МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Физический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ФИЗИКА И ТЕХНОЛОГИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ И НАНОКОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Кафедра ***«Инженерная физика»***

Образовательная программа
11.04.04- Электроника и наноэлектроника

Профиль подготовки:
Физика полупроводников и диэлектриков

Уровень высшего образования
Магистратура

Форма обучения:
Очная

Статус дисциплины:
Вариативная

Махачкала 2018

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.04.04- Электроника и наноэлектроника, профиль подготовки: физика полупроводников и диэлектриков (уровень: магистратуры) – Приказ Минобрнауки России от 30.10.2014 № 1407.

Разработчик(и): _*Шабанов Ш.Ш. – к.т.н., доцент кафедрыИФ*____

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры _*Инженерная физика*_ от «_25_» _06__ 20*18* г., протокол № _*1а*_

Зав. кафедрой _____ Садыков С.А.

на заседании Методической комиссии _*физического*_ факультета от «_29_» __06_____2018 г., протокол №_11_.

Председатель _____ Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «_02_» _07_____2018 г. _____

(подпись)

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «*Физика и технология керамических и композиционных материалов»* входит в вариативную часть образовательной программы магистратуры по направлению (специальности) 11.04.04 – *Электроника и наноэлектроника*. Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой *Инженерная физика*.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с теоретическими основами физики спекания и их свойствами.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общепрофессиональных - *ОПК-2* профессиональных - *ПК-1, ПК-2, ПК-9*.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: *лекции, практические занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа студентов*.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме *коллоквиума, контрольной работы* и промежуточный контроль в форме *зачета, экзамена*.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме: индивидуальное собеседование, тестирование, письменные контрольные задания и промежуточный контроль в форме зачёта.

Объем дисциплины 4 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Семестр	Учебные занятия								Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен
	в том числе:								
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем						СРС, в том числе экзамен	
		всего	из них						
			Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации		
9	144	56	14	24	18			88	зачет

1. Цели освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины *«Физика и технология керамических и нанокомпозиционных материалов»* состоит в формировании систематических знаний фундаментальных принципов, определяющих физическо-химические процессы при спекании порошкообразных формованных тел, а также в изучении явлений и процессов фазообразования и структуры керамических материалов, использующихся при разработке новых технологий получения материалов с улучшенными свойствами для микро и наноэлектроники.

2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина «Физика и технология керамических и нанокомпозиционных материалов» в структуре ОПОП ВО входит в вариативную часть образовательной программы магистратуры по направлению (специальности) 11.04.04 – *Электроника и наноэлектроника*.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения) .

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ОПК-2	способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры	**Знать:** • основные технологические методы получения керамических и композиционных материалов; • терминологию, основные понятия и определения; • особенности строения керамических материалов, зависимость их свойств от строения и состава; • физическую сущность явлений, происходящих в материалах в условиях внешних воздействий и эксплуатации. **Уметь:** • оценивать свойства материалов как результат последовательности состав материала – структура – дисперсность – свойства – области применения; • вести научно-исследовательскую деятельность в области механики композиционных материалов с

		использованием современных математических моделей и методов; • выбирать методы и средства решения конкретных задач, использовать для их решения физических измерительных приборов и приемов. • анализировать, систематизировать и обобщать научно-техническую информацию в области современного материаловедения; • самостоятельно изучать и понимать специальную научную и методическую литературу, связанную с проблемами физики полупроводников и диэлектриков, физики систем пониженной размерности; **Владеть:** • основами теоретических знаний для решения практических задач как в области физики керамических и композиционных материалов; • методологией теоретических и экспериментальных исследований в области физики керамических и композиционных материалов; • методами количественного формулирования и решения практических задач по физике керамических и композиционных материалов.
ПК-1	готовностью формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и	**Знать:** • требования к оформлению результатов выполненной работы; • методы статистической обработки и определения погрешности измерений физических величин; • пакеты программ по графическому представлению результатов выполненной работы. **Уметь:** • описывать, качественно и количественно объяснять

	техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	результаты выполненной исследовательской работы по физике керамических и композиционных материалов; • применять методы моделирования физические процессы спекания в керамических материалах с использованием методов вычислительной физики; • оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы; • аргументированно защищать результаты выполненной работы **Владеть:** • навыками оформления полученных данных в виде таблиц, рисунков и т.д. • навыками представления итогов в виде отчетов, оформленных в соответствии с имеющимися требованиями; • навыками подготовки презентаций по результатам выполненной работы.
ПК-2	способностью разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию	**Знать:** • основные направления и тенденции развития современной микро- и наноэлектроники; • материаловедческие проблемы электроники и наноэлектроники; • современные технологии получения керамических и композиционных материалов; • технологические возможности перспективных методов получения керамических материалов и композитовструктур; **Уметь:** • использовать информационные источники для получения новых знаний о свойствах и области применения керамических материалов и композитов в электронике и наноэлектронике;

		• формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития твердотельной электроники и наноэлектроники; • выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач; • оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы; • аргументированно защищать результаты выполненной работы **Владеть:** • опытом выявления сути материаловедческих проблем твердотельной электроники, конкретизации целей и задач исследований объектов; • методами экспериментальных исследований свойств керамических материалов и композитов на современном инновационном оборудовании; • навыками анализа и обработки результатов исследований на основе теоретических представлений в области физики керамических материалов и композита;
ПК-9	способностью разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями;	**Знать:** • основные технологические методы получения керамических и композиционных материалов; • терминологию, основные понятия и определения; • особенности строения керамических материалов, зависимость их свойств от строения и состава; • физическую сущность явлений, происходящих в материалах в условиях внешних воздействий и эксплуатации. **Уметь:**

		• Разрабатывать проектно-конструкторскую дакументацию • вести научно-исследовательскую деятельность в области механики композиционных материалов с использованием современных математических моделей и методов; • выбирать методы и средства решения конкретных задач, использовать для их решения физических измерительных приборов и приемов. • анализировать, систематизировать и обобщать научно-техническую информацию в области современного материаловедения; • самостоятельно изучать и понимать специальную научную и методическую литературу, связанную с проблемами физики полупроводников и диэлектриков, физики систем пониженной размерности; **Владеть:** • основами теоретических знаний для решения практических задач как в области физики керамических и композиционных материалов; • методологией теоретических и экспериментальных исследований в области физики керамических и композиционных материалов; • методами количественного формулирования и решения практических задач по физике керамических и композиционных материалов.

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет **4** зачетных единиц, **144** академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости *(по неделям семестра)* Форма промежуточной аттестации *(по семестрам)*
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самост. раб.		
	Модуль 1.								
1	Введение Волокна и границы раздела волокно-матрица	9		2	2	4		12	Текущий контроль: 2 коллоквиума и модульные контрольные; Итоговая аттестация: зачет
2	Композиты с керамической матрицей			2	2	4		12	
	Итого по модулю 1:			**4**	**4**	8		**24**	
	Модуль 2								
3	Жесткость и прочность			2	2	4		12	
4	Микромеханизмы разрушения			2	4	4		12	
	Итого по модулю 2:			**4**	**6**	**8**		**24**	
	Модуль 3.								
5	Композиты армированные короткими волокнами			2	2	2		12	
6	Механика разрушения			2	2	2		12	
	Итого по модулю 3:			**4**	**4**	**4**		**24**	
	Модуль 4.								
7	Методы неразрушающего контроля			1	2	2		8	
8	Влияние окружающей среды и усталость			1	2	2		8	
	Итого по модулю 4:			**2**	**4**	**4**		**16**	
	ИТОГО: 216			**14**	**18**	**24**		**88**	

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

Модуль 1

Тема 1. Введение.Волокна и границы раздела волокно-матрица

Натуральные и искусственные волокна. Искусственные органические волокна. Арамидные и полиэтиловые. Искусственные неорганические волокна. Стеклянные волокна, волокна окиси алюминия, борные волокна, углеродные волокна, волокна на основе кремния. Частица и усы. Граница раздела. Смачиваемость. Межфазная связь. Методы измерения адгезионной прочности.

Тема 2. Композиты с керомической матрицей

Блочные керамики. Технические керамики. Стекла. Стеклокерамика. Технология получения композитов. Прессование смеси. Формование из раствора. Жидкофазная технология. Золь-гель технология. Осаждение из газовой фазы. Свойства композитов. Композиты с матрицей окиси алюминия. Композиты со стеклокерамическими матрицами. Углерод-углеродные композиты.

Модуль 2

Тема 3. Жесткость и прочность

Нагрузки и деформации. Связь напряжения и деформации. Напряжения и деформации. Изгиб пластин. Изотропные материалы. Главные напряжения и деформация. Тонкостенные цилиндры и сферы. Критерий разрушения.

Тема 4. Микромеханизмы разрушения

Микромеханические модели. Модели микроструктуры (продольная прочность, поперечная прочность, Модуль сдвига, Коэффициент Пуассона). Моделирование прочности.

Модуль 3

Тема 5. Композиты армированные короткими волокнами

Преимущества коротковолокнистых композитов. Длина волокон. Ориентация волокон. Распределение напряжения в волокнах. Критическая длина волокон. Жесткость и прочность волокон.

Тема 6. Механика разрушения

Энергетический анализ. Концентрация напряжений. Дополнительные параметры, характеризующие вязкость разрушения. Инициация разрушения. Удар. Медленный рост трещин. Механизмы диссипации энергии.

Модуль 4

Тема 7. Методы неразрушающего контроля

Ультразвуковые методы. Рентгенография. Вибрационные методы. Тепловые методы и акустическая эмиссия.

Тема 8. Влияние окружающей среды и усталость

Методы испытаний. Однонаправленные композиты. Многослойные ламинаты. Влияние частоты. Влияние ультрафиолета и кислот. Влагопоглощение.

4.3.1. Содержание лекционных занятий

модуль	Содержание темы
1.	***Лекция 1.*** Введение.Волокна и границы раздела волокно-матрица Натуральные и искусственные волокна. Искусственные органические волокна. Арамидные и полиэтиловые. Искусственные неорганические волокна. Стеклянные волокна, волокна окиси алюминия, борные волокна, углеродные волокна, волокна на основе кремния. Частица и усы. Граница раздела. Смачиваемость. Межфазная связь. Методы измерения адгезионной прочности. ***Лекция 2.*** Композиты с керомической матрицей Блочные керамики. Технические керамики. Стекла. Стеклокерамика. Технология получения композитов. Прессование смеси. Формование из раствора. Жидкофазная технология. Золь-гель технология. Осаждение из газовой фазы. Свойства композитов. Композиты с матрицей окиси алюминия. Композиты со стеклокерамическими матрицами. Углерод-углеродные композиты.
2.	***Лекция 3.*** Жесткость и прочность Нагрузки и деформации. Связь напряжения и деформации. Напряжения и деформации. Изгиб пластин. Изотропные материалы. Главные напряжения и деформация. Тонкостенные цилиндры и сферы. Критерий разрушения. ***Лекция 4.*** Микромеханизмы разрушения Микромеханические модели. Модели микроструктуры (продольная прочность, поперечная прочность, Модуль сдвига, Коэффициент Пуассона). Моделирование прочности.
3.	***Лекция 5.*** Композиты армированные короткими волокнами Преимущества коротковолокнистых композитов. Длина волокон. Ориентация волокон. Распределение напряжения в волокнах. Критическая длина волокон. Жесткость и прочность волокон. ***Лекция 6.*** Механика разрушения Энергетический анализ. Концентрация напряжений. Дополнительные параметры, характеризующие вязкость разрушения. Инициация разрушения. Удар. Медленный рост трещин. Механизмы диссипации энергии.
4.	***Лекция 7.*** Методы неразрушающего контроля Ультразвуковые методы. Рентгенография. Вибрационные методы. Тепловые методы и акустическая эмиссия.

4.3.2. Темы семинарских и практических занятий

1. Искусственные органические волокна. Арамидные и полиэтиловые.
2. Искусственные неорганические волокна. Стеклянные волокна, волокна окиси алюминия, борные волокна, углеродные волокна, волокна на основе кремния.
3. Частица и усы
4. Блочные керамики. Технические керамики. Стекла. Стеклокерамика
5. Жидкофазная технология. Золь-гель технология. Осаждение из газовой фазы
6. Изгиб пластин. Изотропные материалы.
7. Главные напряжения и деформация. Критерий разрушения**.**
8. Дополнительные параметры, характеризующие вязкость разрушения.
9. Искривление фронта трещины. Отклонение плоскости трещины.
10. Акустическая эмиссия.

4.3.3. Темы самостоятельной работы

1. Методы определения плотности, пористости и водопоглощения.
2. Сидиментационный анализ.
3. Технологии получения керамических материалов.
4. Методы определения упругих характеристик керамических материалов и композитов.
5. Теплофизические свойства.
6. Методики определения теплопроводности и коэффициента термического расширения керамических и композиционных материалов.
7. Электрофизические свойства. Диэлектрическая проницаемость.
8. Методики определения элетропроволности керамических материалов.
9. Структура керамических и композиционных материалов.
10. Фазообразование в керамике.
11. Эволюция микроструктуры при высокотемпературной обработке.
12. Механохимические эффекты.
13. Прочностные свойства керамических материалов.

4.3.4. Темы лабораторных работ

1. Зерновой состав и площадь удельной поверхности порошков
2. Правила отбора средней пробы материалов и изделий.
3. Основные свойства сырьевых материалов.
4. Зерновой состав и характеристика дисперсности материалов.
5. Плотность, пористость, водопоглощение.
6. Предел прочности при сжатии.
7. Предел прочности при растяжении.
8. Предел прочности при изгибе.
9. Коэффициент интенсивности напряжения.
10. Твердость.
11. Износостойкость.
12. Теплопроводность и температуропроводность.
13. Термическое расширение.

5. Образовательные технологии

Основными видами образовательных технологий с применением, как правило, компьютерных и технических средств, учебного и научного оборудования являются:

- Информационные технологии.
- Проблемное обучение.
- Индивидуальное обучение.
- Междисциплинарное обучение.

- Опережающая самостоятельная работа.

Для достижения определенных компетенций используются следующие формы организации учебного процесса: лекция (информационная, проблемная, лекция-визуализация, лекция-консультация и др.), практическое занятие, лабораторные занятия, семинарские занятия, самостоятельная работа, консультация. Допускаются комбинированные формы проведения занятий, такие как лекционно-практические занятия.

Преподаватель самостоятельно выбирают наиболее подходящие методы и формы проведения занятий из числа рекомендованных и согласуют выбор с кафедрой.

Реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий и организации внеаудиторной работы (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбора конкретных ситуаций, психологических и иных тренингов) с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Интерактивное обучение – метод, в котором реализуется постоянный мониторинг освоения образовательной программы, целенаправленный текущий контроль и взаимодействие (интерактивность) преподавателя и студента в течение всего процесса обучения.

Самостоятельная работа организована в соответствие с технологией проблемного обучения и предполагает следующие формы активности:

- самостоятельная проработка учебно-проблемных задач, выполняемая с привлечением основной и дополнительной литературы;
- поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ключевых особенностей.

Основные аспекты применяемой технологии проблемного обучения:

- постановка проблемных задач отвечает целям освоения дисциплины «Физика конденсированного состояния» и формирует необходимые компетенции;
- решаемые проблемные задачи стимулируют познавательную деятельность и научно-исследовательскую активность студентов.

По лекционному материалу подготовлено учебное пособие, конспекты лекций в электронной форме и на бумажном носителе, большая часть теоретического материала излагается с применением слайдов (презентаций) в программе **Power Point**, а также с использованием интерактивных досок.

Обучающие и контролирующие модули внедрены в учебный процесс и размещены на Образовательном сервере Даггосуниверситета (http://edu.icc.dgu.ru), к которым студенты имеют свободный доступ.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студентов реализуется в виде:

- подготовки к контрольным работам;
- подготовки к семинарским занятиям;
- выполнения индивидуальных заданий по основным темам дисциплины;
- написание рефератов по проблемам дисциплины "Физика и технология керамических и композиционных материалов".

7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в

описании образовательной программы.

Код и наименование компетенции из ФГОС ВО	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОПК-2 способностью использовать результаты освоения дисциплин программы магистратуры		**Знать:** основные технологические методы получения керамических и композиционных материалов; терминологию, основные понятия и определения; особенности строения керамических материалов, зависимость их свойств от строения и состава; физическую сущность явлений, происходящих в материалах в условиях внешних воздействий и эксплуатации. **Уметь:** - оценивать свойства материалов как результат последовательности состав материала – структура – дисперсность – свойства – области применения; - вести научно-исследовательскую деятельность в области механики композиционных материалов с использованием	Устный опрос, письменный опрос

		современных математических моделей и методов; - выбирать методы и средства решения конкретных задач, использовать для их решения физических измерительных приборов и приемов. - анализировать, систематизировать и обобщать научно-техническую информацию в области современного материаловедения; - самостоятельно изучать и понимать специальную научную и методическую литературу, связанную с проблемами физики полупроводников и диэлектриков, физики систем пониженной размерности; **Владеть:** - основами теоретических знаний для решения практических задач как в области физики керамических и композиционных материалов; методологией теоретических и экспериментальных исследований в области физики керамических и композиционных материалов; методами	

		количественного формулирования и решения практических задач по физике керамических и композиционных материалов.	
ПК-1 готовностью формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач		**Знать:** • требования к оформлению результатов выполненной работы; • методы статистической обработки и определения погрешности измерений физических величин; • пакеты программ по графическому представлению результатов выполненной работы. **Уметь:** • описывать, качественно и количественно объяснять результаты выполненной исследовательской работы по физике керамических и композиционных материалов;	Письменный опрос

		• применять методы моделирования физические процессы спекания в керамических материалах с использованием методов вычислительной физики; • оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы; • аргументированно защищать результаты выполненной работы **Владеть:** • навыками оформления полученных данных в виде таблиц, рисунков и т.д. • навыками представления итогов в виде отчетов, оформленных в соответствии с имеющимися требованиями; навыками подготовки презентаций по результатам выполненной работы.	

ПК-2 готовностью формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач		**Знать:** • основные направления и тенденции развития современной микро- и наноэлектроники; • материаловедческие проблемы электроники и наноэлектроники; • современные технологии получения керамических и композиционных материалов; • технологические возможности перспективных методов получения керамических материалов и композитовструктур; **Уметь:** • использовать информационные источники для получения новых знаний о свойствах и области применения керамических материалов и композитов в электронике и наноэлектронике; • формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и	Письменный опрос
ПК-2 способностью разрабатывать эффективные алгоритмы решения сформулированных задач с использованием современных языков программирования и обеспечивать их программную реализацию			Круглый стол

		перспективами развития твердотельной электроники и наноэлектроники; • выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач; • оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы; • аргументированно защищать результаты выполненной работы **Владеть:** • опытом выявления сути материаловедческих проблем твердотельной электроники, конкретизации целей и задач исследований объектов; • методами экспериментальных исследований свойств керамических материалов и композитов на современном инновационном оборудовании; навыками анализа и	

		обработки результатов исследований на основе теоретических представлений в области физики керамических материалов и композита;	
ПК-9 способностью разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с методическими и нормативными требованиями;		**Знать:** • основные технологические методы получения керамических и композиционных материалов; • терминологию, основные понятия и определения; • особенности строения керамических материалов, зависимость их свойств от строения и состава; • физическую сущность явлений, происходящих в материалах в условиях внешних воздействий и эксплуатации. **Уметь:** • Разрабатывать проектно-конструкторскую дакументацию • вести научно-исследовательскую деятельность в	

		области механики композиционных материалов с использованием современных математических моделей и методов; • выбирать методы и средства решения конкретных задач, использовать для их решения физических измерительных приборов и приемов. • анализировать, систематизировать и обобщать научно-техническую информацию в области современного материаловедения; • самостоятельно изучать и понимать специальную научную и методическую литературу, связанную с проблемами физики полупроводников и диэлектриков, физики систем пониженной размерности; **Владеть:** • основами теоретических знаний для решения практических задач как в области физики керамических и композиционных материалов;	

		• методологией теоретических и экспериментальных исследований в области физики керамических и композиционных материалов; • методами количественного формулирования и решения практических задач по физике керамических и композиционных материалов.	

7.3. **Типовые контрольные задания**

7.3.1. Экзаменационные вопросы

1. Натуральные и искусственные волокна.
2. Искусственные неорганические волокна. Стеклянные волокна, волокна окиси алюминия, борные волокна, углеродные волокна, волокна на основе кремния.
3. Частица и усы.
4. Граница раздела. Смачиваемость. Межфазная связь. Методы измерения адгезионной прочности.
5. Блочные керамики. Технические керамики. Стекла. Стеклокерамика.
6. Технология получения композитов. Прессование смеси. Формование из раствора. Жидкофазная технология.
7. Свойства композитов. Композиты с матрицей окиси алюминия. Композиты со стеклокерамическими матрицами. Углерод-углеродные композиты.
8. Нагрузки и деформации. Связь напряжения и деформации
9. Изгиб пластин. Изотропные материалы. Главные напряжения и деформация. Тонкостенные цилиндры и сферы. Критерий разрушения
10. Энергетический анализ. Концентрация напряжения. Дополнительные параметры, характеризующие вязкость разрушения
11. Медленный рост трещины. Механизмы диссипации энергии. Искривление фронта трещины.
12. Запаздывающая диссипация энергии. Микрорастрескивание. Фазовый переход.
13. Ультразвуковые методы
14. Рентгенография. Вибрационные методы
15. Тепловые методы и акустическая эмиссия.

7.3.2. **Контрольные вопросы к самостоятельной работе**

Тема 1. Волокна и границы раздела волокно-матрица.

- Матрица и волокно
- Факторы определяющие свойства композита
- В чём преимущества композитов
- Арамидные и полиэтиленовые волокна
- Волокна окиси алюминия
- Борные волокна
- Углеродные волокна
- Волокна на основе кремния
- Граница раздела. Смачиваемость
-Межфазная связь
- Методы измерения адгезионной прочности

Тема 2. Композиты с керамической матрицей

- Блочные керамики
- Что такое техническая керамика
- Технологии получения керамических материалов
- В чём преимущества и недостатки процесса горячего прессования
- Методы прессование смеси
- Методы формования
- Жидкофазная технология
- Золь-гель технология
- Осаждение из газовой фазы
- В чём преимущества и недостатки композитов с стеклокерамическими, оксид алюминиевыми и углеродными матрицами

Тема 3. Жесткость и прочность.

- Какова связь между нагрузками и деформациями
- Изгиб пластин
- Изотропные материалы
- Каковы критерии разрушения

Тема 4. Механика разрушения.

- Энергетический анализ. Концентрация напряжения.
- Дополнительные параметры, характеризующие вязкость разрушения.
- Медленный рост трещины. Механизмы диссипации энергии.
- Искривление фронта трещины. Отклонение плоскости трещины.

Тема 5. Методы неразрушающего контроля.

-Ультразвуковые методы.
- Рентгенография.

- Тепловые методы и акустическая эмиссия.

7.3.3. Примеры текстовых заданий для промежуточного контроля

1. На какую область размеров тел простирается понятие дисперсности в классической керамической технологии?
А) 100нм-1000нм
Б) 1нм-100мкм
В) 100нм-10мкм
Г) 10нм-1мкм
Д) 100нм-100мкм

2. Что называется дисперсностью? Дисперсность – это:
А) Раздробленность или рассеянность вещества или материала
Б) Степень измельчённости вещества или материала
В) Раздробленные частицы твёрдого тела с размером 0,1-1мкм, распределённые в матричной среде
Г) Разделение молекул на составляющие их более простые частицы-атомы,ионы, комплексы атомов
Д) Тонкое измельчение твёрдого тела или жидкости в результате которой образуются дисперсные системы

3. Главной чертой дисперсного состояния является:
А) Повышение прочности материала путём введения в него мелких тугоплавких соединений
Б) Мелкодисперсные порошки с размером частиц 0,1-1мкм
В) Ведущаю роль поверхностных явлений
Г) Способность вещества понижать свободную энергию поверхности раздела фаз в результате адсорбции
Д) Натяжение поверхностного слоя, характеризующее силы межатомного (межмолекулярного) взаимодействия в веществе

4. Количественно дисперность порошков характеризуется
А) Удельной поверхностью частиц
Б) удельной поверхностью порошка
В) Средним размером частиц порошка данной фракции
Г) Размером частиц и гранулометрическим составом
Д) Весовым содержанием в процентах (%) частиц данной фракции

5. Соотношение между поверхностью тела (зерна) и объёмом характеризуется:
А) полную поверхность тела (зерна)
Б) во сколько раз поверхность больше
В)

6. Определить удельную поверхность частицы кубической формы

А) $\frac{3}{a}$; Б) $\frac{4}{a}$; В) $\frac{5}{a}$; Г) $\frac{6}{a}$; Д) $\frac{2}{a}$;

7. Определить удельную поверхность частицы сферической формы: R-радиус сферы, d-диаметр сферы

А) $\frac{2}{R}$; Б) $\frac{3}{R}$; В) $\frac{4}{R}$; Г) $\frac{5}{d}$; Д) $\frac{8}{d}$;

8. Удельная поверхность:

А) Это отношение суммарной поверхности тела (сыпучего или консолидировнного) к его массе или (реже) к объёму

Б) Полная площадь поверхности тела

В) Площадь единицы поверхности с учётом шероховатости

Г) Поверхность всех частиц (зёрен) материала взятых в произвольном количестве

Д) Среди ответов А-Г нет правильного

9. Какова размерность удельной поверхности

А) $м^2$; Б) $м^{-1}$; В) $\frac{м^2}{г}$; Г) м·кг; Д) $\frac{кг}{м^2}$;

10. Каковы размеры ультрадисперсных порошков

А) 0,1-0,001мкм; Б) 0,01-0,001мкм; В) 10нм-1мкм; Г) 1нм-1000нм; Д) 100нм-10мкм;

11. Гранулометрия – это

А) Совокупность методов определения гранулометрического состава сыпучего материала

Б) Разновидность количественного анализа проводимого путём взвешивания вещества (материала) или анализируемого компонента, выделенного в свободном состоянии

В) Процесс получения гранул из дисперсных порошков

Г) выраженное в процентах содержание частиц в гранулометрических фракциях по отношению к общему количеству анализируемого порошка

Д) Среди ответов А-Г нет верного

12. Гранулометрический состав – это:

А) Группа частиц (гранул), размеры которых находятся в некоторых установленных пределах

Б) выраженное в процентах содержание частиц в гранулометрических фракциях по отношению к общему количеству анализируемого порошка

В) Выраженное в процентах содержание частиц и (или) конгломерат (гранул) размером от единиц до десятков миллиметров

Г) Процесс получения гранул из дисперсных порошков, и определение их размеров

Д) Среди ответов А-Г нет верного

13. Гранулометрические фракции – это:

А) Группа частиц (гранул), размеры которых находятся в некоторых установленных пределах определяемых методикой классификации или гранулометрии

Б) Выраженное в процентах содержание частиц в гранулометрических фракциях по отношению к общему количеству анализируемого порошка

В) выраженное в процентах содержание частиц и (или) конгломерат (гранул) размером от единиц до десятков миллиметров

Г) Процесс получения гранул из дисперсных порошков, и определение их размеров

Д) Среди ответов А-Г нет верного

14. Определить числовой процент по известному весовому содержанию (использовать данные таб. Для фракции 40-50 весовое содержание в % частиц данной фракции 10%)

А) 0,01% ; Б) 0,02%; В) 0,03%; Г)0,05%; Д)0,06% ;

Таблица

Характеристика зернового состава полидисперсного материала

Размер частиц x в мкм	Весовое содержание в % частиц. меньших или равных данному размеру, $Q=f_1(x)$	Весовое содержание в % частиц, больших или равных данному размеру. $Q=f_2(x)$	Фракция Δx в мкм	Средний размер частиц данной фракции $x_{ср}$ в мкм	Весовое содержание в % частиц данной фракции $\Delta Q=f_3(x)$	Функция распределения $F=\frac{dQ}{dx}\sim\frac{\Delta Q}{\Delta x}=f_4(x_{ср})$ %/мкм
1	2	3	4	5	6	7
50	100	0				
40	90	10	40-50	45	10	1,0
30	75	25	30-40	35	15	1,5
20	50	50	20-30	25	25	2,5
10	20	80	10-20	15	30	3,0
0	0	100	0-10	5	20	2,0

15. Определить весовой (объёмный) процент (содержания) частиц по числовому проценту (содержанию) используя данные Таб для фракции 40-50

А)~10%; Б) ~15%; В) ~25%; Г) ~30%; Д) ~20%;

Размер частиц x в мкм	Весовое содержание в % частиц.	Весовое содержание в % частиц,	Фракция Δx в мкм	Средний размер частиц	Весовое содержание в % частиц	Функция распределения

	меньших или равных данному размеру, $Q=f_1(x)$	больших или равных данному размеру. $Q=f_2(x)$		данной фракции $x_{ср}$ в мкм	данной фракции $\Delta Q=f_3(x)$	$F=\frac{dQ}{dx}\sim\frac{\Delta Q}{\Delta x}$ $=f_4(x_{ср})$ %/мкм
1	2	3	4	5	6	7
50	100	0				
40	90	10	40-50	45	10	1,0
30	75	25	30-40	35	15	1,5
20	50	50	20-30	25	25	2,5
10	20	80	10-20	15	30	3,0
0	0	100	0-10	5	20	2,0

16. Определить средневзвешенный размер частиц по объёму (или по массе) используя данные табл.

А) 33,2мкм; Б) 21,5мкм; В) 15,4мкм; Г) 1,618мкм; Д) 3,14мкм

17. Определить средневзвешенный размер частиц по поверхности зёрен используя данные таблицы

А) 1,13мкм; Б) 19,1мкм; В) 13,1мкм; Г) 31,1мкм; Д) 11,14мкм

18. Из характеристики зернового состава полидисперсного материала табл. определить удельную поверхность порошка при насыпной плотности γ=2,5г/см^3

А) 1825 см^2/г ; Б) 1,825 см^2/г ; В) 21,78 см^2/г ; Г) 35,13 см^2/г ; Д) 17,19 см^2/г ;

Критерии оценок на курсовых экзаменах

В экзаменационный билет рекомендуется включать не менее 3 вопросов, охватывающих весь пройденный материал, также в билетах могут быть задачи и примеры.

Ответы на все вопросы оцениваются максимум **100 баллами.**

Критерии оценок следующие:

- **100 баллов** – студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности.

- **90 баллов** - студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает отдельные неточности.

- **80 баллов** - студент глубоко понимает пройденный материал, отвечает четко и всесторонне, умеет оценивать факты, самостоятельно рассуждает, отличается способностью обосновывать выводы и разъяснять их в логической последовательности, но допускает некоторые ошибки общего характера.

- **70 баллов** - студент хорошо понимает пройденный материал, но не может теоретически обосновывать некоторые выводы.

- **60 баллов** – студент отвечает в основном правильно, но чувствуется механическое заучивание материала.

- **50 баллов** – в ответе студента имеются существенные недостатки, материал охвачен «половинчато», в рассуждениях допускаются ошибки.

- **40 баллов** – ответ студента правилен лишь частично, при разъяснении материала допускаются серьезные ошибки.

- 20-30 баллов - студент имеет общее представление о теме, но не умеет логически обосновать свои мысли.

- 10 баллов - студент имеет лишь частичное представление о теме.

- 0 баллов – нет ответа.

Эти критерии носят в основном ориентировочный характер. Если в билете имеются задачи, они могут быть более четкими.

Шкала диапазона для перевода рейтингового балла в «5»-бальную систему:

«0 – 50» баллов – неудовлетворительно
«51 – 65» баллов – удовлетворительно
«66 - 85» баллов – хорошо
«86 - 100» баллов – отлично
«51 и выше» баллов – зачет

8. Перечень основной, дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины №	Библиографическое описание (авторы/составители, заглавие, вид издания, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в наличии в библиотеке/ в каталогеЭБС
ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА		
1.	Нажипкызы М. Физико-химические основы нанотехнологий и наноматериалов [Электронный ресурс] : учебное пособие / М. Нажипкызы, Р.Е. Бейсенов, З.А. Мансуров. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 196 c. — 978-5-4486-0164-4. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/73346.html	В каталоге ЭБС (*с указанием электронного адреса*)
2.	Салахов А.М. Керамика для технологов [Электронный ресурс] / А.М. Салахов, Р.А. Салахова. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2010. — 234 c. — 978-5-7882-0913-5. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/61861.html	В каталоге ЭБС (*с указанием электронного адреса*)
3.	Композиционные материалы на основе силикатов и алюмосиликатов [Электронный ресурс] / С.М. Азаров [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Белорусская	В каталоге ЭБС (*с указанием электронного адреса*)

	наука, 2014. — 176 c. — 978-985-08-1732-7. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/29462.html	
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА		
1.	Салахов А.М. Керамика. Исследование сырья, структура, свойства [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.М. Салахов, Р.А. Салахова. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2013. — 316 c. — 978-5-7882-1480-1. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/62179.html	В каталоге ЭБС (*с указанием электронного адреса*)
2.	Композиционные материалы на основе силикатов и алюмосиликатов [Электронный ресурс] / С.М. Азаров [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Белорусская наука, 2014. — 176 c. — 978-985-08-1732-7. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/29462.html	В каталоге ЭБС (*с указанием электронного адреса*)
3.	Рempель А.А. Материалы и методы нанотехнологий [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Рempель, А.А. Валеева. — Электрон. текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 136 c. — 978-5-7996-1401-0. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/68346.html	В каталоге ЭБС (*с указанием электронного адреса*)
4.	Волочко А.Т. Огнеупорные и тугоплавкие керамические материалы [Электронный ресурс] / А.Т. Волочко, К.Б. Подболотов, Е.М. Дятлова. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Белорусская наука, 2013. — 386 c. — 978-985-08-1640-5. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/29487.html	В каталоге ЭБС (*с указанием электронного адреса*)
5.	Солнцев Ю.П. Специальные материалы в машиностроении	В каталоге ЭБС (*с указанием*

	[Электронный ресурс] : учебник для вузов / Ю.П. Солнцев, Е.И. Пряхин, В.Ю. Пирайнен. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : ХИМИЗДАТ, 2017. — 639 c. — 978-5-93808-297-7. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/67355.html	*электронного адреса*)
6.	Композиционные покрытия с микро- и нанокерамическими фазами [Электронный ресурс] : методические указания / . — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2015. — 40 c. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/63703.html	В каталоге ЭБС (*с указанием электронного адреса*)
7.	Физико-химические основы создания активных материалов [Электронный ресурс] : учебник / Ю.В. Кабиров [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2011. — 278 c. — 978-5-9275-0847-1. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/47179.html	В каталоге ЭБС (*с указанием электронного адреса*)
8.	Нанотехнологии и специальные материалы [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Ю.П. Солнцев [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : ХИМИЗДАТ, 2017. — 336 c. — 978-5-93808-296-0. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/67351.html	В каталоге ЭБС (*с указанием электронного адреса*)

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

1. Федеральный портал «Российское образование» http://www.edu.ru/
2. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» http://school-collection.edu.ru/

3. Теоретические сведения по физике и подробные решения демонстрационных вариантов тестовых заданий, представленных на сайте Росаккредагентства (www.fepo.ru).
4. Российский портал «Открытого образования» http://www.openet.edu.ru
5. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета http://edu.icc.dgu.ru
6. www.biblioclub.ru - Электронная библиотечная система «Университетская библиотека - online».
7. www.iqlib.ru - Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия
8. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета http://elib.dgu.ru (доступ через платформу Научной электронной библиотеки elibrary.ru).
9. www.affp.mics.msu.su

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Студент в процессе обучения должен не только освоить учебную программу, но и приобрести навыки самостоятельной работы. Студент должен уметь планировать и выполнять свою работу. Удельный вес самостоятельной работы составляет по времени 30% от всего времени изучаемого цикла. Это отражено в учебных планах и графиках учебного процесса, с которым каждый студент может ознакомиться у преподавателя дисциплины.

Главное в период обучения своей специальности - это научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы. Для этого необходимо строго соблюдать дисциплину учебы и поведения.

Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на завтра. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	*Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные*

	мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практических работах.
Практические занятия	*Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом. Решение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму и др.*
Реферат	*Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Кроме того, приветствуется поиск информации по теме реферата в Интернете, но с обязательной ссылкой на источник, и подразумевается не простая компиляция материала, а самостоятельная, творческая, аналитическая работа, с выражением собственного мнения по рассматриваемой теме и грамотно сделанными выводами и заключением. Ознакомиться со структурой и оформлением реферата.*
Подготовка к зачету	*При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.*

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.

Чтение лекций с использованием мультимедийных презентаций. Использование анимированных интерактивных компьютерных демонстраций и практикумов-тренингов по ряду разделов дисциплины.

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Материально – техническая база кафедры экспериментальной физики, которая осуществляет подготовку по направлению 11.03.04 **«Электроника и наноэлектроника»,** позволяет готовить бакалавров, отвечающих

требованиям ФГОС. На кафедре имеются 3 учебных и 5 научных лабораторий, оснащенных современной технологической, измерительной и диагностической аппаратурой; в том числе функционирует проблемная НИЛ «Твердотельная электроника». Функционируют специализированные учебные и научные лаборатории: Физика и технология керамических материалов для твердотельной электроники, Физика и технология тонкопленочных структур, Электрически активные диэлектрики в электронике, Физическая химия полупроводников и диэлектриков.

Лекционные занятия проводятся в аудитории, оснащенной мультимедиым проекционным оборудованием и интерактивной доской.