

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

ФАКУЛЬТЕТ НАНО- И БИМЕДИЦИНСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

УТВЕРЖДАЮ
Декаан факультета



С.Б. Вениг

2019 г.

Рабочая программа дисциплины

Основы молекулярной технологии

Направление подготовки бакалавриата

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Профиль подготовки бакалавриата

"Нанотехнологии, диагностика и синтез современных материалов"

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения

очная

Саратов,
2019

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Глуховской Евгений Геннадьевич		30.08.19
Председатель НМК	Михайлов Александр Иванович		30.08.19
Заведующий кафедрой	Вениг Сергей Борисович		30.08.19
Специалист Учебного управления			

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Основы молекулярной технологии» является формирование у студентов комплекса профессиональных знаний о современных тенденциях развития наук о построении молекулярных систем различного уровня, усвоение физических принципов построения молекулярных систем

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Основы молекулярной технологии» относится к факультативным дисциплинам и изучается студентами очной формы обучения факультета нано- и биомедицинских технологий СГУ, обучающимися по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» и профилю «Нанотехнологии, диагностика и синтез современных материалов», в течение 8 учебного семестра. Материал дисциплины опирается на ранее приобретенные студентами знания по дисциплинам «Физика и химия поверхности материалов и покрытий», «Физико-химия наноструктурированных материалов», «Физические процессы в материалах под действием оптического и СВЧ излучений», «Технология материалов и структур электроники», «Технология наноматериалов и наноструктур» и подготавливает студентов к изучению в том же семестре таких дисциплин как «Методы структурного и фазового анализа в материаловедении», а также к прохождению преддипломной практики и выполнению научно-исследовательской работы и выпускной квалификационной работы.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины «Основы молекулярной технологии» формируется компетенция: ПК-9.

ПК-9 – готовность участвовать в разработке технологических процессов производства и обработки покрытий, материалов и изделий из них, систем управления технологическими процессами

В результате освоения дисциплины обучающийся студент должен:

- знать принципы построения молекулярных систем, основные тенденции развития естественных наук, особенно физики, химии, нанотехнологии, взаимосвязи строение – свойства, размер – свойство;
- уметь прогнозировать некоторые свойства молекулярных и наноразмерных объектов и систем;
- владеть методами исследования молекулярных и наноразмерных объектов и систем.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Се-мес-тр	Не-де-ля се-мес-т-ра	Виды учебной работы, вклю-чая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успе-ваемости (по не-делям семестра) Формы промежу-точной аттеста-ции (по семест-рам)
				Лек	Лаб	Пр	СРС	
1.	Колебательные реакции и их ме-ханизмы. Реакция Белоусова-Жаботинского.	8	1	0,5			2	опрос на лек-ции
2.	Химические циклы в природе.		1	1			2	
3.	Углерод. Структуры на основе углерода.		2	1			2	реферат ^{*)}
4.	Жизнь на основе углерода		3	1			2	опрос на лек-ции
5.	Наноккомпозиты с полимерными матрицами.		4	1	6		2	КР 1 ^{*)}
6.	Принципы самоорганизации жи-вой и неживой материи. Уровни организации живой природы.		5	1	4		2	опрос на лек-ции
7.	Элементы технологии Ленгмюра-Блоджетт. Биологические мем-браны.		6	1	8		2	
8.	Молекула ДНК. Молекула белка		7	1			2	реферат
9.	Искусственные методы сборки формирования трехмерных структур (FIB CVD).		8	1			2	опрос на лек-ции
10.	Молекулярные движители.		9	1			2	опрос на се-минаре
11.	Нанопинцеты.		10	1			2	
12.	Уровни организации памяти и устройств для хранения и обра-ботки информации.		11	1			2	опрос на лек-ции
13.	Инструментарий нанотехноло-гий.		12	0,5			4	КР 2 ^{*)}
14.	Психологические аспекты высо-ких технологий.		12				4	
15.	Футурологический взгляд на раз-витие технологий и общества.		12				4	
	Итого:			12	24		36	Зачет

^{*)}Примечание. 1. КР означает контрольная работа

2. Каждый студент выбирает одну из тем для реферата

Содержание дисциплины

1. Колебательные реакции и их механизмы. Реакция Белоусова-Жаботинского.
2. Химические циклы в природе
 - 2.1. Кислородный, бескислородный циклы.
 - 2.2. Цикл Кребса и дыхательная цепь.

3. Углерод. Структуры на основе углерода.
 - 3.1. Графен, графан.
 - 3.2. Фуллерены.
 - 3.3. Углеродные нанотрубки, конусы.
 - 3.4. Углеродные листы как подложки для наносхем.
4. Жизнь на основе углерода и «неуглеродная» жизнь. О возможности «неуглеродной» жизни.
5. Наноккомпозиты с полимерными матрицами.
6. Принципы самоорганизации живой и неживой материи. Уровни организации живой природы.
7. Элементы технологии Ленгмюра-Блоджетт. Биологические мембраны. Их строение и функции (на примере клеточных).
8. Молекула ДНК. Молекула белка.
 - 8.1. Составные части, уровни организации структуры, синтез молекул ДНК и белка.
 - 8.2. Процессы самосборки в клетках.
 - 8.3. Способы разборки молекул – ферментные реакции.
 - 8.4. Секвенирование ДНК.
9. Искусственные методы сборки формирования трехмерных структур (FIB CVD). 3D принтеры различного «формата»: от макро- до наномасштабного воспроизводства и копирования.
10. Молекулярные движители: «моторы», молекулярные насосы, нанощестеренки.
 - 10.1. Молекулярные роботы.
 - 10.2. Мир Эрика Дрекслера.
 - 10.3. МЕМС-, НЕМС-устройства.
11. Нанопинцеты.
 - 11.1. Молекулы манипуляторы.
 - 11.2. Жидкокристаллические материалы – как нанодвижители.
 - 11.3. Капсулированный в полимерную оболочку ЖК материал.
12. Уровни организации памяти и устройств для хранения и обработки информации.
 - 12.1. Реализация принципов транзисторного усиления и ключа на молекулярном уровне.
 - 12.2. Логика на атомарном уровне (атомарные логические схемы и сортировщики).
 - 12.3. Кубиты.
 - 12.4. Спинтроника.
13. Инструментарий нанотехнологий. Зондовые методы (АСМ, СТМ, оптическая ближнеполевая микроскопия).
14. Психологические аспекты высоких технологий.
15. Футурологический взгляд на развитие технологий и общества.

Примерный перечень лабораторных работ

1. Исследование монослоев поверхностно-активных веществ на водной поверхности.
2. Перенос монослоев на твердые подложки. Способы переноса. Коэффициент переноса.
3. Получение планарных наноразмерных покрытий методом полиионной сборки.
4. Исследование пленок Ленгмюра-Блоджетт методом атомно-силовой микроскопии и сканирующей туннельной микроскопии.

Описания всех перечисленных лабораторных работ имеются на кафедре материаловедения, технологии и управления качеством и, в том числе, изданные в книгах:

- Климов Б.Н., Штыков С.Н., Горин Д.А., Глуховской Е.Г., Портнов С.А., Невешкин А.А., Яценко А.М., Иноземцева О.А., Карагайчев А.Л., Румянцева С.С. Физико-химия наноструктурированных материалов: Руководство к лабораторному практикуму: Учеб. пособие для студ. фак. нано- и биомедицинских технологий / Под общ. ред. Климова

Б.Н., Штыкова С.Н. - Саратов: 2007. - 97 с.: ил. (хранится в библиотеке кафедры материаловедения технологии и управления качеством)

- Технология материалов электронной техники [Текст] : лаб. практикум : учеб. пособие для студентов фак. нано- и биомед. технологий / Е. Г. Глуховской [и др.] ; под общ. ред. С. В. Стецюра, Е. Г. Глуховского ; Саратов. гос. ун-т им. Н. Г. Чернышевского. – Саратов : ООО "Ред. журн. "Промышленность Поволжья" [изд.] : Изд. дом "GrishineL", 2008. – 174 с. (хранится в библиотеке кафедры материаловедения технологии и управления качеством).

5. Образовательные технологии, используемые при освоении дисциплины

В преподавании дисциплины «Основы молекулярной технологии» используются следующие образовательные технологии:

- лекционные занятия;
- лабораторные занятия;
- самостоятельная внеаудиторная работа.

Лекционные занятия проводятся в основном в традиционной форме. При проведении лекционных занятий используется ПК и мультимедийный проектор.

При проведении лабораторных занятий выполняются натурные эксперименты в лабораторном практикуме.

Самостоятельная внеаудиторная работа студентов по дисциплине проводится в течение всего семестра и заключается в чтении и изучении литературы, подготовке к лекциям и лабораторным занятиям, к контрольным работам, она подразумевает работу под руководством преподавателей (консультации и помощь в написании рефератов и при выполнении домашних заданий) и индивидуальную работу студента в выполнении заданий лектора в библиотеке.

Методы обучения, применяемые при изучении дисциплины способствуют закреплению и совершенствованию знаний, овладению умениями и получению навыков в области основ молекулярной технологии. Содержание учебного материала диктует выбор методов обучения:

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

При реализации программы дисциплины предусмотрены также встречи с руководителями и представителями структурных подразделений образовательно-научного института наноструктур и биосистем СГУ с демонстрацией современного технологического и исследовательского оборудования.

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 по дисциплине проводится в течение всего семестра и заключается в чтении и изучении литературы, подготовке к лекциям, к лабораторным работам, к контрольной работе, в выполнении заданий лектора.

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 выполнению и отчетам по лабораторным работам тщательно изучать описание работы, задавать уточняющие вопросы преподавателю и дежурному инженеру, иметь отдельную тетрадь по лабораторному практикуму, для выполнения заданий и оформления отчетов;
- при написании реферата и подготовке к контрольной работе пользоваться лекциями, рекомендованной литературой, нормативно-правыми документами, материалами лабораторных и практических занятий;
- задания, которые даются лектором во время лекции по отдельным вопросам, обязательны для выполнения, и качество их выполнения будет проверяться во время зачета.

Перечень заданий самостоятельной работы, предлагаемых студентам в ходе чтения лекций:

1. Концепция "сверху-вниз" и "снизу-вверх"
2. Наноструктурированные материалы
3. Эпитаксия металлоорганических соединений из газовой фазы
4. Методы получения наночастиц из паровой фазы
5. Получение наночастиц в жидких средах
6. Получение упорядоченных структур с наночастицами
7. Получение гибридных полимер-неорганических нанокомпозитов
8. Молекулярно-лучевая эпитаксия (МЛЭ)
9. Пучковые и другие методы нанолитографии

При реализации программы дисциплины «Основы молекулярной технологии» студентам предлагается подготовить как минимум 1 реферат на представленные ниже темы.

Примерный перечень предлагаемых тем рефератов:

1. Получение графеновых пленок.
2. Методы синтеза нанокристаллических порошков.
3. Получение компактных наноматериалов.
4. Методы определения размеров наночастиц.
5. Свойства изолированных наночастиц и нанокристаллических порошков.
6. Влияние размеров зерен и границ раздела на свойства наноматериалов.
7. Молекулярно-лучевая эпитаксия.
8. Атомно-силовая микроскопия.
9. Сканирующая туннельная микроскопия.
10. Нанолитография.
11. Распределение плотности состояний в квантовых проволоках и квантовых точках.
12. Экранирование электрического поля в структурах пониженной размерности.
13. Квантовый эффект Холла в двумерном электронном газе.
14. Одноэлектроника.
15. Спинтроника.

16. Туннелирование через квантово-размерные структуры.
17. Нанoeлектроника.

Рефераты выполняются под руководством преподавателя и должны содержать элементы литературного обзора по теме, расчетов, анализа в соответствии с конкретной спецификой выбранной темы. Работу следует выполнять в течение всего учебного семестра с периодическим обсуждением результатов с преподавателем.

В ходе изучения дисциплины в часы лекционных занятий студенты выполняют 2 контрольных работы.

При подготовке к контрольной работе необходимо использовать материал прочитанных лекций.

Контрольные работы:

- КР 1. *Вариант А.* Углерод. Аллотропные соединения. Структуры на основе углерода.
Вариант Б. «Углеродная» и «неуглеродная» жизнь.
- КР 2. *Вариант А.* Метод молекулярного прототипирования – FIB CVD.
Вариант Б. Зондовые методы исследования нанообъектов и структур.

При выполнении контрольных работ студент должен продемонстрировать знания основных принципов построения наноструктур на основе углерода, свойства самих углеродных структур, физико-химические основы «углеродной» и «неуглеродной» жизни, основы метода молекулярного прототипирования – FIB CVD, и физические основы различных зондовых методов исследования нанообъектов и структур.

Результаты выполнения контрольных работ учитываются при проведении аттестации студентов (при сдаче зачета).

Аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде зачета (8-й семестр).

Контрольные вопросы для проведения текущего контроля в форме опросов на лекции

1. Колебательные реакции и их механизмы. Реакция Белоусова-Жаботинского.
2. Химические циклы в природе. Кислородный, бескислородный циклы.
3. Цикл Кребса и дыхательная цепь.
4. Углерод. Структуры на основе углерода.
5. Графен, графан.
6. Фуллерены.
7. Углеродные нанотрубки, конусы. Углеродные листы как подложки для наносхем.
8. Жизнь на основе углерода. О возможности неуглеродной жизни.
9. Нанокompозиты с полимерными матрицами.
10. Принципы самоорганизации живой и неживой материи. Уровни организации живой природы.
11. Элементы технологии Ленгмюра-Блоджетт.
12. Строение и функции биологических мембран (на примере клеточных).

Вопросы для проведения аттестации по итогам освоения дисциплины в форме зачета

1. Колебательные реакции и их механизмы. Реакция Белоусова-Жаботинского.
2. Химические циклы в природе. Кислородный, бескислородный циклы.
3. Цикл Кребса и дыхательная цепь.
4. Углерод. Структуры на основе углерода.

5. Графен, графан.
6. Фуллерены.
7. Углеродные нанотрубки, конусы. Углеродные листы как подложки для наносхем.
8. Жизнь на основе углерода. О возможности неуглеродной жизни.
9. Нанокompозиты с полимерными матрицами.
10. Принципы самоорганизации живой и неживой материи. Уровни организации живой природы.
11. Элементы технологии Ленгмюра-Блоджетт.
12. Строение и функции биологических мембран (на примере клеточных).
13. Составные части, уровни организации структуры, синтез молекул ДНК и белка.
14. Процессы самосборки в клетках.
15. Способы разборки молекул – ферментные реакции.
16. Секвенирование ДНК.
17. Искусственные методы сборки формирования FIB CVD. 3D принтеры различного «формата»: от макро- до наномасштабного воспроизводства и копирования.
18. Молекулярные «моторы», молекулярные насосы, наносшестеренки.
19. Молекулярные роботы. Мир Эрика Дрекслера. МЕМС-НЕМС устройства.
20. Нанопинцеты. Молекулы манипуляторы.
21. Жидкокристаллические материалы – как нанодвижители. Капсулированный в полимерную оболочку ЖК материал.
22. Уровни организации памяти и устройств для хранения и обработки информации.
23. Реализация принципов транзисторного усиления и ключа на молекулярном уровне.
24. Логика на атомарном уровне (атомарные логические схемы и сортировщики).
25. Кубиты.
26. Спинтроника.
27. Инструментарий нанотехнологий. Зондовые методы (АСМ, СТМ, оптическая ближнеполевая микроскопия).

7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС 8 семестр

Максимальное количество баллов по видам учебной деятельности указано в таблице 1.

Таблица 7.1 – 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	20	20	30	0	0	20	100

Программа оценивания учебной деятельности студента

Лекции

- посещаемость, активность – от 0 до 5 баллов,
- устный опрос – от 0 до 5 баллов.

Лабораторные занятия

Выполнение предусмотренных рабочей программой лабораторных работ – от 0 до 20 баллов.

Практические занятия

Активность на практических занятиях; презентация реферата, проекта или обзора на заданную тему (от 0 до 20 баллов).

Самостоятельная работа

- проработка материала лекций; подготовка к практическим занятиям – от 0 до 5 баллов;
- выполнение контрольных работ – от 0 до 15 баллов;
- подготовка реферата – от 0 до 10 баллов.

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено.

Промежуточная аттестация

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.

Промежуточная аттестация (зачет) проводится по стандартным билетам, составленным из «Вопросов для проведения аттестации по итогам освоения дисциплины в форме зачета» по дисциплине «Основы молекулярной технологии» (представленных в разделе 6 рабочей программы).

Ранжирование ответов студентов при проведении промежуточной аттестации:

ответ на «зачтено» – **8-20 баллов**

ответ на «не зачтено» – **0-7 баллов.**

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за один семестр по дисциплине «Основы молекулярной технологии» составляет 100 баллов.

Пересчет полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Основы молекулярной технологии» в оценку на зачете осуществляется в соответствии с таблицей 7.3:

Таблица 7.2 – Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине в оценку (зачет)

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

Текущие индивидуально набранные студентами баллы доводятся до их сведения 2 раза за семестр: в конце 6 и 12 недель обучения.

Оценка студентам, успешно прошедшим обучение по дисциплине «Основы молекулярной технологии», может быть проставлена без сдачи зачета на основании рейтинговой оценки по решению преподавателя.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

а) основная литература:

1. Рыжонков, Д.И. Наноматериалы [Текст] : учеб. пособие / Д. И. Рыжонков, В. В. Лёвина, Э. Л. Дзидзигури. - М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2008. - 365 с. : рис. (47 экз.) ✓⁵⁸
2. Витязь П.А. Наноматериаловедение [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Витязь П.А., Свидуневич Н.А., Куис Д.В.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Вышэйшая школа, 2015.— 512 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/35501>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю ✓
3. Пул, Ч. Нанотехнологии [Текст] : учеб. пособие для студентов, обучающихся по направлению подгот. "Нанотехнологии" / Ч. Пул, Ф. Оуэнс ; пер. с англ. под ред. Ю. И. Головина. - М. : Техносфера, 2010. (5 экз.)+ 2007 (5 экз.) ✓

4. Нанотехнологии. Наноматериалы. Наносистемная техника. Мировые достижения - 2008 год [Текст] : сборник / под ред. П. П. Мальцева. - М. : Техносфера, 2008. - 430 с. : цв. ил. (11 экз.)

б) дополнительная литература:

1. Миронов, В. Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии [Текст] : учеб. пособие для студентов ст. курсов вузов / В. Л. Миронов ; Рос. акад. наук, Ин-т физики микроструктур г. Нижний Новгород. - М. : Техносфера, 2004. - 143 с. : ил. (15 экз.)
2. Григорьева Л.С. Физическая химия [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Григорьева Л.С., Трифонова О.Н.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2014.— 149 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26215>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
3. Углеродные нанотрубки. Строение, свойства, применения [Текст] / П. Н. Дьячков. - М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2006. - 293 с. (9 экз.)
4. Получение и исследование наноструктур. Лабораторный практикум по нанотехнологиям [Текст] / под ред. А. С. Сигова. - М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2010. - 146 с. : рис.
5. Нолтинг, Б. Новейшие методы исследования биосистем [Текст] : [монография] / пер. с англ. Н. Н. Хромова-Борисова. - М. : Техносфера, 2005. - 254 с. : ил.

в) рекомендуемая литература:

1. Физико-химия наноструктурированных материалов [Текст] : рук. к лаб. практикуму : учеб. пособие для студентов фак. нано- и биомед. технологий / Б. Н. Климов [и др.] ; под общ. ред. Б. Н. Климова, С. Н. Штыкова. - Саратов : [б. и.], 2008 (Отпеч. в ООО "Новый ветер"). - 98 с.
2. Старостин, В. В. Материалы и методы нанотехнологии [Текст] : учеб. пособие / В. В. Старостин ; под общ. ред. Л. Н. Патрикеева. - М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2008. - 431 с.
3. Харрис, П. Углеродные нанотрубки и родственные структуры. Новые материалы XXI века [Текст] / П. Харрис ; пер. с англ. под ред. и с доп. Л. А. Чернозатонского. - М. : Техносфера, 2003. - 335 с. : рис.

г) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

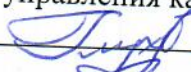
1. Windows XP Prof.
2. Антивирус Касперского 6.0 для Windows Workstations.
3. Microsoft Office профессиональный 2010.
4. Каталог образовательных Интернет-ресурсов. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/window/>
5. Зональная научная библиотека им. В.А. Артисевич Саратовского государственного университета им. Н.Г. Чернышевского. – Режим доступа: <http://library.sgu.ru/>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Занятия по дисциплине «Основы молекулярной технологии» проводятся в аудиториях, оснащенных компьютерной техникой, проекторами, измерительными приборами, лабораторным оборудованием, наглядными демонстрационными материалами в формате презентаций, мультимедийными установками.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов и профилем подготовки «Нанотехнологии, диагностика и синтез современных материалов»

Программа одобрена на заседании кафедры материаловедения, технологии и управления качеством от «12» сентября 2016 г., протокол № 2.

Автор: доцент кафедры материаловедения,
технологии и управления качеством
к. ф.-м. н.  Е.Г. Глуховской

Зав. кафедрой материаловедения, технологии
и управления качеством, профессор

 С.Б. Вениг

Декан факультета nano- и биомедицинских
технологий, профессор

 С.Б. Вениг