от 0 до 10 баллов.
- Результативность устных и письменных экспресс-опросов– от 0 до 10 баллов.
- Участие в дискуссиях и их подготовке– от 0 до 10 баллов.

Практические занятия

- Посещаемость – от 0 до 10 баллов.
- Результативность устных и письменных экспресс-опросов– от 0 до 10 баллов.
- Участие в дискуссиях и их подготовке– от 0 до 10 баллов.

Самостоятельная работа

- контрольная работа от 0 до 20 баллов.
- Подготовка рефератов от 0 до 10 баллов.

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено.

Другие виды учебной деятельности:

Не предусмотрено.

Промежуточная аттестация (зачёт)

Если во время теоретического зачета набрано менее 1/3 от максимального количества баллов (30 баллов) по промежуточной аттестации в семестре, то зачет считается несданным.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за один семестр по дисциплине **Моделирование свойств материалов и процессов** при проведении промежуточной аттестации в форме экзамена составляет 100 баллов.

Пересчет полученной студентом суммы баллов по дисциплине **Моделирование свойств материалов и процессов** в оценку осуществляется в соответствии с таблицей 2:

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

85 и более	отлично
75 баллов и более	хорошо
60 баллов и более	удовлетворительно
меньше 60 баллов	«не зачтено»

Текущие индивидуально набранные студентами баллы доводятся до их сведения 2 раза за семестр: в конце 8 и 16 недель обучения.

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

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Бардзокас Д.И., Зобнин А.И., Сеник Н.А., Фильштинский М.Л. Математическое моделирование в задачах механики связанных полей. Изд.2, стереот. 2010. 312 с.
2. И.Б. Старченко, В.Ю. Вишневецкий. Практикум по курсу «Математическое моделирование биологических процессов и систем». – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2010. – 36 с.

б) дополнительная литература:

1. Пул Ч.П. мл., Оуэнс Ф.Дж. Нанотехнологии 5-е изд. испр., доп. Москва: Техносфера, 2010 г. 336 стр. ISBN: 978-5-94836-239-7
2. Родунер Э. Размерные эффекты в наноматериалах Москва: Техносфера, 2011г. 352 с ISBN 978-5-94836-265-6
3. Полимерные нанокомпозиты Под редакцией Ю -Винг Май, Жонг-Жен Ю Москва: Техносфера. – 2011,688 с., ISBN978-5-94836-203-8
4. Справочник Шпрингера по нанотехнологиям (в 3-х томах), том 1 Под ред. Бхушана Б. Москва: Техносфера, 2010.- 864с.ISBN 978-5-94836-262-5,(т. I)
5. Справочник Шпрингера по нанотехнологиям (в 3-х томах), том 2 Под ред. Бхушана Б. Москва: Техносфера, 2010.-1040с.,ISBN 978-5-94836-263-2 (т.II)
6. Справочник Шпрингера по нанотехнологиям (в 3-х томах), том 2 Под ред. Бхушана Б. Москва:Техносфера, 2010.- 832с. ISBN 978-5-94836-264-9 (т. III)

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Windows XP Prof
2. Антивирус Касперского 6.0 для Windows Workstations
3. Microsoft Office профессиональный 2010
4. Quantumwise - Atomistix ToolKit (ATK) Simulation software for nanoscience. Режим доступа: <http://quantumwise.com/>
5. Каталог образовательных Интернет-ресурсов. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/window/>
6. 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 **Б1.Б.3 Моделирование свойств материалов и процессов** проводятся в аудиториях, оснащенных компьютерной техникой, проекторами, наглядными демонстрационными материалами, мультимедийными установками. Семинарские (практические) и лабораторные занятия предусмотрены в дисплейном компьютерном классе. Студент должен быть обеспечен индивидуальным рабочим местом, общей площадью не менее 6 м² оборудованным средствами вычислительной техники с установленным программным обеспечением: операционной системой Windows, VBA MS Office, MatLab и MatCad (или их аналогами), включенным в локальную сеть университета и свободным выходом в Интернет.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО 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».

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 с учетом рекомендаций и Примерной ООП ВО по направлению 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов и профилю подготовки «Фармацевтическое и медицинское материаловедение».

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

Автор: профессор кафедры материаловедения,
технологии и управления качеством,
д.т.н. _____ В.В. Симаков

Зав. кафедрой материаловедения, технологии и управления качеством,
профессор

_____ С.Б. Вениг
_____ » _____ 20__ г.

Декан факультета нано- и биомедицинских
технологий, профессор

_____ С.Б. Вениг
« _____ » _____ 20__ г.