

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

факультет нано- и биомедицинских технологий

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебно-методической
работе, д-р филос. наук, профессор

Е.Г. Елина

« 04 »



2016

Рабочая программа дисциплины

Современные проблемы материаловедения

Направление подготовки кадров высшей квалификации

22.06.01 Технологии материалов

Направленность

Материаловедение

Квалификация (степень) выпускника

Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения

Очная

Саратов
2016

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины:

Целями освоения дисциплины «Современные проблемы материаловедения» является формирование у аспирантов углубленных теоретических знаний в области материаловедения, представлений о современных актуальных проблемах и методах их решения, а также умений самостоятельно ставить научные проблемы при изучении характеристик, свойств и строения материалов, находить нестандартные методы их решения, формирование у аспирантов профессиональных знаний по работе диагностического оборудования и созданию систем автоматизации контроля технологических процессов, проведению научных исследований с использованием современных систем диагностики материалов и современного технологического оборудования, в частности, при изготовлении наукоёмких изделий в промышленности, особенно при работе с объектами микро- и наноразмеров, а также макроразмеров, когда характеристики и свойства материалов задаются на микро и наноуровнях.

В рамках курса решаются следующие задачи:

- углубленное изучение теоретических вопросов современного материаловедения в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки «Технологии материалов»;
- развитие общепрофессиональных компетенций в области современного материаловедения в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки «Технологии материалов»;
- освоение физических принципов работы современного технологического оборудования и современных систем диагностики материалов и технологий.

2. Место дисциплины в структуре ООП аспирантуры

Дисциплина «Современные проблемы материаловедения» является обязательной, входит в состав Блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к вариативной части ООП по направлению подготовки 22.06.01 Технологии материалов, направленность Материаловедение. Дисциплина изучается в 3, 4 и 5 семестрах. Материал дисциплины опирается на ранее приобретенные знания по дисциплинам: Информационные ресурсы и базы данных, Информационные технологии в научном исследовании и подготавливает аспирантов к написанию научно-квалификационной работы (диссертации), а также позволяет аспиранту получить углубленные знания и навыки для успешной профессиональной деятельности.

Взаимосвязь курса с другими дисциплинами ООП способствует углубленной подготовке аспирантов к решению специальных практических профессиональных задач и формированию необходимых компетенций.

3. Результаты обучения, определенные в картах компетенций и формируемые по итогам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины «Современные проблемы материаловедения» направлен на формирование следующих компетенций:

- способность и готовность экономически оценивать производственные и непроизводственные затраты на создание новых материалов и изделий, проводить работу по снижению их стоимости и повышению качества (ОПК-3);
- способность и готовность выполнять нормативные требования, обеспечивающие безопасность производственной и эксплуатационной деятельности (ОПК-4);
- способность и готовность выполнять расчетно-теоретические и экспериментальные исследования в качестве ведущего исполнителя с применением компьютерных технологий (ОПК-6);
- способность и готовность вести патентный поиск по тематике исследований, оформлять материалы для получения патентов, анализировать, систематизировать и обобщать информацию из глобальных компьютерных сетей (ОПК-7);
- способность и готовность разрабатывать технические задания и программы проведения расчетно-теоретических и экспериментальных работ (ОПК-9).

В результате освоения дисциплины аспирант должен

знать:

- современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности;
- принципы построения научного исследования в соответствующей области наук, требования к оформлению библиографического списка и ссылок в исследовании; основные научные подходы к исследуемому материалу;
- основные методы научно-исследовательской деятельности в избранной профессиональной области;
- основные физические принципы современного технологического оборудования и современных систем диагностики материалов; основные современные и перспективные методы материаловедения; методы математической обработки результатов экспериментальных исследований;
- характеристики и устройство средств современной диагностики материалов и процессов, перспективные методы исследования и их применение в научно-исследовательской деятельности, методы математического и компьютерного моделирования для описания физических процессов и явлений в материаловедении, перспективы развития материаловедения и технологий материалов, а также связанные с этим передовые методы анализа и синтеза при исследовании и разработке конкретных материалов и технологий;

уметь:

- выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования;

- обосновать актуальность, новизну, теоретическую и практическую значимость собственного исследования, определять методологию исследования, уметь делать выводы из проведенного исследования и определять перспективы дальнейшей работы, уметь анализировать собранный эмпирический материал и делать достоверные выводы, отстаивать собственную научную концепцию в дискуссии, выступать оппонентом и рецензентом по научным работам;
- выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника; избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач;
- анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов; генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач, исходя из наличных ресурсов и ограничений;
- применять основные понятия материаловедения и технологий материалов; применять общие методы экспериментального и теоретического исследования физических процессов в материаловедении и технологии материалов;
- выполнять теоретические и экспериментальные исследования объектов материаловедения и технологии материалов с использованием современных программно-аппаратных комплексов; формулировать перспективные задачи исследования на основе прогнозов направления развития методов и подходов материаловедения и технологии материалов при создании новых материалов и технологий; использовать передовые отечественные и зарубежные достижения в области материаловедения и технологии материалов, при проведении научных исследований и разработки перспективных материалов и технологий;
- строить математические модели материалов и технологий, проводить анализ и сопоставление разных способов моделирования; проводить всесторонние исследования динамики и эволюции моделей.

Владеть:

- навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований;
- способностью свободно ориентироваться в источниках и научной литературе, владеть логикой научного исследования, терминологическим аппаратом научного исследования, научным стилем изложения собственной концепции;
- навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования;
- навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в

междисциплинарных областях, навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;

- навыками сбора, обработки, анализа и систематизации знаний о физических явлениях в области материаловедения и технологий материалов; навыками выбора методов и средств решения задач в выбранной области, навыками анализа процессов в материалах и при реализации технологий;
- навыками применения современных методов математического и компьютерного моделирования физических процессов в области материаловедения и технологий материалов, методологией теоретических и экспериментальных исследований в области материаловедения и технологий материалов; навыками выбора методов и экспериментально-измерительной базы для проведения научных исследований при создании новых материалов и технологий;
- навыками построения математических моделей новых материалов и технологий;
- современными методами математического моделирования, учитывающего специфику рассматриваемых систем; возможностями и методами современного технологического оборудования и современных систем диагностики материалов и технологий.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 14 зачетных единиц, 504 часа

№ п/п	Раздел дисциплины	Се мес тр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости (по темам) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
			лекц ии	прак тиче ские	СРС	
	Введение		2		2	
1	Современные материалы					
1.1	Физические и физико-химические основы науки о материалах. Проблемы совместимости материалов в едином функциональном устройстве	3	6	4	6	Отчет по реферату, практическим заданиям и индивидуальным творческим заданиям
1.2	Разделение, очистка и измельчение материалов	3	8	4	8	Отчет по реферату, практическим заданиям и

						индивидуальным творческим заданиям
1.3	Кристаллические материалы	3	8	4	8	Отчет по реферату, практическим заданиям и индивидуальным творческим заданиям
1.4	Аморфные материалы	3	8	4	8	Отчет по реферату, практическим заданиям и индивидуальным творческим заданиям
1.5	Металлы и сплавы	3	8	4	8	Отчет по реферату, практическим заданиям и индивидуальным творческим заданиям
1.6	Керамики, стекла, ситаллы	3	8	4	8	Отчет по реферату, практическим заданиям и индивидуальным творческим заданиям
1.7	Композиты	3	8	4	8	Отчет по реферату, практическим заданиям и индивидуальным творческим заданиям
1.8	Полимеры, материалы биологического происхождения.	3	8	4	8	Отчет по реферату, практическим заданиям и индивидуальным творческим заданиям
1.9	Перспективные материалы и технологии	3	8	4	8	Отчет по реферату, практическим заданиям и индивидуальным творческим заданиям
Итого в 3 семестре		3	72	36	72	Зачет
2	Наноматериалы и нанокompозиты					
2.1	Классификация и основные виды нанообъектов, влияние размерного фактора на свойства материалов,	4	4	4	8	Отчет по реферату, практическим

	основные материалы нанотехнологий					заданиям и индивидуальным творческим заданиям
2.2	Методы получения наночастиц	4	4	4	8	Отчет по реферату, практическим заданиям и индивидуальным творческим заданиям
2.3	Консолидация наночастиц и компактированные наноматериалы	4	4	4	8	Отчет по реферату, практическим заданиям и индивидуальным творческим заданиям
2.4	Фазовые переходы и структурообразование при термосиловом воздействии.	4	4	4	8	Отчет по реферату, практическим заданиям и индивидуальным творческим заданиям
2.5	Тонкие пленки и многослойные структуры	4	4	4	8	Отчет по реферату, практическим заданиям и индивидуальным творческим заданиям
2.6	Функциональные слои со специальными свойствами. Защитные, упрочняющие, гидрофобные и гидрофильные, антифрикционные покрытия.	4	4	4	8	Отчет по реферату, практическим заданиям и индивидуальным творческим заданиям
2.7	Наноматериалы в водородной энергетике.	4	4	4	8	Отчет по реферату, практическим заданиям и индивидуальным творческим заданиям
2.8	Гибридные наноматериалы и нанокомпозиты	4	4	4	8	Отчет по реферату, практическим заданиям и индивидуальным творческим заданиям
2.9	Стабильность наноматериалов и наноструктур	4	4	4	8	Отчет по реферату, практическим заданиям и

						индивидуальным творческим заданиям
Итого в 4 семестре		4	36	36	72	Зачет
3	Проблемы модифицирования поверхности					
3.1	Физика и химия поверхности. Переходные слои.	5	4	4	12	Отчет по реферату, практическим заданиям и индивидуальным творческим заданиям
3.2	Очистка поверхности после механической обработки.	5	4	4	12	Отчет по реферату, практическим заданиям и индивидуальным творческим заданиям
3.3	Эпитаксиальные структуры	5	4	4	12	Отчет по реферату, практическим заданиям и индивидуальным творческим заданиям
3.4	Диффузионное перераспределение вещества.	5	4	4	12	Отчет по реферату, практическим заданиям и индивидуальным творческим заданиям
3.5	Окисленная поверхность и структура оксидных пленок	5	4	4	12	Отчет по реферату, практическим заданиям и индивидуальным творческим заданиям
3.6	Модификация поверхности энергетическими частицами.	5	4	4	12	Отчет по реферату, практическим заданиям и индивидуальным творческим заданиям
3.7	Многослойные покрытия.	5	4	4	12	Отчет по реферату, практическим заданиям и индивидуальным творческим заданиям
3.8	Биоматериалы на поверхности.	5	4	4	12	Отчет по реферату,

						практическим заданиям и индивидуальным творческим заданиям
3.9	Комбинированные методы обработки поверхности. Литография.	5	4	4	12	Отчет по реферату, практическим заданиям и индивидуальным творческим заданиям
Итого в 5 семестре		5	36	36	108	Зачет
Итого по всему курсу:		3-5	144	108	252	

Содержание дисциплины «Современные проблемы материаловедения»

Введение

Обзор современных проблем материаловедения и связанных с ней дисциплин. Роль концепций развития материаловедения в развитии естествознания, техники и технологии.

Раздел 1. Современные материалы

Тема 1.1. Физические и физико-химические основы науки о материалах. Проблемы совместимости материалов в едином функциональном устройстве. Социально-экономические последствия развития новых материалов, микро и нанотехнологий. Перспективы, потенциальные опасности и этические аспекты развития новых материалов и технологий. Основные и вспомогательные материалы в микро и нанотехнологиях. Чистота материалов и помещений. Классификация материалов по чистоте. Маркировка материалов. Движущие силы технического процесса. Массо- и теплопередача в гетерогенных системах. Явления на границах раздела фаз и фазовые переходы. Гидродинамический, тепловой и диффузионный пограничные слои. Химические превращения в гетерогенных системах. Лимитирующая стадия технологического процесса. Активное состояние. Метастабильные состояния. Гомогенное и гетерогенное зародышеобразование. Особенности зародышеобразования и роста кристаллов и пленок из пара, жидкости и твердой фазы. Влияние примесей и дефектов на зародышеобразование и рост. Основы физической кинетики.

Тема 1.2. Разделение, очистка и измельчение материалов

Механическое измельчение и разделение материалов по фракциям. Сорбционные процессы. Ионный обмен. Хроматография. Жидкостная экстракция. Ректификация. Химические транспортные реакции. Электрохимические методы очистки. Разделение в силовых полях. Направленная кристаллизация.

Тема 1.3. Кристаллические материалы.

Материалы, полученные направленной кристаллизацией, вытягиванием из расплава, зонной плавкой, выращенные из раствора, кристаллизацией на

реальных поверхностях. Распределение примесей и дефектов при зонной плавке, направленной кристаллизации и вытягивании из расплава. Методы выравнивания состава. Радиационное легирование. Профилированные материалы.

Тема 1.4. Аморфные материалы.

Аморфные полупроводники, диэлектрики, металлы. Стекла. Ситаллы. Наноккомпозиты. Особенности получения, микроструктуры, свойств. Перспективы применения.

Тема 1.5. Металлы и сплавы.

Строение металлов. Микро- и наноструктура. Дефекты кристаллической структуры. Свойства металлов, определяющие их износостойкость, сопротивление усталости, контактную выносливость. Механические свойства металлов: прочность, твердость, упругость, пластичность, вязкость. Методы определения механических свойств. Коррозионностойкие, хладостойкие и жаростойкие сплавы. Алюминий и его сплавы. Титан и его сплавы. Медь и ее сплавы. Антифрикционные сплавы.

Тема 1.6. Керамики, стекла, ситаллы.

Стекла. Механизм размягчения и плавления. Виды стекол. Силикатное стекло. Стекловарение оксидных стекол. Получение пленок стекла. Керамики и ситаллы. Подготовка массы. Формование. Сушка. Обжиг. Механизм спекания.

Тема 1.7. Композиты.

Связность композитов. Металл-полимерные композиционные материалы. Требования к матрицам и упрочнителям.

Тема 1.8. Полимеры, материалы биологического происхождения.

Аморфные и кристаллические полимеры. Материалы биологического происхождения. Биообъекты в микроустройствах. Биотехнологии.

Тема 1.9. Перспективные материалы и технологии.

Наноматериалы на основе титана и кремния. Металлические стекла. Нанокристаллические гидриды. Углеродсодержащие материалы. Гибридные материалы. Материалы для прозрачной и гибкой электроники.

Раздел 2. Наноматериалы и наноккомпозиты.

Тема 2.1. Классификация и основные виды нанообъектов, влияние размерного фактора на свойства материалов, основные материалы нанотехнологий.

Размерные эффекты и условия их проявления. Кластеры. Наночастицы. Нанопорошки. Наноструктуры. Тонкие пленки. Компактированные и наноструктурные материалы и композиты. Формирование наноструктурированных материалов и покрытий. Пористый кремний. Пористый оксид алюминия и структуры на его основе. Углеродные наноматериалы.

Тема 2.2. Методы получения наночастиц.

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. Упорядочение нестехиометрических соединений. Синтез высокодисперсных оксидов в жидких металлах. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез. Биохимические методы. Криохимический метод. Получение наночастиц из газовой фазы. Получение наночастиц из жидкой фазы. Получение наночастиц из твердой фазы.

Тема 2.3. Консолидация наночастиц и компактированные наноматериалы.

Компактированные нанокристаллические материалы. Методы компактирования наночастиц. Смешивание и компактирование нанопорошков. Совместное осаждение на подложку. Термическое напыление. Катодное распыление. Золь-гель-технологии. Кристаллизация аморфных сплавов. Интенсивная пластическая деформация. Превращения беспорядок-порядок. Наноккомпозиты, гибридные наноматериалы. Углеродные наноматериалы.

Тема 2.4. Фазовые переходы и структурообразование при термосиловом воздействии.

Горячая деформация. Рекристаллизация при деформации.

Тема 2.5. Тонкие пленки и многослойные структуры.

Оборудование и методы нанесения пленок в вакууме, молекулярных пучках, химическим осаждением из газовой фазы, жидкофазной эпитаксией, атомно-молекулярной сборкой. Тонкие пленки, полученные ионно-плазменным распылением, магнетронным распылением, молекулярно-лучевой эпитаксией. Тонкие диэлектрические пленки. Термическое окисление кремния. Плазмохимическое получение пленок нитрида и оксида кремния. Проводящие пленки. Материалы для металлизации и многоуровневой разводки. Упорядоченные массивы нанобъектов. Эпитаксиальные наноструктуры, квантовые ямы, сверхрешетки, массивы квантовых точек, Тонкие аморфные пленки и локальная кристаллизация. Материалы, полученные темплатным синтезом. Контакты к нанобъектам и отдельным молекулам.

Тема 2.6. Функциональные слои со специальными свойствами. Защитные, упрочняющие, гидрофобные, гидрофильные и антифрикционные покрытия.

Тема 2.7. Наноматериалы в водородной энергетике.

Материалы для современных топливных элементов. Наноматериалы для получения и хранения водорода. Полимерные электролитические мембраны, катализаторы, суперконденсаторы.

Тема 2.8. Гибридные наноматериалы и наноккомпозиты.

Тема 2.9. Стабильность наноструктур.

Термическая стабильность. Радиационная стабильность. Деформационная стабильность. Коррозионная стабильность.

Раздел 3. Проблемы модифицирования поверхности.

Тема 3.1. Физика и химия поверхности. Переходные слои.

Типы гетерогенных систем. Природа фаз, характер их распределения и взаимодействия по границе раздела. Формирование гетерогенных систем при самопроизвольном разделении фаз и при их искусственном сочетании. Поверхностные явления в гетерогенных системах и их роль в формировании и стабилизации их фазовой структуры.

Тема 3.2. Очистка поверхности после механической обработки.

Химическая обработка. Полирующие и анизотропные травители. Локальное и локально-анизотропное травление. Селективность травления. Травление оксида и нитрида кремния. Промывка пластин в воде. Ограничения жидкостного травления. Химико-механическое полирование. Жидкостное, термохимическое газовое и плазмохимическое травление. Полирующее травление в парогазовых смесях. Вакуумно-термическое испарение.

Тема 3.3. Эпитаксиальные структуры.

Условия эпитаксиального роста. Методы получения эпитаксиальных пленок. Гетероэпитаксия Молекулярно лучевая эпитаксия. Особенности эпитаксии из газовой, жидкой и твердой фаз

Тема 3.4. Диффузионное перераспределение вещества.

Распределение примесей при диффузии. Источники примесей. Легирование диффузией. Граничные условия. Методы реализации. Диффузионные структуры. Стимулирование диффузии. Радиационно-стимулированная диффузия. Электродиффузия. Технология диффузионных процессов получения легированных слоев. Границы раздела при получении легированных эпитаксиальных слоев.

Тема 3.5. Окисление поверхности и структура оксидных пленок.

Высокотемпературное окисление. Адсорбция. Переход адсорбированных частиц в кристаллическую решетку. Диффузия. Фазовые превращения при окислении. Кинетика окисления. Особенности высокотемпературного окисления кремния сухим и влажным кислородом. Анодное окисление. Структура оксида.

Тема 3.6. Модификация поверхности энергетическими частицами.

Классификация и особенности методов обработки материалов в плазме и пучках энергетических частиц. Воздействие пучков электронов, атомов и ионов на поверхность и объем мишени. Вторичные эффекты в мишени. Упругое и неупругое рассеяние электронов. Энергетические потери. Пробег. Обратное рассеяние. Вторичные электроны. Рентгеновское излучение. Виды электрических разрядов в газе. Потенциалы в плазме. Источники ионов. Источники электронов. Процессы, сопровождающие травление в плазме. Создание химически активных частиц в плазме. Доставка частиц к поверхности и кинетика травления. Загрузочный эффект. Механизм

травления кремния, оксида и нитрида кремния в плазме. Распыление твердых тел ионами. Ионное легирование. Пробег ионов в кристаллических и аморфных материалах. Маскирование при ионном легировании. Распределение внедренных ионов. Дефектообразование при имплантации. Влияние радиационных дефектов на структуру поверхности. Виды дефектов. Образование. Миграция. Влияние на диффузию и свойства материалов. Технологии стабилизации свойств материала. Методы отжига дефектов после ионного легирования. Лазерный отжиг. Электронно-лучевой отжиг. Лазерное и электронно-лучевое перемешивание. Точечные дефекты в поле упругих деформаций. Геттерирование точечных дефектов.

Тема 3.7. Многослойные покрытия.

Просветляющие покрытия. Фильтры. Фотонные кристаллы.

Тема 3.8. Биоматериалы на поверхности.

Биосовместимость материалов. Импланты и протезы. Клинические требования. Металлы, керамики и полимеры и биокompозиты. Имплантация и заживление ран. Регенерация тканей. Биоинертные и биорассасывающиеся материалы. Гидрогели для инжиниринга тканей. Биоактивные каркасы для инжиниринга тканей. Проблемы коммерциализации биоматериалов.

Тема 3.9. Комбинированные методы обработки поверхности. Материалы для литографии.

Технологии формирования и переноса рисунка. Виды литографии. Основные этапы процесса фотолитографии. Фоторезисты, методы их нанесения и обработки. Ограничения разрешающей способности при фотолитографии. Фотолитография в глубокой ультрафиолетовой области. Методы нанолитографии. Электронолитография. Электронорезисты. Ионная литография. Рентгенолитография. Силовая и токовая зондовые литографии. Контактное формирование нанорельефа. Профилирование резистов сканирующими зондами. Локальная глубинная модификация поверхности. Термомеханическая нанолитография. Нанопечать. Перьевая нанолитография. Литография наносферами. Литографически индуцированная самосборкананоструктур. Сопоставление методов нанолитографии.

5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

В учебном процессе используются активные и интерактивные формы занятий в сочетании с внеаудиторной работой. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет не менее 30 % аудиторных занятий.

В рамках изучения данной дисциплины реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе традиционных образовательных технологий, активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Традиционные образовательные технологии:

– лекции.

Активные и интерактивные формы занятий:

– лекция - семинар.

В рамках изучения данной дисциплины используются:

– мультимедийные образовательные технологии: интерактивные лекции (презентации);

– сетевые образовательные технологии;

– электронная образовательная среда и системы контроля знаний

Для обеспечения доступности обучения инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья в преподавании дисциплины могут быть использованы следующие адаптивные технологии: интернет-технологии и дистанционное обучение – для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата; разноуровневое и дифференцированное обучение – для слабовидящих обучающихся; ИКТ – технологии, использование ассистивных устройств – для слабослышащих аспирантов.. Технологии тьюторского сопровождения; определения образовательного маршрута, технология обособленного контроля самостоятельной работы аспиранта используются для обучения инвалидов и лиц с ОВЗ. Подбор и разработку учебных материалов можно предоставлять в различных формах: для обучающихся с нарушениями слуха информацию можно представлять визуально, с нарушением зрения – аудиально. Для лиц с ограниченным зрением изображения мелких объектов можно представлять в форме презентаций. Общение преподавателей с обучающимся можно осуществлять с помощью дистанционных технологий (сети Интернет, электронной почты, социальных сетей).

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов.

6.1. Виды самостоятельной работы

Раздел/Тема дисциплины	Вид самостоятельной работы	Литература
1. Современные материалы	проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение с помощью основной и дополнительно	1. Материаловедение. Технология конструкционных материалов : учеб. пособие / под ред. В. С. Чередниченко. - 5-е изд., стер. - М. : Омега-Л, 2009. - 751 с. (из основной литературы), Старостин В. В. Материалы и методы нанотехнологии : учеб. пособие / В. В. Старостин ; под общ. ред. Л. Н. Патрикеева. - М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2008. - 431 с. (из дополнительной литературы). 2. Материаловедение. Технология конструкционных материалов : учеб. пособие / под ред. В. С. Чередниченко. - 5-е изд., стер. - М. :

	<p>й литературы с привлечением компьютерных средств, конспектирование материалов, аннотирование научных публикаций, работа со справочной литературой</p>	<p>Омега-Л, 2009. - 751 с. (из основной литературы), Старостин В. В. Материалы и методы нанотехнологии : учеб. пособие / В. В. Старостин ; под общ. ред. Л. Н. Патрикеева. - М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2008. - 431 с. (из дополнительной литературы).</p> <p>3. Колесов С. Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов [Текст] : учеб. для вузов / С. Н. Колесов, И. С. Колесов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 2008. - 534 с. (из основной литературы), Старостин В. В. Материалы и методы нанотехнологии : учеб. пособие / В. В. Старостин ; под общ. ред. Л. Н. Патрикеева. - М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2008. - 431 с. (из дополнительной литературы).</p> <p>4. Колесов С. Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов [Текст] : учеб. для вузов / С. Н. Колесов, И. С. Колесов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 2008. - 534 с. (из основной литературы), Старостин В. В. Материалы и методы нанотехнологии : учеб. пособие / В. В. Старостин ; под общ. ред. Л. Н. Патрикеева. - М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2008. - 431 с. (из дополнительной литературы).</p> <p>5. Материаловедение. Технология конструкционных материалов : учеб. пособие / под ред. В. С. Чередниченко. - 5-е изд., стер. - М. : Омега-Л, 2009. - 751 с. (из основной литературы), Старостин В. В. Материалы и методы нанотехнологии : учеб. пособие / В. В. Старостин ; под общ. ред. Л. Н. Патрикеева. - М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2008. - 431 с. (из дополнительной литературы).</p> <p>6. Материаловедение. Технология конструкционных материалов : учеб. пособие / под ред. В. С. Чередниченко. - 5-е изд., стер. - М. : Омега-Л, 2009. - 751 с. (из основной литературы), Старостин В. В. Материалы и методы нанотехнологии : учеб. пособие / В. В. Старостин ; под общ. ред. Л. Н. Патрикеева. - М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2008. - 431 с. (из дополнительной литературы).</p> <p>7. Материаловедение. Технология конструкционных материалов : учеб. пособие / под ред. В. С. Чередниченко. - 5-е изд., стер. - М. : Омега-Л, 2009. - 751 с. (из основной литературы), Старостин В. В. Материалы и методы нанотехнологии : учеб. пособие / В. В. Старостин ; под общ. ред. Л. Н. Патрикеева. - М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2008. - 431 с. (из дополнительной литературы).</p> <p>8. Квантовая химия. Молекулы, молекулярные</p>
--	--	--

		<p>системы и твердые тела [Текст] : учеб. пособие для вузов / В. Г. Цирельсон. - М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2010. - 495, [1] с. : граф., табл. - (Учебник для высшей школы). - [Квантовая химия. Молекулы, молекулярные системы и твёрдые тела] . - Библиогр. в конце глав. - Библиогр.: с.485-487. - Предм. указ.: с. 488-495. (из основной литературы), Биомедицинское материаловедение : учеб. пособие для вузов / С. П. Вихров [и др.] . - М.: Горячая линия - Телеком, 2006. - 383 с (из дополнительной литературы).</p> <p>9. Готтштайн Г. Физико-химические основы материаловедения [Текст] = Physical Foundations of Materials Science / Г. Готтштайн ; пер. с англ. К. Н. Золотовой, Д. О. Чаркина ; под ред. В. П. Зломанова. - М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2009. - 400 с. (из основной литературы), Уорден, К. Новые интеллектуальные материалы и конструкции. Свойства и применение / К. Уорден ; пер. с англ. под ред. С. Л. Баженова. - М.: Техносфера, 2006. - 223 с. (из дополнительной литературы).</p>
<p>2. Наноматериалы и нанокomпозиты</p>	<p>проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение с помощью основной и дополнительной литературы с привлечением компьютерных средств, конспектирование материалов, аннотирование научных публикаций, работа со справочной литературой</p>	<p>1. Рамбиди, Н.Г. Физические и химические основы нанотехнологий [Текст] / Н. Г. Рамбиди, А. В. Берёзкин. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 454 с. : рис. (из основной литературы), Андриевский Р.А. Наноструктурированные материалы / Р.А. Андриевский, А.В. Рагуля - М. : Академия, 2005. – 178 с. (из дополнительной литературы)</p> <p>2. Колесов С. Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов [Текст] : учеб. для вузов / С. Н. Колесов, И. С. Колесов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 2008. - 534 с. (из основной литературы), Суздаев И.П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И.П. Суздаев. - М. : КомКнига, 2006.-589 с. (из дополнительной литературы).</p> <p>3. Колесов С. Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов [Текст] : учеб. для вузов / С. Н. Колесов, И. С. Колесов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 2008. - 534 с. (из основной литературы), Суздаев И.П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И.П. Суздаев. - М. : КомКнига, 2006.-589 с. (из дополнительной литературы).</p> <p>4. Колесов С. Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов [Текст] : учеб. для вузов / С. Н. Колесов, И. С. Колесов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 2008. - 534 с. (из основной литературы), Суздаев И.П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И.П. Суздаев. - М. : КомКнига, 2006.-589 с. (из дополнительной литературы).</p> <p>5. Колесов С. Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов [Текст] : учеб. для вузов</p>

		<p>/ С. Н. Колесов, И. С. Колесов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 2008. - 534 с. (из основной литературы), Суздаев И.П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И.П. Суздаев. - М. : КомКнига, 2006.-589 с. (из дополнительной литературы).</p> <p>6. Колесов С. Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов [Текст] : учеб. для вузов / С. Н. Колесов, И. С. Колесов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 2008. - 534 с. (из основной литературы), Суздаев И.П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И.П. Суздаев. - М. : КомКнига, 2006.-589 с. (из дополнительной литературы).</p> <p>7. Колесов С. Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов [Текст] : учеб. для вузов / С. Н. Колесов, И. С. Колесов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 2008. - 534 с. (из основной литературы), Суздаев И.П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И.П. Суздаев. - М. : КомКнига, 2006.-589 с. (из дополнительной литературы).</p> <p>8. Колесов С. Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов [Текст] : учеб. для вузов / С. Н. Колесов, И. С. Колесов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 2008. - 534 с. (из основной литературы), Суздаев И.П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И.П. Суздаев. - М. : КомКнига, 2006.-589 с. (из дополнительной литературы).</p> <p>9. Колесов С. Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов [Текст] : учеб. для вузов / С. Н. Колесов, И. С. Колесов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 2008. - 534 с. (из основной литературы), Суздаев И.П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И.П. Суздаев. - М. : КомКнига, 2006.-589 с. (из дополнительной литературы).</p>
<p>3. Проблемы модифицирования поверхности</p>	<p>проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение с помощью основной и дополнительной литературы с привлечением компьютерных средств; конспектирован</p>	<p>1. Рамбиди, Н.Г. Физические и химические основы нанотехнологий [Текст] / Н. Г. Рамбиди, А. В. Берёзкин. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 454 с. : рис. (из основной литературы), Андриевский Р.А. Наноструктурированные материалы / Р.А. Андриевский, А.В. Рагуля - М. : Академия, 2005. – 178 с. (из дополнительной литературы)</p> <p>2. Квантовая химия. Молекулы, молекулярные системы и твердые тела [Текст] : учеб. пособие для вузов / В. Г. Цирельсон. - М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2010. - 495, с. : граф., табл. - (Учебник для высшей школы). - [Квантовая химия. Молекулы, молекулярные системы и твёрдые тела] . - Библиогр. в конце глав. - Библиогр.: с.485-487. - Предм. указ.: с. 488-495. (из основной литературы), 3.</p> <p>3. Колесов С. Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов [Текст] : учеб. для вузов / С. Н. Колесов, И. С. Колесов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 2008. - 534 с. (из основной</p>

	<p>ие материалов, аннотирование научных публикаций, работа со справочной литературой</p>	<p>литературы), 7. 4. Колесов С. Н. <i>Материаловедение и технология конструкционных материалов [Текст] : учеб. для вузов / С. Н. Колесов, И. С. Колесов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 2008. - 534 с. (из основной литературы), Суздаlev И.П. <i>Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И.П. Суздаlev. - М. : КомКнига, 2006.-589 с. (из дополнительной литературы).</i> 5. Колесов С. Н. <i>Материаловедение и технология конструкционных материалов [Текст] : учеб. для вузов / С. Н. Колесов, И. С. Колесов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 2008. - 534 с. (из основной литературы), Суздаlev И.П. <i>Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И.П. Суздаlev. - М. : КомКнига, 2006.-589 с. (из дополнительной литературы).</i> 6. Колесов С. Н. <i>Материаловедение и технология конструкционных материалов [Текст] : учеб. для вузов / С. Н. Колесов, И. С. Колесов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 2008. - 534 с. (из основной литературы), Суздаlev И.П. <i>Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И.П. Суздаlev. - М. : КомКнига, 2006.-589 с. (из дополнительной литературы).</i> 7. Колесов С. Н. <i>Материаловедение и технология конструкционных материалов [Текст] : учеб. для вузов / С. Н. Колесов, И. С. Колесов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 2008. - 534 с. (из основной литературы), 8. 8. Колесов С. Н. <i>Материаловедение и технология конструкционных материалов [Текст] : учеб. для вузов / С. Н. Колесов, И. С. Колесов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 2008. - 534 с. (из основной литературы), Суздаlev И.П. <i>Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И.П. Суздаlev. - М. : КомКнига, 2006.-589 с. (из дополнительной литературы).</i> 9. Колесов С. Н. <i>Материаловедение и технология конструкционных материалов [Текст] : учеб. для вузов / С. Н. Колесов, И. С. Колесов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 2008. - 534 с. (из основной литературы), 11.</i></i></i></i></i></i></p>
<p>Итого часов на самостоятельную работу: 252 часов</p>		

6.2. Вопросы для углубленного самостоятельного изучения

1. Физическая кинетика в материаловедении.
2. Суперкомпьютеры в материаловедении.
3. Точечные дефекты в монокристаллах.
4. Дислокации.
5. Механизмы разрушения материалов.

6. Аморфные полупроводники.
7. Пористый кремний.
8. Пористый оксид алюминия и структуры на его основе.
9. Аморфные металлы и сплавы.
10. Органические полупроводники.
11. Материалы для органических светодиодов.
12. Жидкие кристаллы.
13. Сталь.
14. Углеродные наноматериалы.
15. Материалы для суперконденсаторов.

6.3. Порядок выполнения самостоятельной работы

Самостоятельная подготовка к занятиям осуществляется регулярно по каждой теме дисциплины и определяется календарным графиком изучения дисциплины. Самостоятельная работа заключается в чтении и изучении литературы, подготовке к лекциям, 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 семинарским занятиям пользоваться рекомендациями преподавателя, ведущего семинары, готовить краткий конспект по вопросам темы, изучать рекомендуемую основную и дополнительную литературу;
- задания, которые даются лектором во время лекции по отдельным вопросам, обязательны для выполнения, и качество их выполнения будет учитываться при выставлении зачета.

При реализации программы дисциплины «Современные проблемы материаловедения» аспирантам предлагается выполнить обзор актуальной литературы в форме реферата с докладом на научном семинаре.

Примерный перечень предлагаемых тем рефератов :

- Физическая кинетика в материаловедении.
- Суперкомпьютеры в материаловедении.
- Механизмы разрушения материалов.
- Аморфные полупроводники.
- Аморфные металлы и сплавы.
- Органические полупроводники.
- Жидкие кристаллы.
- Сталь.
- Углеродные наноматериалы.
- Материалы для суперконденсаторов.

Рефераты выполняются под руководством научного руководителя и должны содержать элементы литературного обзора по теме, анализа в соответствии с конкретной спецификой выбранной темы.

7. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.1. Формы текущего контроля работы аспирантов

Формами текущего контроля работы аспирантов по дисциплине «Современные проблемы материаловедения» являются: реферат, практическое задание и индивидуальное творческое задание.

7.2. Порядок осуществления текущего контроля

Текущий контроль выполнения заданий осуществляется регулярно, начиная с 4 недели семестра. Контроль и оценивание выполнения рефератов и презентаций осуществляется на 15 неделе семестра. Текущий контроль освоения отдельных разделов дисциплины осуществляется при помощи заданий в завершении изучения каждого раздела. Система текущего контроля успеваемости служит в дальнейшем наиболее качественному и объективному оцениванию в ходе промежуточной аттестации.

7.3. Промежуточная аттестация по дисциплине

Промежуточная аттестация проводится в форме зачетов.

7.4. Фонд оценочных средств

Содержание фонда оценочных средств см. Приложение №1.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература:

1. **Материаловедение. Технология конструкционных материалов** : учеб. пособие / под ред. В. С. Чередниченко. - 5-е изд., стер. - М. : Омега-Л, 2009. - 751 с.
2. **Колесов С. Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов** [Текст] : учеб. для вузов / С. Н. Колесов, И. С. Колесов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 2008. - 534 с.
3. **Квантовая химия. Молекулы, молекулярные системы и твердые тела** [Текст] : учеб. пособие для вузов / В. Г. Цирельсон. - М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2010. - 495, [1] с. : граф., табл. - (Учебник для высшей школы). - [Квантовая химия. Молекулы, молекулярные системы и твёрдые тела] . - Библиогр. в конце глав. - Библиогр.: с.485-487. - Предм. указ.: с. 488-495.
4. **Синхротронное излучение. Методы исследования структуры веществ** [Текст] : учеб. пособие/ Г. В. Фетисов ; под ред. Л. А. Асланова. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 671, [1] с. : рис. - (Фундаментальная и прикладная физика). - Библиогр.: с. 636-663. - Предм. указ.: с. 664-671.

5. Рамбиди, Н.Г. Физические и химические основы нанотехнологий [Текст] / Н. Г. Рамбиди, А. В. Берёзкин. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 454 с. : рис.
6. Готтштайн Г. Физико-химические основы материаловедения [Текст] = PhysicalFoundationsofMaterialsScience / Г. Готтштайн ; пер. с англ. К. Н. Золотовой, Д. О. Чаркина ; под ред. В. П. Зломанова. - М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2009. - 400 с. : ил.

Дополнительная литература:

1. Биомедицинское материаловедение : учеб. пособие для вузов / С. П. Вихров [и др.] . - М.: Горячая линия - Телеком, 2006. - 383 с.
2. Пантелеев, В. Г. Компьютерная микроскопия / В. Г. Пантелеев, О. В. Егорова, Е. И. Клыкова. - М.: Техносфера, 2005. - 303 с.
3. Хартманн У. Очарование нанотехнологии (FascinationNanotechnologie) / У. Хартманн ; пер. с нем. Т. Н. Захаровой ; под ред. Л. Н. Патрикеева. - М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2008. - 173 с.
4. Пул Ч. П. (мл.). Нанотехнологии : учеб. пособие / Ч. П. Пул, Ф. Дж. Оуэнс ; пер. с англ. под ред. Ю. И. Головина. - 3-е изд., доп. - М. : Техносфера, 2007. - 375 с.
5. Старостин В. В. Материалы и методы нанотехнологии : учеб. пособие / В. В. Старостин ; под общ. ред. Л. Н. Патрикеева. - М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2008. - 431 с.
6. Уорден, К. Новые интеллектуальные материалы и конструкции. Свойства и применение / К. Уорден ; пер. с англ. под ред. С. Л. Баженова. - М.: Техносфера, 2006. - 223 с.
7. Физико-химическая эволюция твердого вещества / И. В. Мелихов. - М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2010. - 309, [3] с. : ил. - (Нанотехнология). - [Физико-химическая эволюция твёрдого вещества]. - Библиогр. в конце глав.
8. Физическая химия твердого тела: Кристаллы с дефектами : учеб. для хим.-технол. спец. вузов по спец."Хим. технология материалов и изделий электрон. техники" / П. В. Ковтуненко. - М. : Высш. шк., 1993. - 352 с. : ил.
9. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А.И. Гусев. - М. : Физматлит, 2005. - 410 с.
- 10.. Андриевский Р.А. Наноструктурированные материалы / Р.А. Андриевский, А.В. Рагуля - М. : Академия, 2005. - 178 с.
11. Барыбин А.А. Физико-технологические основы электроники / А.А. Барыбин, В.Г. Сидоров. - СПб. : ЛАНЬ, 2001. - 268 с.
12. Суздаев И.П. Нанотехнология: физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов / И.П. Суздаев. - М. : КомКнига, 2006.- 589 с.

Рекомендованная литература:

1. Раскин А. А. Технология материалов микро-, опто- и наноэлектроники. Ч. 1 / А.А. Раскин, В. К. Прокофьева. - М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2010. - 163 с.
2. Рошин В. М. Технология материалов микро-, опто- и наноэлектроники. Ч. 2 / В.М. Рошин, М.В. Силибин. - М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2010. 179 с.
3. Мартинес-Дуарт Дж. М. Нанотехнологии для микро- и оптоэлектроники [Текст] / Дж. М. Мартинес-Дуарт, Р. Дж. Мартин-Палма, Ф. Агулло-Руеда ; пер. с англ. А. В. Хачояна ; под ред. Е. Б. Якимова. - М. : Техносфера, 2007. – 367 с.
4. Автоматизация физических исследований и эксперимента: компьютерные измерения и виртуальные приборы на основе LabVIEW 7 [Текст] : (30 лекций) : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по группе подгот. бакалавров 550000 - "Технические науки" дисциплине "Управление техническими системами" / П. Ф. Бутырин [и др.]. - М. : ДМК Пресс, 2005. - 264 с.
5. Фистуль В. И. Физика и химия твердого тела: В 2 т. [Текст] : учеб. для вузов по направлению и спец."Материаловедение и технология новых материалов" / В.И. Фистуль. - М. : Metallurgy. Т. 1. - 1995. - 480 с.
6. Современный эксперимент: Подготовка, проведение, анализ результатов [Текст] : учеб. для студ. вузов / В. Г. Блохин, О. П. Глудкин, А. И. Гуров ; Под ред. Глудкина О. П. - М. : Радио и связь, 1997. - 232 с.
7. Получение и исследование наноструктур. Лабораторный практикум по нанотехнологиям [Текст] / под ред. А. С. Сигова. - М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2010. - 146, [6] с. : рис. - (Нанотехнологии). - Библиогр.: с. 143-146.
8. Джексон Р. Г. Новейшие датчики [Текст] : [учеб.-моногр.] / Р. Г. Джексон ; пер. с англ. под ред. В. В. Лучинина. - М. : Техносфера, 2007. - 380, [4] с. : рис., табл. - (Мир электроники). - Библиогр. в конце глав. - Предм. указ.: с. 375-380.
9. Основы сканирующей зондовой микроскопии [Текст] : учеб. пособие для студентов ст. курсов вузов / В. Миронов ; Рос. акад. наук, Ин-т физики микроструктур г. Нижний Новгород. - М. : Техносфера, 2004. - 143, [1] с. : цв.ил. - (Мир физики и техники). - Библиогр.: с. 140-143 (53 назв.).
10. Микроскопические методы исследования материалов [Текст] / Э. Р. Кларк, К. Н. Эберхардт ; пер. с англ. С. Л. Баженова ; Ин-т синтез. полимер. материалов им. Е. Н. Ениколопова РАН. - М. : Техносфера, 2007. - 371, [5] с. - (Мир материалов и технологий). - Библиогр. в конце разд.
11. Статьи в отечественной и зарубежной печати по рекомендации преподавателя

Веб-сайты с электронными ресурсами:

- **eLIBRARY.RU** [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека. – URL: <http://www.elibrary.ru>
- **ibooks.ru** [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – URL: <http://ibooks.ru>

- Издательство «Лань» [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – URL: <http://e.lanbook.com/>
- Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов [Электронный ресурс]. – URL: <http://scool-collection.edu.ru>
- Единое окно доступа к образовательным ресурсам [Электронный ресурс]. – URL: <http://window.edu.ru>
- Znanium.com [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система. – URL: <http://znanium.com>
- Антиплагиат [Электронный ресурс]. – Режим доступа – URL: <http://www.antiplagiat.ru/index.aspx>

Единая информационная среда образовательного учреждения

- Грин Плюс (<http://www.grinp.ru>),
- ИВЦ АБЕРС (ООО «ФинПромМаркет-XXI») (<http://www.iicavers.ru>),
- Кирилл и Мефодий (<http://www.km-school.ru>),
- Системы-Программы-Сервис (<http://sps.express.ru>),
- Хронобус (<http://www.chronobus.ru>) образовательные и интернет-проекты:
- Controlling Chaos Technologies (Технологии Управляемого Хаоса) (<http://www.controlchaostech.com>),
- Компьютерная школа «КОМПЬЮТЕРиЯ» (<http://www.computeria.ru>),
- Общество «Знание» России (<http://www.znanie.net>)

Интел:

- <http://www.iteach.ru/Intel®> Обучение для будущего
- [http://educate.intel.com/ru/AssessingProjects/AssessmentStrategies/Оценивание проектов](http://educate.intel.com/ru/AssessingProjects/AssessmentStrategies/Оценивание%20проектов)
- <https://sites.google.com/site/treningservisyweb/> Тренинг "Сервисы WEB 2.0 в профессиональной деятельности педагога"

Интуит:

- <http://www.intuit.ru/studies/courses?page=1> Национальный открытый университет

Moodle:

- <http://www.moodle.org>
- <http://course.sgu.ru>

Обучающимся и научно-педагогическим работникам обеспечен доступ к **научометрическим базам** данных (WebofScience, SCOPUS) и к **полнотекстовым ресурсам** (журналы «Вестник Московского университета» (все серии), OxfordUniversityPress, издательств Springer, Kluwer и т.д.)

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения занятий по дисциплине «Современные проблемы материаловедения», предусмотренной учебным планом подготовки

аспирантов, имеется необходимая материально-техническая база, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам:

- специализированные компьютерные классы с подключенным к ним периферийным устройством и оборудованием;
- учебные аудитории, оборудованные комплектом мебели, доской; комплект проекционного мультимедийного оборудования; оборудование для аудио- и видеозаписи; офисная оргтехника.
-

10. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для аспирантов с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены следующие формы организации педагогического процесса и контроля знаний:

- для слабовидящих:

обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс; для выполнения контрольных заданий при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

задания для выполнения, а также инструкция о порядке выполнения контрольных заданий оформляются увеличенным шрифтом (размер 16-20);

- для глухих и слабослышащих:

обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости аспирантам предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

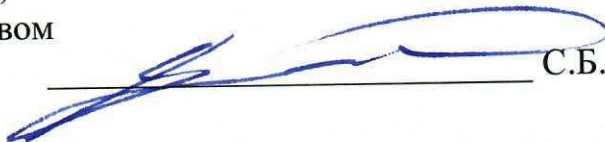
- для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих все контрольные задания по желанию аспирантов могут проводиться в письменной форме.

Основной формой организации педагогического процесса является интегрированное обучение инвалидов, т.е. все аспиранты обучаются в смешанных группах, имеют возможность постоянно общаться со сверстниками, легче адаптируются в социуме.

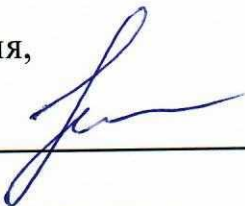
Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению 22.06.01 Технологии материалов, направленность материаловедение.

Авторы программы:

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


С.Б. Вениг

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



В.В. Кисин

Программа одобрена на заседании ученого совета
факультета нано- и биомедицинских
технологий 9.06 2016 года, протокол № 11.

Декан факультета нано- и биомедицинских
технологий, профессор



С.Б. Вениг



**Фонд оценочных средств текущего контроля
и промежуточной аттестации
КАРТА КОМПЕТЕНЦИЙ**

Контролируемые компетенции(шифр компетенции)	Планируемые результаты обучения (знает, умеет, владеет, имеет навык)
<p>Способность и готовность экономически оценивать производственные и непроизводственные затраты на создание новых материалов и изделий, проводить работу по снижению их стоимости и повышению качества (ОПК-3)</p>	<p>Знать: основные классы композитных материалов, способы их производства, а также связь их свойств с их строением; социально-экономические последствия создания и развития современных материалов; основные принципы контроля и оптимизации технологических процессов получения наноматериалов. основные научные подходы к исследуемому материалу; основные методы научно-исследовательской деятельности в избранной профессиональной области.</p> <p>Уметь: рассчитывать свойства, исходя из строения материала; анализировать возможные последствия создания и развития современных материалов; выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования; выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач; анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов; генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач, исходя из наличных ресурсов и ограничений.</p> <p>Владеть: навыком оценки возможных последствий при создании и/или совершенствовании новых/современных материалов; навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях, навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.</p>
<p>Способность и готовность выполнять нормативные требования, обеспечивающие безопасность</p>	<p>Уметь: использовать на практике современные представления наук о материалах для обеспечения безопасности производственной и эксплуатационной деятельности. применять основные понятия материаловедения и технологий материалов для обеспечения безопасности производственной и</p>

<p>производственной и эксплуатационной деятельности (ОПК-4)</p>	<p>эксплуатационной деятельности.</p> <p>Владеть: процессным подходом. навыками анализа процессов в материалах и при реализации технологий.</p>
<p>Способность и готовность выполнять расчетно-теоретические и экспериментальные исследования в качестве ведущего исполнителя с применением компьютерных технологий (ОПК-6)</p>	<p>Знать: о прикладных аспектах физических процессов. современные способы использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности; основные физические принципы современного технологического оборудования и современных систем диагностики материалов; основные современные и перспективные методы материаловедения; методы математической обработки результатов экспериментальных исследований.</p> <p>Уметь: разрабатывать методики и проводить расчеты по методикам планирования эксперимента и обработки экспериментальных данных. применять общие методы экспериментального и теоретического исследования физических процессов в материаловедении и технологии материалов.</p> <p>Владеть: методами и навыками экспериментального исследования и теоретического расчета параметров и характеристик различных систем и процессов. навыками сбора, обработки, анализа и систематизации знаний о физических явлениях в области материаловедения и технологий материалов; навыками выбора методов и средств решения задач в выбранной области, навыками применения современных методов математического и компьютерного моделирования физических процессов в области материаловедения и технологий материалов, методологией теоретических и экспериментальных исследований в области материаловедения и технологий материалов; навыками выбора методов и экспериментально-измерительной базы для проведения научных исследований при создании новых материалов и технологий.</p>
<p>Способность и готовность вести патентный поиск по тематике исследований, оформлять материалы для получения патентов, анализировать, систематизировать и обобщать информацию из глобальных компьютерных сетей (ОПК-7)</p>	<p>Уметь: практически разрабатывать, обосновывать и принимать стратегические решения по вопросам коммерческого использования изобретений, ноу-хау и других результатов научно-технической деятельности; составлять отчет о патентных исследованиях. критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника; выполнять теоретические и экспериментальные исследования объектов материаловедения и технологии материалов с использованием современных программно-аппаратных комплексов; формулировать перспективные задачи исследования на основе прогнозов направления развития методов и подходов материаловедения и технологии материалов при создании новых материалов и технологий; использовать передовые отечественные и зарубежные достижения в области</p>

	<p>материаловедения и технологии материалов, при проведении научных исследований и разработки перспективных материалов и технологий.</p> <p>Владеть: навыком анализа научно-технических и патентных документов, навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований; способностью свободно ориентироваться в источниках и научной литературе, владеть логикой научного исследования, терминологическим аппаратом научного исследования, научным стилем изложения собственной концепции.</p>
<p>Способность и готовность разрабатывать технические задания и программы проведения расчетно-теоретических и экспериментальных работ (ОПК-9)</p>	<p>Знать: строение материалов и сущность физических явлений, происходящих в них при различных внешних воздействиях, возникающих в условиях производства и эксплуатации; основные технологические процессы получения материалов. характеристики и устройство средств современной диагностики материалов и процессов, перспективные методы исследования и их применение в научно-исследовательской деятельности, методы математического и компьютерного моделирования для описания физических процессов и явлений в материаловедении, перспективы развития материаловедения и технологий материалов, а также связанные с этим передовые методы анализа и синтеза при исследовании и разработке конкретных материалов и технологий; принципы построения научного исследования в соответствующей области наук, требования к оформлению библиографического списка и ссылок в исследовании.</p> <p>Уметь: разрабатывать технологические маршруты получения материалов, выполнять комплексные исследования и испытания при изучении материалов; строить математические модели материалов и технологий, проводить анализ и сопоставление разных способов моделирования; проводить всесторонние исследования динамики и эволюции моделей; обосновать актуальность, новизну, теоретическую и практическую значимость собственного исследования, определять методологию исследования, уметь делать выводы из проведенного исследования и определять перспективы дальнейшей работы, уметь анализировать собранный эмпирический материал и делать достоверные выводы, отстаивать собственную научную концепцию в дискуссии, выступать оппонентом и рецензентом по научным работам.</p> <p>Владеть: навыками проведения комплексных исследований и испытаний при изучении материалов. современными методами математического моделирования, учитывающего специфику рассматриваемых систем; возможностями и методами современного технологического оборудования и современных систем диагностики материалов и технологий; навыками построения математических моделей новых материалов и технологий.</p>

Показатели оценивания

Шкала оценивания			
2 (неудовлетворительно)	3 (удовлетворительно)	4 (хорошо)	5(отлично)
<p>Фрагментарное знание основных научных подходов к исследуемому материалу; основных методов научно-исследовательской деятельности в избранной профессиональной области; современных способов использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности; основных физических принципов современного технологического оборудования и современных систем диагностики материалов; основных современных и перспективных методов материаловедения; методов математической обработки результатов экспериментальных исследований; характеристик и устройства средств современной диагностики материалов и процессов, перспективных методов исследования и их применения в научно-исследовательской деятельности, методов математического и компьютерного моделирования для описания физических процессов и явлений в материаловедении, перспектив развития материаловедения и</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое знание основных научных подходов к исследуемому материалу; основных методов научно-исследовательской деятельности в избранной профессиональной области; современных способов использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности; основных физических принципов современного технологического оборудования и современных систем диагностики материалов; основных современных и перспективных методов материаловедения; методов математической обработки результатов экспериментальных исследований; характеристик и устройства средств современной диагностики материалов и процессов, перспективных методов исследования и их применения в научно-исследовательской деятельности, методов математического и компьютерного моделирования для описания физических процессов и явлений в материаловедении, перспектив развития материаловедения и</p>	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы знание основных научных подходов к исследуемому материалу; основных методов научно-исследовательской деятельности в избранной профессиональной области; современных способов использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности; основных физических принципов современного технологического оборудования и современных систем диагностики материалов; основных современных и перспективных методов материаловедения; методов математической обработки результатов экспериментальных исследований; характеристик и устройства средств современной диагностики материалов и процессов, перспективных методов исследования и их применения в научно-исследовательской деятельности, методов математического и компьютерного моделирования для описания физических процессов и явлений в материаловедении, перспектив развития</p>	<p>Успешное и систематическое знание основных научных подходов к исследуемому материалу; основных методов научно-исследовательской деятельности в избранной профессиональной области; современных способов использования информационно-коммуникационных технологий в выбранной сфере деятельности; основных физических принципов современного технологического оборудования и современных систем диагностики материалов; основных современных и перспективных методов материаловедения; методов математической обработки результатов экспериментальных исследований; характеристик и устройства средств современной диагностики материалов и процессов, перспективных методов исследования и их применения в научно-исследовательской деятельности, методов математического и компьютерного моделирования для описания физических</p>

<p>технологий материалов, а также связанных с этим передовых методов анализа и синтеза при исследовании и разработке конкретных материалов и технологий; принципов построения научного исследования в соответствующей области наук, требований к оформлению библиографического списка и ссылок в исследовании.</p>	<p>технологий материалов, а также связанных с этим передовых методов анализа и синтеза при исследовании и разработке конкретных материалов и технологий; принципов построения научного исследования в соответствующей области наук, требований к оформлению библиографического списка и ссылок в исследовании.</p>	<p>материаловедения и технологий материалов, а также связанных с этим передовых методов анализа и синтеза при исследовании и разработке конкретных материалов и технологий; принципов построения научного исследования в соответствующей области наук, требований к оформлению библиографического списка и ссылок в исследовании.</p>	<p>процессов и явлений в материаловедении, перспектив развития материаловедения и технологий материалов, а также связанных с этим передовых методов анализа и синтеза при исследовании и разработке конкретных материалов и технологий; принципов построения научного исследования в соответствующей области наук, требований к оформлению библиографического списка и ссылок в исследовании.</p>
<p>Фрагментарное использование умений: выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования; выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач; анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов; генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач, исходя из наличных ресурсов и ограничений; применять основные понятия материаловедения и технологий материалов</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое использование умений: выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования; выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач; анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов; генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач, исходя из наличных ресурсов и ограничений; применять основные понятия материаловедения и технологий материалов для обеспечения</p>	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы использование умений: выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования; выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач; анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов; генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач, исходя из наличных ресурсов и ограничений; применять основные понятия материаловедения и</p>	<p>Успешное и систематическое использование умений: выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования; выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач; анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов; генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач,</p>

<p>для обеспечения безопасности производственной и эксплуатационной деятельности; применять общие методы экспериментального и теоретического исследования физических процессов в материаловедении и технологии материалов; критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника; выполнять теоретические и экспериментальные исследования объектов материаловедения и технологии материалов с использованием современных программно-аппаратных комплексов; формулировать перспективные задачи исследования на основе прогнозов направления развития методов и подходов материаловедения и технологии материалов при создании новых материалов и технологий; использовать передовые отечественные и зарубежные достижения в области материаловедения и технологии материалов, при проведении научных исследований и разработки перспективных материалов и технологий; строить математические модели материалов и технологий, проводить анализ и сопоставление разных способов моделирования;</p>	<p>безопасности производственной и эксплуатационной деятельности; применять общие методы экспериментального и теоретического исследования физических процессов в материаловедении и технологии материалов; критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника; выполнять теоретические и экспериментальные исследования объектов материаловедения и технологии материалов с использованием современных программно-аппаратных комплексов; формулировать перспективные задачи исследования на основе прогнозов направления развития методов и подходов материаловедения и технологии материалов при создании новых материалов и технологий; использовать передовые отечественные и зарубежные достижения в области материаловедения и технологии материалов, при проведении научных исследований и разработки перспективных материалов и технологий; строить математические модели материалов и технологий, проводить анализ и сопоставление разных способов моделирования; проводить всесторонние</p>	<p>технологий материалов для обеспечения безопасности производственной и эксплуатационной деятельности; применять общие методы экспериментального и теоретического исследования физических процессов в материаловедении и технологии материалов; критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника; выполнять теоретические и экспериментальные исследования объектов материаловедения и технологии материалов с использованием современных программно-аппаратных комплексов; формулировать перспективные задачи исследования на основе прогнозов направления развития методов и подходов материаловедения и технологии материалов при создании новых материалов и технологий; использовать передовые отечественные и зарубежные достижения в области материаловедения и</p>	<p>исходя из наличных ресурсов и ограничений; применять основные понятия материаловедения и технологий материалов для обеспечения безопасности производственной и эксплуатационной деятельности; применять общие методы экспериментального и теоретического исследования физических процессов в материаловедении и технологии материалов; критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника; выполнять теоретические и экспериментальные исследования объектов материаловедения и технологии материалов с использованием современных программно-аппаратных комплексов; формулировать перспективные задачи исследования на основе прогнозов направления развития методов и подходов материаловедения и технологии материалов при создании новых материалов и технологий; использовать передовые отечественные и зарубежные достижения в области материаловедения и</p>
--	---	--	---

<p>проводить всесторонние исследования динамики и эволюции моделей; обосновать актуальность, новизну, теоретическую и практическую значимость собственного исследования, определять методологию исследования, уметь делать выводы из проведенного исследования и определять перспективы дальнейшей работы, уметь анализировать собранный эмпирический материал и делать достоверные выводы, отстаивать собственную научную концепцию в дискуссии, выступать оппонентом и рецензентом по научным работам.</p> <p>Фрагментарное владение: навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях, навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях; навыками анализа процессов в материалах и при реализации технологий; навыками сбора, обработки, анализа и</p>	<p>исследования динамики и эволюции моделей; обосновать актуальность, новизну, теоретическую и практическую значимость собственного исследования, определять методологию исследования, уметь делать выводы из проведенного исследования и определять перспективы дальнейшей работы, уметь анализировать собранный эмпирический материал и делать достоверные выводы, отстаивать собственную научную концепцию в дискуссии, выступать оппонентом и рецензентом по научным работам.</p> <p>В целом успешное, но не систематическое владение: навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях, навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях; навыками анализа процессов в материалах и при реализации технологий; навыками сбора, обработки, анализа и систематизации знаний</p>	<p>моделирования; проводить всесторонние исследования динамики и эволюции моделей; обосновать актуальность, новизну, теоретическую и практическую значимость собственного исследования, определять методологию исследования, уметь делать выводы из проведенного исследования и определять перспективы дальнейшей работы, уметь анализировать собранный эмпирический материал и делать достоверные выводы, отстаивать собственную научную концепцию в дискуссии, выступать оппонентом и рецензентом по научным работам.</p> <p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение: навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях, навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях; навыками анализа процессов в материалах и при реализации технологий; навыками сбора,</p>	<p>технологии материалов, при проведении научных исследований и разработки перспективных материалов и технологий; строить математические модели материалов и технологий, проводить анализ и сопоставление разных способов моделирования; проводить всесторонние исследования динамики и эволюции моделей; обосновать актуальность, новизну, теоретическую и практическую значимость собственного исследования, определять методологию исследования, уметь делать выводы из проведенного исследования и определять перспективы дальнейшей работы, уметь анализировать собранный эмпирический материал и делать достоверные выводы, отстаивать собственную научную концепцию в дискуссии, выступать оппонентом и рецензентом по научным работам.</p> <p>Успешное и систематическое применение владение: навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и</p>
---	--	---	---

<p>систематизации знаний о физических явлениях в области материаловедения и технологий материалов; навыками выбора методов и средств решения задач в выбранной области, навыками применения современных методов математического и компьютерного моделирования физических процессов в области материаловедения и технологий материалов, методологией теоретических и экспериментальных исследований в области материаловедения и технологий материалов; навыками выбора методов и экспериментально-измерительной базы для проведения научных исследований при создании новых материалов и технологий; навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований; способностью свободно ориентироваться в источниках и научной литературе, владеть логикой научного исследования, терминологическим аппаратом научного исследования, научным стилем изложения собственной концепции; современными методами математического моделирования, учитывающего</p>	<p>о физических явлениях в области материаловедения и технологий материалов; навыками выбора методов и средств решения задач в выбранной области, навыками применения современных методов математического и компьютерного моделирования физических процессов в области материаловедения и технологий материалов, методологией теоретических и экспериментальных исследований в области материаловедения и технологий материалов; навыками выбора методов и экспериментально-измерительной базы для проведения научных исследований при создании новых материалов и технологий; навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований; способностью свободно ориентироваться в источниках и научной литературе, владеть логикой научного исследования, терминологическим аппаратом научного исследования, научным стилем изложения собственной концепции; современными методами математического моделирования, учитывающего специфику</p>	<p>обработки, анализа и систематизации знаний о физических явлениях в области материаловедения и технологий материалов; навыками выбора методов и средств решения задач в выбранной области, навыками применения современных методов математического и компьютерного моделирования физических процессов в области материаловедения и технологий материалов, методологией теоретических и экспериментальных исследований в области материаловедения и технологий материалов; навыками выбора методов и экспериментально-измерительной базы для проведения научных исследований при создании новых материалов и технологий; навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований; способностью свободно ориентироваться в источниках и научной литературе, владеть логикой научного исследования, терминологическим аппаратом научного исследования, научным стилем изложения собственной концепции; современными методами математического моделирования,</p>	<p>практических задач, в том числе в междисциплинарных областях, навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях; навыками анализа процессов в материалах и при реализации технологий; навыками сбора, обработки, анализа и систематизации знаний о физических явлениях в области материаловедения и технологий материалов; навыками выбора методов и средств решения задач в выбранной области, навыками применения современных методов математического и компьютерного моделирования физических процессов в области материаловедения и технологий материалов, методологией теоретических и экспериментальных исследований в области материаловедения и технологий материалов; навыками выбора методов и экспериментально-измерительной базы для проведения научных исследований при создании новых материалов и технологий; навыками поиска (в том числе с</p>
--	--	--	---

<p>специфику рассматриваемых систем; возможностями и методами современного технологического оборудования и современных систем диагностики материалов и технологий; навыками построения математических моделей новых материалов и технологий.</p>	<p>рассматриваемых систем; возможностями и методами современного технологического оборудования и современных систем диагностики материалов и технологий; навыками построения математических моделей новых материалов и технологий.</p>	<p>учитывающего специфику рассматриваемых систем; возможностями и методами современного технологического оборудования и современных систем диагностики материалов и технологий; навыками построения математических моделей новых материалов и технологий.</p>	<p>использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований; способностью свободно ориентироваться в источниках и научной литературе, владеть логикой научного исследования, терминологическим аппаратом научного исследования, научным стилем изложения собственной концепции; современными методами математического моделирования, учитывающего специфику рассматриваемых систем; возможностями и методами современного технологического оборудования и современных систем диагностики материалов и технологий; навыками построения математических моделей новых материалов и технологий.</p>
--	--	---	---

1.Задания для текущего контроля

Темы рефератов

1. Физическая кинетика в материаловедении.
2. Суперкомпьютеры в материаловедении.
3. Механизмы разрушения материалов.
4. Аморфные полупроводники.
5. Аморфные металлы и сплавы.

6. Органические полупроводники.
7. Жидкие кристаллы.
8. Сталь.
9. Углеродные наноматериалы.
10. Материалы для суперконденсаторов.

Требования к реферату

1. Ясная формулировка темы и постановка базовых целей и задач
2. Введение должно содержать:
 - актуальность, где обосновывается выбор данной темы.
 - объект, предмет, цель, задачи и методы исследования
 - практическую и теоретическую значимость работы
3. Основная часть должна быть четко структурирована, с разбитием на параграфы, подпараграфы т.д., содержать краткие выводы.
4. Заключение должно содержать итоговые результаты и выводы.
5. Список используемой литературы.
7. Подготовка реферата должна осуществляться на базе актуальных научных материалов (за 5 последних лет).
8. Объем реферата не менее 15 страниц.

Правила оформления.

Реферат должен быть выполнен с использованием компьютера и принтера на одной стороне листа белой бумаги формата А4 шрифтом TimesNewRoman через полтора интервала. Цвет шрифта должен быть черным, высота цифр, букв и других знаков - размером 14 пт (кеглей).

Текст работы следует печатать, соблюдая следующие размеры полей: левое – 25 мм, правое – 15 мм, верхнее и нижнее – 20 мм.

Объем реферата, как правило, составляет 15 - 20 страниц. Количество страниц, отводимых на каждый раздел работы, определяется аспирантом самостоятельно.

Допускается использовать компьютерные возможности для акцентирования внимания на определениях, терминах, формулах и других важных особенностях путем применения разных начертаний шрифта (курсив, полужирный, полужирный курсив и др.).

Список литературы должен быть оформлен в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1, ГОСТ 7.80 и ГОСТ 7.82.

Критерии оценки:

«зачтено»	Полное соответствие требованиям и правилам оформления реферата. Полнота, достоверность, адекватность и объем используемых источников информации. Полное раскрытие темы реферата.
-----------	---

«не зачтено»	Не соответствие требованиям и правилам оформления реферата. Отсутствие выводов, недостаточный объем источников информации. Устаревшие и не актуальные научные материалы.
-----------------	---

Практические задания

Раздел 1 (семестр 3)

1. Выявить лимитирующую стадию конкретного технологического процесса, заданного преподавателем. Например, процесса травления кремния по известной зависимости скорости травления от температуры.
2. С помощью травления и оптической микроскопии определить плотность дислокаций в образце.
3. С помощью термозонда определить тип проводимости материала.
4. Выполнить сравнение зародышеобразования и роста кристаллов из пара, жидкости и твердой фазы.
5. На основе известной фазовой диаграммы вода –примесь объяснить, почему фронт замерзания лужи в естественных условиях не является плоским.
6. Обосновать необходимую скорость вращения центрифуги для выделения твердой фазы из коллоидного раствора.
7. Объяснить происхождение естественной огранки кристаллов.
8. Сравнить и объяснить различия в распределении примесей в кристаллах, полученных вытягиванием из расплава и зонной плавкой.
9. Объяснить различия в температуре размягчения для разных стекол.

Раздел 2 (семестр 4)

10. Объяснить происхождение "магических чисел" в размерах наночастиц
11. Сопоставить методы получения монодисперсных порошков.
12. Объяснить механизм формирования пористого оксида алюминия в электрохимическом процессе.
13. Обосновать перспективность применения углеродных наноматериалов.
14. Разобрать один из биохимических методов получения нанопровода.
15. Сравнить эпитаксиальные слои, полученные разными методами.
16. Привести примеры материалов, полученных темплатным синтезом.
17. Проанализировать требования к материалам для топливных элементов.
18. Проанализировать требования к материалам для суперконденсаторов.

Раздел 3 (семестр 5)

19. Сравнить разные методы очистки поверхности.
20. Сравнить распределение примесей в материале при разных способах их введения.
21. Описать рост оксидной пленки при высокотемпературном окислении кремния.
22. Объяснить влияние освещения на образования анодного окисла.
23. Сравнить свойства нанопорошков, полученных разными методами.
24. Рассмотреть особенности пленок, полученных испарением в вакууме из точечного источника, из кольцевого источника, катодным распылением.

25. Проанализировать методы получения контактов к нанообъектам и отдельным молекулам.
26. Рассмотреть особенности микроструктуры функциональных слоев со специальными свойствами. Защитные, упрочняющие, гидрофобные, гидрофильные и антифрикционные покрытия.
27. Рассмотреть и сравнить способы стабилизации нанообъектов.

Темы индивидуальных творческих заданий

Раздел 1 (семестр 3)

1. Компьютерное моделирование распределения толщины пленки на поверхности подложке, осажденной при заданной геометрии источника материала покрытия и его положения относительно подложки (по индивидуальным заданиям);
2. Выполнить 3D-визуализацию распределения толщины осаждаемого покрытия (h) по поверхности подложки $h=f(x,y)$.

Варианты заданий:

1. Напыление из цилиндрического испарителя через круглое отверстие
2. Три точечных источника
3. Ленточный испаритель
4. Теневое напыление из сфероидального испарителя
5. Сфероидальный испаритель
6. Напыление из сфероидального испарителя через прямоугольное отверстие
7. Цилиндрический испаритель
8. Конусообразный испаритель
9. Косое напыление из кольцевого источника
10. Напыление на вращающуюся подложку
11. Напыление из движущегося источника
12. Два кольцевых испарителя
13. Напыление из кольцевого источника через круглое отверстие
14. Теневое напыление из цилиндрического испарителя
15. Осаждение на плоскую подложку из рамочного испарителя
16. Напыление из проволочного источника через прямоугольную маску
17. Теневое напыление из кольцевого источника
18. Напыление из ленточного источника через круглое отверстие
19. Кольцевой испаритель
20. Напыление из цилиндрического испарителя через прямоугольную маску
21. Проволочный испаритель
22. Теневое напыление из ленточного испарителя
23. Осаждение из прямоугольного источника через движущее круглое отверстие
24. Косое напыление из рамочного источника

Раздел 2 (семестр 4)

1. Компьютерное моделирование и исследование процесса флуктуационного гомогенного или гетерогенного (в зависимости от индивидуального задания) образования жизнеспособных центров выделения новой фазы при

фазовых переходах первого рода (нуклеации и зародышеобразования). (по индивидуальным заданиям);

2. Выполнить 3D-визуализацию и исследование формы зародыша на атомарно гладкой подложке.

Варианты заданий

1. Зерна эллипсообразной формы с эффектом затенения
2. Зерна цилиндрической формы
3. Зерна эллипсообразной формы с диффузионным контролем переноса массы по поверхности подложки
4. Зерна в форме тетраэдра
5. Зерна цилиндрической формы с диффузионным контролем переноса массы по поверхности подложки
6. Зерна конусообразной формы
7. Зерна конусообразной формы с эффектом затенения и с диффузионным контролем переноса массы по поверхности подложки
8. Зерна эллипсообразной формы
9. Зерна конусообразной формы с диффузионным контролем переноса массы по поверхности подложки
10. Зерна пирамидальной формы с эффектом затенения
11. Зерна гексагональной формы
12. Зерна пирамидальной формы с диффузионным контролем переноса массы по поверхности подложки
13. Зерна сферической формы с эффектом затенения
14. Зерна в форме тетраэдра с диффузионным контролем переноса массы по поверхности подложки
15. Зерна цилиндрической формы с эффектом затенения
16. Зерна в форме тетраэдра с эффектом затенения
17. Зерна сферической формы с эффектом затенения и с диффузионным контролем переноса массы по поверхности подложки
18. Зерна конусообразной формы с эффектом затенения
19. Зерна гексагональной формы с эффектом затенения
20. Зерна сферической формы с диффузионным контролем переноса массы по поверхности подложки
21. Зерна сферической формы
22. Зерна гексагональной формы с диффузионным контролем переноса массы по поверхности подложки
23. Зерна гексагональной формы с эффектом затенения и с диффузионным контролем переноса массы по поверхности подложки
24. Зерна пирамидальной формы

Раздел 3 (семестр 5)

1. Компьютерное моделирование и исследование процесса диффузии или теплопроводности (в зависимости от варианта задания).
2. Построение 3D-графика и исследование зависимости величины концентрации или температура (в зависимости от варианта задания) от

времени эксперимента и/или пространственной координаты (в зависимости от варианта задания).

Варианты заданий

1. Нагрев бесконечного цилиндра с помощью внешнего излучения
2. Ионная имплантация
3. Остывание бесконечного цилиндра за счет конвекционного теплообмена
4. Теплообмен излучением
5. Диффузия из постоянного источника в тело конечных размеров в поле внешних сил
6. Нагрев шара с помощью внешнего излучения
7. Диффузия в полуограниченное пространство из постоянного источника
8. Кристаллизация из раствора (задача Стефана)
9. Диффузионное легирование с целью создания р-п перехода
10. Диффузия из мгновенного источника в теле конечных размеров
11. Нагревание пластины с помощью движущегося источника
12. Диффузия из постоянного источника в тело конечных размеров
13. Нагревание пластины конечных размеров с помощью конвекции
14. Нагрев пластины за счет внешнего излучения
15. Создание биполярного транзистора с помощью диффузии
16. Диффузия в полуограниченном теле из постоянного источника в поле внешних сил
17. Нагрев бесконечного цилиндра внешним термостатом
18. Нагрев термостатом системы двух тел находящихся в идеальном тепловом контакте
19. Диффузия в поле внешних сил в теле конечных размеров из мгновенного источника
20. Нагрев шара внешним термостатом
21. Остывание шара за счет конвекционного теплообмена
22. Диффузия в неограниченном теле из мгновенного источника в поле внешних сил
23. Остывание бесконечного цилиндра за счет излучения
24. Диффузия в полуограниченном теле из мгновенного источника

Методические рекомендации по оформлению заданий:

Отчет по всем заданиям должны быть оформлены в электронном виде.

Критерии оценки:

«зачтено»	Полное соответствие требованиям и правилам оформления задания. Полнота, достоверность, адекватность и объем используемых источников информации. Полное выполнение задания.
«не зачтено»	Не соответствие требованиям и правилам оформления задания.

Отсутствие выводов, недостаточный объем источников информации. Устаревшие и не актуальные научные материалы.
--

2. Задания для промежуточной аттестации

Контрольные вопросы к зачету (по семестрам)

Семестр 3 (Раздел 1)

1. Перспективы, потенциальные опасности и этические аспекты развития новых материалов.
2. Чистота материалов и помещений.
3. Классификация материалов по чистоте.
4. Маркировка материалов.
5. Основные и вспомогательные материалы в микро и нанотехнологиях.
6. Массо- и теплопередача в гетерогенных системах.
7. Явления на границах раздела фаз и фазовые переходы.
8. Химические превращения в гетерогенных системах.
9. Гомогенное и гетерогенное зародышеобразование.
10. Механическое измельчение и разделение материалов по фракциям.
11. Сорбционные процессы.
12. Ионный обмен.
13. Хроматография.
14. Жидкостная экстракция.
15. Ректификация.
16. Электрохимические методы очистки материалов.
17. Направленная кристаллизация.
18. Распределение примесей и дефекты при зонной плавке, направленной кристаллизации и вытягивании из расплава.
19. Радиационное легирование материалов.
20. Механизм размягчения и плавления стекол.
21. Силикатное стекло.
22. Получение пленок стекла.
23. Керамики и ситаллы.
24. Механизм спекания.
25. Механизм возникновения трещин и разрушения кристаллов.
26. Нарушенный слой после механической обработки.

Семестр 4 (Раздел 2)

1. Перспективы, потенциальные опасности и этические аспекты развития новых материалов.
2. История появления, движущие силы и тенденции развития наноматериалов.
3. Размерные эффекты и условия их проявления.

4. Кластеры. Наночастицы. Нанопорошки. Наноструктуры. Тонкие пленки.
5. Компактированные и наноструктурные материалы и композиты.
6. Наноструктурированные материалы и покрытия.
7. Измельчение твердых тел.
8. Получение твердых гранул.
9. Плазмохимический синтез наночастиц.
10. Осаждение наночастиц из коллоидных растворов.
11. Механосинтез.
12. Синтез высокодисперсных оксидов в жидких металлах.
13. Биохимические методы получения наночастиц.
14. Криохимический метод получения наночастиц.
15. Получение наночастиц из газовой фазы.
16. Получение наночастиц из жидкой фазы.
17. Получение наночастиц из твердой фазы.
18. Упорядоченные массивы нанообъектов.
19. Контакты к нанообъектам и отдельным молекулам.
20. Методы компактирования наночастиц.
21. Золь-гель-технологии.
22. Кристаллизация аморфных сплавов.
23. Нанокompозиты, гибридные наноматериалы.
24. Углеродные наноматериалы.
25. Атомная инженерия.
26. Технологические процессы самоформирования.
27. Самоорганизация в объемных материалах.
28. Функциональные и конструкционные наноматериалы неорганической и органической природы.
29. Упорядоченные наноструктуры.
30. Гетерогенные процессы формирования наноматериалов и наноструктур: молекулярно-лучевая эпитаксия, эпитаксия металлоорганических соединений из газовой фазы.
31. Гетерогенные процессы формирования наноструктур и наноматериалов: коллоидные растворы, золь-гель технология, методы молекулярного наслаивания, электрохимические методы.
32. Гетерогенные процессы формирования наноструктур и наноматериалов: сверхбыстрое охлаждение, формирование сверхтонких пленок металлов и диэлектриков.
33. Нанокompозиты и гибридные наноматериалы.
34. Материалы, получаемые в саморегулирующихся процессах: самоформирования, самосборки, самоорганизации наноструктур.
35. Материалы, получаемые темплатным синтезом.
36. Тонкие пленки.
37. Пленки Ленгмюр-Блоджет.
38. Биоматериалы для инжиниринга тканей.
39. Биоинертные и биорассасывающиеся материалы.

40. Гидрогели для инжиниринга тканей.
41. Биоактивные каркасы для инжиниринга тканей.
42. Проблемы коммерциализации биоматериалов.
43. Наноматериалы для получения и хранения водорода.
44. Полимерные электролитические мембраны, катализаторы, суперконденсаторы.
45. Углеродные наночастицы, нанотрубки, наноструктуры и наноматериалы.

Семестр 5 (Раздел 3)

1. Химическая обработка пластин.
2. Полирующие и анизотропные травители.
3. Локальное и локально-анизотропное травление.
4. Селективность травления. Травление оксида и нитрида кремния.
5. Ограничения жидкостного травления.
6. Химико-механическое полирование.
7. Жидкостное, термохимическое газовое и плазмохимическое травление.
8. Методы получения эпитаксиальных пленок.
9. Гетероэпитаксия кремния.
10. Молекулярно лучевая эпитаксия.
11. Особенности эпитаксии из газовой, жидкой и твердой фаз.
12. Распределение примесей при диффузии.
13. Источники примесей.
14. Легирование диффузией.
15. Радиационно-стимулированная диффузия.
16. Электродиффузия.
17. Высокотемпературное окисление кремния.
18. Адсорбция.
19. Фазовые превращения при окислении.
20. Кинетика окисления.
21. Особенности высокотемпературного окисления кремния сухим и влажным кислородом.
22. Анодное окисление.
23. Классификация и особенности методов обработки материалов в плазме и пучках энергетических частиц.
24. Воздействие пучков электронов, атомов и ионов на поверхность и объем мишени. Вторичные эффекты в мишени.
25. Потенциалы в технологической плазме.
26. Источники ионов.
27. Источники электронов.
28. Процессы, сопровождающие травление в плазме.
29. Механизм травления кремния, оксида и нитрида кремния в плазме.
30. Распыление твердых тел ионами.
31. Пробег ионов в кристаллических и аморфных материалах.

32. Маскирование при ионном легировании.
33. Распределение внедренных ионов.
34. Дефектообразование при имплантации.
35. Влияние радиационных дефектов на структуру поверхности.
36. Методы отжига дефектов после ионного легирования..
37. Оборудование и методы нанесения пленок в вакууме, молекулярных пучках, химическим осаждением из газовой фазы, жидкофазной эпитаксией, атомно-молекулярной сборкой.
38. Метод магнетронного распыления.
39. Молекулярно лучевая эпитаксия.
40. Материалы для металлизации.
41. Технология многоуровневой разводки.
42. Анодное растворение.
43. Анодное окисление.
44. Катодное осаждение.
45. Темплатное осаждение наноразмерных объектов.
46. Виды литографии.
47. Основные этапы процесса фотолитографии.
48. Технология изготовления фотошаблонов.
49. Дефекты фотошаблонов.
50. Основные системы экспонирования.
51. Фоторезисты, методы их нанесения и обработки.
52. Ограничения разрешающей способности при фотолитографии.
53. Фотолитография в глубокой ультрафиолетовой области.
54. Электролитография.
55. Ионная литография.
56. Рентгенолитография.
57. Источники излучения в фотолитографии, рентгеновской литографии и электронно лучевой литографии.
58. Силовая и токовая зондовые литографии.
59. Контактное формирование нанорельефа.
60. Профилирование резистов сканирующими зондами.
61. Локальная глубинная модификация поверхности.
62. Термомеханическая нанолитография.
63. Нанопечать.
64. Перьевая нанолитография.
65. Литография наносферами.
66. Литографически индуцированная самосборка наноструктур.
67. Методы нанолитографии. Пучковые методы нанолитографии.
Радиационные методы формирования наноструктур
68. Зондовые технологии модификации поверхности.

Критерии оценки:

«зачет»	Знание основных методов научно-исследовательской деятельности, основных физических принципов современного технологического оборудования и современных систем диагностики материалов, основных современных и перспективных методов материаловедения и математической обработки результатов экспериментальных исследований, владение терминологическим аппаратом научного исследования, научным стилем изложения собственной концепции, навыками анализа процессов в материалах и при реализации технологий и изготовлении наукоёмких изделий в промышленности. Успешное и систематическое применение полученных знаний и навыков при выполнении творческих заданий. Выполнение всех заданий в полном объеме.
«незачет»	Неполное выполнение заданий. Фрагментарное знание методов научно-исследовательской деятельности, основных физических принципов современного технологического оборудования и современных систем диагностики материалов, основных современных и перспективных методов материаловедения и математической обработки результатов экспериментальных исследований. Неполное усвоение полученных знаний и навыков при выполнении индивидуальных заданий.