

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

ФАКУЛЬТЕТ НАНО- И БИОМЕДИЦИНСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

С.Б. Вениг
"30" 08 2019 г.



Рабочая программа дисциплины

Основы физического материаловедения

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	Клецов Алексей Александрович	<i>Клецов</i>	30.08.19
	Вениг Сергей Борисович	<i>Вениг</i>	
Председатель НМК	Михайлов Александр Иванович	<i>Михайлов</i>	30.08.19
Заведующий кафедрой	Вениг Сергей Борисович	<i>Вениг</i>	30.08.19
Специалист Учебного управления			

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Основы физического материаловедения» является формирование у студентов комплекса профессиональных знаний и умений в области структурного многообразия материи, теории химической связи, элементов квантовой теории твердого тела (вещества в конденсированном состоянии), теории переноса тепла и электричества в материалах, а также тепловых, механических и оптических свойств материалов.

Задачами освоения дисциплины являются:

- освоение теории, лежащей в основе описания структуры и различных свойств материи;
- формирование и углубление знаний о химической связи, поведении и свойствах вещества в конденсированном состоянии, переносе тепла и электричества в материалах, тепловых, механических и оптических свойствах материалов;
- формирование умений использовать в профессиональной деятельности знания о структуре материи, химической связи, поведении и свойствах вещества в конденсированном состоянии, переносе тепла и электричества в материалах, тепловых, механических и оптических свойствах материалов;
- формирование владений методами изучения структуры материи, поведения и свойств вещества в конденсированном состоянии, переноса тепла и электричества в материалах, тепловых, механических и оптических свойств материалов.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Основы физического материаловедения» относится к дисциплинам базовой части блока 1 «Дисциплины (модули)» и изучается студентами очной формы обучения факультета нано- и биомедицинских технологий СГУ, обучающимися по направлению подготовки 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов» и профилю «Нанотехнологии, диагностика и синтез современных материалов», в течение 5 учебного семестра.

Материал дисциплины опирается на ранее приобретенные студентами знания по дисциплинам «Математический анализ», «Математика: Часть 1. Аналитическая геометрия и линейная алгебра», «Математика: Часть 1. Векторный анализ», «Математика. Часть 2. Теория вероятностей и математическая статистика», «Математика. Часть 3. Дифференциальные уравнения (прикладной аспект)», «Механика и молекулярная физика», «Термодинамика», «Электричество и магнетизм», «Оптика», «Неорганическая химия», «Основы кристаллографии и минералогии» и подготавливает студентов к освоению в последующих семестрах таких дисциплин как «Технология материалов и структур электроники», «Технология наноматериалов и наноструктур», «Материаловедение: Металловедение», «Материаловедение. Полимеры и поликонденсационные материалы», «Материаловедение. Композитные материалы», «Методы исследования и диагностики материалов и структур», «Методы структурного и фазового анализа в материаловедении», «Материалы датчиков внешних воздействий», «Процессы самоорганизации в материалах».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины «Основы физического материаловедения» формируются следующие компетенции: ОПК-1.

ОПК-1 – способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.

В результате освоения дисциплины обучающийся студент должен:

- знать о структурном многообразии материи, типах и принципах химической связи, поведении и свойствах вещества в конденсированном состоянии, переносе тепла и электричества в материалах, тепловых, механических и оптических свойствах материалов;
- уметь использовать в профессиональной деятельности знания о структуре материи, химической связи, поведении и свойствах вещества в конденсированном состоянии, переносе тепла и электричества в материалах, тепловых, механических и оптических свойствах материалов;
- владеть методами изучения структуры материи, поведения и свойств вещества в конденсированном состоянии, переноса тепла и электричества в материалах, тепловых, механических и оптических свойств материалов.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ 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)
				лекции	лабораторные	практические	СРС	
1.	Введение	5	1	1			2	устный опрос
2.	Элементы квантовой механики	5	2	2		1	3	устный опрос
3.	Элементы атомной физики	5	3	2		1	3	устный опрос, индивидуальные отчеты по результатам практических занятий в письменной форме
4.	Элементы молекулярной физики и химии	5	4-6	6		2	8	устный опрос, индивидуальные отчеты по результатам практических занятий в письменной форме
5.	Элементы квантовой теории твердого тела	5	7-8	4		2	8	устный опрос, индивидуальные отчеты по результатам практических занятий в письменной форме
6.	Элементы статистической термодинамики	5	9-11	4		2	10	устный опрос, индивидуальные отчеты по результатам практических занятий в письменной форме
7.	Элементы кинетики в материалах (перенос тепла и электричества)	5	12-14	8		6	10	устный опрос, индивидуальные отчеты по результатам практических занятий в письменной форме

8.	От микроструктуры к макроскопическим свойствам	5	15-17	8		6	10	устный опрос, индивидуальные отчеты по результатам практических занятий в письменной форме, рефераты
	Итого:			34		20	54	Зачет Контрольная работа

Содержание дисциплины

1. *Введение.* Сущность физического материаловедения. Дисциплины, лежащие в основе физического материаловедения. Структура материи.
2. *Элементы квантовой механики.* Квантовые постулаты Планка, Бора и Эйнштейна. От дискретного спектра атома к квантованным уровням энергии атома. Модель атома Бора-Зоммерфельда. Принцип минимизации потенциальной энергии. Волны материи де Бройля. Волновое уравнение Шредингера для электрона. Волновая функция и плотность вероятности. Модель "частица в яме" и причина квантования.
3. *Элементы атомной физики.* Квантово-механическая модель атома (решение уравнения Шредингера для электрона в атоме водорода). Квантовые числа (главное, орбитальное, магнитное орбитальное). Метод усредненного (эффективного) поля Хартри. Спин электрона как его собственный механический момент импульса. Спиновое квантовое число. Принцип Паули для электронов. Атомные орбитали как одноэлектронные волновые функции. Периодическая таблица Менделеева. Химическая валентность
4. *Элементы молекулярной физики и химии.* Приближение Борна-Оппенгеймера. Квантово-механическая модель образования простейшей молекулы, H_2^+ . Квантово-механическая теория химической связи (ковалентной и ионной связи). Теория молекулярных орбиталей. Силы Ван-дер-Ваальса (диполь-дипольное взаимодействие). Водородная связь. Сила связи.
5. *Элементы квантовой теории твердого тела.* Море электронов в металле (море Ферми). Металлическая связь. Одномерная цепочка атомов и димеров. От молекулярных орбиталей к зонам в твердом теле. Зонная модель твердого тела - модель Кронига-Пенни (электрон в периодическом потенциале одномерной цепочки ионов). Фононы как колебания кристаллической решетки.
6. *Элементы статистической термодинамики.* Термодинамический потенциал. Статистическое распределение электронов Ферми-Дирака. Свободная энергия Гиббса.
7. *Элементы кинетики в материалах (перенос тепла и электричества).*
 - 7.1. *Перенос тепла.* Модель "жестких сфер". Кинетическая теория газов. Кинетическая теория твердого тела. Теплопроводность. Теория удельной теплоты. Химические реакции и активационный барьер. Диффузия.
 - 7.1. *Перенос электричества.* Движение электрона в кристалле при приложении электрического поля. Модель электропроводности Друде-Лоренца. Среднее время пробега электрона. Рассеивание электронов на фононах. Температурная зависимость проводимости. Ионная проводимость. Типы проводящих материалов: металлы, полупроводники, диэлектрики.
8. *От микроструктуры к макроскопическим свойствам.*
 - 8.1. *Макроскопические тепловые и механические свойства.* Влияние химической связи на макроскопические свойства материалов. Температура плавления и тепловое расширение. Механические свойства (прочность, эластические свойства).
 - 8.2. *Оптические свойства материалов.* Спектроскопия. Модель поглощения излучения кристаллической решеткой. Электронное и фононное поглощение в металлах, диэлектриках и полупроводниках. Рассеивание оптического излучения веществом. Люминисценция.

Примерная тематика практических занятий (семинаров)

1. Применение квантовых постулатов Планка, Бора и Эйнштейна.
2. Решение модели атома Бора-Зоммерфельда. Волны материи де Бройля.
3. Решение уравнения Шредингера для электрона в атоме водорода.
4. Применение принципа Паули и правила Хунда для построения электронных структур атомов.
5. Расчет энергии ионизации и энергии сродства к электрону.
6. Применение квантово-механической теории химической связи к образованию молекулы H_2 .
7. Построение электронных конфигураций молекул на основе диаграмм Леннарда-Джонса. Расчет энергии диссоциации молекулы.
8. Расчет дисперсионных сил, действующих между индуцированными атомными диполями.
9. Вывод из термодинамических принципов статистического распределения Ферми-Дирака и его применение для построения распределения электронов в металле (моря Ферми) и полупроводнике.
10. Вывод теории удельной теплоты материалов и ее применение.
11. Расчет движения электрона в кристалле при приложении электрического поля (по модели электропроводности Друде-Лоренца).
12. Определение типа проводящего материала: металл, полупроводник, диэлектрик.
13. Влияние химической связи на макроскопические свойства материалов.
14. Расчет рассеивания оптического излучения веществом

5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

При реализации различных видов учебной работы по данной дисциплине (лекции, практические занятия, самостоятельная работа) с целью создания условий для самоактуализации и самореализации обучающихся, предоставления возможностей для конструирования собственного знания, используются следующие современные образовательные технологии:

- информационно-коммуникационные технологии;
- проблемное обучение;
- творческие задания;
- дискуссии на заданную тему.

При проведении лекционных занятий используется персональный компьютер, мультимедийный проектор и интерактивный экран. 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 индивидуальных особенностей студентов.

Методы обучения, применяемые при изучении дисциплины, способствуют закреплению и совершенствованию знаний, овладению умениями и получению навыков в области основ физического 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.

Перед практическим занятием студентам следует изучить конспект лекций и рекомендованную преподавателем литературу, обращая внимание на практическое применение теории и на методику решения типовых задач. Основная задача студентов на практическом занятии – уяснить связь решаемых задач с теоретическими положениями. При решении предложенной

задачи необходимо стремиться не только получить правильный ответ, но и освоить общий метод решения типовых задач.

При проведении практических занятий в учебной аудитории, оснащенной мультимедийной техникой (компьютером и интерактивным проектором) преподавателем излагаются задания, направленные на углубление научно-теоретических знаний студентов, приобретения ими навыков самостоятельной работы, формирования практических умений самостоятельного проведения вычислений, расчетов, использования таблиц, справочников и т.д. В процессе занятий обучающиеся по заданию и под руководством преподавателя выполняют одну или несколько практических работ.

Основные функции практического заключаются в организации творческого активного изучения теоретических и практических вопросов дисциплины, формирования у студентов самоконтроля за правильным пониманием изучаемого материала, закреплении и расширением их знаний, установлением связи теоретических знаний с практикой, усилением обратной связи обучаемых с преподавателем, формировании принципиальности в суждениях, самокритичности. С помощью практических занятий преподаватель может систематически контролировать уровень подготовленности обучаемых к занятиям, к будущей практической деятельности, а также оценивать качество их самостоятельной работы.

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 внеаудиторная работа студентов по дисциплине проводится в течение всего семестра и заключается в чтении и изучении рекомендованной литературы, подготовки к лекциям, практическим занятиям, в выполнении заданий лектора, работе в компьютерном классе или библиотеке.

Самостоятельная работа студента включает в себя составление и оформление отчетов о выполненных практических заданиях и рефератов в соответствии со стандартом организации на основе поиска информации, анализа существующих рефератов в сети интернет на данную тему, их оценивание, составление библиографического списка цитируемой литературы. Самостоятельная работа должна выполняться студентами планомерно по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Она способствует углублению и расширению знаний, формированию интереса к познавательной деятельности, овладению приемами процесса познания, развитию познавательных способностей обучающихся. Основными критериями качества организации самостоятельной работы является наличие контроля результатов самостоятельной работы и технических условий выполнения заданий.

В преподавании дисциплины «Основы физического материаловедения» используется последовательное изложение теоретического материала лекционного курса с последующим его закреплением на практических занятиях и при самостоятельной работе студентов. Практические занятия необходимо строить на пройденном материале лекционного курса, в кото-

ром изложены теоретические аспекты текущего занятия, а также на проработке отдельных вопросов при самостоятельной работе студентов.

Рекомендуется:

- для качественного усвоения материала лекций разбирать вопросы, изложенные в каждой очередной лекции, до начала следующего лекционного занятия, по непонятым деталям учебного материала консультироваться у лектора, читать соответствующую литературу;
- при подготовке к выполнению практических заданий тщательно изучать лекционный материал на заданную тему, задавать уточняющие вопросы преподавателю, иметь отдельную тетрадь, для выполнения заданий и оформления отчетов;
- задания, выдаваемые лектором во время лекции на самостоятельное изучение отдельных вопросов, обязательны для выполнения, и качество их выполнения проверяется во время зачета.

Список тем рефератов (примерный)

1. Структура материи.
2. Квантовые постулаты Планка, Бора и Эйнштейна.
3. Модель атома Бора-Зоммерфельда.
4. Принцип минимизации потенциальной энергии.
5. Квантово-механическая модель атома.
6. Спин электрона как его собственный механический момент импульса.
7. Химическая валентность.
8. Приближение Борна-Оппенгеймера.
9. Силы Ван-дер-Ваальса.
10. Металлическая связь.
11. Фононы как колебания кристаллической решетки.
12. Термодинамический потенциал.
13. Свободная энергия Гиббса.
14. Кинетическая теория газов.
15. Теория удельной теплоты.
16. Модель электропроводности Друде-Лоренца.
17. Рассеивание электронов на фононах.
18. Ионная проводимость.
19. Типы проводящих материалов.

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

1. Структура и физические состояния вещества.
2. Структура молекул. Структура вещества в конденсированном состоянии.
3. Физические состояния материалов.
4. Многоэлектронные атомы и метод усредненного (эффективного) поля Хартри.
5. Силы Ван-дер-Ваальса (диполь-дипольное взаимодействие). Водородная связь. Сила связи.
6. Электрон в периодическом потенциале одномерной цепочки ионов
7. Статистическая термодинамика вещества в конденсированном состоянии.
8. Свободная энергия Гиббса.
9. Кинетическая теория твердого тела. Теплопроводность.
10. Рассеивание электронов на фононах. Температурная зависимость проводимости.
11. Температура плавления и тепловое расширение материалов.
12. Химические реакции и активационный барьер. Диффузия.

13. Механические свойства материалов. Деформации, напряжения и способы их выражения.
14. Механические свойства кристаллических и кристаллизующихся полимеров.
15. Прочность материалов. Теоретическое и экспериментальное значения прочности.
16. Электронное и фононное поглощение в металлах, диэлектриках и полупроводниках.
17. Материалы под действием света и ионизирующих излучений. Действие света на полимеры. Действие ионизирующих излучений на полимеры.

Студенты выполняют предусмотренную учебным планом 1 контрольную работу по дисциплине на тему «Образование молекулы: квантово-механическая теория химической связи»

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

1. Модель "частица в яме" и причина квантования.
2. Решение уравнения Шредингера для электрона в атоме водорода.
3. Многоэлектронные атомы и метод усредненного (эффективного) поля Хартри. Применение принципа Паули и правила Хунда для построения электронных структур атомов.
4. Расчет энергии ионизации и энергии сродства к электрону различных атомов.
5. Применение квантово-механической теории химической связи к образованию молекулы H_2 .
6. Теория молекулярных орбиталей. Построение электронных конфигураций молекул на основе диаграмм Леннарда-Джонса. Расчет энергии диссоциации молекулы.
7. Силы Ван-дер-Ваальса (диполь-дипольное взаимодействие). Водородная связь. Расчет дисперсионных сил, действующих между индуцированными атомными диполями.
8. От молекулярных орбиталей к зонам в твердом теле.
9. Электрон в периодическом потенциале одномерной цепочки ионов. Зонная модель твердого тела - модель Кронига-Пенни.
10. Статистическая термодинамика вещества в конденсированном состоянии. Вывод из термодинамических принципов статистического распределения Ферми-Дирака и его применение для построения распределения электронов в металле (моря Ферми) и полупроводнике.
11. Кинетическая теория твердого тела. Теплопроводность. Вывод теории удельной теплоты материалов и ее применение.
12. Модель электропроводности Друде-Лоренца. Расчет движения электрона в кристалле при приложении электрического поля (по модели электропроводности Друде-Лоренца).
13. Химические реакции и активационный барьер. Диффузия.
14. Влияние химической связи на макроскопические свойства материалов.
15. Материалы под действием света и ионизирующих излучений. Электронное и фононное поглощение в металлах, диэлектриках и полупроводниках. Расчет рассеивания оптического излучения веществом
16. Механические свойства материалов. Деформации, напряжения и способы их выражения.

7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС
5 семестр

Таблица 7.1 – Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности в 7 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	0	40	20	0	10	20	100

Программа оценивания учебной деятельности студента

Лекции

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

Лабораторные занятия

Не предусмотрено рабочей программой

Практические занятия

- Самостоятельное выполнение заданий, предусмотренных рабочей программой:
от 0 до 40 баллов

Самостоятельная работа

- Оформление отчетов о выполненных практических заданиях и рефератах:
от 0 до 20 баллов

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено рабочей программой.

Другие виды учебной деятельности

- Выполнение контрольной работы:
от 0 до 10 баллов

Промежуточная аттестация (зачет)

Подготовка студента к прохождению промежуточной аттестации осуществляется в ходе лекционных, практических занятий, при подготовке рефератов на заданную тему, 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 проводится в виде письменного экзамена. Во время проведения экзамена студент должен дать развернутый ответ на вопросы экзаменационного билета. Преподаватель вправе задавать дополнительные вопросы по всем разделам изучаемой дисциплины. Во время ответа студент должен продемонстрировать знания по всему материалу изучаемой дисциплины. 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»).

При проведении промежуточной аттестации:

- ответ на «отлично» оценивается от 18 до 20 баллов;
- ответ на «хорошо» оценивается от 15 до 17 баллов;
- ответ на «удовлетворительно» оценивается от 11 до 14 баллов;
- ответ на «неудовлетворительно» оценивается от 0 до 10 баллов.

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

Пересчет полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Основы физического материаловедения» в оценку (зачет) осуществляется в соответствии с таблицей 7.2.

Таблица 7.2 – Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Основы физического материаловедения» в оценку (зачет)

60 – 100 баллов	«зачтено»
0 – 59 баллов	«не зачтено»

Текущие индивидуально набранные студентами баллы доводятся до их сведения 2 раза за семестр: в конце 8 и 17 недель обучения.

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

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

- 1) Газенаур, Е. Г. Материаловедение: электронный спецпрактикум [Электронный ресурс] / Е. Г. Газенаур. - Москва : КемГУ (Кемеровский государственный университет), 2014.
- 2) Клецов А.А. Квантово-механические основы наноэлектроники: Учебно-методическое пособие / - Саратов, СГУ, 2013. – 102 с. — Режим доступа: http://elibrary.sgu.ru/uch_lit/724.pdf

б) дополнительная литература:

- 1) Захаров, Анатолий Юльевич. Теоретические основы физического материаловедения. Статистическая термодинамика модельных систем [Текст] : учебное пособие / А. Ю. Захаров. - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2016. - 252, [4] с.
- 2) Физические и химические основы нанотехнологий / Н. Г. Рамбиди, А. В. Берёзкин. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 454, [2] с. : рис. - Библиогр.: с. 448-454. - ISBN 978-5-9221-0988-8 (70 экз)
- 3) Физико-химия наноструктурированных материалов: учеб. пособие для студентов фак. нано- и биомед. технологий / Б.Н. Климов и др.; под ред. Б.Н. Климова, С.Н. Штыкова; ГОУ ВПО Сарат. гос. ун-т им. Н.Г. Чернышевского. – Саратов: Новый ветер, 2009. – 216 с.
- 4) Физико-химия наноструктурированных материалов: 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.
- 5) Блохинцев Д.И. Основы квантовой механики (3-е изд.) М.: Высш. школа, 1961
- 6) Барсукова Л.Г. Физико-химия и технология полимеров, полимерных композитов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Барсукова Л.Г., Вострикова Г.Ю., Глазков С.С.— Электрон. текстовые данные.— Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 146 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30852>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

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) 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/>
- 6) Образовательный математический сайт. Режим доступа - <http://exponenta.ru/>
- 7) Официальный сайт научного книжного центра «ФИЗМАТКНИГА» – группы организаций, задачей которых является издание и распространение литературы по естественным наукам; преимущественно физико-математическим. <http://www.fizmatkniga.ru/>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины


Занятия по дисциплине «Основы физического материаловедения» проводятся в аудиториях, оснащенных компьютерной техникой, лицензионным программным обеспечением, проекторами, измерительными приборами, лабораторным оборудованием, наглядными демонстрационными материалами, мультимедийными установками и пр. (презентации, программное обеспечение, плакаты).

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»

Авторы: доцент кафедры материаловедения, технологии и управления качеством, к.ф.- м.н.


_____ Клецов А.А.

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


_____ С.Б. Вениг

Программа одобрена на заседании кафедры материаловедения, технологии и управления качеством от 12.09.2016 г., протокол № 2.

Зав. кафедрой материаловедения, технологии и управления качеством, доктор физико-математических наук, профессор


_____ С.Б. Вениг

« _____ » _____ 2016 г.

Декан факультета nano- и биомедицинских технологий, доктор физико-математических наук, профессор


_____ С.Б. Вениг

« _____ » _____ 2016 г.