

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет
«МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики**

**Физико-энергетический факультет
Кафедра материаловедения**

**И.А.АНТОШИНА, К.А.ГОРЧАКОВ, Л.И.ГОРЧАКОВА,
П.В.ДЕМЕНКОВ, Е.И.ИСАЕВ, А.М.КАПЛУНОВА, В. В.
КИРЮШИНА, Ю.В.КОНОБЕЕВ, Ю.В.ЛИСИЧКИН,
В.Г.МАЛЫНКИН, Н.С.ОБУХОВА, О.А.ПЛАКСИН,
В.А.СТЕПАНОВ, П.А.СТЕПАНОВ**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
по материаловедческим дисциплинам**

Часть 2

Обнинск 2015

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет
«МИФИ»**

Обнинский институт атомной энергетики

**Физико-энергетический факультет
Кафедра материаловедения**

**И.А.АНТОШИНА, К.А.ГОРЧАКОВ, Л.И.ГОРЧАКОВА,
П.В.ДЕМЕНКОВ, Е.И.ИСАЕВ, А.М.КАПЛУНОВА, В. В.
КИРЮШИНА, Ю.В.КОНОБЕЕВ, Ю.В.ЛИСИЧКИН,
В.Г.МАЛЫНКИН, Н.С.ОБУХОВА, О.А.ПЛАКСИН,
В.А.СТЕПАНОВ, П.А.СТЕПАНОВ**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
по материаловедческим дисциплинам**

Часть 2

*Рекомендовано к изданию
редакционно-издательским советом*

Обнинск 2015

Антошина И.А., Горчаков К.А., Горчакова Л.И., Деменков П.В., Исаев Е.И., Каплунова А.М., Кирюшина В.В., Конобеев Ю.В., Лисичкин Ю.В., Малышкин В.Г., Обухова Н.С., Плаксин О.А., Степанов В.А., Степанов П.А. Учебно-методическое пособие по материаловедческим дисциплинам. Ч.2. – Обнинск: ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 2015. – 104 с.

Пособие состоит из описаний учебно-методических комплексов (целей, содержания, средств текущего и промежуточного контроля знаний студентов) специальных дисциплин направлений подготовки «Материаловедение и технологии материалов» и «Наноматериалы». Дисциплины приведены в последовательности их изучения в последних семестрах бакалавриата и в магистратуре. Пособие предназначено для преподавателей и студентов.

Рецензенты: к.т.н., заместитель генерального директора – директор ОИРМиТ ОАО «ГНЦ РФ-ФЭИ»,
А.Е.Русанов,
д.т.н., начальник цеха АО «ОНПП «Технология»,
Д.В.Харитонов

© ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 2015 г.

© И.А.Антошина, К.А.Горчаков, Л.И.Горчакова, П.В.Деменков, Е.И.Исаев, А.М.Каплунова, В.В.Кирюшина, Ю.В.Конобеев, Ю.В.Лисичкин, В.Г.Малышкин, Н.С.Обухова, О.А.Плаксин, В.А.Степанов, П.А.Степанов, 2015 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Материаловедение и технологии современных и перспективных материалов	6
Современные методы диагностики и исследований композиционных материалов	12
Неразрушающие методы контроля материалов и конструкций	17
Спектроскопия материалов и веществ	24
Радиационная физика твердого тела	32
Наноматериалы и нанотехнологии	40
Материалы фотоники	46
Химия и физика полимеров. Полимерные композиционные материалы	55
Химия и физика керамик. Конструкционные керамические материалы	63
Химия и физика неорганических стекол. Термостойкие конструкционные и оптические стекла.	73
Методы статистической физики в материаловедении.	78
Методы планирования и анализа технологий материалов	91

ВВЕДЕНИЕ

В пособии приведены методические материалы по дисциплинам, читаемым на кафедре Материаловедения ИАТЭ НИЯУ МИФИ студентам материаловедческих направлений подготовки. Данное пособие представляет собой сборник специальных дисциплин, которые студенты изучают, в основном, в магистратуре. Методический материал по каждой дисциплине содержит цель, план дисциплины, структурированный по темам, и средства текущего и промежуточного контроля знаний студентов.

Текущий контроль, как правило, проводится два раза в семестр для своевременной обратной связи и коррекции обучения, а также активизации самостоятельной работы студентов. Текущий контроль может быть в виде контрольных работ, домашних заданий, коллоквиумов, студенческих рефератов, тестовых заданий. Результаты контроля подводятся в соответствии с уровнем освоения студентами материала, предусмотренного программой дисциплины, умением использовать теоретические знания при выполнении заданий и решении задач.

Отметка «отлично» ставится, если изученный материал изложен полно, верно сформулированы определения и ответ свидетельствует о понимании материала, студент может применить знания в решении задач и примеров.

Отметка «хорошо» ставится, если изученный материал изложен достаточно полно или задачи в целом решены, но допускаются ошибки, которые обучающийся в состоянии исправить самостоятельно при наводящих вопросах.

Отметка «удовлетворительно» ставится, если материал изложен неполно, с неточностями в определениях, студент не может доказательно обосновать решения примеров и задач, на 50% дополнительных вопросов или заданий даны неверные ответы.

Отметка «неудовлетворительно» ставится, если обнаруживается полное незнание и непонимание изучаемого материала, даны неверные ответы более чем на 50% дополнительных вопросов, заданий, примеров.

По окончании освоения дисциплины проводится промежуточная аттестация в виде экзамена или зачета.

Наивысшая итоговая оценка за дисциплину выставляется, если студент при ответе на вопросы экзаменационного или зачетного билета демонстрирует глубокое и прочное усвоение знаний материала, может последовательно изложить теоретический материал и сделать выводы по излагаемому материалу.

Оценка «хорошо» соответствует достаточно полному знанию программного материала. Студент демонстрирует знание основных теоретических понятий и достаточно последователен в ответах.

Общее знание изучаемого материала и владение только основным понятийным аппаратом дисциплины соответствует отметке «удовлетворительно».

Незачет или отметка «неудовлетворительно» на экзамене соответствуют незнанию значительной части программного материала, неумению строить ответы и делать выводы по излагаемому материалу.

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ СОВРЕМЕННЫХ И ПЕРСПЕКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Цель изучения дисциплины:

освоение физико-химических основ технологических процессов получения материалов различного типа и назначения с учетом современных представлений о взаимосвязи структурно-фазового состояния и свойств твердых тел, методов получения материалов с различной морфологией или в различном структурно-фазовом состоянии, влияния параметров процессов на структуру и свойства этих материалов, выбора оптимальных технологических приемов, в том числе с помощью радиационно-пучковых технологий, для достижения требуемого комплекса свойств.

Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
	Название раздела	

1	<p>Понятие о технологии; её место и значение в научно-техническом прогрессе</p>	<p>Понятие о технологии; её место и значение в научно-техническом прогрессе. Национальные критические технологии. Технологии двойного назначения. Общая характеристика технологии получения материалов .</p>
2	<p>Общая характеристика радиационно-пучковых технологий</p>	<p>Понятие о радиационных технологиях. Классификация радиационно-пучковых технологий. Общая характеристика конкретных видов этих технологий. Области их применения.</p>
3	<p>Общая характеристика к источникам заряженных частиц</p>	<p>Общие требования к источникам заряженных частиц. Электростатические ускорители заряженных частиц. Резонансные ускорители. Вакуумно-дуговые источники ионных пучков. Источники сильноточных импульсных ионных пучков. Принципы формирования ионных пучков. Источники сильноточных пучков электронов. Плазменные, ионно-лучевые, ионно-плазменные и другие комбинированные установки.</p>
4	<p>Взаимодействие заряженных частиц с твёрдым телом</p>	<p>Потери энергии ионов в твердых телах. Торможение и рассеяние ионов. Упругие и неупругие столкновения. Образование каскадов смещенных атомов. Пробеги ионов и их распределение в аморфных и кристаллических твердых телах. Поглощенная, эквивалентная и экспозиционная дозы облучения. Радиационно-химический выход.</p>
5	<p>Модифицирование металлических и неметаллических материалов методом ионной имплантации</p>	<p>Модифицирование металлических материалов методом ионной имплантации. Изменение механических, трибологических и коррозионных свойств. Дозные и температурные зависимости. Эффект дальнего действия. Имплантационная металлургия и образование метастабильных фаз. Получение аморфных материалов методом ионной имплантации.</p>

		<p>Радиационное модифицирование органических материалов. Основные параметры ионно-плазменных потоков и их пространственное и временное распределение. Закономерности формирования микроструктуры металлических материалов под воздействием ионно-плазменной обработки. Изменение физико-механических свойств материалов, подвергнутых ионно-плазменной обработке.</p>
6	Модифицирование физико-механических свойств методом электронно-лучевой обработки	<p>Основные параметры электронных пучков. Электронно-лучевая плавка, сварка и размерная обработка. Получение пленок и покрытий методом электронно-лучевой обработки. Модифицирование физико-механических свойств и фазового состава поверхностных слоев металлических материалов.</p>
7	Модифицирование материалов методом лазерного излучения	<p>Генерация лазерного излучения. Типы и характеристики лазеров. Принципы формирования лазерных пучков и основные характеристики лазерного излучения. Физические процессы, происходящие при поглощении лазерного излучения веществом. Изменение физико-механических свойств и структурно-фазового состояния в металлических материалах под воздействием лазерного излучения. Лазерная сварка, резка и размерная обработка.</p>
8	Закономерности структурных и химических изменений в твердых телах, происходящих под влиянием механической активации	<p>Закономерности структурных и химических изменений в твердых телах, происходящих под влиянием механической активации. Механически стимулированные фазовые переходы. Механохимические реакции в смесях твердых веществ. Высокоэнергонапряженные аппараты для диспергирования и активации твердых тел. Применение метода механоактивации в</p>

		промышленности.
9	Методы получения аморфных и мелкокристаллических материалов	Методы получения аморфных и мелкокристаллических материалов в дисперсном состоянии.
10	Получение материалов методом порошковой металлургии	Основные этапы технологии порошковой металлургии. Методы получения порошков и их предварительная обработка. Формование порошков. Твердофазное спекание, его движущая сила, уравнение усадки. Эволюция микроструктуры. Горячее прессование. Спекание в присутствии жидкой фазы. Продукция порошковой металлургии.
11	Технологии нанесения покрытий	Процессы и операции нанесения металлических покрытий из расплавов Процессы и операции газотермического напыления покрытий из порошков металлов Технология нанесения атомарных покрытий. Процессы и операции электрохимического (гальванического) осаждения металлов

Темы рефератов 1

1. Физические процессы при взаимодействии ионов с твердым телом
2. Технология ионной имплантации.
3. Пробег ионных пучков и их распределение в твердых телах.
4. Распыление твердых тел.
5. Радиационные эффекты в полупроводниках при ионной имплантации.
6. Радиационные эффекты в металлах при ионной имплантации.
7. Оборудование и средства защиты в технологии ионной имплантации.
8. Экономическое обоснование технологий ионной обработки материалов.

Темы рефератов 2

1. Ионно-плазменная технология модифицирования свойств материалов.

2. Электронно-лучевая технология обработки материалов.
3. Особенности взаимодействия мощных ионных пучков с твердым телом.
4. Процессы, протекающие при ионной имплантации в полупроводниках.
5. Процессы, протекающие при ионной имплантации в металлах.
6. Мощные ионные пучки и их применение.
7. Оборудование и средства защиты в ионно-плазменной технологии модифицирования свойств материалов.
8. Оборудование и средства защиты в электронно-лучевой технологии обработки материалов.
9. Экономическое обоснование технологий обработки материалов.

Вопросы к экзамену

1. Пробеги ионов в твердых телах и их распределение.
2. Процессы ионно-имплантационной металлургии и её важнейшие характеристики.
3. Основные механизмы торможения ионов в твердых телах.
4. Изменение свойств полупроводников при имплантации.
5. Распыление твердых тел и его механизмы. Самораспыление.
6. Процессы в полупроводниках при пострadiaционных отжигах.
7. Эффект каналирования и факторы, влияющие на этот эффект.
8. Самоотжиговые режимы имплантации в полупроводники.
9. Перспективные технологии в материалах, основанные на использовании неравновесных состояний.
10. Модифицирование металлических материалов методом ионной имплантации.
11. Физические процессы, лежащие в основе ионной имплантации.
12. Размерная обработка изделий методами электронно-лучевых технологий.
13. Термическая стабильность металлических стекол.
14. Электронно-лучевая сварка металлов. Геометрия сварного соединения и зоны проплавления. Дефекты сварных

соединений, полученных методами электронно-пучковых технологий.

15. Основные механизмы торможения электронов в веществе.
16. Явления, происходящие при нагреве аморфных материалов.
17. Критерии затвердевания при закалке из жидкого состояния.
18. Размерная обработка изделий методами электронно-пучковых технологий.
19. Горячее спекание порошковых материалов.
20. Получение пленок и покрытий методом электронно-пучковых технологий.
21. Модифицирование материалов потоками высокотемпературной импульсной плазмы.
22. Структурно-фазовые превращения в твердом теле при лазерном облучении.
23. Механизмы образования ячеистой структуры при обработке высокотемпературной импульсной плазмой.
24. Лазерное плакирование деталей.
25. Структурно-фазовые превращения в веществе при облучении мощным лазерным излучением.
26. Жидкофазное спекание.
27. Особенности воздействия мощных электронных пучков на твердое тело.
28. Основные методы получения аморфных материалов.
29. Национальные критические технологии, технологии двойного назначения и роль материалов в возможности их реализации.
30. Аморфизирующее воздействие мощных электронных пучков.

Литература

а) основная учебная литература:

1. Перспективные радиационно-пучковые технологии обработки материалов: Учебник / В.А. Грибков, Ф.И. Григорьев, Б.А. Калинин, В.Л. Якушин / Под ред. Б.А. Калина. М.: Круглый год, 2001, 528 с.
2. Е.С. Матусевич, А.Н. Манохин Радионуклиды для медицины: Учебное пособие по курсу «Радионуклиды в природе». - Обнинск: ИАТЭ, 2008.-56с.
3. Васильева И.В. Радиационные процессы в технологии материалов и изделий электронной техники: Учебное

пособие. Под редакцией В.С. Иванова и В.В. Козловского. – М.: Энергоатомиздат, 1997. – 83с.

4. В.В. Болдырев. Механохимия и механоактивация твердых веществ. – Успехи химии, т. 75, вып. 3, с.203-216.
5. В.А. Васильев, Б.С. Митин и др. Высокоскоростное затвердевание расплава (теория, технология и материалы). – М.: «СП ИНТЕРМЕТ ИНЖИНИРИНГ». 1998. - 400 с.
6. Основы технологии переработки пластмасс. Учебник для вузов под ред. В.Н. Кулезнева и В.К. Гусева. - М.: Химия, 2004, 600 с., (5 экз. в библи. ОНПП «Технология»)

б) дополнительная учебная литература:

1. Э.Р. Клишпонт Взаимодействие ионизирующих излучений с веществом (Физическая стадия): Учебное пособие по курсам «Радиационная химия», «Химия высоких энергий». – Обнинск: ИАТЭ, 2009.- 72 с.
2. К. Уорден Новые интеллектуальные материалы и конструкции. Свойства и применение.- М.: Техносфера, 2006.-224 с.
3. А.Ф. Буренков, Ф.Ф. Комаров, М.А. Кумахов, М.М. Темкин. – Таблицы пространственного распределения ионно-имплантированных примесей. – Мн: Изд-во БГУ,1980.-352 с.
4. И.М. Ковенский, В.В. Поветкин. Материаловедение покрытий: Учебник для вузов.- М.: «СП Интермет Инжиниринг», 1999.- 296с.
5. В.Н. Милинчук, Э.Р. Клишпонт, В.И. Тупиков. – Основы радиационной стойкости органических материалов.- М.: Энергоатомиздат, 1994, 256с.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ И ИССЛЕДОВАНИЙ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Цель изучения дисциплины:

приобретение знаний и навыков о современных методах технической диагностики и неразрушающего контроля композиционных материалов, исходных компонентов для их производства, а также готовых изделий различного типа и назначения, рассмотрение современных методов исследований композиционных материалов различного типа и назначения.

Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1	Современные методы диагностики материалов различного типа и назначения	Статистические методы анализа качества продукции. Инструменты контроля качества. Инструменты управления качеством. Структура системы контроля качества в условиях производства. Общие методы контроля и диагностики. Современные виды технической диагностики, неразрушающего контроля.
2	Современные методы исследований материалов различного типа и назначения	Методы физико-механических исследований и определения, теплофизических, электрических, магнитных, оптических и специальных функциональных свойств материалов и изделий.
3	Современные методы испытаний изделий различного типа и назначения	Стандартные и нестандартные методы физико-механических испытаний и определения, теплофизических, электрических, магнитных, оптических и специальных функциональных свойств материалов и изделий.

Коллоквиум 1

1. Современные виды технической диагностики, неразрушающего контроля материалов и изделий различного типа и назначения.
2. Общие методы контроля и диагностики. Виды, типы.
 - а) магнитный,
 - б) электрический,
 - в) вихретоковый,
 - г) радиоволновой,
 - д) тепловой,
 - е) оптический,

- ж) радиационный,
 - з) акустический,
 - и) проникающими веществами.
3. Выбор метода неразрушающего контроля для материалов различного типа и назначения.
 4. Средства и устройства контроля качества продукции.
 5. Организационная структура службы контроля.
 6. Стандартизация и метрологическое обеспечение средств и методов контроля и испытаний.
 7. Дефекты продукции и их обнаружение.

Коллоквиум 2

1. Методы молекулярной, колебательной спектроскопии
2. Электронная микроскопия. Физические основы электронной микроскопии.
3. Принципы просвечивающей (трансмиссионной) и растровой (сканирующей) электронной микроскопии, зависимость разрешающей способности метода от длины волны электрона.
4. Компьютерный рентгеновский томограф. Примеры использования и возможности РСА, РФА и компьютерной томографии в исследовании материалов и покрытий различной природы.
5. Сканирующая зондовая микроскопия. Сканирующий туннельный микроскоп. Атомно-силовой микроскоп.
6. Методы исследования свойств композиционных материалов, работающих в экстремальных условиях эксплуатации. Методики исследования механических, теплофизических, электрофизических свойств. ДТА, СТА, ТМА, ДМА методы анализа.
7. Современные методы исследования микроструктурных характеристик композиционных материалов (электронные, рентгеноспектральные).
8. Современные автоматизированные методы исследования теплофизических свойств материалов.

Вопросы к экзамену

1. Современные виды технической диагностики, неразрушающего контроля материалов и изделий различного типа и назначения.

2. Общие методы контроля и диагностики. Виды, типы: а) магнитный, б) электрический, в) вихретоковый, г) радиоволновой, д) тепловой, е) оптический, ж) радиационный, з) акустический, и) проникающими веществами.
3. Выбор метода неразрушающего контроля для материалов различного типа и назначения. Средства и устройства контроля качества продукции.
4. Организационная структура службы контроля. Стандартизация и метрологическое обеспечение средств и методов контроля и испытаний. Дефекты продукции и их обнаружение.
5. Методы молекулярной, колебательной спектроскопии. Вращательная спектроскопия. Колебательная спектроскопия. Электронная спектроскопия.
6. Электронная микроскопия. Физические основы электронной микроскопии.
7. Принципы просвечивающей (трансмиссионной) и растровой (сканирующей) электронной микроскопии, зависимость разрешающей способности метода от длины волны электрона. Просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ), принципиальная схема и устройство электронного микроскопа.
8. Компьютерный рентгеновский томограф. Примеры использования и возможности РСА, РФА и компьютерной томографии в исследовании материалов и покрытий различной природы.
9. Сканирующая зондовая микроскопия. Сканирующий туннельный микроскоп. Атомно-силовой микроскоп.
10. Методы исследования свойств композиционных материалов, работающих в экстремальных условиях эксплуатации. Методики исследования механических, теплофизических, электрофизических свойств. ДТА, СТА, ТМА, ДМА методы анализа. Современные методы исследования микроструктурных характеристик материалов (электронные, рентгеноспектральные). Современные автоматизированные методы исследования теплофизических свойств материалов.
11. Материалы авиа и ракетной техники (металлы, КМ, керамики, клеи, герметики), эксплуатационные характеристики.

12. Методы моделирования и расчета изделий и конструкций из композиционных и керамических материалов авиа и ракетного назначения.
13. Моделирование теплосилового воздействия на конструкции, в зависимости от условий эксплуатации изделий.
14. Методы испытания изделий и конструкций, работающих в экстремальных условиях.
15. Методики испытаний, испытательные установки и стенды. Аэродинамические трубы, установки одностороннего нагрева, вибростенды.

Литература

а) основная учебная литература:

1. И.Н.Каневский, Е.Н.Сальникова. Неразрушающие методы контроля. Владивосток. Изд. ДВГТУ, 243 с., 2007 - [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.twirpx.com/file/31489/> – (Дата обращения: 14.04.2015).
2. Е.В.Сударикова. Неразрушающий контроль в производстве: учеб. пособие. Ч. 1-2; ГУАП. — СПб. 137 с. , 2007. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.twirpx.com/file/308529/> – (Дата обращения: 14.04.2015).
3. Б.Н. Арзамасов. Материаловедение. Часть 1,2 . М: «Машиностроение», 1986 г. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.twirpx.com/file/15488/> – (Дата обращения: 14.04.2015).
4. И.Г. Гуртовник и др. Радиопрозрачные изделия из стеклопластиков. М:Наука, 368 с., 2004 г. - [Электронный ресурс] Режим доступа <http://bookre.org/reader?file=1503257> – (Дата обращения: 14.04.2015).
5. А.П. Гаршин и др. Керамика для машиностроения. М: Научтехлитиздат. 384 с. 2003 г . - [Электронный ресурс] Режим доступа <http://www.twirpx.com/file/271220/> – (Дата обращения: 14.04.2015).
6. С.И. Корякин, И.В. Пименов, В.К. Худяков. Способы обработки материалов. Учебное пособие. Калининград. 453 с. 1997 г. . - [Электронный ресурс] Режим доступа

<http://www.twirpx.com/file/971877/> – (Дата обращения: 14.04.2015).

7. Д.А. Соболев. Введение в технику физического эксперимента. Учебное пособие. -М.: МГУ, 1993, - 175 с.- . - [Электронный ресурс] Режим доступа <http://bookre.org/reader?file=1503257> – (Дата обращения: 14.04.2015).
8. Горелик С.С, Скаков Ю.А., Расторгуев Л.Н. Рентгенографический и электронно-оптический анализ. Учебное пособие для вузов. -М.: МИСИС, 1994, - 327 с.
9. Борисова О.М., Сальников В.Д. Химические, физико-химические и физические методы анализа. -М.: Химия,1991, - 267 с . - [Электронный ресурс] Режим доступа <http://upload.studwork.org/order/12895/elektrotekh.doc> – (Дата обращения: 14.04.2015).
10. Лундин А.Г., Федин Э.И. ЯМР-спектроскопия. -М.: Наука, 1986, - 223 с. . - [Электронный ресурс] Режим доступа <http://ufn.ru/ru/articles/2007/10/c/references.html> – (Дата обращения: 14.04.2015).
11. Материалы и покрытия в экстремальных условиях. Под редакцией С.В. Резника. В 3-х томах. Изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2002 г. . - [Электронный ресурс] Режим доступа <http://bookre.org/reader?file=1503257> – (Дата обращения: 14.04.2015).

б) дополнительная учебная литература:

1. С.И. Корякин, И.В. Пименов, В.К. Худяков. Способы обработки материалов. Учебное пособие. Калининград. 453 с. 1997 г. . - [Электронный ресурс] Режим доступа <http://www.twirpx.com/file/54433/> – (Дата обращения: 14.04.2015).
2. А.П. Гаршин и др. Керамика для машиностроения. М: Научтехлитиздат. 384 с. 2003 г. . - [Электронный ресурс] Режим доступа <http://www.twirpx.com/file/271220/> – (Дата обращения: 14.04.2015).

**НЕРАЗРУШАЮЩИЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ
МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ**

Цель изучения дисциплины:

Научиться выбирать средства для проведения неразрушающего контроля (НК), налаживать приборы, осуществлять контроль и наблюдения за ним, представлять результаты контроля и проводить их оценку по стандартам, составлять письменные инструкции по НК, документировать результаты НК.

Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Оптический и визуально-оптический контроль	Общие вопросы оптического неразрушающего контроля (физические основы оптического контроля). Основные области применения оптических методов. Источники света, используемые для проведения данного вида контроля. Оптические схемы, используемые для выполнения оптического метода контроля. Основные оптические приборы, используемые для проведения контроля. Основные элементы, используемые в оптических приборах. Визуальный контроль качества. Визуально-оптический контроль качества. Определение размеров дефектов при использовании оптических приборов, при визуально-оптическом контроле. Лазерные дефектоскопы. Определение внутренних напряжений в материале. Приборы, используемые при проведении оптического контроля качества
2.	Радиационные методы контроля	Общие вопросы радиационного контроля качества. Техника безопасности и санитарные нормы при проведении радиационного контроля качества. Источники корпускулярного излучения. Источники рентгеновского излучения. Взаимодействие ионизирующего излучения с материалами. Индикация излучения.

		Рентгеновский контроль и гамма-дефектоскопия. Контроль внутреннего строения при радиационном контроле качества. Специальные методы радиационного контроля качества. Радиационная толщинометрия и толщинометрия многослойных изделий. Контроль физических свойств материалов и изделий. Дефектоскопия и контроль внутреннего строения. Индикаторы ионизирующего излучения.
3.	Магнитопорошковая дефектоскопия	Основные понятия и термины. Магнитные преобразователи. Магнитные порошки, используемые при проведении магнитных методов контроля (тип, способ нанесения). Магнитные, магнитопорошковые, магнитографические дефектоскопы (состав и способы использования). Контроль механических свойств и структуры материалов
4.	Вихретоковая дефектоскопия	Общая характеристика существующих методов контроля (классификация по применяемым преобразователям, зависимость сигнала от параметра объекта). Магнитная проницаемость, используемая в вихретоковом методе контроля: формулы, определения (зависит от типа сечения). Взаимосвязь объекта контроля и средств контроля. Материалы, контролируемые вихретоковым методом контроля. Основные структурные схемы используемых приборов.
5.	Ультразвуковая дефектоскопия	Физические основы ультразвуковой дефектоскопии (природа метода, генерирование ультразвуковых волн, характер распределения ультразвуковых волн). Особенности распространения ультразвука в телах (влияние форм тел и конструкции). Методика проведения контроля. Ультразвуковые приборы для определения качества и свойств металлов и

		изделий. Способы контроля толщины изделий. Использование ультразвукового контроля в условиях производства. Рассмотрение проблемы, возникающей при проведении ультразвукового контроля сварных, клепаных, паяных и других соединений
6.	Капиллярная дефектоскопия	Общие сведения и методы капиллярного неразрушающего контроля (метод проникающих растворов, метод фильтрующих суспензий). Физические основы метода. Дефектоскопические материалы (название, обозначение, способ нанесения). Классификация пенетранта и проявителя (отечественные и импортные). Последовательность выполнения капиллярного метода контроля. Определение и классификация дефектов. Освещение и использование ультрафиолетового излучения для обработки результатов (лампы и приборы УФ излучения). Использование автоматизации при проведении капиллярного метода контроля (аппаратура капиллярного неразрушающего контроля). Перспективы применения дневных флюоресцирующих пигментов. Автоматизация обработки изображения в капиллярной дефектоскопии. Общие требования безопасности.
7.	Тепловой метод контроля и течеискание	Физические основы метода. Виды теплопередачи материалу. Область применения. Относительное излучение некоторых видов материалов. Средства контроля температуры: типы термометров. Методы определения теплофизических характеристик. Первичные преобразователи тепловых величин. Существующие методы и средства неразрушающего контроля при определении толщины и однородности материала при тепловом методе контроля. Способы нагрева материалов и изделий.

		<p>Визуализация тепловых полей. Дефектоскопия и интроскопия тепловыми методами. Общие сведения и методика течеискания. Способы и схемы контроля. Средства контроля. Масс-спектрометрический метод. Галогенный метод. Пузырьковый метод. Жидкостный метод. Промышленная аппаратура течеискания. Автоматический контроль герметичности изделий.</p>
8.	Импедансный метод дефектоскопии	<p>Основа метода (назначение метода, способы использования, принцип). Преобразователи импедансных дефектоскопов (совмещенные преобразователи). Характеристики преобразователей. Конструкции преобразователей, используемые при импедансном контроле. Импедансные дефектоскопы (конструкции, принцип работы). Применение в импедансном методе контроля различного типа волн. Метод контактного импеданса. Типы материалов, используемые при импедансном методе контроля.</p>
9.	Акустико-эмиссионный метод контроля	<p>Основные понятия метода. Акустический метод контроля: прямой и эхометод. Типы волн, применяемые для акустических методов контроля. Классификация акустико-эмиссионных методов контроля. Акустические свойства некоторых материалов. Затухание ультразвука в газах и жидкостях. Отражение волн от некоторых слоев и стали. Преобразователи используемые для проведения акустических методов контроля</p>

Коллоквиум 1

1. Виды и методы неразрушающего контроля.
2. Нормы аттестации специалистов для выполнения неразрушающего контроля.
3. Сущность оптического метода контроля качества.

4. Оптические схемы, используемые для проведения оптического контроля.
5. Визуальный и визуально-оптический контроль качества.
6. Приборы, используемые для проведения оптического контроля качества продукции.
7. Физический смысл капиллярного метода контроля.
8. Требования безопасности при проведении капиллярного метода контроля.
9. Физические основы ультразвукового метода контроля.
10. Распространение ультразвука в теле.
11. Проблемы, возникающие при проведении ультразвукового контроля сварных, клепаных, паяных и других соединений.
12. Основные физические и механические параметры материалов
13. Основные понятия и термины при проведении магнитного контроля.
14. Магнитные, магнитопорошковые, магнитографические дефектоскопы (магнитные порошки, используемые при проведении магнитных методов контроля (тип, способ нанесения)).
15. Тепловой контроль. Физические основы метода.

Коллоквиум 2

1. Масс-спектрометрический метод. Галогенный метод. Пузырьковый метод. Жидкостный метод при выполнении контроля методом течеискания.
2. Физическая основа радиоволнового метода контроля.
3. Взаимодействие ионизирующего излучения с материалами. Индикация излучения.
4. Рентгеновский контроль и гамма-дефектоскопия. Радиационная толщинометрия и толщинометрия многослойных изделий.
5. Общая характеристика существующих вихретоковых методов контроля.
6. Магнитная проницаемость, используемая в вихретоковом методе контроля: формулы, определения (зависит от типа сечения).
7. Основа импедансного метода (назначение метода, способы использования, принцип).

8. Акустический метод контроля: прямой и эхометод.
9. Акустические свойства некоторых материалов. Затухание ультразвука в газах и жидкостях.

Вопросы к зачету

1. Существующие дефекты металлоконструкции.
2. Виды и методы неразрушающего контроля.
3. Нормы аттестации специалистов для выполнения неразрушающего контроля.
4. Стандарты и ГОСТ на проведение неразрушающего метода контроля и диагностики.
5. Сущность оптического метода контроля качества.
6. Оптические схемы, используемые для проведения оптического контроля.
7. Визуальный и визуально-оптический контроль качества.
8. Приборы, используемые для проведения оптического контроля качества продукции.
9. Физический смысл капиллярного метода контроля.
10. Дефектоскопические материалы, используемые для проведения капиллярного метода контроля.
11. Последовательность выполнения капиллярного метода контроля.
12. Определение и классификация дефектов.
13. Требования безопасности при проведении капиллярного метода контроля.
14. Физические основы ультразвукового метода контроля.
15. Распространение ультразвука в теле.
16. Ультразвуковые приборы для определения качества и свойств металлов и изделий.
17. Проблемы, возникающие при проведении ультразвукового контроля сварных, клепаных, паяных и других соединений.
18. Основные физические и механические параметры материалов
19. Основные понятия и термины при проведении магнитного контроля.
20. Магнитные, магнитопорошковые, магнитографические дефектоскопы (магнитные порошки, используемые при проведении магнитных методов контроля (тип, способ нанесения)).
21. Контроль механических свойств и структуры материалов магнитным методом контроля.

22. Тепловой контроль. Физические основы метода.
23. Визуализация тепловых полей. Дефектоскопия и интроскопия тепловыми методами.
24. Средства контроля температуры: типы термометров. Методы определения теплофизических характеристик.
25. Виды теплопередачи материалу. Способы нагрева материалов и изделий.
26. Общие сведения и методика течеискания. Способы и схемы контроля. Средства контроля.
27. Масс-спектрометрический метод. Галогенный метод. Пузырьковый метод. Жидкостный метод при выполнении контроля методом течеискания.
28. Физическая основа радиоволнового метода контроля.
29. Общие вопросы радиационного контроля качества.
30. Техника безопасности и санитарные нормы при проведении радиационного контроля качества.
31. Контроль внутреннего строения при радиационном контроле качества.
32. Специальные методы радиационного контроля качества.
33. Взаимодействие ионизирующего излучения с материалами. Индикация излучения.
34. Рентгеновский контроль и гамма-дефектоскопия. Радиационная толщинометрия и толщинометрия многослойных изделий.
35. Контроль физических свойств материалов и изделий. Дефектоскопия и контроль внутреннего строения.
36. Общая характеристика существующих вихретоковых методов контроля.
37. Магнитная проницаемость, используемая в вихретоковом методе контроля: формулы, определения (зависит от типа сечения).
38. Взаимосвязь объекта контроля и средств контроля. Материалы, контролируемые вихретоковым методом контроля.
39. Основа импедансного метода (назначение метода, способы использования, принцип).
40. Преобразователи импедансных дефектоскопов. Характеристики преобразователей.
41. Импедансные дефектоскопы (конструкции, принцип работы). Применение в импедансном методе контроля различного типа волн.

42. Метод контактного импеданса.
43. Типы материалов, используемые при импедансном методе контроля.
44. Основные понятия метода. Акустический метод контроля: прямой и эхометод.
45. Типы волн, применяемые для акустических методов контроля. Классификация акустико-эмиссионных методов контроля.
46. Акустические свойства некоторых материалов. Затухание ультразвука в газах и жидкостях.
47. Преобразователи, используемые для проведения акустических методов контроля. Отражение волн от некоторых слоев и стали.

Литература

а) основная учебная литература:

1. Неразрушающий контроль. Справочник. В 7 томах. Том 3. Под редакцией чл.-корр. РАН В.В. Клюева. – М.: Машиностроение, 2004.- 864 с.
2. Неразрушающий контроль. В 5 кн. Кн. 2 Акустические методы контроля: Практическое пособие И.Н. Ермолов, Н.П. Алешин, А.И. Потапов. Под ред. В.В. Сухорукова. - М.: Высш. шк., 1991.-283 с.
3. Неразрушающий контроль и диагностика : справ. / В. В. Клюев, Ф. Р. Соснин, А. В. Ковалев [и др.]; под ред. В. В. Клюева. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 2005. – 656 с.

б) дополнительная учебная литература:

1. Неразрушающий контроль металлов и изделий : справ. / под ред. Г. С. Самойловича. – М. : Машиностроение, 1976. – 512 с.
2. Методы дефектоскопии сварных соединений / под ред. В. Г. Щербинского. – М. : Машиностроение, 1987. – 360 с. 10. Выборнов, Б. Н. Ультразвуковая дефектоскопия / Б. Н. Выборнов. – 2-е изд. – М. : Металлургия, 1985. – 256 с. 11. Ермолов, И. Н. Теория и практика ультразвукового контроля / И. Н. Ермолов. – М. : Машиностроение, 1981. – 240 с.
3. Ультразвуковые пьезопреобразователи для неразрушающего контроля. – М. : Машиностроение, 1986. – 277 с.

4. Гельфанд, И. М. Неразрушающий контроль качества проволоки : науч. издание / И. М. Гельфанд, А. В. Сычева, Г. П. Кулаченко. – М. : Металлургия, 1983. – 65 с.
5. Данилин, Н. С. Неразрушающий контроль качества продукции радиолектроники: средства и методы / Н. С. Данилин. – М. : Изд-во стандартов, 1976. – 240 с.
6. Троицкий В. А. Неразрушающий контроль качества сварных конструкций: науч. издание / В. А. Троицкий. – Киев: Техника, 1986. – 158 с.

Ресурс информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимый для освоения дисциплины:

Научно-технический журнал «Контроль. Диагностика» - <http://www.td-j.ru>

СПЕКТРОСКОПИЯ МАТЕРИАЛОВ И ВЕЩЕСТВ

Цель изучения дисциплины:

формирование у обучающегося современных представлений о закономерностях взаимодействия световых потоков с конденсированной средой различного характера структурирования, ознакомление с устройством и принципом действия спектрального оборудования, оптическими методами исследования материалов.

Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
	Название раздела	
1.	Основы поляриметрии.	Основы поляриметрии. Поляризация рассеянного света. Опыты Брюстера, закон

		Био. Оптическая изомерия молекул.
2.	Атомная и молекулярная спектроскопия.	Атомная и молекулярная спектроскопия. Вырожденные и невырожденные уровни энергии. Правило Стокса. Вероятности спонтанных и вынужденных переходов. Силы осцилляторов. Ширины и профили спектральных линий. Правила отбора.
3.	Спектроскопия конденсированных сред	Спектроскопия конденсированных сред в видимом и УФ диапазонах. Люминесценция. Уравнения Максвелла в веществе. Распространение электромагнитных волн в диэлектриках, дисперсия диэлектрической проницаемости. Закон Бугера, сечение поглощения/излучения.
4.	Колебательная спектроскопия.	Колебательная спектроскопия. ИК-поглощение и спектроскопия КР. Тип и число колебаний в молекулах Теория характеристических частот. Качественный и количественный анализ по ИК и КР спектрам.

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Название лабораторной работы
Название раздела		
1.	Основы поляриметрии. Атомная и молекулярная спектроскопия.	Поляриметрия и атомно-адсорбционная спектроскопия
2.	Спектроскопия конденсированных сред.	Метод двухлучевой спектроскопии конденсированных сред в видимом и УФ диапазонах
3.	Колебательная спектроскопия.	ИК-спектроскопия органических соединений

Лабораторная работа 1 - Поляриметрия и атомно-адсорбционная спектроскопия

Ответить на вопросы:

1. Почему происходит поляризация рассеянного света?

2. В чем заключается закон Био?
3. Оптическая изомерия молекул.
4. В чем заключается метод поляриметрии?
5. Задачи, решаемые с помощью метода атомно-абсорбционной спектроскопии.
6. На чем основан принцип действия атомно-абсорбционного спектрометра?
7. Приведите принципиальную схему атомно-абсорбционного спектрометра.
8. Порядок проведения анализа методом атомно-абсорбционной спектроскопии.
9. Перечислите все последовательные стадии нагрева в процессе измерения методом атомно-абсорбционной спектроскопии.
10. Можно ли методом атомно-абсорбционной спектроскопии определить одновременно 2-3 элемента в анализируемой пробе?
11. Какие источники излучения используют в атомно-абсорбционном спектрометре?
12. Почему метод атомно-абсорбционной спектроскопии практически не используют для определения щелочных металлов?

Лабораторная работа 2 - Спектроскопия УФ и видимого диапазонов

1. Ответить на вопросы:

1. К какому методу анализа относится спектрометрия в УФ- и ВИД диапазоне: атомному или молекулярному?
2. Принципиальная схема устройства двухлучевого спектрофотометра.
3. На чем основан принцип действия УФ-спектрофотометра, используемого в работе?
4. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Границы применимости закона.
5. В чем причины отклонений от закона Бугера-Ламберта-Бера?
6. При каких значениях оптической плотности образца возможно проведение оптических измерений?
7. Что такое фундаментальный край поглощения?
8. Определение концентрации центров рассеяния по полученным экспериментальным спектрам.

9. Чем обусловлено различие в окраске используемых в работе стекол?

2. Разобрать основные устройства классического двухлучевого спектрофотометра

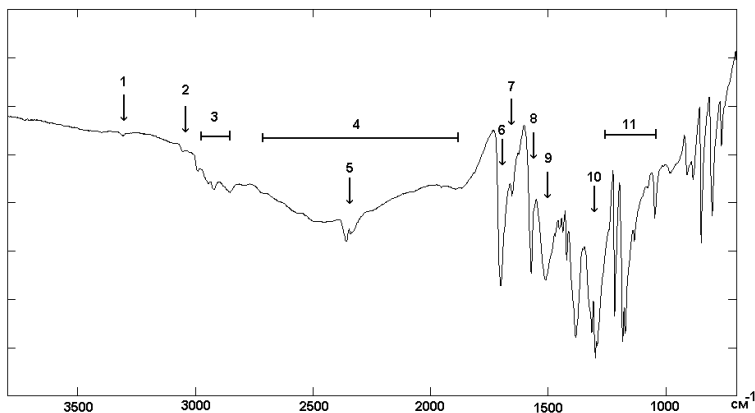
Лабораторная работа 3 - ИК-спектроскопия органических соединений

1. Ответить на вопросы:

1. Задачи, решаемые при проведении анализа методом ИК-спектроскопии.
2. На чем основан принцип действия ИК Фурье спектрометра?
3. Приведите принципиальную оптическую схему ИК-спектрометра.
4. Способы приготовления образцов для получения ИК-спектров.
5. Порядок получения и числовой обработки ИК-спектров.
6. Что происходит с молекулой при поглощении ИК-излучения?
7. Что такое характеристические частоты?
8. Порядок качественного анализа органических соединений с помощью идентификации характеристических колебаний в спектрах?

2. Получение и расшифровка ИК спектра твердого органического соединения

- Приготовление образца.
- Получение ИК-спектра с помощью Фурье-спектрометра.
- Пример расшифровки ИК спектра.



Спектру соответствуют частоты:

№	см ⁻¹	Инт.	Шир.	Отнесение
1	3310	ср.	уз.	ОН (ассоц)
2	3050	ср.	уз.	sp ² С-Н ароматическая связь
3	2990, 2950, 2920-2930, 2860	ср.	уз.	sp ³ С-Н метиловая группа
4	2750-1900	ср.	полоса	C=C=C, C=C=N, C≡N
5	2350	С.	уз.	O=C=O (CO ₂)
6	1705	С.	уз.	C=O
7	1655	ср.	уз.	C=O, C=N, C-C (ароматич.)
8	1575	С.	уз.	C=O, C=N, C-C (ароматич.)
9	1520	С.	уз.	C=O, C=N, C-C (ароматич.)
10	1380	С.	уз.	С-CH ₃ (деф)
11	1275-1000	С.	уз.	С-О-С алифатическая, =С-О-С ароматическая, метокси группы (алиф. и аром.) -ОСН ₃

О.С. – очень сильная, С. – сильная, ср. – средняя, сл. – слабая, о. сл. – очень слабая.

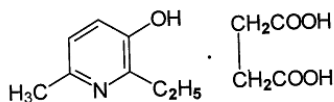
Имеются:

- ассоциированные связи ОН и СН₂,
- метиловые группы СН₃ и карбонильные С=О,
- вероятно ароматическое кольцо со встроенным N, так как широкая полоса и отсутствуют колебания аминных групп N-H,
- связи типа С-О-С, =С-О-С, -ОСН₃.

Мексикор C₈H₁₁NO·C₄H₆O₄

– 2-Этил-6-метил-3-оксипиридина сукцинат.

Его структурная формула:



Вопросы к зачету

1. Области энергий электромагнитного излучения и соответствующие им методы спектроскопии.
2. Поляризация рассеянного света.
3. Опыты Брюстера, закон Био.
4. Оптическая изомерия молекул.
5. Метод поляриметрии.
6. Вырожденные и невырожденные уровни энергии.
7. Правило Стокса.
8. Вероятности спонтанных и вынужденных переходов.
9. Силы осцилляторов.
10. Естественная ширина спектральных линий
11. Доплеровская ширина линий
12. Столкновительное уширение спектральных линий
13. Правила отбора в атомной спектроскопии.
14. Метод и аппаратура атомной спектроскопии
15. Метод люминесценции.
16. Уравнения Максвелла в веществе.
17. Распространение электромагнитных волн в диэлектриках, дисперсия диэлектрической проницаемости.
18. Закон Бугера, сечение поглощения/излучения.
19. Метод ИК-спектроскопии.
20. Метод спектроскопии КР.
21. Тип и число колебаний в молекулах
22. Теория характеристических молекулярных частот.
23. Качественный анализ по ИК и КР спектрам.

Литература

а) основная учебная литература:

1. Н.М.Годжаев. Оптика. Учебное пособие для ВУЗов. М.: Высшая школа, 1977, 432 с. [Электронный ресурс] / <http://www.twirpx.com/file/24641/>, Режим доступа: свободный (Дата обращения: 25.04.2015 г.)
2. BookReader <http://bookre.org> (А.В.Гармаш. Введение в спектроскопические методы анализа. Оптические методы анализа. М.: Высшая школа, 2008, 38.с.) [Электронный ресурс] / <http://bookre.org/reader?file=676639>, Режим доступа: свободный (Дата обращения: 25.04.2015 г.)

3. В.А.Афанасьев. Оптические измерения. М.: Высшая школа, 1981, 229 с. [Электронный ресурс] / <http://www.twirpx.com/file/50976/>, Режим доступа: свободный (Дата обращения: 25.04.2015 г.)

4.

http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/tarasevich/Tarasevich_IR_tables_29-02-2012.pdf [Электронный ресурс] Режим доступа: свободный (Дата обращения: 25.04.2015 г.)

б) дополнительная учебная литература:

1. Крылов А. С., Втюрин А. Н., Герасимова Ю. В. Обработка данных инфракрасной Фурье-спектроскопии. Методическое пособие. Препринт № 832 Ф. Красноярск, Институт физики СО РАН, 2005. – 48 стр. / <http://kirensky.ru/ru/libr/preprint/832.pdf>, [Электронный ресурс] Режим доступа: свободный (Дата обращения: 25.08.2015 г.)

2. К. Накамото. ИК спектры и спектры КР неорганических и координационных соединений. М.: Мир, 1991, 505 с.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. BookReader – URL: <http://bookre.org> (Оптические методы анализа.)
2. The NIST Chemistry WebBook – URL: <http://webbook.nist.gov>

РАДИАЦИОННАЯ ФИЗИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА

Цель изучения дисциплины:

освоение фундаментальных аспектов радиационного материаловедения, получение углубленных знаний о радиационных явлениях в металлах и сплавах, изучение влияния радиационного воздействия на физические и физико-механические свойства реакторных материалов, лимитирующих работоспособность основных элементов ЯЭУ.

Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
Название раздела		
1	Проблемы радиационной физики твердого тела	Направления развития ядерной и термоядерной энергетики. Место тепловых, быстрых, термоядерных реакторов и управляемых ускорителями систем в нынешнем и будущем топливно-энергетическом балансах России. Роль материалов в атомной энергетике. Современные проблемы радиационного материаловедения и их экономический аспект. Основные радиационные явления в конструкционных и топливных реакторных материалах и их влияние на безопасность и экономичность реакторов. Распухание, радиационная ползучесть, радиационное упрочнение (разупрочнение) и охрупчивание, радиационный рост. Разрушающие и неразрушающие методы измерения деформаций в результате распухания, ползучести. Физико-химическое взаимодействие ядерного топлива с материалами оболочки твэлов в ядерных реакторах. Эрозия поверхности первой стеникм термоядерных реакторов в результате распыления, блистеринга и флейкинга. Следствия радиационных явлений.
2	Динамика микроструктура каскадов смещений повреждающая доза	Максимальная энергия, передаваемая нейтроном, ионом и быстрым электроном атому решетки при упругом и неупругом рассеянии и в ядерных реакциях. Пороговая энергия смещений и ее сравнение с энергией термического образования пар Френкеля. Способы измерения пороговой энергии по измерению электросопротивления, скорости роста

СМА-петель в электронном микроскопе. Цепочки замещающих столкновений и направления их распространения. Субкаскады и их размеры. Пороговая энергия образования субкаскадов. Образование скоплений точечных дефектов в каскадах. Термопик и его остывание. Анизотропия и температурная зависимость пороговой энергии смещения атома. Современные достижения ЭВМ-моделирования каскадов в твердых телах. Каскадная функция. Интегральное уравнение для каскадной функции в модели Кинчина-Пиза. Эффективность каскада. Учет электронных потерь. Каскадная функция Линдхарда. Модифицированная модель Кинчина-Пиза. Стандартная каскадная функция (TRN-стандарт). Спектр энергий первично-выбитых атомов (ПВА). Повреждающая доза в числах смещений на атом (сна, dra). Скорость набора дозы (скорость создания смещений). Нейтронная повреждающая доза. Вклад упругого и неупругого рассеяний, ядерных реакций в нейтронную дозу. Максимальная энергия, передаваемая нейтроном атому при упругом и неупругом рассеянии и в ядерных реакциях. Спектр нейтронов в разных точках реактора. Интенсивность потока нейтронов в разных типах реакторов. Многогрупповое представление энергетического спектра нейтронов. Спектр деления и спектр Ферми. Многогрупповые константы для расчета дозы. Усредненное по энергетическому спектру нейтронов сечение для расчета нейтронной дозы. Учет жесткости нейтронного спектра. Типичные значения скоростей набора (мощности) дозы и максимальные дозы в ядерных и термоядерных реакторах. Электронная повреждающая доза. Релятивистское сечение упругого рассеяния

		(сечение Мотта). Типичные значения электронных сечений создания пар Френкеля. Ионная повреждающая доза и ее распределение по глубине мишени.
3	Теория зарождения скоплений точечных дефектов	Кинетическое уравнение для функции распределения пор и петель по размерам. Критика флуктуационной теории зарождения. Фазовое пространство для пор, наполненных газом. Кинетическое уравнение для функции распределения пор. Дефекты в суперрешетках пор. Механизмы упорядочения пор.
4	Теории распухания металлов и сплавов	Эволюция дислокационной структуры. Влияние холодной деформации на распухание. Влияние механико-термической обработки на распухание. Температурная зависимость распухания металлов и сплавов. Влияние состава и примесей на распухание металлов и промышленных сталей. Влияние скорости набора дозы на размеры и концентрации скоплений точечных дефектов. Влияние приложенных напряжений на распухание.
5	Теория радиационной ползучести металлов и сплавов	Стадии тепловой ползучести. Зависимость скорости деформации от напряжения и температуры. Проблемы в объяснении тепловой ползучести. Тензор пластической деформации изотропного материала. Распухание и деформация ползучести как дилатационная и девиаторная составляющие тензора деформации. Механизмы радиационной ползучести. SIPA и SIPN-механизмы.
6	Теория радиационного упрочнения	Теория радиационного упрочнения. Теория Орована. Различные способы суммирования вкладов в упрочнение. Роль накапливаемого гелия и водорода в упрочнении и охрупчивании конструкционных материалов. Понятие о

		низкотемпературном и высокотемпературном радиационном охрупчивании (НТРО и ВТРО). Особенности охрупчивания сталей аустенитного и ферритного классов.
7	Радиационный рост реакторных материалов	Радиационный рост (РР) реакторных материалов. Коэффициент радиационного роста. Влияние условий облучения. Дозная и температурная зависимости РР циркониевых сплавов. Влияние текстуры. Обзор механизмов РР. Микроскопические модели.
8	Графит и его радиационная стойкость.	Распухание монокристаллов и поликристаллов графита. Понятие о критическом флюенсе. Механизмы деградации физико-механических свойств и критерии работоспособности графита.
9	Влияние радиационных явлений на работоспособность элементов активной зоны реакторов быстрых нейтронах	Влияние радиационных явлений на работоспособность элементов конструкций активных зон: оболочек твэлов, чехлов ТВС, дистанционирующих проволок, вытеснителей, контролирурующих стержней и направляющих труб. Влияние распухания. Увеличение размеров и изгиб твэлов и чехлов ТВС в результате неоднородного распухания в градиентах нейтронного потока и температуры. Взаимодействие твэлов друг с другом и чехлом. Влияние изгибов ТВС на процесс перегрузки активной зоны. Ограничения на уровень распухания конструкционного материала чехлов ТВС и оболочек твэлов. Проблема перераспределения потока теплоносителя внутри ТВС из-за распухания. Следствия, к которым приводит распухание дистанционирующих проволок, вытеснителей, контролирующих стержней и направляющих труб. Требования к материалам. Влияние радиационной ползучести. Источники напряжений в оболочке твэлов и чехлах ТВС. Убегание оболочки от топлива

		<p>при высоких выгораниях. Изменение размеров оболочек твэлов и чехлов ТВС в результате радиационной ползучести. Выпучивание стенок чехла. Формула для изменения размера "под ключ" шестигранников. Требования к материалам по ползучести в нейтронном потоке.</p> <p>Влияние радиационного упрочнения и охрупчивания оболочек твэлов и чехлов ТВС на их работоспособность.</p> <p>Влияние физико-химического взаимодействия (ФХВ) топлива с оболочкой на работоспособность твэлов. Особенности взаимодействия оксидного ядерного топлива со стальной оболочкой твэла. Влияние стехиометрии топлива на ФХВ с оболочкой. Геттеры. Температурная и дозная зависимости ширины зоны ФХВ.</p> <p>Направления поиска радиационно-стойких конструкционных материалов активной зоны быстрых реакторов. Составы перспективных материалов.</p>
10	<p>Влияние радиационных явлений на работоспособность элементов конструкций реакторов типа ВВЭР</p>	<p>Корпус ВВЭР. Краткие сведения об условиях эксплуатации и предъявляемые требования: интенсивность потока нейтронов, максимальная повреждающая доза, поле температур. Материалы корпусов отечественных и зарубежных реакторов. Изменения прочности, пластичности, температуры хладноломкости в результате нейтронного облучения. Изменение микроструктуры и влияние химического состава, термообработки. Механизмы радиационного упрочнения и охрупчивания. Сегрегация примесей на границах зерен. Влияние меди и никеля на охрупчивание корпусных сталей. Радиационный ресурс корпусов ВВЭР. Проблема отжига корпусов и наблюдаемые закономерности отжига.</p> <p>Внутриреакторные устройства (ВКУ). Распухание и радиационная ползучесть</p>

	<p>аустенитных сталей выгордки и болтов и их влияние на работоспособность ВКУ. Особенности микроструктуры сталей, облученных высокими повреждающими нейтронными дозами при температурах от 60 до 400°C, и обусловленные ею изменения механических свойств. Современные материаловедческие проблемы при обосновании работоспособности ВКУ. Циркониевые оболочки твэлов и труб. Совместное влияние распухания, радиационной ползучести и радиационного роста циркониевых сплавов на их деформацию в нейтронном потоке. "Вельветовый контраст" микроструктуры и проблемы его интерпретации.</p>
--	--

Коллоквиум 1, типовые вопросы:

1. Основные радиационные явления в материалах.
2. Плоские и трехмерные скопления вакансий.
3. Пороговая энергия.
4. Термопик и его остывание.
5. ЭВМ-моделирование каскадов в твердых телах.
6. Интегральное уравнение для каскадной функции в модели Кинчина-Пиза.
7. TRN-стандарт.
8. Кинетическое уравнение для функции распределения пор и петель по размерам. Критика флуктуационной теории зарождения.
9. Фазовое пространство для пор, наполненных газом.
10. Кинетическое уравнение для функции распределения пор.
11. Коалесценция частиц выделений при термической выдержке и под облучением.
12. Дефекты в суперрешетках пор.
13. Механизмы упорядочения пор.
14. Эволюция дислокационной структуры.

Типовые темы рефератов

1. Влияние механико-термической обработки на распухание.
2. Температурные особенности распухания металлов и сплавов.

3. Влияние состава и примесей на набухание промышленных сталей.
4. Скорость набора дозы и концентрации скоплений точечных дефектов.
5. Стадии тепловой ползучести.
6. Набухание и деформация.
7. Механизмы радиационной ползучести.
8. Теория радиационного упрочнения.
9. Теория Орована.
10. Влияние радиационных явлений на элементы активной зоны реакторов на быстрых нейтронах.
11. Влияние радиационных явлений на элементы конструкций реакторов типа ВВЭР.

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Основные радиационные явления в материалах.
2. Плоские и трехмерные скопления вакансий.
3. Пороговая энергия.
4. Термопик и его остывание.
5. ЭВМ-моделирование каскадов в твердых телах.
6. Интегральное уравнение для каскадной функции в модели Кинчина-Пиза.
7. TRN-стандарт.
8. Кинетическое уравнение для функции распределения пор и петель по размерам. Критика флуктуационной теории зарождения.
9. Фазовое пространство для пор, наполненных газом.
10. Кинетическое уравнение для функции распределения пор.
11. Коалесценция частиц выделений при термической выдержке и под облучением.
12. Дефекты в суперрешетках пор.
13. Механизмы упорядочения пор.
14. Эволюция дислокационной структуры.
15. Влияние холодной деформации на набухание.
16. Влияние механико-термической обработки на набухание.
17. Температурная зависимость набухания металлов и сплавов.
18. Влияние состава и примесей на набухание металлов и промышленных сталей.
19. Влияние скорости набора дозы на размеры и концентрации скоплений точечных дефектов.

20. Влияние приложенных напряжений на распухание.
21. Стадии тепловой ползучести.
22. Зависимость скорости деформации от напряжения и температуры.
23. Тензор пластической деформации изотропного материала.
24. Распухание и деформация ползучести как дилатационная и девиаторная составляющие тензора деформации.
25. Механизмы радиационной ползучести.
26. SIPA и SIPN-механизмы.
27. Теория радиационного упрочнения.
28. Теория Орована. Различные способы суммирования вкладов в упрочнение.
29. Радиационный рост реакторных материалов.
30. Механизмы деградации физико-механических свойств и критерии работоспособности графита.
31. Влияние текстуры на поведение металлического урана под облучением.
32. Распухание карбидного ядерного топлива, его механизмы и факторы, влияющие на скорость распухания.

Литература

а) основная учебная литература:

1. Физическое материаловедение : учеб. для студ. вузов : в 7 т. / ред. Б. А. Калинин. - 2-е изд., перераб. - М.: НИЯУ МИФИ Т. 4: Радиационная физика твердого тела. Компьютерное моделирование / М. Г. Ганченкова [и др.]. - 2012. - 624 с.: ил. Экземпляры: ХР(49), ЧЗ(1)
2. Физическое материаловедение : учеб. для студ. вузов : в 7 т. / ред. Б. А. Калинин. - 2-е изд., перераб. - М.: НИЯУ МИФИ Т. 1 : Физика твердого тела / Г. Н. Елманов [и др.]. - 2012. - 764 с.: ил. Экземпляры: ХР(49), ЧЗ(1)

б) дополнительная учебная литература:

1. Гинзбург И. Ф. Введение в физику твердого тела. Основы квантовой механики и статистической физики с отдельными задачами физики твердого тела : учеб. пособие / И. Ф. Гинзбург. - СПб. : Лань, 2007. - 544 с.: ил. Экземпляры: ЧЗ(2), ХР(3)
2. Епифанов Г. И. Физика твердого тела : учеб. пособие / Г. И. Епифанов. - 3-е изд., испр. - СПб. : Лань, 2010. - 288 с. : ил.

Экземпляры: ЧЗ(2), ХР(3)

3. Штромбах Я.И., Николаев Ю.А., Платонов П.А. «Радиационный ресурс металла корпусов действующих ВВЭР», журнал «Атомная энергия», 2005, том 98, выпуск 6, стр. 460
4. Печенкин В.А. и др., «Способ расчета характеристик повреждающей дозы в корпусной стали ВВЭР», Атомная энергия, 2006, том. 100, выпуск 5, с. 356-363.
5. Конобеев Ю.В., Коровин Ю.А., конспект лекций "Влияние облучения на материалы ядерной техники", ОФ МИФИ, Обнинск - 1981.
6. Периодические издания (журналы): «Атомная энергия», «Атомная техника за рубежом», «Вопросы атомной науки и техники. Серия. Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение»

НАНОМАТЕРИАЛЫ И НАНОТЕХНОЛОГИИ

Цель изучения дисциплины:

приобретение знаний о наноматериалах, их классификации, применении наноматериалов в электронике, в качестве композиционных материалов, сенсорике и др., определение и прогнозирование физических свойств (механических, электрических, магнитных, оптических) наноматериалов.

Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам):

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1	Классификация наноматериалов	Понятие о наноматериалах. Основы классификации и типы структур наноматериалов. Физические причины специфики наноматериалов.
2	Свойства индивидуальных	Металлические нанокластеры, магические числа структурные и электронные, модель

	наночастиц	«желе». Фононный спектр и теплоемкость наночастиц. Электронные и магнитные свойства наночастиц, каталитическая активность, суперпарамагнетизм. Оптические свойства полупроводниковых частиц. Фотофрагментация. Кулоновский взрыв. Оптические свойства металлических частиц. Методы получения наночастиц: газофазный синтез, плазмохимический синтез, осаждение из коллоидных растворов, термическое разложение и восстановление, механосинтез, детонационный синтез, электрический взрыв.
3	Углеродные наноструктуры	Углеродные кластеры, фуллерены. Фуллериты – электрические, магнитные свойства. Углеродные нанотрубки, получение, электрические свойства, применение. Графен. Зонная структура графена. Получение графена Применения углеродных наноструктур
4	Компактные нанокристаллические материалы	Методы получения компактных нанокристаллических материалов. Структура, механические, теплофизические и электрофизические свойства нанокристаллических материалов. Проблема термодинамической стабильности компактных нанокристаллических материалов. Магнитные свойства компактных нанокристаллических материалов. Оптические свойства наноструктурных сред и стекол.

Контрольная работа - типовые задания (вопросы):

Задание 1

Предел текучести железа 200 МПа, модуль сдвига 50 ГПа.

Рассчитать размер кристаллита, в котором невозможно образование дислокаций. Считать вектор Бюргерса $b=0,25$ нм.

Задание 2

Модуль сдвига чистого никеля 77 ГПа. После интенсивной деформации произошла нанофрагментация металла со средним

размером зерен 15 нм. Полагая вектор Бюргерса $b=0,25$ нм оценить предел текучести.

Задание 3

На сколько энергия колебаний атомов в граничном слое меньше энергии колебаний атомов в объеме наночастицы никеля, если фононная теплоемкость наночастиц размером 20 нм в 2 раза больше теплоемкости компактного материала при 300 К. Считать толщину граничного слоя равной $6b$, $b=0,25$ нм.

Задание 4

Теплоемкость наночастиц меди размером 50 нм при температуре 450 К больше компактной меди в 1,2 раза. Каково смещение частоты колебаний атомов в приграничном слое частицы? Считать толщину граничного слоя равной $6b$, $b=0,25$ нм.

Задание 5

Сплав переходит в ферромагнитное состояние при 180 К. Рассчитать критический размер частицы, при котором в результате квантовых флуктуаций исчезает упорядочение магнитного момента (исчезает ферромагнетизм).

Задание 6

При каких размерах наночастиц чистого железа квантовомеханические флуктуации разрушают ферромагнитное (суперпарамагнитное) состояние.

Задание 7

Оценить относительный разброс в размерах наночастиц, получаемых методами испарения/конденсации и электрического взрыва.

Задание 8

Рассчитать диаметр и число атомов углерода на единицу длины одностенной углеродной нанотрубки с индексами хиральности (10, 20).

Задание 9

Рассчитать размер и изменение энергии в эВ нанобъекта, потенциал которого изменяется на величину порядка 0,1В при одноэлектронном перемещении.

Задание 10

Оценить емкостную частоту срабатывания переключателя размером 100 нм. Указание: использовать понятие и значение квантового сопротивления.

Задание 11

Эффективная масса электрона в графене $m^* \sim 10^{-2} m_e$. Оценить концентрацию свободных электронов, если экспериментально определенная скорость Ферми $V_F = 10^6$ м/с.

Задание 12

Концентрация свободных электронов в графите в базисных плоскостях составляет около 10^{11} см⁻². Оценить число свободных электронов на один атом.

Задание 13

При 400 К коэффициент объемного теплового расширения нанокристаллической меди $\alpha = 31 \cdot 10^{-6}$ К⁻¹, а крупнозернистой - $\alpha = 16 \cdot 10^{-6}$ К⁻¹. Полагая уменьшение энергии атомных колебаний в области границ зерен на 0,01 эВ оценить долю объема границ в нанокристаллической меди.

Задание 14

Оценить величину тока в графеновой наноленте шириной 100 нм при приложении напряжения 0,5 В. Концентрацию свободных электронов считать равной 10^{11} см⁻².

Задание 15

Оценить энергию Ферми (эВ) для квантовой проволоки Ni диаметром 1 нм (межатомное расстояние - $b = 0,23$ нм).

Коллоквиум - Свойства наночастиц

1. Металлические нанокластеры, магические числа структурные и электронные, модель «желе».
2. Фотофрагментация и кулоновский взрыв.
3. Оптические свойства металлических частиц.
4. Спинтроника.
5. Эффект гигантского магнитосопротивления, гетероструктуры.
6. Электронные и магнитные свойства наночастиц, суперпарамагнетизм.
7. Фононный спектр и теплоемкость наночастиц.
8. Основы классификации и типы структур наноматериалов.
9. Методы получения наночастиц - газофазный синтез.
10. Методы получения наночастиц - плазмохимический синтез.
11. Методы получения наночастиц - осаждение из коллоидных растворов.
12. Методы получения наночастиц - термическое разложение и восстановление.
13. Методы получения наночастиц – механосинтез.
14. Методы получения наночастиц - детонационный синтез.

15. Методы получения наночастиц - электрический взрыв.

Вопросы к зачету

1. Основы классификации и типы структур наноматериалов.
2. Физические причины специфики наноматериалов.
3. Металлические нанокластеры и структурные магические числа.
4. Электронные магические числа, модель «желе».
5. Фононный спектр и теплоемкость наночастиц.
6. Электронные свойства наночастиц, каталитическая активность,
7. Магнитные свойства наночастиц, суперпарамагнетизм.
8. Оптические свойства полупроводниковых частиц.
9. Фотофрагментация и кулоновский взрыв.
10. Оптические свойства металлических частиц.
11. Методы получения наночастиц.
12. Углеродные кластеры, фуллерены.
13. Фуллериты – электрические, магнитные свойства.
14. Структура углеродных нанотрубок.
15. Получение углеродных нанотрубок.
16. Электрические свойства углеродных нанотрубок.
17. Применение углеродных нанотрубок.
18. Зонная структура графена.
19. Получение графена.
20. Методы получения компактных нанокристаллических материалов.
21. Структура и механические свойства компактных нанокристаллических материалов.
22. Теплофизические и электрофизические свойства нанокристаллических материалов.
23. Проблема термодинамической стабильности компактных нанокристаллических материалов.
24. Магнитные свойства компактных нанокристаллических материалов.
25. Оптические свойства наноструктурных сред и стекол.

Литература

а) основная учебная литература:

1. Б.Фахльман Химия новых материалов и нанотехнологии. Учебное пособие. Пер. с англ.: Научное издание / Б.Фахльман - Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2011.- 464 с.
2. Гусев А.И. Нанокристаллические материалы: методы получения и свойства. Екатеринбург: УрО РАН, 1998, ISBN 5-7691-0770-7 - [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://bookre.org/reader?file=467814> – (Дата обращения: 14.04.2014).
3. Ч.Пул, Ф.Оуэнс Нанотехнологии М.: Техносфера, 2004, 323 с - [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.twirpx.com/file/252417/> – (Дата обращения: 14.04.2014).

4. Новые материалы. Коллектив авторов. Под научной ред. Ю.С.Карабасова.- М.: МИСиС, 2002, 736 с.

б) дополнительная учебная литература:

1. В.М.Фридкин и др. Сегнетоэлектрические нанокристаллы и их переключение. УФН.- 2010.- Т.180.- №2.-С. 209 - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ufn.ru/ru/articles/2010/2/f/> – (Дата обращения: 14.04.2014).
2. Троян В.И., Пушкин М.А., Борман В.Д., Тронин В.Н. Физические основы методов исследования наноструктур и поверхности твердого тела / Подред. В.Д. Бормана: Учебное пособие. – М.: МИФИ, 2008. – 260 с.
3. А.В.Елецкий и др. Графен: методы получения и свойства // УФН.-2011.- Т.181.-№3.-С.233 - [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ufn.ru/ru/articles/2011> – (Дата обращения: 14.04.2014).

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Интернет – сайт (<http://www.iatephysics.narod.ru>)

Сайт "Нанометр" [официальный сайт]- <http://www.nanometr.ru>

Федеральный интернет-портал «Нанотехнологии и наноматериалы» - <http://www.portalnano.ru/>

МАТЕРИАЛЫ ФОТОНИКИ

Цель изучения дисциплины:

- формирование у обучающегося современных представлений

о закономерностях взаимодействия световых потоков с конденсированной средой различного характера структурирования;

- получение практических навыков измерений, расчета и анализа оптических свойств материалов элементов фотоники.

Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Современное состояние Фурье-оптики	Современное состояние волновой теории света. Поверхностные волны. Новые физические принципы оптической микроскопии (микроскопия ближнего поля и рамановская спектроскопия). Новые физические принципы записи оптической информации. Резонатор Фабри-Перо. Гауссовы пучки. Пучки Бесселя.
2.	Оптические свойства материалов во внешних полях	Современное состояние оптики анизотропных сред. Теория и применение электрооптических эффектов, магнитооптических эффектов, фоторефрактивного эффекта.
3.	Современное состояние волноводной оптики	Современное состояние теории оптических волноводов. Материалы и структуры планарных оптических волноводов. Новые физические принципы работы устройств на основе планарных и прямоугольных оптических волноводов. Нелинейно-оптические явления в оптических волноводах. Материалы и структуры оптических волоконных световодов. Новые физические работы волоконно-оптических устройств и волоконно-оптических систем коммуникаций.
4.	Достижения в области управления	Достижения фотоники в области лазерных сред, детектирования света и солнечной энергетики. Материалы и устройство

	потоками света	современных детекторов света. Новые физические принципы детектирования оптических сигналов. Материалы лазерных сред фотоники. Современные типы лазеров и оптических усилителей, применяемых в телекоммуникационных системах и вычислительной технике. Новые физические принципы функционирования, структура и характеристики излучателей на основе фотонных структур и квантовых точек.
5.	Современное состояние радиационной фотоники	Достижения физики радиационно-индуцированных оптических явлений. Новые технологии на основе физических принципов радиационной фотоники. Перспективы развития техники на основе управления радиационно-индуцированными оптическими свойствами материалов. Нелинейные радиационно-индуцированные оптические явления в волноводах. Полифункциональные оптические детекторы (хемосенсоры, биосенсоры, радиационные детекторы) для работы в радиационных полях.

Коллоквиум

1. Фурье-оптика, оптика ближнего поля, резонаторы и лучи.

Введение в Фурье-оптику. Плоские волны и пространственные частоты.

Электромагнитные волны на границе раздела сред. Поверхностные волны. Физические принципы оптической микроскопии ближнего поля. Резонатор Фабри-Перо. Физические принципы работы устройств на основе резонатора Фабри-Перо. Гассовы пучки. Пучки Бесселя. Использование пучков в фотонике.

2. Оптическая анизотропия кристаллов.

Электрическая поляризация в кристаллах. Анизотропная диэлектрическая восприимчивость. Волновая оптика анизотропных сред. Графические методы анализа оптических явлений в анизотропных средах.

3. Оптические свойства кристаллов во внешних полях.

Изменение оптической индикатрисы во внешнем поле. Электрооптические эффекты: эффект Поггеля, эффект Керра. Эластооптический эффект. Магнитооптический эффект: эффект Фарадея, эффект Коттона-Мутона. Оптические изоляторы. Фоторефрактивный эффект.

Жидкие кристаллы. Физические принципы работы устройств на основе жидких кристаллов.

4. Планарные и прямоугольные оптические волноводы.

Введение в теорию планарных и прямоугольных оптических волноводов. Понятие о волноводных модах. Методы расчета оптических волноводов: метод волновой оптики, матричные методы, геометрические методы.

Материалы и структуры планарных оптических волноводов. Симметричные, асимметричные и связанные волноводы. Виды волноводных мод. Физические принципы работы устройств на основе планарных и прямоугольных оптических волноводов.

5. Волоконно-оптические световоды.

Введение в теорию оптических волоконных световодов. Материалы и характеристики оптических волокон. Межмодовая, материальная и волноводная дисперсия волокон.

Типы оптических волокон. Волокна со ступенчатым профилем показателя преломления, градиентные волокна. Моды оптических волокон. Решетки Брегга в оптических волокнах. Процессы производства оптических волокон.

6. Основы детектирования света и материалы детекторов света.

Физические основы детектирования света. Типы детекторов света. Материалы и устройство детекторов света. Принципы детектирования оптических сигналов.

7. Лазерные среды фотоники.

Введение в теорию волоконных и полупроводниковых лазеров и оптических усилителей. Материалы лазерных сред фотоники. Типы лазеров и оптических усилителей, применяемых в телекоммуникационных системах и вычислительной технике. Характеристики и структура волоконных и полупроводниковых лазеров и оптических усилителей.

Структура и характеристики твердотельных лазеров со светодиодной накачкой. Физические принципы функционирования, структура и характеристики излучателей на основе фотонных структур и квантовых точек.

8. Нелинейные оптические волноводы.

Введение в методы теоретического анализа нелинейно-оптических явлений в волноводах. Метод пробного решения, метод интегрирования, метод эллиптических функций Якоби. Граничная нелинейная волна в волноводе.

9. Материалы радиационной фотоники.

Радиационно-индуцированные оптические явления в конденсированных оптических средах. Физические принципы преобразования энергии радиационных полей в оптическое излучение. Материалы, применяющиеся в системах оптической диагностики в радиационных полях. Детекторы радиационных полей.

Контрольная работа

1. Как связаны между собой скорость света в вакууме c , электрическая постоянная ϵ_0 и магнитная постоянная μ_0 ?
2. Какие длины волн соответствуют видимому свету?
3. Что такое волновой вектор?
4. Запишите компоненты пространственной частоты.
5. Что такое вектор Пойнтинга?
6. Что такое плоская электромагнитная волна?
7. Что такое эванесцентная волна?
8. Какова связь между законами излучения диполей и условием Брюстера?
9. Рассчитайте угол Брюстера для относительного коэффициента преломления $n = 1.52$.
10. Комплексная диэлектрическая проницаемость записывается как $\epsilon = \epsilon_1 + i\epsilon_2$, а комплексный коэффициент преломления записывается как $n = n_1 + in_2$, причем $\epsilon = n^2$. Выразить действительную и мнимую части диэлектрической проницаемости через действительную и мнимую части коэффициента преломления.
11. Опишите физический принцип работы резонатора Фабри-Перо.
12. Запишите выражение для гауссова пучка.
13. Перечислите характеристики пучка Бесселя.
14. Опишите три механизма электрической поляризации диэлектриков.
15. Напишите уравнение индикатрисы.

16. Как изменяется оптическая индикатриса во внешнем поле
17. В чем состоит эффект Поггеля?
18. Матрица коэффициентов Поггеля для ниобата лития имеет

вид

$$\begin{array}{c}
 a_{11} \cdot 1/n_0^2 \\
 a_{22} \cdot 1/n_0^2 \\
 a_{33} \cdot 1/n_e^2 \\
 a_{23} \\
 a_{31} \\
 a_{12}
 \end{array}
 :
 \begin{array}{c}
 0 \quad r_{22} \quad r_{13} \\
 0 \quad r_{22} \quad r_{13} \\
 0 \quad 0 \quad r_{33} \\
 0 \quad r_{51} \quad 0 \\
 r_{51} \quad 0 \quad 0 \\
 r_{22} \quad 0 \quad 0
 \end{array}
 \begin{array}{c}
 E_1 \\
 E_2 \\
 E_3
 \end{array}$$

Пусть кристалл ниобата лития представляет собой Y-срез: кристалл имеет две плоские параллельные поверхности,

перпендикулярные направлению y . Волновой вектор падающего света направлен вдоль оптической оси (ось z). Получить выражение для эллипса сечения для ориентаций внешнего электрического поля вдоль осей x , y и z .

19. Кристалл ниобата лития представляет собой Y-срез в форме прямоугольного параллелепипеда и имеет размеры $w \times d \times h$. Волновой вектор падающего света направлен вдоль оптической оси (ось z). Для ориентаций внешнего электрического поля вдоль осей x , y и z рассчитать сдвиг фазы электромагнитной волны (ЭМ) при ее прохождении через кристалл.
20. Направление поляризации падающей на кристалл ниобата лития ЭМ волны составляет угол $\pm 45^\circ$ к разрешенным направлениям поляризации в кристалле, так что амплитуда падающей волны поровну распределяется по этим направлениям. Кристалл ниобата лития представляет собой Y-срез в форме прямоугольного параллелепипеда и имеет размеры $w \times d \times h$. Волновой вектор падающего света направлен вдоль оптической оси (ось z). Рассчитать разность фаз между двумя ЭМ волнами в ниобате лития, поляризации которых взаимно перпендикулярны. Рассмотреть случаи ориентации внешнего электрического поля вдоль осей x , y и z .
21. Помещая элемент задержки между скрещенными поляризаторами света, можно создать электрооптический амплитудный модулятор. Пусть вдоль направления x Y-среза ниобата лития приложено переменное электрическое поле

$$\frac{V}{w} = E_m \cos \omega_m t \Rightarrow \Delta = -\frac{2\pi}{\lambda} (r_{22} n_0^3 E_m \cos \omega_m t) h$$
 Волновой вектор падающего света направлен вдоль оптической оси (ось z). ЭМ волна амплитудой E_0 , прошедшая через первый поляризатор, поляризована вдоль x . Рассчитать временную зависимость интенсивности света I на выходе электрооптического амплитудного модулятора.
22. В чем состоит эффект Керра?
23. В чем состоит эффект Фарадея?
24. В чем состоит эффект Коттона-Мутона?
25. Опишите принцип работы оптического изолятора.
26. В чем состоит эластооптический эффект?

27. Как направлена оптическая ось в жидкости, обладающей электрооптическим эффектом, если эту жидкость поместить в электрическое поле?
28. В чем состоит микроскопический механизм фоторефрактивного эффекта?
29. Что такое импеданс вакуума и импеданс среды?
30. Напишите волновое уравнение для изотропной среды.
31. Дайте определение волноводной моды.
32. Опишите структуру планарного волновода.
33. Сформулируйте условия для компонент электромагнитного поля ТМ мод планарного волновода.
34. Сформулируйте условия для компонент электромагнитного поля ТЕ мод планарного волновода.
35. Запишите условие для одномодового планарного волновода.
36. Из каких материалов изготавливают прозрачные электроды?
37. Каким образом создают разницу коэффициентов преломления в полупроводниковых материалах при производстве волноводных структур?
38. Рассчитать угол θ распространения составляющих плоских волн для ТМ моды высшего порядка, если эффективная толщина симметричного оптического плоского волновода $V = kd\sqrt{n_1^2 - n_2^2}$ кратна $\pi/2$.
39. В каком диапазоне можно изменять толщину $2d$ плоского симметричного волновода, чтобы в нем оставалось возможным распространение пяти ТМ мод? Длина волны и коэффициенты преломления (n_1 для сердцевины и n_2 для кладдинга) равны 850 нм, 1.55 и 1.54, соответственно.
40. Перечислите способы изменения эффективного коэффициента преломления в планарных и прямоугольных волноводных структурах?
41. Опишите механизм влияния слоя металла на поверхности волноводного слоя на эффективный коэффициент преломления?
42. В чем заключается явление фотохромизма?
43. Опишите структуру волоконного световода.
44. Перечислите преимущества волоконно-оптических систем связи.
45. Охарактеризуйте электромагнитное поле в геликоидальной моде волоконного световода.

46. Охарактеризуйте электромагнитное поле в меридиональной моде волоконного световода.
47. Рассчитайте критический угол в оптическом волокне при $n_1 = 1.454$, $n_2 = 1.450$.
48. Рассчитайте числовую апертуру волоконного световода при $n_1 = 1.456$, $n_2 = 1.452$.
49. С какими явлениями связаны оптические потери кварцевых волокон?
50. В чем состоит механизм фундаментального оптического поглощения?
51. В какой области спектра наблюдается фундаментальное поглощение в кварцевом стекле?
52. В чем состоит механизм оптического поглощения в средней инфракрасной области (длины волн порядка 10 мкм)?
53. Что является причиной релеевского рассеяния света в кварцевых волокнах?
54. Какова роль ОН-групп в света в кварцевых волокнах?
55. Как водород влияет на оптические свойства кварцевых волокон?
56. Перечислите виды дисперсии в оптических волокнах.
57. Рассчитайте межмодовую дисперсию (разброс времен прибытия сигнала на единицу длины) между низшей и m -той меридиональной модой при $n_1 = 1.55$, $n_2 = 1.54$.
58. Рассчитайте максимальную битовую скорость в многомодовом волокне при $n_1 = 1.55$, $n_2 = 1.54$.
59. Запишите условие для одномодового волоконного световода.
60. Опишите механизмы, приводящие к материальной и волноводной дисперсии.
61. В какой области спектра в кварцевых волокнах отсутствует материальная дисперсия?
62. Перечислите способы смещения материальной дисперсии в область минимальных оптических потерь в кварцевых волокнах.
63. Охарактеризуйте основные виды волоконных световодов?
64. Опишите физико-химические процессы при изготовлении заготовок для оптических волокон методом газофазного химического осаждения.
65. Рассчитайте длину волны Брэгга для решетки Брэгга в волоконном световоде при $n_1 = 1.55$, $n_2 = 1.54$.

66. Перечислите преимущества датчиков температуры и деформации на основе волоконных решеток Брэгга.
67. Опишите трехуровневую модель люминесценции материалов.
68. Перечислите особенности волоконных усилителей света.
69. Перечислите особенности полупроводниковых усилителей света.
70. Какие материалы применяются для создания волоконных усилителей света?
71. Какие материалы применяются для создания полупроводниковых лазеров и усилителей света?
72. Опишите микроскопический механизм люминесценции p-n перехода.
73. Напишите формулу для энергетических состояний электрона в квантовой точке.
74. К каким процессам приводит прохождение гамма-излучения через диэлектрики?
75. К каким процессам приводит прохождение заряженных частиц через диэлектрики?
76. К каким процессам приводит прохождение нейтронов через диэлектрики?
77. Что такое радиационно-индуцированная люминесценция?
78. Что такое радиационно-индуцированное оптическое поглощение?
79. Порядок расчета эффективности радиационно-индуцированной люминесценции.

Вопросы к экзамену

1. Поверхностные волны.
2. Материалы и устройство современных детекторов света.
3. Резонатор Фабри-Перо.
4. Материалы лазерных сред фотоники.
5. Гауссовы пучки.
6. Современные типы лазеров и оптических усилителей, применяемых в телекоммуникационных системах и вычислительной технике.
7. Теория и применение электрооптических эффектов.

8. Новые физические принципы функционирования, структура и характеристики излучателей на основе фотонных структур и квантовых точек.
9. Теория и применение магнитооптических эффектов.
10. Достижения физики радиационно-индуцированных оптических явлений.
11. Теория и применение фоторефрактивного эффекта.
12. Новые технологии на основе физических принципов радиационной фотоники.
13. Пучки Бесселя.
14. Новые физические принципы детектирования оптических сигналов.
15. Новые физические принципы оптической микроскопии (микроскопия ближнего поля и рамановская спектроскопия).
16. Материалы и структуры планарных оптических волноводов.
17. Материалы и структуры оптических волоконных световодов.
18. Современное состояние волновой теории света.
19. Нелинейно-оптические явления в оптических волноводах.
20. Полифункциональные оптические детекторы (хемосенсоры, биосенсоры, радиационные детекторы) для работы в радиационных полях.

Литература

а) основная учебная литература:

1. Keigo Iizuka Elements of Photonics. Vol 1. Wiley. 2002. - <http://www.twirpx.com/file/1648269/> [Электронный ресурс] Режим доступа: свободный (Дата обращения: 25.04.2015 г.)
2. Keigo Iizuka Elements of Photonics. Vol 2. Wiley. 2002.
3. В.Е.А. Saleh, М.С. Teich. Fundamentals of photonics. 1991
4. А. Ярив, П. Юх. Оптические волны в кристаллах. М.: Мир. 1987 - <http://www.twirpx.com/file/115761/> [Электронный ресурс] Режим доступа: свободный (Дата обращения: 25.04.2015 г.)

б) дополнительная учебная литература:

1. Л.Е. Воробьев, Е.Л. Ивченко, Д.А. Фирсов, В.А. Шалыгин. Оптические свойства наноструктур. СПб.: Наука. 2001

ХИМИЯ И ФИЗИКА ПОЛИМЕРОВ. ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Цель изучения дисциплины:

- приобретение знаний об основных понятиях и принципах образования полимерных композиционных материалов (ПКМ), о видах и роли компонентов, образующих композиционный материал;
- приобретение знаний и навыков в использовании современных методов физико-химических исследований полимерных композиционных материалов;
- освоение теоретических и эмпирических подходов для анализа физико-химических процессов, происходящих при создании и переработке композитов, а также для оптимизации технологических параметров формования и получения изделий с заданным уровнем свойств.

Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Семестр 1

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
	Название раздела	
1.	Введение	Новые неметаллические материалы – основа дальнейшего технического прогресса
2.	ПКМ, как конструкционные материалы широкого применения	Основные понятия (полимеры, пластические массы, полимерные композиционные материалы), роль материаловедческих и технологических факторов при создании конструкций из ПКМ.
3.	Состав и свойства ПКМ	Виды волокнистых армирующих наполнителей (стеклянные, углеродные, органические волокна, жгуты, ленты, ткани и др.), полимерные матрицы для ПКМ, их роль и основные свойства (термореактивные и термопластичные связующие).

Семестр 2

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
Название раздела		
1.	Особенности процесса армирования при создании ПКМ	<p>Условия совместимости наполнителя и связующего, в т.ч. смачивающая способность связующего, их адгезионное взаимодействие на границе раздела, соотношение значений относительного удлинения связующего и наполнителя.</p> <p>Понятие критической длины волокнистого наполнителя.</p> <p>Условия получения монолитности армированного пластика.</p> <p>Межфазный слой, его роль в получении ПКМ с заданными свойствами; аппретирование – способ регулирования межслойной прочности на границе раздела волокно/связующее.</p>
2.	Стекловолоконистые наполнители и стеклопластики на их основе	<p>Производство стекловолокон, их свойства.</p> <p>Виды армирующих наполнителей на основе стекловолокна: нити, жгуты, ровинги, маты, ткани, ленты, объемные ткани и тканые заготовки, измельченное стекловолокно.</p> <p>Применение стеклонаполнителей при создании конструкций из стеклопластиков с учетом:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вида стеклонаполнителя и связующего; - соотношения стекловолокно/связующее; - вариантов схемы армирования.
3.	Углеродные волокна (УВ) и ПМК на их основе	<p>Сырье и способ производства УВ на основе:</p> <ul style="list-style-type: none"> - пан-волокон; - пеков. <p>Свойства УВ, полученных из разного исходного сырья.</p> <p>Армирующие материалы на основе УВ: волокна, жгуты, ленты, ткани.</p> <p>ПКМ и конструкции на основе УВ и термоактивных связующих, свойства, технологические способы формования</p>

		<p>изделий:</p> <ul style="list-style-type: none"> - намотка; - пултрузия; - вакуум-автоклавное формование; - компрессионное формование.
4.	Органические волокна и КМ на их основе	<p>Волокна на основе термопластичных полимеров: полиэтиленовые, полипропиленовые, полиамидные, ПЭТФ-волокна.</p> <p>Арамидные волокна и ткани на их основе.</p> <p>Влияние свойств связующего на прочность арамидного волокна в композите.</p> <p>Свойства ПКМ и конструкций на основе органических волокон и области их применения (сосуды под давлением, маховики, винт вертолета, пулезащитная органическая броня, шинный корд, канаты, одежда спортивная, одежда для пожарных, высокоточные размеростабильные конструкции, ж/д транспорт и т.д.).</p> <p>Гибридные ПКМ и конструкции на их основе (свойства и применение).</p>
5	Борные и металлические высокомодульные волокна	<p>Технология получения борных волокон и их свойства.</p> <p>Технологические приемы получения изделий из ПКМ на основе высокомодульных волокон.</p> <p>Свойства ПКМ с борными волокнами и их применение в конструкциях</p>
6	Полиэфирные смолы	<p>Свойства полиэфирных смол, рецептура связующего: инициаторы, отвердители, пигменты (красители), загустители, добавки для снижения усадки, внутренняя антиадгезионная смазка и др.</p> <p>Производство изделий из ПКМ на основе полиэфирных смол – методы формования.</p> <p>Ручная выкладка (контактное формование).</p> <p>Напыление. Центробежное литье. Пултрузия и намотка.</p>
7	Фенолоформальде	Свойства ФФС и особенности их

	гидные (ФФС) смолы	технологических свойств. Влияние добавок на процесс отверждения и свойства получаемых материалов. Применение ФФС в производстве изделий из ПКМ: - детали, полученные прессованием; - пропитка под давлением – метод изготовления конструктивных изделий; - вакуумное и вакуум-автоклавное формование крупногабаритных изделий конструктивного назначения; - клеи и мастики на основе ФФС.
8	Эпоксидные смолы, их свойства и применение	Отверждающие системы и механизмы отверждения. Оптимизация и управление процессами отверждения. Изготовление конструкций из ПКМ на основе эпоксидных смол методами: - вакуумным и вакуум-автоклавным формованием; - намоткой; - пултрузией и др.
9	Термостойкие смолы и ПКМ на их основе	Полиимидные смолы: - получение препрегов, - вакуум-автоклавное формование изделий из ПКМ на основе полиимидных смол; - свойства и области применения. Кремнийорганические смолы: - лаки; - препреги; - автоклавное формование; - пропитка под давлением; - прессование.

Семестр 3

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
	Название раздела	
1	Трехслойные	Материалы для несущих обшивок:

	(сэндвичевые) конструкции	стеклопластики, углепластики, органопластики. Материалы для заполнителей: пены, соты, сферопластик. Клеевые материалы(адгезионные): жидкие и пленочные клеи.
2	Способы соединения ПКМ и их мехобработка	Конструирование соединений композитов: - механические, клеевые, клее-механические; - типы соединений ПКМ в конструкциях, анализ их эффективности. Контроль клеевых соединений ПКМ.
3	Роль оснастки при получении деталей из ПКМ различными методами формования	Виды оснастки: формообразующая, контрольно-шаблонная, вспомогательная. Функции, выполняемые формообразующей оснасткой и требования, предъявляемые к ней (получение заданных размеров и формы, оптимальное распределение температуры и давления, герметичность, требуемый ресурс в условиях эксплуатации, близкие значения КЛТР оснастки и композитного изделия и др.). Требования к формообразующей оснастке при формовании изделий из ПКМ методами: контактного формования, прессования, пултрузии, намотки, вакуумного и вакуум-автоклавного формования.
4	Методы испытания полимерных композиционных материалов	Физико-механические статистические испытания (растяжение, сжатие, изгиб, сдвиг). Динамические физико-механические испытания ПКМ при: - приложение постоянных нагрузок в течение заданного времени (например, ползучесть); - приложение нагрузок, изменяющихся по заданному закону (частоте, направлению и др.). Теплофизические и электрические испытания ПКМ. Нормативная документация для проведения испытаний

		ПКМ, (ГОСТ, ОСТ, методика).
5	Влияние эксплуатационных факторов на свойства ПКМ и конструкций на их основе	Термовлажностное старение ПКМ – влияние повышенных температур и влажности на свойства ПКМ; изменение свойств ПКМ при действии отрицательных температур и перепадов температуры от отрицательных до повышенных. Влияние различных агрессивных сред на свойства ПКМ (кислоты, щелочи, газы и т.д.). Устойчивость к воздействию УФ-излучения, соляного тумана.
6	Перспективные направления развития ПКМ и конструкций на их основе	Композиты на основе термопластов – достоинства и проблемы. Основные этапы проектирования конструкций из ПКМ. Области применения конструкций из ПКМ

Лабораторный практикум

1. Дифференциально-сканирующая калориметрия
2. Вакуумное формование образцов из ПКМ
3. Оценка электрофизических свойств ПКМ
4. Физико-механические испытания образцов ПКМ

Коллоквиум 1, темы:

1. Полимеры, пластические массы, полимерные композиционные материалы
2. Роль материаловедческих и технологических факторов при создании конструкций из ПКМ.

Коллоквиум 2, темы:

1. Виды волокнистых армирующих наполнителей
2. Свойства полимерных матриц для ПКМ
3. Термореактивные связующие для ПКМ
4. Термопластичные связующие для ПКМ.

Коллоквиум 3, типовые вопросы:

1. Условия совместимости наполнителя и связующего,
2. Условия получения монолитности армированного пластика.
3. Межфазный слой, его роль в получении ПКМ с заданными свойствами, аппретирование.

4. Виды армирующих наполнителей на основе стекловолокна: нити, жгуты, ровинги, маты, ткани, ленты, объемные ткани и тканые заготовки, измельченное стекловолокно.
5. Волокна на основе термопластичных полимеров: полиэтиленовые, полипропиленовые, полиамидные, ПЭТФ-волокна.
6. Технология получения борных волокон и их свойства.

Вопросы к зачету

1. Полимеры и пластические массы
2. Материаловедческие и технологические факторы при создании конструкций из ПКМ.
3. Стекланные волокнистые армирующие наполнители.
4. Углеродные волокнистые армирующие наполнители.
5. Органические волокна.
6. Жгуты, ленты и ткани.
7. Полимерные матрицы для ПКМ.
8. Термоактивные и термопластичные связующие.

Вопросы к экзамену

1. Условия совместимости наполнителя и связующего.
2. Понятие критической длины волокнистого наполнителя.
3. Условия получения монолитности армированного пластика.
4. Межфазный слой, его роль в получении ПКМ с заданными свойствами.
5. Производство стекловолокон, их свойства.
6. Виды армирующих наполнителей на основе стекловолокна.
7. Применение стеклонеполнителей при создании конструкций из стеклопластиков.
8. Сырье и способ производства УВ на основе пан-волокон и пеков.
9. Свойства УВ, полученных из разного исходного сырья.
10. Армирующие материалы на основе УВ.
11. ПКМ и конструкции на основе УВ.
12. Волокна на основе термопластичных полимеров.
13. Арамидные волокна и ткани на их основе.
14. Влияние свойств связующего на прочность арамидного волокна в композите.

15. Свойства ПКМ и конструкций на основе органических волокон и области их применения.
16. Гибридные ПКМ и конструкции на их основе.
17. Технология получения борных волокон и их свойства.
18. Технологические приемы получения изделий из ПКМ на основе высокомодульных волокон.
19. Свойства ПКМ с борными волокнами и их применение в конструкциях
20. Свойства полиэфирных смол.
21. Производство изделий из ПКМ на основе полиэфирных смол – методы формования.
22. Свойства ФФС и особенности их технологических свойств.
23. Применение ФФС в производстве изделий из ПКМ.
24. Отверждающие системы и механизмы отверждения. Оптимизация и управление процессами отверждения.
25. Изготовление конструкций из ПКМ на основе эпоксидных.
26. Полиимидные смолы.
27. Кремнийорганические смолы.
28. Материалы для несущих обшивок.
29. Материалы для заполнителей.
30. Клеевые материалы.
31. Конструирование соединений композитов.
32. Контроль клеевых соединений ПКМ.
33. Виды оснастки.
34. Функции, выполняемые формообразующей оснасткой и требования, предъявляемые к ней.
35. Требования к формообразующей оснастке при формовании изделий из ПКМ.
36. Физико-механические статистические испытания.
37. Динамические физико-механические испытания ПКМ.
38. Теплофизические и электрические испытания ПКМ.
39. Нормативная документация для проведения испытаний ПКМ.
40. Термовлажностное старение ПКМ.
41. Влияние различных агрессивных сред на свойства ПКМ.
42. Устойчивость ПКМ к воздействию УФ-излучения, соляного тумана.
43. Композиты на основе термопластов – достоинства и проблемы
44. Основные этапы проектирования конструкций из ПКМ. Области применения конструкций из ПКМ

Литература

а) основная учебная литература:

1. Михеев С.Б., Строганов Г.Б., Ромашин А.Г. Керамические и композиционные материалы в авиационной технике. – М.: «Альтекс», 2002, 276 с.
2. Физическое материаловедение: Учебник для вузов: в 7 т. /Под общей ред. Б.А. Калина. – Том 3. Методы исследования структурно-фазового состояния материалов/ Н.В. Волков, В.И. Скрытый, В.П. Филиппов, В.Н. Яльцев. – М.: МИФИ, 2012. – 800 с.
3. В.К.Крыжановский и др. Технические свойства полимерных материалов. Учебно-справочное пособие. - СПб.: Профессия, 2003, с.240. (5 экз. в библиот. ОНПП «Технология»)
4. Ф.Мэтьюз, Р.Колингс. Композитные материалы. Механика и технология. - М.: Техносфера, 2004, с.408. (5 экз. в библиот. ОНПП «Технология»)

б) дополнительная учебная литература:

1. Справочник по композиционным материалам. В 2-х томах под ред. Дж.Любина - М.: Машиностроение, 1988, с.448.
2. Пластики конструкционного назначения (реактопласты). Под ред. Е.Б. Тростянской - М.: Химия, 1974, с.304.

ХИМИЯ И ФИЗИКА КЕРАМИК. КОНСТРУКЦИОННЫЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Цель изучения дисциплины:

- приобретение знаний об основных понятиях и принципах образования керамических материалов, о видах и роли компонентов, образующих керамический материал;
- приобретение знаний и навыков в использовании современных методов физико-химических исследований керамических материалов;
- освоение теоретических и эмпирических подходов для анализа физико-химических процессов, происходящих при создании и переработке керамики, а также для оптимизации технологических параметров формования и получения изделий с заданным уровнем свойств.

Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

1 семестр

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
Название раздела		
1.	Классификация технической керамики	Введение в науку о керамических материалах, классификация технической керамики
2.	Сырьевые материалы	Сырьевые материалы (природные и продукты химической переработки) для получения изделий технической керамики
3.	Производство керамических изделий	Основные методы и процессы производства керамических изделий
4.	Свойства керамических материалов	Характерные свойства твердых фаз керамических материалов (структура кристаллов дефекты кристаллических решеток, подвижность атомов)
5.	Спекание керамики	Процессы спекания при термообработке керамических материалов
6.	Свойства технической керамики	Микроструктура, пористость, проницаемость технической керамики
7.	Конструкционные материалы	Основные технические свойства конструкционных керамических материалов

2 семестр

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
Название раздела		
1.	Применения керамических материалов.	Перспективы применения керамических материалов конструкционного назначения. Применение керамики в атомных реакторах и установках для синтеза ядер. Выбор керамических материалов с учетом влияния

		<p>комплекса свойств на тепловое напряженно – деформируемое состояние изделий, оценка их работоспособности и надежности. Перспективы применения керамических материалов конструкционного назначения.</p>
2.	Керамики на основе нитрида и карбида кремния.	<p>Технология получения и свойства керамических материалов на основе нитрида и карбида кремния. Кристаллография, термодинамика и фазовое равновесие нитрида кремния.</p> <p>Керамика на основе реакционносвязного нитрида кремния (РСНК). Математическая модель синтеза РСНК. Окислительная стойкость РСНК. Композиционный материал в системе $PCSi_3N_4 - BN$ с регулируемой истираемостью. Композиционный материал на основе РСНК с пониженной теплопроводностью. Уплотненный химически связанный нитрид кремния и композиционный самоармированный материал $Si_3N_4 - Si$.</p> <p>Горячепрессованный нитрид кремния. Спеченный нитрид кремния. Нитрид кремния, получаемый высокотемпературным газостатическим уплотнением и горячим изостатическим прессованием. Физико-химические основы получения и свойства карбида кремния. Перспективы и пути улучшения конструкционных свойств нитрида и карбида кремния.</p>
3.	Нитрид бора	<p>Методы получения нитрида бора. Применение нитрида бора и материалов на его основе.</p>
4.	Оксидные керамики	<p>Кварцевая керамика. Методы получения, свойства. Области применения. Ультралегкие теплозащитные материалы на основе кварцевого волокна. Оксид алюминия. Керамика на основе оксида алюминия. Муллит и титанат алюминия. Трансформационно-упрочненные материалы</p>

на основе диоксида циркония.

3 семестр

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
Название раздела		
1.	Керамические композиционные материалы	Керамические композиционные материалы. Армирование нитевидными кристаллами. Слоистые композиционные материалы. Композиционные материалы, армированные непрерывными волокнами. Композиционные материалы, получаемые химической инфильтрацией из газовой фазы Ланксайд - материалы. Механические свойства керамик. Прочность и трещиностойкость.
2.	Наночастицы	Особенности химических методов получения наночастиц. Получение наночастиц в жидкой фазе (осаждение в водной среде, осаждение в неводных средах, гетерофазный синтез, золь-гель метод, криохимический метод, осаждение при сверхкритических условиях, электрохимические методы синтеза, осаждение из расплавов, отделение наночастиц от жидкой фазы). Получение наночастиц в газовой фазе (осаждение наночастиц в газовой фазе, разложение солей, оснований, элементоорганических соединений, паротермальный метод). Получение наночастиц с участием плазмы (осаждение в плазме или лазерном луче, получение наночастиц электроэрозионным методом, ударно-волновой синтез наночастиц, получение наночастиц методом электровзрыва, получение наночастиц методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза). Механохимический синтез наночастиц. Перспективные специфические методы

	получения наночастиц. Перспективы получения монофракционных наночастиц. Хранение и транспортировка наночастиц.
--	--

Вопросы для коллоквиума 1

1. Классификация технической керамики.
2. Сырьевые материалы для получения изделий технической керамики.
3. Основные методы и процессы производства керамических изделий.

Вопросы для коллоквиума 2

1. Структура твердых фаз керамических материалов.
2. Диффузия и дефекты в керамических материалах.
3. Спекание и термообработка керамических материалов.
4. Микроструктура технической керамики.
5. Пористость технической керамики.
6. Проницаемость технической керамики.

Темы рефератов

1. Керамические материалы на основе реакционно-связанного нитрида кремния.
2. Высокотплотные материалы на основе нитрида кремния.
3. Материалы на основе карбида кремния.
4. Материалы на основе нитрида бора.
5. Керамические материалы на основе кварцевой керамики.
6. Керамика на основе оксида алюминия.
7. Металлокерамические узлы для термоэмиссионных преобразователей.
8. Методы механической, ультразвуковой и лазерной обработки изделий из керамики.
9. Научные основы проектирования теплонапряженных изделий из хрупких керамических материалов.
10. Углеродные и другие жаростойкие волокнистые материалы.
11. Методы испытаний керамики.

Контрольная работа:

Вариант 1

1. Перспективы применения керамических материалов конструкционного назначения.
2. Физико-химические основы получения и свойства карбида кремния.
3. Применение керамики в атомных реакторах и установках для синтеза ядер.
4. Перспективы и пути улучшения конструкционных свойств нитрида и карбида кремния.
5. Технология получения и свойства керамических материалов на основе нитрида и карбида кремния.
6. Методы получения нитрида бора.
7. Выбор керамических материалов с учетом влияния комплекса свойств на тепловое напряженно-деформируемое состояние изделий, оценка работоспособности и надежности.
8. Применение нитрида бора и материалов на его основе.
9. Керамические материалы на основе бескислородных соединений Si-N-C.
10. Методы получения кварцевой керамики.

Вариант 2

1. Кристаллография, термодинамика и фазовое равновесие нитрида кремния.
2. Области применения кварцевой керамики.
3. Керамика на основе реакционносвязного нитрида кремния. Ультралегкие теплозащитные материалы на основе кварцевого волокна.
4. Математическая модель синтеза РСНК.
5. Керамика на основе оксида алюминия.
6. Окислительная стойкость РСНК.
7. Муллит и титанат алюминия.
8. Композиционный материал в системе $\text{Si}_3\text{N}_4\text{-BN}$ с регулируемой истираемостью.
9. Физико-химические основы получения и свойства карбида кремния.
10. Уплотненный химически связанный нитрид кремния и композиционный самоармированный материал $\text{Si}_3\text{N}_4\text{-Si}$.

Вариант 3

1. Керамический композиционный материал, армированный нитевидными кристаллами.
2. Горячепрессованный нитрид кремния.
3. Слоистые композиционные материалы.

4. Спеченный нитрид кремния.
5. Композиционные материалы, армированные непрерывными волокнами.
6. Нитрид кремния, полученный высокотемпературным газостатическим уплотнением и горячим изостатическим прессованием.
7. Лаксайд-материалы.
8. Керамика на основе диоксида циркония.
9. Критерии термостойкости, прочность, трещиностойкость керамики.
10. Классификация керамических материалов.

Вариант 4

1. Ударно-волновой синтез наночастиц.
2. Радиопрозрачные керамические материалы.
3. Получение наночастиц электроэрозионным методом.
4. Технология получения и свойства керамических материалов на основе нитрида кремния.
5. Получение наночастиц в жидкой фазе.
6. «Ударопрочная» керамика.
7. Получение наночастиц в неводной среде.
8. Режущий керамический инструмент.
9. Гетерофазный синтез наночастиц.
10. Конструкционная керамика для ДВС и ГТД.

Вопросы к зачету

1. Сырьевые материалы для получения изделий технической керамики.
2. Основные методы и процессы производства керамических изделий.
3. Характерные свойства твердых фаз керамических материалов.
4. Спекания и термообработка керамических материалов.
5. Микроструктура, пористость, проницаемость технической керамики.
6. Технические свойства конструкционных керамических материалов.

Вопросы к экзамену

1. Перспективы применения керамических материалов конструкционного назначения.
2. Физико-химические основы получения и свойства карбида кремния.
3. Применение керамики в атомных реакторах и установках для синтеза ядер.
4. Перспективы и пути улучшения конструкционных свойств нитрида и карбида кремния.
5. Технология получения и свойства керамических материалов на основе нитрида и карбида кремния.
6. Методы получения нитрида бора.
7. Выбор керамических материалов с учетом влияния комплекса свойств на тепловое напряженно-деформируемое состояние изделий, оценка работоспособности и надежности.
8. Применение нитрида бора и материалов на его основе.
9. Керамические материалы на основе бескислородных соединений Si-N-C.
10. Методы получения кварцевой керамики.
11. Кристаллография, термодинамика и фазовое равновесие нитрида кремния.
12. Области применения кварцевой керамики.
13. Керамика на основе реакционносвязанного нитрида кремния. Ультралегкие теплозащитные материалы на основе кварцевого волокна.
14. Математическая модель синтеза РСНК.
15. Керамика на основе оксида алюминия.
16. Окислительная стойкость РСНК.
17. Муллит и титанат алюминия.
18. Композиционный материал в системе $\text{Si}_3\text{N}_4\text{-BN}$ с регулируемой истираемостью.
19. Физико-химические основы получения и свойства карбида кремния.
20. Уплотненный химически связанный нитрид кремния и композиционный самоармированный материал $\text{Si}_3\text{N}_4\text{-Si}$.
21. Керамический композиционный материал, армированный нитевидными кристаллами.
22. Горячепрессованный нитрид кремния.
23. Слоистые композиционные материалы.
24. Спеченный нитрид кремния.

25. Композиционные материалы, армированные непрерывными волокнами.
26. Нитрид кремния, полученный высокотемпературным газостатическим уплотнением и горячим изостатическим прессованием.
27. Лаксайд-материалы.
28. Керамика на основе диоксида циркония.
29. Критерии термостойкости, прочность, трещиностойкость керамики.
30. Классификация керамических материалов.
31. Ударно-волновой синтез наночастиц.
32. Радиопрозрачные керамические материалы.
33. Получение наночастиц электроэрозийным методом.
34. Технология получения и свойства керамических материалов на основе нитрида кремния. Получение наночастиц в жидкой фазе.
35. «Ударопрочная» керамика.
36. Получение наночастиц в неводной среде.
37. Режущий керамический инструмент.
38. Гетерофазный синтез наночастиц.
39. Конструкционная керамика для ДВС и ГТД.
40. Золь-гель получения наночастиц.
41. Керамика для хранения радиоактивных отходов.
42. Криохимический метод получения наночастиц.
43. «Ударопрочная» броневая керамика.
44. Осаждение наночастиц при сверхкритических условий.
45. Конструкции керамических бронепанелей.
46. Электрохимический метод синтеза наночастиц.
47. Дисперсно-упрочненные композиционные материалы.
48. Осаждение наночастиц и расплавов.
49. Уплотненный химически связанный нитрид кремния и композиционный самоармированный материал $\text{Si}_3\text{N}_4\text{-Si}$.
50. Отделение наночастиц от жидкой фазы.
51. Горячепрессованный нитрид кремния.
52. Осаждение наночастиц в газовой фазе.
53. Спеченный нитрид кремния.
54. Разложение солей, оснований, элементоорганических соединений с целью получения наночастиц.
55. Керамика на основе волластонита.
56. Получение наночастиц с участием плазмы.
57. Керамика на основе диоксида циркония.

58. Осаждение наночастиц в плазме или лазерном луче.

Литература

а) основная учебная литература:

1. Михеев С.Б., Строганов Г.Б., Ромашин А.Г. Керамические и композиционные материалы в авиационной технике. – М.: «Альтекс», 2002, 276 с.
2. Б.Н. Арзамасов, А.И. Крашенинников, Ж.П. Пастухова, А.Г. Рахштадт.- Научные основы материаловедения: Учебник для вузов.-М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1994. 366с., ил.

б) дополнительная учебная литература:

1. Балкевич В.Л. Техническая керамика. 2-е изд., перераб. и доп.-М., 1984.
2. Косолапова Т.Я. и др. Неметаллические тугоплавкие соединения. М.: Металлургия, 1985, 224с.
3. Эвонс А.Г., Ленгтон Т.Т. Конструкционная керамика. М.: Металлургия, 1980, 256с.
4. Кингери У.Д. Введение в керамику. М.: Стройиздат, 1967, 498 с.
5. Конкин А.А. Углерод и другие жаростойкие волокнистые материалы. М.: Химия, 1974, 376с.
6. Баринов С.М., Шевченко В.Я. Техническая керамика. М.: Металлургия, 1993, 256с.

ХИМИЯ И ФИЗИКА НЕОРГАНИЧЕСКИХ СТЕКОЛ. ТЕРМОСТОЙКИЕ КОНСТРУКЦИОННЫЕ И ОПТИЧЕСКИЕ СТЕКЛА

Цель изучения дисциплины:

приобретение знаний о структуре, свойствах и принципах технологий получения неорганических стекол, о видах и роли компонентов, образующих конструкционные и оптические стекла, освоение теоретических и эмпирических подходов для анализа физико-химических процессов, происходящих при создании и переработке стекол, а также для оптимизации

технологических параметров формования и получения изделий с заданным уровнем свойств.

Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Семестр 1

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
Название раздела		
1	Классификация	Классификация неорганических стекол по химическому составу. Области применения стекла. Изделия конструкционной оптики. Классификация неорганических стекол и области их применения
2	Структура и свойства силикатного стекла.	Степень связанности кремнийкислородного каркаса. Координационное состояние ионов в стекле. Поляризация ионов и ее влияние на свойства стекла. Компактность упаковки ионов в структуре стекла.
3	Многокомпонентные стекла	Влияние щелочных и щелочно-земельных оксидов на свойства цветных и бесцветных стекол. Двухщелочной эффект. Влияние алюминия и бора на технологические и термические свойства стекла
4	Фосфатные стекла	Структура фосфатных стекол. Бор и алюминий в фосфатных системах. Особенности получения фосфатных стекол и области их применения.
5	Низкотемпературный синтез стекла	Особенности синтез методом золь-гель технологии. Синтез стекла методом осаждения. Перспективы метода.

Семестр 2

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
Название раздела		
1	Цветные	Красители для получения цветных стекол.

	термостойкие стекла	Стекла, окрашенные ионными красителями. Факторы, влияющие на цвет стекла. Изменение валентности красящих ионов при варке. Стекла, окрашенные молекулярными красителями. Стекла, окрашенные коллоидными красителями. Термообработка (наводка) стекол при получении цвета. Связь цветовой температуры источника и температуры эксплуатации со светотехническими характеристиками стекол.
2	Стеклокристаллические материалы, их свойства и применение	Теоретические основы получения стеклокристаллических материалов (ситаллов). Метастабильная ливкация. Направленная кристаллизация стекла. Факторы, определяющие рост кристаллов. Катализаторы кристаллизации и механизм их действия. Влияние термической обработки на кинетику кристаллизации стекол. Проектирование ситаллов с заданными свойствами.
3	Оптические стекла	Классификация оптических стекол, общая характеристика составов оптических стекол. Свойства стекол, используемых при конструировании оптических систем. Оптические постоянные стекла. Показатели качества оптического стекла.
4	Светотехническое стекло	Классификация светотехнических стекол и их характеристики (светопропускание, система координат цветности). Составы. Технология изготовления.

Семестр 3

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
	Название раздела	
1	Прочность стекла и методы	Высокопрочное и низкопрочное состояние стекла. Влияние структуры и дефектности на

	повышения прочности	прочность. Теоретическая и реальная прочность стекла. Факторы, влияющие на прочность стекла. Основные направления и способы упрочнения стекла.
2	Методы исследования стекла	Методы измерения напряжений. Методы исследования фазовых равновесий. Методы определения термических свойств стекла. Методы определения светотехнических характеристик стекла. Методы определения механических свойств.
3	Стекло в атомной технике	Радиационно-стойкие стекла. Стекло, чувствительное к радиации. Стекло, поглощающее излучение.
4	Стекло в авиационной технике	Стекло как конструкционный материал для авиационной техники

Контрольная работа - типовые задания (вопросы):

Задание 1

Высокопрочное и низкопрочное состояние стекла.

Влияние структуры и дефектности на прочность.

Теоретическая и реальная прочность стекла.

Задание 2

Красители для получения цветных стекол. Стекла, окрашенные ионными красителями. Факторы, влияющие на цвет стекла.

Изменение валентности красящих ионов при варке. Стекла, окрашенные молекулярными красителями. Стекла, окрашенные коллоидными красителями.

Задание 3

Степень связанности кремнийкислородного каркаса.

Координационное состояние ионов в стекле.

Поляризация ионов и ее влияние на свойства стекла.

Коллоквиум 1

1. Общие вопросы строения стекла и его свойства.
2. Стекло как конструкционный материал для авиационной техники.
3. Влияние структурных факторов на физико-химические свойства стекла.
4. Влияние состава на физико-химические свойства стекла.

5. Основы технологии стекла.

Коллоквиум 2

1. Методы измерения напряжений.
2. Методы исследования фазовых равновесий.
3. Методы определения термических свойств стекла.
4. Методы определения светотехнических характеристик стекла.
5. Методы определения механических свойств.

Вопросы к зачету

1. Классификация неорганических стекол по химическому составу.
2. Области применения стекла.
3. Изделия конструкционной оптики.
4. Координационное состояние ионов в силикатном стекле.
5. Компактность упаковки ионов в структуре стекла.
6. Влияние щелочных и щелочно-земельных оксидов на свойства цветных и бесцветных стекол.
7. Влияние алюминия и бора на технологические и термические свойства стекла
8. Структура фосфатных стекол. Особенности получения фосфатных стекол и области их применения.
9. Особенности синтеза методом золь-гель технологии.

Вопросы к экзамену

1. Цветные термостойкие стекла.
2. Стеклокристаллические материалы (ситаллы). Проектирование ситаллов с заданными свойствами.
3. Классификация оптических стекол, общая характеристика составов оптических стекол.
4. Показатели качества оптического стекла.
5. Классификация светотехнических стекол и их характеристики.
6. Технология изготовления светотехнических стекол.
7. Высокопрочное и низкопрочное состояние стекла. Основные направления и способы упрочнения стекла.
8. Методы измерения напряжений в стекле.
9. Методы исследования фазовых равновесий.

10. Методы определения термических свойств стекла.
11. Методы определения светотехнических характеристик стекла.
12. Радиационно-стойкие стекла.
13. Стекло как конструкционный материал для авиационной техники

Литература

а) основная учебная литература:

1. Михеев С.Б., Строганов Г.Б., Ромашин А.Г. Керамические и композиционные материалы в авиационной технике. – М.: «Альтекс», 2002, 276 с. (10 экз. в библи.)
2. З. Стриад. Стеклокристаллические материалы. М.: Стройиздат, 1998.
3. А.А.Аппен. Химия стекла. Л.: Химия, 1970.
4. Н.Н.Павлушкин. Основы технологии сплавов. М.: Стройиздат, 1979.
5. И.Коцик, И.Небржинский, И.Фандерлик. Окрашивание стекла. М.: Стройиздат, 1983.
6. Г.Роусон. Неорганические стеклообразующие системы. М.: Мир, 1970.
7. Физико-химические основы производства стекла. Под ред. Демкиной. Л.: Химия, 1976.

б) дополнительная учебная литература:

1. Технология стекла. под ред. И.И.Китайгородского М., Изд-во литературы по строительству, 1967.
2. Л.М.Бутт, В.В.Поляк «Технология стекла», М., Изд-во литературы по строительству, 1971.
3. Н.М.Павлушкин и др. «Практикум по технологии стекла и ситаллов», М., Изд-во литературы по строительству, 1970.
4. Г.И.Ибсен-Марведель «Виды брака в производстве стекла», Стройиздат, 1986.
5. И.А.Богуславский «Высокопрочные закаленные стекла», М, Стройиздат, 1969
6. «Физико-химические основы производства стекла» под ред. Демкиной, Л., «Химия», 1976
7. «Стекло», справочник под ред. Н.М.Павлушкина, М., Стройиздат, 1973
8. Конструкционная прочность стекол и ситаллов под ред. Г.С.Писаренко, Киев, «Наукова думка», 1979

МЕТОДЫ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ В МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ

Цель изучения дисциплины:

освоение понятий и методов статистического анализа, применения математических статистических методов в интерпретации и описании явлений в материалах, статистического контроля качества и моделирования производственных процессов.

Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
	Название раздела	
1.	Элементы теории вероятностей и математической статистики	<p>Основные понятия и законы теории вероятностей (повторение). Вероятность, случайная величина, дискретные и непрерывные распределения, функция распределения вероятностей, плотность распределения, основные виды распределений, правила вычисления вероятностей. Основные числовые характеристики случайных величин и их вычисление.</p> <p>Выборка, вариационный ряд, эмпирические законы распределения, гистограмма, полигон, эмпирические числовые характеристики, точечные и интервальные оценки неизвестных параметров, доверительные интервалы, доверительная вероятность.</p> <p>Виды статистических гипотез, ошибки первого и второго рода, уровень значимости, мощность статистического критерия. Методы и критерии проверки гипотез.</p>

		Параметрические и непараметрические критерии.
2.	Первичный описательный анализ данных	Подготовка и ввод исходных данных в программу Statistica, проверка данных на наличие выбросов, работа с выбросами и пропущенными данными. Расчет и интерпретация описательных статистик (среднее значение, дисперсия, стандартное отклонение, стандартная ошибка, квартиль, размах), статистические графики, корреляция Пирсона и Спирмена, регрессионные прямые, графики рассеяния, таблицы частот, таблицы сопряженности, ложные регрессии. Проверка данных о качестве на нормальность. Правила подгонки распределений.
3.	Методы выявления значимых факторов	Выявление факторов, оказывающие существенное влияние на качество продукции, алгоритм выбора нужной аналитической техники выявления значимых факторов. Т-критерий Стьюдента и его модификации для различных случаев, критерий Колмогорова-Смирнова, F-критерий Фишера, критерий χ^2 , ранговые критерии и медианный тест, конкордация Кенделла, критерий Краскелла-Уоллиса, U-критерий Манна-Уитни и другие непараметрические тесты. Однофакторный, двухфакторный и многофакторный дисперсионный анализ. Проведение дисперсионного анализа по имеющимся исходным данным. Методика построения функций, аппроксимирующих статистические зависимости между величинами. Схема проведения регрессионного анализа, построение прогноза и оценка значимости модели.
4.	Статистическое моделирование технологических	Контрольные карты Шухарта: их разновидность, основные характеристики, правила построения, анализ и автоматизация

	процессов	<p>построения по непрерывным и альтернативным признакам качества. Работа с контрольными картами в режиме реального времени, сбор и статистический анализ информации о причинах разладки производственного процесса с помощью критерия серий. Анализ Парето. Методология оценки пригодности и воспроизводимости производственных процессов. Методы построения моделей процессов, описывающих влияние параметров процесса на характеристики качества: многомерный регрессионный анализ, дискриминантный анализ, деревья классификации, кластерный и факторный анализы. Экспертное оценивание. Оценка качества измерительной системы (R&R анализ). Возможности автоматизации статистической обработки информации о процессе в масштабах предприятия.</p>
5.	Методы оптимизации технологии новых материалов	<p>Основные методы оптимизации технологических процессов. Классификация методов планирования эксперимента, 2-уровневые и 3-уровневые факторные планы. Значимые входные параметры процесса и оценка силы их влияния на контролируемые выходные характеристики. Типы оптимизационных технологических задач. Принципы работы с функцией желательности при решении задачи технологической оптимизации, способы выбора функции желательности. Поиск оптимальных уровней факторов. Функция потерь качества. Поверхности отклика. Анализ ошибок экспериментов. Использование подхода Тагути в многокритериальных задачах.</p>
6.	Основы теории надежности изделий из новых	<p>Понятия и определения теории надежности, показатели надежности, надежность восстанавливаемых и восстанавливаемых</p>

материалов	изделий. Оценка интенсивности отказов. Оценка показателей надежности и их точности для различных законов распределения. Последовательно-параллельные схемы расчета. Функция работоспособности изделия. Оценка вероятности безотказной работы и назначенного срока службы антенных обтекателей. Расчет элементов конструкции заданной надежности. Технологическая надежность. Испытания на надежность.
-------------------	---

Контрольная работа - типовые задания:

- Какова вероятность того, что число на вырванном наудачу листке нового календаря: а) кратно 5; б) равно 29, если в году 365 дней.
- На столе лежит 15 экзаменационных билетов с номерами 1, 2, ..., 15. Преподаватель наугад берёт 2 билета. Какова вероятность того, что они из первых четырёх?
- Станок-автомат штампует детали. Вероятность того, что изготовленная деталь окажется бракованной, равна 0,02. Пользуясь формулой Пуассона, найти вероятность того, что среди 100 деталей бракованных окажется не менее 2 и не более 4.
- Пусть

$$p(AB) = \frac{1}{4}, p(A) = \frac{1}{3} \text{ и } p(B) = \frac{1}{2}. \text{ Найти вероятность } p(A + B)$$

- Студент знает ответы на 15 экзаменационных билетов из 20. В каком случае он имеет большую вероятность сдать экзамен, если он идет отвечать первым или если – вторым?
- Функция распределения вероятностей непрерывной случайной величины X определяется формулой:

$$F(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x \leq 0, \\ ax^2, & \text{если } 0 < x \leq 3, \\ 1, & \text{если } x > 3. \end{cases}$$

Определить коэффициент a и плотность распределения вероятностей $f(x)$. Найти вероятность того, что величина X примет значение из интервала (1; 2).

7. Найти математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение случайной величины X , заданной таблицей распределения вероятностей:

x_i	2	3	6	7	8	10
p_i	0,1	0,2		0,2	0,15	0,1

До выполнения задания вычислить вероятность того, что случайная величина примет значение $x = 6$. Построить полигон накопленных частностей и гистограмму распределения. Найти математическое ожидание функции e^x .

8. Найти математическое ожидание, дисперсию, стандартное отклонение, коэффициент вариации, асимметрию и эксцесс Гамма-распределения.

9. Задана случайная величина $X \sim N(2,5; 4)$. Найти вероятность того, что X : а) примет значение, равное 2,75; б) попадет в интервал (3; 3,5).

10. Даны две выборки:

X : 2,5 3,6 2,4 2,8 4,0 3,9 3,2 2,4 3,1 2,3 4,1 2,9;

Y : 2,7 3,1 2,1 2,5 4,2 3,9 3,3 2,2 3,6 2,4.

Проверить гипотезу о равенстве дисперсий величин X и Y . Построить одностороннюю критическую область с уровнем значимости $\alpha = 0,05$.

11. Из полной игры лото наудачу извлекается один бочонок. На бочонке написаны числа от 1 до 90 включительно. Какова вероятность того, что на извлеченном бочонке написано: а) простое число; б) сумма цифр, составляющих число, равна 5.

12. Подбрасывают три игральные кости. Определить вероятность того, что сумма выпавших очков будет равна 14.

13. В продажу поступили телевизоры трех заводов. Продукция первого завода содержит 10% телевизоров со скрытым дефектом, второго – 8% и третьего – 6%. Приобретённый телевизор оказался без дефектов. Какова вероятность того, что этот телевизор был изготовлен на первом заводе, если в магазин поступило 40% телевизоров с первого завода, 25% – со второго и 35% – с третьего?

14. Пусть события A и B независимы. Докажите, что следующие пары событий тоже независимы: а) A и \bar{B} ; б) \bar{A} и B ; в) \bar{A} и \bar{B} .

15. Из полного набора костей домино наудачу выбрана одна кость, которая в игру не возвращается. Какова вероятность того, что наудачу выбранную вторую кость можно приставить к первой?

16. Задана плотность распределения вероятностей непрерывной случайной величины X :

$$f(x) = \begin{cases} a \cdot \sin x, & \text{если } 0 < x \leq \pi \\ 0, & \text{если } x \leq 0 \text{ или } x > \pi. \end{cases}$$

Определить коэффициент a и функцию распределения вероятностей величины X . Найти вероятность того, что величина X примет значение из интервала $(\pi/3; \pi/2)$.

Вопросы для коллоквиума

1. Сформулируйте классическое определение вероятности.
2. Что такое условная вероятность события?
3. Запишите формулу полной вероятности и формулу Байеса.
4. Какие события называют несовместными, независимыми?
5. Назовите правила вычисления вероятностей.
6. Какими способами можно задать дискретную случайную величину?
7. Перечислите характеристики рассеяния случайной величины.
8. Что такое мода и медиана и как они определяются?
9. Дайте определение начальных и центральных моментов случайной величины.
10. Что такое асимметрия и эксцесс закона распределения и как они определяются?
11. Что такое квантили и квартили закона распределения и как они определяются?
12. Сформулируйте центральную предельную теорему. Как практически используется центральная предельная теорема?
13. Перечислите основные задачи математической статистики.
14. Что называют выборкой случайной величины?
15. Перечислите виды вариационных рядов и поясните, чем они отличаются друг от друга.
16. Что такое размах выборки?
17. Как построить эмпирическую функцию распределения вероятностей?
18. Что такое полигон и что такое гистограмма эмпирического распределения?
19. Как построить эмпирическую плотность распределения вероятностей?
20. Как вычисляются эмпирические числовые характеристики случайных величин?
21. Какие оценки называют точечными оценками параметров?

22. Какие оценки называются несмещёнными, состоятельными, эффективными?
23. Перечислите методы получения оценок и поясните их смысл.
24. Что такое доверительный интервал и что такое доверительная вероятность?
25. Какие законы распределения применяются при построении доверительных интервалов для параметров нормально распределённой случайной величины?
26. Что называется статистической гипотезой?
27. Что такое нулевая и альтернативная гипотезы?
28. Что называется статистическим критерием и что такое мощность критерия?
29. Дайте определения ошибок первого и второго рода.
30. Что такое уровень значимости?
31. Что такое критическая область? Поясните, чем отличается односторонняя и двухсторонняя критические области.
32. Какие законы распределения можно применить для построения критической области в случае проверки гипотезы о математических ожиданиях?
33. Какой закон распределения применяется для построения критической области в случае проверки гипотезы о дисперсиях?
34. Какова основная идея критерия χ^2 -Пирсона проверки гипотез о законах распределения?
35. Какие есть критерии проверки данных на нормальности?
36. Назовите правила подгонки распределений.
37. Выполните подготовку и ввод исходных данных в программу Statistica.
38. Проверьте данные на наличие выбросов. Какова должна быть работа с выбросами и пропущенными данными?
39. Проведите расчет и описательных статистик – среднего значения, дисперсии, стандартного отклонения, стандартной ошибки, квартилей, размаха. Как их можно интерпретировать?
40. Какие Вы знаете виды статистических графиков?
41. Что такое корреляция Пирсона, Спирмена, Кендалла? Как они рассчитываются?
42. Какой первичный статистический анализ необходимо проводить с данными, записанными в номинальной шкале?

43. Каковы алгоритмы выбора нужной аналитической техники выявления значимых факторов, оказывающие существенное влияние на качество продукции?
44. В чем заключается Т-критерий Стьюдента и каковы его модификации для различных случаев?
45. Для проверки каких гипотез применяются критерий Колмогорова-Смирнова, F-критерий Фишера, критерий χ^2 , ранговые критерии и медианный тест, критерий Краскелла-Уоллиса, U-критерий Манна-Уитни?
46. Какие критерии называют непараметрическими? Приведите их примеры.
47. Что такое конкордация Кенделла?
48. Какую задачу решает дисперсионный анализ?
49. Как понимать термины «однофакторный анализ» и «многофакторный анализ»?
50. Что такое «план эксперимента» в дисперсионном анализе?
51. Какой критерий проверки гипотезы используется в дисперсионном анализе?
52. Что называется рассеиванием по фактору и остаточным рассеиванием?
53. Какую задачу решает регрессионный анализ?
54. Что называется аппроксимирующей или прогнозирующей функцией?
55. Что минимизируется в регрессионном анализе и по каким параметрам?
56. Что такое остаточная дисперсия, что она определяет?
57. Что называют «обобщённым коэффициентом корреляции»?
58. В каком случае можно ограничиться получением линейной аппроксимирующей функции при одномерном регрессионном анализе?
59. От каких параметров зависит линейная аппроксимирующая функция?
60. Как сократить число аргументов аппроксимирующей функции в многомерном линейном регрессионном анализе?
61. Что такое контрольные карты Шухарта? Какие разновидности контрольных карт Вы знаете?
62. Какова техника построения контрольных карт по непрерывным и альтернативным признакам качества?

63. Сбор и статистический анализ информации о причинах разладки производственного процесса с помощью критерия серий.
64. Дайте определение индексов пригодности и воспроизводимости производственных процессов.
65. В чем заключается анализ Парето?
66. Опишите методологию проведения дискриминантного анализа.
67. Что такое деревья классификации?
68. Суть кластерного и факторного анализов.
69. Как используется экспертное оценивание?
70. Как можно оценить качества измерительной системы?
71. Какие существуют возможности для автоматизации статистической обработки информации о технологическом процессе в масштабах предприятия?
72. Назовите основные методы оптимизации технологических процессов.
73. Дайте классификацию методов планирования эксперимента.
74. Чем отличаются 2-уровневые и 3-уровневые факторные планы?
75. Как оценить значимость входных параметров процесса и определить силу их влияния на контролируемые выходные характеристики?
76. Каковы типы оптимизационных технологических задач?
77. Что такое функция желательности? Каковы способы выбора функции желательности?
78. Поиск оптимальных уровней факторов.
79. Дайте определение функции потерь качества, поверхности отклика.
80. Как выполняется анализ ошибок экспериментов?
81. В чем заключается подход Тагути для решения многокритериальных задач?
82. Назовите основные понятия и определения теории надежности.
83. Дайте определения основных показателей надежностей.
84. Существуют ли ГОСТы по надежности и, если да, то назовите, какие Вы знаете.
85. Есть ли различие в надежности невосстанавливаемых и восстанавливаемых изделий?
86. Зависят ли используемые показатели надежности от

- функционального назначения изделия? Приведите примеры.
87. Какие методы используются для оценки показателей надежности и их точности для различных законов распределения?
 88. Приведите примеры последовательно-параллельных схем расчета надежности.
 89. Как строится функция работоспособности антенных обтекателей?
 90. Как оценить вероятность безотказной работы и назначенный срок службы антенных обтекателей?
 91. Назовите особенности расчета элементов конструкции заданной надежности.

Вопросы к зачету

Теоретическая часть

1. Основные числовые характеристики случайных величин и их вычисление.
2. Функция распределения вероятностей. Плотность распределения. Основные виды законов распределения. Свойства нормального закона распределения и функция Лапласа.
3. Эмпирические числовые характеристики, точечные и интервальные оценки неизвестных параметров, доверительные интервалы.
4. Виды статистических гипотез, ошибки первого и второго рода, Примеры критериев проверки гипотез и области их применения.
5. Алгоритм выбора нужной аналитической техники выявления значимых факторов. Т-критерий Стьюдента и его модификации для различных случаев.
6. Дисперсионный анализ. Методика построения функций, аппроксимирующих статистические зависимости между величинами.
7. Схема проведения регрессионного анализа, построение прогноза и оценка значимости модели.
8. Контрольные карты Шухарта: их разновидности и правила построения.
9. Оценки пригодности и воспроизводимости производственных процессов.

10. Классификация методов планирования эксперимента. Значимые входные параметры процесса и оценка силы их влияния на контролируемые выходные характеристики.
11. Подход Тагути и его использование в многокритериальных задачах.
12. Надежность невосстанавливаемых и восстанавливаемых изделий. Последовательно-параллельные схемы расчета.
13. Оценка показателей надежности и их точности для различных законов распределения.
14. Функция работоспособности антенных обтекателей. Оценка вероятности безотказной работы и назначенного срока службы.
15. Технологическая надежность. Испытания на надежность.

Практическая часть

1. Задан интервальный вариационный ряд случайной величины X (в первой строке – границы интервалов, во второй строке – число точек, попавших в данный интервал):

0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8
÷	÷	÷	÷	÷	÷	÷
0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2
2	5	8	14	16	10	8

Построить доверительный интервал с доверительной вероятностью $\gamma = 0,9$ для неизвестного математического ожидания случайной величины X .

2. Даны две выборки:

X : 2,5 3,6 2,4 2,8 4,0 3,9 3,2 2,4 3,1 2,3 4,1 2,9;

Y : 2,7 3,1 2,1 2,5 4,2 3,9 3,3 2,2 3,6 2,4.

По этим выборкам проверить гипотезу о том, что величины X и Y имеют одинаковые математические ожидания, если дисперсии величин одинаковы: $\sigma_X^2 = \sigma_Y^2 = \sigma^2$. Уровень значимости принять равным $\alpha = 0,05$.

3. Какова вероятность того, что кость, наудачу извлеченная из полного набора домино, имеет: а) сумму очков, равную 6; б) одно из двух очков равно 2.

4. Группа туристов из 12 человек разбилась на три равные по численности подгруппы. Найти вероятность того, что туристы А и Б попадут в одну подгруппу.

5. Доля изделий первого сорта в продукции завода составляет 70%. Какова вероятность того, что из отобранных 400 изделий окажется от 270 до 300 изделий первого сорта?

Пусть $p(A) = \frac{1}{2}$ и $p(B) = \frac{2}{3}$. Совместны ли события А и В?

6. В коробке имеются 2 красных, 3 синих и 2 зеленых карандаша. Из нее без возвращения вынимают один за другим по одному карандашу. Найти вероятность того, что красный карандаш появится раньше синего.

7. Функция распределения вероятностей непрерывной случайной величины X определяется формулой:

$$F(x) = \begin{cases} 0, & \text{если } x \leq 0, \\ 15x^a, & \text{если } 0 < x \leq 5, \\ 1, & \text{если } x > 5. \end{cases}$$

Определить коэффициент а и плотность распределения вероятностей f(x). Найти вероятность того, что величина X примет значение из интервала (1; 10).

8. Независимые случайные величины X и Y заданы следующими таблицами распределения:

x_j	-2	-1	0	1	2	3
p_i	0,1	0,1	0,25	0,35	0,15	0,05
y_j	-3	-1	0	1	2	
q_j	0,1	0,2	0,3	0,25	0,15	

Значения какой из этих случайных величин более рассеяны от их средних значений? Найти $M(X+Y)$ и $D(X+Y)$, а также математическое ожидание функции e^{X+Y} .

Найти математическое ожидание, дисперсию, стандартное отклонение, коэффициент вариации, асимметрию и эксцесс распределения Вейбулла.

9. Задана случайная величина $X \sim N(10; 4)$. Найти вероятность того, что X примет значение, равное 5. Найти медиану и моду X.

10. Найти математическое ожидание, дисперсию, стандартное отклонение, коэффициент вариации, асимметрию и эксцесс геометрического распределения.

11. Заданы две случайные величины $X \sim N(2; 0,5)$, $Y \sim N(1; 1,5)$. Найти вероятность того, что случайная величина X+Y попадет в интервал (0; 3).

12. Для оценки вероятности осуществления некоторого события А было произведено 50 последовательных независимых испытаний. В этих испытаниях событие А осуществилось 40 раз. Построить доверительный интервал для неизвестной вероятности события с доверительной вероятностью $\gamma = 0,9$. Воспользоваться тремя способами построения доверительного интервала.

13. Даны две выборки:

X: 0,5 0,6 1,4 0,8 1,0 1,8 0,2 0,4 0,1 0,3 1,1 0,9 0,7 0,2 1,2;

Y: 0,7 0,4 1,4 0,6 0,5 1,3 0,3 1,2 0,2 1,0.

По этим выборкам проверить гипотезу о том, что величины X и Y имеют одинаковые математические ожидания, если известны дисперсии величин: $\sigma_X^2 = 0,2$; $\sigma_Y^2 = 0,25$.
Уровень значимости принять равным $\alpha = 0,05$.

Литература

а) основная учебная литература:

1. Смирнов Н. В., Дунин-Барковский И. В. Курс теории вероятностей и математической статистики для технических приложений. – М.: Наука, 1969. – 512 С.
2. Айвазян С. А., Енюков И. С., Мешалкин Л. Д. Прикладная статистика: Основы моделирования и первичная обработка данных. Справочное изд. – М.: Финансы и статистика, 1983. – 471 С.
3. Митропольский А. К. Техника статистических вычислений. – М.: Наука, 1971. – 576 С.
4. Степнов М. Н. Статистические методы обработки результатов механических испытаний: Справочник. – М.: Машиностроение, 1985. – 232 С.
5. Антонов А. В., Чепурко В. А. Планирование эксперимента. Учебное пособие. – Обнинск: ИАТЭ, 1999. – 100 С.
6. Капур К., Ламберсон Л. Надежность и проектирование систем / Перевод с англ. Коваленко Е. Г. – М.: Мир, 1980. – 604 С.

б) дополнительная учебная литература:

1. Ивченко Г. И., Медведев Ю. И. Математическая статистика: Учебное пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 1984. – 248 С.
2. Математическая теория планирования эксперимента. / Под ред. Ермакова С. М. – М.: Наука, 1983. – 392 С.
3. Гнеденко Б. В., Беляев Ю. К., Соловьев А. Д. Математические методы в теории надежности. – М.: Наука, 1965. – 524 С.

МЕТОДЫ ПЛАНИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА ТЕХНОЛОГИЙ МАТЕРИАЛОВ

Цель изучения дисциплины:

- овладение базовыми знаниями методов планирования и анализа технологий материалов;
- получение навыков выполнения маркетинговых исследований и технико-экономических обоснований инновационных решений в профессиональной деятельности.

Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
	Методы планирования и анализа технологий материалов	
1	Введение	Роль разработки и производства материалов различного назначения в создании материально-технической базы страны и обеспечении научно-технического прогресса соответствующих отраслей промышленности. Специфика задач и

		<p>организации материаловедческих комплексов в атомной энергетике и авиационно-космической отрасли. Необходимость планирования и анализа традиционных и <u>новых технологических</u> процессов получения металлических и неметаллических материалов с заданными свойствами, включая их поведение в условиях экстремальных воздействий. Место курса в подготовке магистров-материаловедов.</p>
2	<p>Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов производства материалов.</p>	<p>Методы построения математических моделей технологического эксперимента. Основные понятия планирования эксперимента. Общие требования к плану эксперимента. Выделение факторов, существенно влияющих на ход технологического процесса. Методы экспериментальной оптимизации. Применение планирования эксперимента на примере исследования технологического процесса производства синтетического каучука.</p>
3	<p>Планирование и анализ маршрутной технологии изготовления материала.</p>	<p>Принципы разработки маршрутной технологии изготовления конкретного материала с учетом всех возможных переделов его производства. Техно-экономическое сравнение альтернативных способов получения одного вида материала. Анализ основных различий технологии металлических (включая изделия <u>порошковой металлургии</u>) и неметаллических материалов (таких как пластические массы, резины, силикатные стекла, ситаллы, керамика, композиты).</p>
4	<p>Анализ схемы современного металлургического производства.</p>	<p>Особенности и структура современного металлургического производства как сложного комплекса различных производств, базирующихся на месторождениях руд, коксующихся углей и энергетических</p>

		<p>мощностях. Организация, планирование и управление металлургического производства, его технико-экономический анализ с учётом основных и вспомогательных переделов. Мероприятия по увеличению производительности доменных, мартеновских и электрических печей, кислородных конверторов и других металлургических агрегатов. Прогрессивные способы получения чёрных и цветных металлов.</p>
5	<p>Технико-экономический анализ безотходных и ресурсосберегающих технологий в производстве материалов.</p>	<p>Основные направления в создании безотходных и малоотходных технологий (комплексное использование руд, материалов попутной добычи, отвалов; утилизация отходов коксохимических и металлургических производств, реализация замкнутых циклов с многократным использованием тех или иных веществ). Методы, способствующие рафинированию металла от вредных примесей и удалению золы кокса. Анализ экономической и экологической эффективности существующих и перспективных технологий материалов.</p>
6	<p>Инновационный менеджмент на предприятиях по производству материалов.</p>	<p>Новации в технологии материалов. Виды их оформления. Инновации как конечный результат внедрения новации (с момента технологического освоения производства до масштабного распространения с целью получения определённого эффекта). Особенности инноваций в технологии материалов. Примеры инноваций в материаловедении (нанотехнологии, дизайн материалов, материалы в условиях экстремальных воздействий, биоматериалы, сверхпроводящие, интеллектуальные и другие материалы). Анализ существующего опыта внедрения материаловедческих новаций в атомной энергетике и промышленности, в авиационно-космической</p>

		отрасли.
7	Маркетинговые исследования в технологии материалов.	Структура и функции маркетинга на предприятии по производству материалов. Реализация классической формулы маркетингового комплекса (цена, продукт, размещение, продвижение) и её последующих вариантов в технологии материалов. Разработка маркетинговой программы. Кампании (рекламные и др.) по продвижению на рынок определённой технологии или готового материала.
8	Анализ эволюционных возможностей в материаловедении	Разработка новых неметаллических материалов и увеличение их доли на рынке. Создание и внедрение уникальных наноструктурированных, био- и фармацевтических материалов. Широкое распространение ВТСП материалов. Разработка инновационных материалов для удовлетворения перспективных потребностей атомной, термоядерной (включая использование лунного гелия), солнечной и других альтернативных энергетик, авиационной и космической промышленности, электроники и телекоммуникаций.

Контрольная работа 1 - Планирование и анализ технологических процессов производства материалов

1. Роль разработки и производства материалов различного назначения в создании материально-технической базы страны и обеспечении научно-технического прогресса соответствующих отраслей промышленности.
2. Специфика задач и организации материаловедческого комплекса в атомной энергетике и промышленности.
3. Специфика задач и организации материаловедческих комплексов в авиационной и космической отраслях.
4. Поясните необходимость планирования и анализа традиционных и новых технологических процессов получения металлических и неметаллических материалов с

заданными свойствами, включая их поведение в условиях экстремальных воздействий.

5. Перечислите основные методы построения математических моделей технологического эксперимента.
6. Основные понятия планирования эксперимента.
7. Сформулируйте общие требования к плану эксперимента.
8. Опишите методику выделения факторов, существенно влияющих на ход технологического процесса.
9. Перечислите основные методы экспериментальной оптимизации.
10. Разберите пример планирования эксперимента для случая исследования технологического процесса производства синтетического каучука.
11. Изложите принципы разработки маршрутной технологии изготовления конкретного материала с учетом всех возможных переделов его производства.
12. Проведите технико-экономическое сравнение альтернативных способов получения циркония.
13. Проанализируйте основные различия технологии металлических и неметаллических материалов.
14. Особенности и структура современного металлургического производства.
15. Организация, планирование и управление металлургического производства.
16. Опишите основные этапы технико-экономического анализа металлургического производства с учётом основных и вспомогательных переделов.
17. Перечислите возможные мероприятия по увеличению производительности доменных и мартеновских печей.
18. Прогрессивные способы получения чёрных металлов.
19. Прогрессивные способы получения цветных металлов.

Контрольная работа 2 - Технико-экономический анализ, инновационный менеджмент и маркетинг в технологии материалов

1. Основные направления в создании безотходных и малоотходных технологий материалов.
2. Опишите основные методы, способствующие рафинированию металла от вредных примесей и удалению золы кокса.

3. Опишите основные этапы анализа экологической эффективности технологий материалов.
4. Опишите основные этапы анализа экономической эффективности технологий материалов.
5. Новации в технологии материалов и виды их оформления.
6. Опишите основные этапы внедрения новации с момента технологического освоения производства до масштабного распространения с целью получения определённого эффекта.
7. Особенности инноваций в технологии материалов.
8. Приведите пример инновации в технологии материалов и опишите этапы её реализации.
9. Проанализируйте опыт внедрения материаловедческих новаций в атомной энергетике и промышленности.
10. Проанализируйте опыт внедрения материаловедческих новаций в авиационно-космической отрасли.
11. Опишите структуру и функции маркетинга на предприятии по производству материалов.
12. Реализация классической формулы маркетингового комплекса (цена, продукт, размещение, продвижение) и её последующих вариантов в технологии материалов.
13. Перечислите основные этапы разработки маркетинговой программы.
14. Опишите основные стадии организации кампании по продвижению на рынок определённой технологии или готового материала.
15. Охарактеризуйте причины разработки новых неметаллических материалов и увеличение их доли на рынке.
16. Поясните необходимость создания и внедрения уникальных наноструктурированных, био- и фармацевтических материалов.
17. Сформулируйте причины недостаточно широкого распространения ВТСП материалов в настоящее время.
18. Опишите основные факторы, обуславливающие необходимость разработки инновационных материалов для удовлетворения перспективных потребностей атомной, термоядерной, солнечной и других альтернативных энергетик.
19. Опишите основные факторы, обуславливающие необходимость разработки инновационных материалов для удовлетворения перспективных потребностей авиационной и

космической промышленности, электроники и телекоммуникаций.

Вопросы к зачету

1. Роль разработки и производства материалов различного назначения в создании материально-технической базы страны и обеспечении научно-технического прогресса соответствующих отраслей промышленности.
2. Специфика задач и организации материаловедческого комплекса в атомной энергетике и промышленности.
3. Специфика задач и организации материаловедческих комплексов в авиационной и космической отраслях.
4. Поясните необходимость планирования и анализа традиционных и новых технологических процессов получения металлических и неметаллических материалов с заданными свойствами, включая их поведение в условиях экстремальных воздействий.
5. Перечислите основные методы построения математических моделей технологического эксперимента.
6. Основные понятия планирования эксперимента.
7. Сформулируйте общие требования к плану эксперимента.
8. Опишите методику выделения факторов, существенно влияющих на ход технологического процесса.
9. Перечислите основные методы экспериментальной оптимизации.
10. Разберите пример планирования эксперимента для случая исследования технологического процесса производства синтетического каучука.
11. Изложите принципы разработки маршрутной технологии изготовления конкретного материала с учетом всех возможных переделов его производства.
12. Проведите технико-экономическое сравнение альтернативных способов получения циркония.
13. Проанализируйте основные различия технологии металлических и неметаллических материалов.
14. Особенности и структура современного металлургического производства.
15. Организация, планирование и управление металлургического производства.

16. Опишите основные этапы технико-экономического анализа металлургического производства с учётом основных и вспомогательных переделов.
17. Перечислите возможные мероприятия по увеличению производительности доменных и мартеновских печей.
18. Прогрессивные способы получения чёрных металлов.
19. Прогрессивные способы получения цветных металлов.
20. Основные направления в создании безотходных и малоотходных технологий материалов.
21. Опишите основные методы, способствующие рафинированию металла от вредных примесей и удалению золы кокса.
22. Опишите основные этапы анализа экономической эффективности технологий материалов.
23. Опишите основные этапы анализа экологической эффективности технологий материалов.
24. Новации в технологии материалов и виды их оформления.
25. Опишите основные этапы внедрения новации с момента технологического освоения производства до масштабного распространения с целью получения определённого эффекта.
26. Особенности инноваций в технологии материалов.
27. Приведите пример инновации в технологии материалов и опишите этапы её реализации.
28. Проанализируйте опыт внедрения материаловедческих новаций в атомной энергетике и промышленности.
29. Проанализируйте опыт внедрения материаловедческих новаций в авиационно-космической отрасли.
30. Опишите структуру и функции маркетинга на предприятии по производству материалов.
31. Реализация классической формулы маркетингового комплекса (цена, продукт, размещение, продвижение) и её последующих вариантов в технологии материалов.
32. Перечислите основные этапы разработки маркетинговой программы.
33. Опишите основные стадии организации кампании по продвижению на рынок определённой технологии или готового материала.
34. Охарактеризуйте причины разработки новых неметаллических материалов и увеличения их доли на рынке.

35. Поясните необходимость создания и внедрения уникальных наноструктурированных, био- и фармацевтических материалов.
36. Сформулируйте причины недостаточно широкого распространения ВТСП материалов в настоящее время.
37. Опишите основные факторы, обуславливающие необходимость разработки инновационных материалов для удовлетворения перспективных потребностей атомной, термоядерной, солнечной и других альтернативных энергетик.
38. Опишите основные факторы, обуславливающие необходимость разработки инновационных материалов для удовлетворения перспективных потребностей авиационной и космической промышленности, электроники и телекоммуникаций.

Литература

а) основная учебная литература:

1. Физическое материаловедение: Учебник для вузов: в 7 т. /Под общей ред. Б.А. Калина. Том 5. Материалы с заданными свойствами. /М.И.Адамов, М.А. Бурлакова, Г.Н. Елманов,Б.А. Калинин и др. . – М.: МИФИ, 2012. -700с.. Том 6. Конструкционные материалы ядерной техники. /Б, А. Калинин, П.А. Платонов, Ю.В. Тузов, И.И. Чернов, Я. И. Штромбах. – М.: МИФИ, 2012. -736с. Том 7. Ядерные топливные материалы./ В.Г. Баранов, Ю.Г. Годин, А.В. Тенишев, А.В. Хлунов, В.В. Новиков. – М.: МИФИ, 2012. – 640 с. (50 экз).
2. О.С.Виханский, А.И. Наумов. Маркетинг. Ред.Л.А, Данченек. М.:Юрайт, 2015.- 484с.
3. А.Р. Радионов, Р.А. Радионов. Менеджмент: нормирование и управление производственными запасами и оборотными средствами предприятия. Уч. Пос. /- М.: Экономика, 2005, - 614с.
4. Ю.М. Лахтин, В.П. Леонтьева. Материаловедение. -М.: Альянс, 2013.-528с.
5. А.Ф. Николаев, В.К. Крыжановский, В.В. Бурлов и др. Технология полимерных материалов. Учеб. Пос. Под общ. ред. В.К. Крыжановского. – СПб.: Профессия, 2008.-544с.

б) дополнительная учебная литература:

1. Ю.П. Романтеев, В.П.Быстров. Металлургия тяжёлых цветных металлов. Свинец, Цинк.Кадмий.-М.: МИСиС, 2010. – 575с.
2. М.Л. Кербер, В.М. Виноградов, Г.С. Головкин и др. Под ред. Берлинеа. Полимерные композиционные материалы: свойства, технологии. Учеб. Пос. – СПб. ; Профессия, 2008, -560с.
3. Гуляев А.П., Гуляев А.А. Металловедение. Учебник для вузов. М.: ИД Альянс, 2012. - 644с.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. <http://supermetalloved.narod.ru>
2. http://www.nanometer.ru/library_list.html - Библиотека материаловедения
3. <http://www.iumrshq.org> - Международный союз материаловедов (IUMRS)
4. http://www.nait.ru/journals/index.php?p_journal_id=2 – Издательство «Наука и технологии», ежемесячный научно-технический журнал «Материаловедение»
5. Технология материалов. Электронный научный журнал, публикующий материалы по техническим наукам. Входит в систему РИНЦ. Доступен полнотекстовый архив вып. 1 (т. 1-3) за 2012 год:
6. <http://technology-of-materials.ingnpublishing.com>
7. Физика и химия новых материалов. Электронное научное издание Мордовского государственного университета им. Н. П. Огарева. Основные тематические направления журнала: физика; химия; материаловедение и технология конструкционных материалов. Доступен полнотекстовый архив с 2007 по 2011 год: <http://phch.mrsu.ru/>
8. Chemistry and Materials Research. Журнал на английском языке Международного института по науке, технологиям и образованию (International Institute for Science, Technology and Education) (США, Великобритания, Гонконг). Публикует оригинальные статьи, касающиеся вопросов химии и материаловедения. Доступен полнотекстовый архив с 2011 года: <http://www.iiste.org/Journals/index.php/CMR/issue/archive>
9. <http://elibrary.ru/issues.asp?id=8592> – Научная электронная библиотека. Журнал «Вопросы материаловедения»

10. <http://materiall.ru/> - все о материалах и материаловедении
11. Полимерные композиционные материалы (полимерные композиты, ПКМ) - <http://p-km.ru/>
12. <https://books.google.ru/books?isbn=5276016410> – Б.Б. Бобович. Неметаллические конструкционные материалы: учебное пособие. – М.: МГИУ, 2009. – 384 с.
13. <http://www.techlibrary.ru/> - электронная библиотека
14. <http://www.nehudlit.ru/> - электронная библиотека
https://mipt.ru/education/chairs/theor.../sky_shell-arph803teh.pdf
15. <http://www.mospatent.ru/ru/ip.htm>
16. Черный А.А. Интеллектуальная собственность и ее защита (Патентные права): Учебное пособие - <http://window.edu.ru/resource/474/66474>