

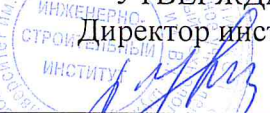
МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

СОГЛАСОВАНО
Директор института
магистратуры


Ярмоленко И.В.
« 15 » апреля 2021 г.



УТВЕРЖДАЮ
Директор института


Уваров В.А.
« 22 » апреля 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Теория прочности и физика разрушения

Направление подготовки:

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

Профиль программы:

Материаловедение и технологии композиционных материалов

Квалификация

магистр

Форма обучения

очная

Институт: инженерно-строительный

Кафедра материаловедения и технологии материалов

Белгород – 2021


Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов, утвержденного приказом Минобрнауки России № 306 от 24 апреля 2018 г.;
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.


Составитель: к.т.н., профессор  (В.В. Нелюбова)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 12 » апрель 2021 г., протокол № 4

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (В.В. Строкова)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой
материаловедения и технологии материалов

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (В.В. Строкова)

« 12 » апрель 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 22 » апрель 2021 г., протокол № 9

Председатель: к.т.н., доц.  (А.Ю. Феоктистов)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способен анализировать технологии получения композиционных материалов и разрабатывать рекомендации по оптимизации их состава и свойств	ПК-3.2 Анализирует химический состав и структуру композиционных материалов	<p>Знать: методы анализа химического состава и структуры композиционных материалов</p> <p>Уметь: проводить анализ химического состава и структуры композиционных материалов</p> <p>Владеть: методами анализа химического состава и структуры композиционных материалов</p>
		ПК-3.3 Анализирует зависимость технологических и эксплуатационных свойств композиционных материалов от их состава и структуры	<p>Знать: технологические и эксплуатационные свойства композиционных материалов</p> <p>Уметь: проводить анализ зависимости технологических и эксплуатационных свойств композиционных материалов от их состава и структуры</p> <p>Владеть: навыками анализа зависимости технологических и эксплуатационных свойств композиционных материалов от их состава и структуры</p>
		ПК-3.4 Разрабатывает рекомендации по оптимизации состава и свойств композиционных материалов с целью повышения их конкурентоспособности	<p>Знать: методики разработки рекомендаций по оптимизации состава и свойств композиционных материалов с целью повышения их конкурентоспособности</p> <p>Уметь: разрабатывать рекомендации по оптимизации состава и свойств композиционных материалов с целью повышения их конкурентоспособности</p> <p>Владеть: навыками применения рекомендаций оптимизации составов и свойств композиционных материалов с целью</p>

			повышения их конкурентоспособности
--	--	--	------------------------------------

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-3 Способен анализировать технологии получения композиционных материалов и разрабатывать рекомендации по оптимизации их состава и свойств

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Композиционные материалы различного функционального назначения
2	Функциональные добавки для композиционных материалов
3	Технологии получения композиционных материалов
4	Физикохимия ультрадисперсных систем и наноматериалов
5	Термодинамические основы механохимии нанодисперсных систем
6	Учебная ознакомительная практика
7	Учебная научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)
8	Производственная научно-исследовательская работа

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость практики составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки: 4 зач. единицы.

Форма промежуточной аттестации экзамен.

Вид учебной работы	Всего Часов	Семестр № 1	Семестр № 2
Общая трудоемкость дисциплины, час	216	90	126
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	74	37	37
Лекции	34	17	17
лабораторные	34	17	17
Практические			
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	6	3	3
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	142	54	90
Курсовой проект			
Курсовая работа			
Расчетно-графическое задание	36	18	18
Индивидуальное домашнее задание			
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	70	36	36
Экзамен	36		36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 1 Семестр 1

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1	Введение. Теория дефектов кристаллического строения. Дислокации.	3			6
2	Пластическое деформирование моно- и поликристаллов	3		4	7
3	Классические теории прочности и физическая природа разрушения	3		4	7
4	Критерии роста трещин в упругой и упруго-пластических средах при статической и циклической нагрузке	4		4	7
5	Виды разрушения. Макроскопическое разрушение.	4		5	8
	ВСЕГО	17		17	35

Курс 1 Семестр 2

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1	Общие сведения о бетоне и его прочности	4			4
2	Физико-химические основы прочности, деформативности бетона и сопротивления его разрушению	5		8	13
3	Методические основы оценки прочностных характеристик бетона и его долговечности	5		7	12
4	Роль технологии в обеспечении прочности бетона	3		2	6
	ВСЕГО	17		17	35

4.2 Содержание практических (семинарских занятий)

Учебным планом не предусмотрено.

4.3 Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1	Пластическое деформирование моно- и поликристаллов	Определение температуры вязко-хрупкого перехода по изломам образцов, испытанных на ударную вязкость	4	7
2	Классические теории прочности и физическая природа разрушения	Анализ изломов образцов пластичных материалов после испытаний на статическое растяжение	4	7
3	Критерии роста трещин в упругой и упруг-пластических средах при статической и циклической нагрузке	анализ изломов образцов пластичных материалов после испытаний на усталость	4	7
4	Виды разрушения. Макроскопическое разрушение.	Фрактография и микроанализ изломов	5	8
5	Физико-химические основы прочности, деформативности бетона и сопротивления его разрушению	Оценка процесса механизма разрушения бетона	8	13
6	Методические основы оценки прочностных характеристик бетона и его долговечности	Определение прочности бетона при различной скорости приложения нагрузки	7	12
7	Роль технологии в обеспечении прочности бетона	Методика испытания образцов на долговечность	2	6
	ВСЕГО		34	72

4.4. Содержание курсового проекта (работы)

Не предусмотрено учебным планом.

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуального домашнего задания

Учебным планом предусмотрено выполнение двух РГЗ по дисциплине «Теория прочности и физика разрушения».

Тематика первого расчетно-графического задания (1 курс 1 семестр) –

«Изучение макроскопической пластической неустойчивости».

Основная цель:

1. Ознакомиться с методами определения начала макроскопической пластической неустойчивости металлических образцов при испытаниях на статическое растяжение.

2. Приобрести навыки построения кривых упрочнения по результатам испытаний на статическое растяжение.

3. Определить степень деформации, при которой начинается потеря макроскопической устойчивости деформации.

Структура работы:

1. Для проведения работы могут быть использованы результаты научных исследований магистрантов в виде данных механических испытаний на растяжение двух образцов в различных структурных состояниях. При отсутствии у магистранта таких данных следует воспользоваться данными по вариантам.

2. Построить кривые зависимости « $P=P(\Delta l)$ » для двух состояний сплава.

3. По величине максимального усилия определить перемещение Δl и рассчитать величину деформации, соответствующее началу максимальной пластической неустойчивости:

Результаты занести в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты определения начала макроскопической пластической неустойчивости

№	Состояние образца	По максимальному усилию деформирования		По условию равенства напряжения и коэффициента упрочнения	
		Δl , мм	ϵ	Δl , мм	ϵ
1.	исходное				
2.	деформированное				

4. Построить в одной системе координат кривые упрочнения в истинных координатах « $\sigma=\sigma(\epsilon)$ » и зависимость коэффициента деформационного упрочнения от деформации « $\theta=\theta(\epsilon)$ ».

5. Определить величину деформации, соответствующую началу макроскопической пластической неустойчивости по условию (4.5).

Данные записать в таблицу 1.

6. Составить отчет.

Содержание отчета:

1. Цель работы.

2. Краткие теоретические сведения.

3. Результаты измерений и расчетов в виде таблиц и графиков.

4. Сравнение результатов определения начала макроскопической пластической неустойчивости по двум условиям.

5. Выводы по работе.

Варианты данных для РГЗ №1.

Результаты механических испытаний образцов из стали

ВАРИАНТ 1			
Исходное состояние		После деформации	
Перемещение Δl , мм	Усилие P , Н	Перемещение Δl , мм	Усилие P , Н
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,2667	1468,250	0,1500	841,250
0,5667	2779,250	0,3500	2337,500
0,9000	3510,750	0,5833	4389,500
1,2000	3890,750	0,8167	5444,000
1,4834	4123,500	1,0333	5501,000
1,7667	4266,000	1,3000	5586,500
2,0667	4370,500	1,4333	5572,250
2,3834	4441,750	1,5833	5534,250
2,7500	4494,000	1,7167	5444,000
3,2000	4513,000	1,8833	5292,000
3,6500	4494,000	2,0500	5087,750
4,0334	4375,250	2,2333	4783,750
4,4000	4095,000	2,4167	4389,500
4,7834	3563,000	2,5667	3971,500
4,9834	3126,000		

Размеры рабочей части образцов: диаметр 3 мм, длина 15 мм

ВАРИАНТ 2			
Исходное состояние		Деформированное состояние	
Перемещение Δl , мм	Усилие P , Н	Перемещение Δl , мм	Усилие P , Н
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,7667	1668,2500	0,6500	941,2500
1,0667	2979,2500	0,8500	2437,5000
1,4000	3710,7500	1,0833	4489,5000
1,7000	4090,7500	1,3167	5544,0000
1,9834	4323,5000	1,5333	5601,0000
2,2667	4466,0000	1,8000	5686,5000
2,5667	4570,5000	1,9333	5672,2500
2,8834	4641,7500	2,0833	5634,2500
3,2500	4694,0000	2,2167	5444,0000
3,7000	4713,0000	2,3833	5392,0000
4,1500	4694,0000	2,5500	5187,7500
4,5334	4575,2500	2,7333	4883,7500
4,9000	4295,0000	2,9167	4489,5000
5,2834	3763,0000	3,0667	4071,5000
5,4834	3326,0000		

Размеры рабочей части образцов: диаметр 5 мм, длина 25 мм

ВАРИАНТ 3			
Исходное состояние		Деформированное состояние	
Перемещение Δl , мм	Усилие P , Н	Перемещение Δl , мм	Усилие P , Н
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
1,3667	1568,2500	0,2500	891,2500
1,6667	2879,2500	0,4500	2387,5000
2,0000	3610,7500	0,6833	4439,5000
2,3000	3990,7500	0,9167	5494,0000
2,5834	4223,5000	1,1333	5551,0000
2,8667	4366,0000	1,4000	5636,5000
3,1667	4470,5000	1,5333	5622,2500
3,4834	4541,7500	1,6833	5584,2500

3,8500	4594,0000	1,8167	5394,0000
4,3000	4613,0000	1,9833	5342,0000
4,7500	4594,0000	2,1500	5137,7500
5,1334	4475,2500	2,3333	4833,7500
5,5000	4195,0000	2,5167	4439,5000
5,8834	3663,0000	2,6667	4021,5000
6,0834	3226,0000		

Размеры рабочей части образцов: диаметр 3 мм, длина 15 мм

ВАРИАНТ 4

Исходное состояние		Деформированное состояние	
Перемещение Δl , мм	Усилие P , Н	Перемещение Δl , мм	Усилие P , Н
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,2934	1618,2500	0,1650	991,2500
0,6234	2929,2500	0,3850	2487,5000
0,9900	3660,7500	0,6416	4539,5000
1,3200	4040,7500	0,8984	5594,0000
1,6317	4273,5000	1,1366	5651,0000
1,9434	4416,0000	1,4300	5736,5000
2,2734	4520,5000	1,5766	5722,2500
2,6217	4591,7500	1,7416	5684,2500
3,0250	4644,0000	1,8884	5494,0000
3,5200	4663,0000	2,0716	5442,0000
4,0150	4644,0000	2,2550	5237,7500
4,4367	4525,2500	2,4566	4933,7500
4,8400	4245,0000	2,6584	4539,5000
5,2617	3713,0000	2,8234	4121,5000
5,4817	3276,0000		

Размеры рабочей части образцов: диаметр 5 мм, длина 25 мм

ВАРИАНТ 5

Исходное состояние		Деформированное состояние	
Перемещение Δl , мм	Усилие P , Н	Перемещение Δl , мм	Усилие P , Н
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,3200	1638,2500	0,1815	1141,2500
0,6800	2949,2500	0,4235	2637,5000
1,0800	3680,7500	0,7058	4689,5000
1,4400	4060,7500	0,9882	5744,0000
1,7801	4293,5000	1,2503	5801,0000
2,1200	4436,0000	1,5730	5886,5000
2,4800	4540,5000	1,7343	5872,2500
2,8601	4611,7500	1,9158	5834,2500
3,3000	4664,0000	2,0772	5644,0000
3,8400	4683,0000	2,2788	5592,0000
4,3800	4664,0000	2,4805	5387,7500
4,8401	4545,2500	2,7023	5083,7500
5,2800	4265,0000	2,9242	4689,5000
5,7401	3733,0000	3,1057	4271,5000
5,9801	3296,0000		

Размеры рабочей части образцов: диаметр 4 мм, длина 20 мм

ВАРИАНТ 6			
Исходное состояние		Деформированное состояние	
Перемещение Δl , мм	Усилие P , Н	Перемещение Δl , мм	Усилие P , Н
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,2667	1468,250	0,1500	841,250
0,5667	2779,250	0,3500	2337,500
0,9000	3510,750	0,5833	4389,500
1,2000	3890,750	0,8167	5444,000
1,4834	4123,500	1,0333	5501,000
1,7667	4266,000	1,3000	5586,500
2,0667	4370,500	1,4333	5572,250
2,3834	4441,750	1,5833	5534,250
2,7500	4494,000	1,7167	5344,000
3,2000	4513,000	1,8833	5292,000
3,6500	4494,000	2,0500	5087,750
4,0334	4375,250	2,2333	4783,750
4,4000	4095,000	2,4167	4389,500
4,7834	3563,000	2,5667	3971,500
4,9834	3126,000		

Размеры рабочей части образцов: диаметр 5 мм, длина 25 мм

ВАРИАНТ 7			
Исходное состояние		Деформированное состояние	
Перемещение Δl , мм	Усилие P , Н	Перемещение Δl , мм	Усилие P , Н
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,3840	1965,9000	0,1650	1093,6250
0,8160	3539,1000	0,3850	3038,7500
1,2960	4416,9000	0,6416	5706,3500
1,7280	4872,9000	0,8984	7077,2000
2,1361	5152,2000	1,1366	7151,3000
2,5440	5323,2000	1,4300	7262,4500
2,9760	5448,6000	1,5766	7243,9250
3,4321	5534,1000	1,7416	7194,5250
3,9600	5596,8000	1,8884	6947,2000
4,6080	5619,6000	2,0716	6879,6000
5,2560	5596,8000	2,2550	6614,0750
5,8081	5454,3000	2,4566	6218,8750
6,3360	5118,0000	2,6584	5706,3500
6,8881	4479,6000	2,8234	5162,9500
7,1761	3955,2000		

Размеры рабочей части образцов: диаметр 5 мм, длина 25 мм

ВАРИАНТ 8			
Исходное состояние		Деформированное состояние	
Перемещение Δl , мм	Усилие P , Н	Перемещение Δl , мм	Усилие P , Н
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,2400	1835,3125	0,1350	1051,5625
0,5100	3474,0625	0,3150	2921,8750
0,8100	4388,4375	0,5250	5486,8750
1,0800	4863,4375	0,7350	6805,0000
1,3351	5154,3750	0,9300	6876,2500
1,5900	5332,5000	1,1700	6983,1250
1,8600	5463,1250	1,2900	6965,3125
2,1451	5552,1875	1,4250	6917,8125
2,4750	5617,5000	1,5450	6680,0000
2,8800	5641,2500	1,6950	6615,0000
3,2850	5617,5000	1,8450	6359,6875
3,6301	5469,0625	2,0100	5979,6875
3,9600	5118,7500	2,1750	5486,8750
4,3051	4453,7500	2,3100	4964,3750
4,4851	3907,5000		

Размеры рабочей части образцов: диаметр 5 мм, длина 25 мм

ВАРИАНТ 9			
Исходное состояние		Деформированное состояние	
Перемещение Δl , мм	Усилие P , Н	Перемещение Δl , мм	Усилие P , Н
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,7667	1668,2500	0,6500	941,2500
1,0667	2979,2500	0,8500	2437,5000
1,4000	3710,7500	1,0833	4489,5000
1,7000	4090,7500	1,3167	5544,0000
1,9834	4323,5000	1,5333	5601,0000
2,2667	4466,0000	1,8000	5686,5000
2,5667	4570,5000	1,9333	5672,2500
2,8834	4641,7500	2,0833	5634,2500
3,2500	4694,0000	2,2167	5444,0000
3,7000	4713,0000	2,3833	5392,0000
4,1500	4694,0000	2,5500	5187,7500
4,5334	4575,2500	2,7333	4883,7500
4,9000	4295,0000	2,9167	4489,5000
5,2834	3763,0000	3,0667	4071,5000
5,4834	3326,0000		

Размеры рабочей части образцов: диаметр 3 мм, длина 15 мм

ВАРИАНТ 10			
Исходное состояние		Деформированное состояние	
Перемещение Δl , мм	Усилие P , Н	Перемещение Δl , мм	Усилие P , Н
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,3600	1376,4844	0,1650	925,3750
0,7650	2605,5469	0,3850	2571,2500
1,2150	3291,3281	0,6416	4828,4500
1,6200	3647,5781	0,8984	5988,4000
2,0026	3865,7813	1,1366	6051,1000
2,3850	3999,3750	1,4300	6145,1500
2,7900	4097,3438	1,5766	6129,4750
3,2176	4164,1406	1,7416	6087,6750
3,7125	4213,1250	1,8884	5878,4000
4,3200	4230,9375	2,0716	5821,2000
4,9275	4213,1250	2,2550	5596,5250
5,4451	4101,7969	2,4566	5262,1250
5,9400	3839,0625	2,6584	4828,4500
6,4576	3340,3125	2,8234	4368,6500
6,7276	2930,6250		

Размеры рабочей части образцов: диаметр 3 мм, длина 15 мм

Тематика второго расчетно-графического задания (1 курс 2 семестр) – «Расчет энергии разрушения бетона».

Основная цель: изучение методики определения и расчета энергии разрушения образцов бетона.

Порядок работы:

Студентам выдаются данные о плотности образцов, их массе, размерах, а также диаграммы нагружения образцов.

По формулам необходимо рассчитать энергию разрушения образцов.

Энергия разрушения определяется по уравнению:

$$G_F = \frac{W_0 + mg\delta_0}{A_{lig}}, \quad [H / м \quad Дж / м^2]$$

Где W_0 – площадь, обозначенная по диаграмме (Н/м);

$m = m_1 - 2m_2$ (кг);

m_1 – масса балки между опорами, вычисленная как масса балки умноженная на l/L ;

m_2 – масса части нагружающего элемента, которая не связана с механизмом, но соприкасается с балкой до разрушения;

g – ускорение свободного падения, $9,81 \text{ м/с}^2$;

δ – деформация при разрушении балки (м);

A_{lig} – площадь перемычки, определенная выше (м^2).

Студентам необходимо по диаграмме определить W_0 ; δ_0 ; F_{max} .

Задание и варианты данных для расчета:

Для расчета студенту дается вид бетона, а также класс по прочности и теоретический состав.

Вариант	Размеры, мм	Плотность, кг/м ³	График (графики в удобном для анализа данных масштабе представлены в методическом указании)
1	100×100×840	2200	
2	100×100×840	2250	
3	100×100×840	2180	
4	100×100×840	2260	
5	100×100×840	2100	
6	100×100×840	2280	
7	100×100×840	2170	
8	100×100×840	2220	
9	100×100×840	2230	
10	100×100×840	2190	

5 ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1 Реализация компетенций

1 Компетенция ПК-3 Способен анализировать технологии получения композиционных материалов и разрабатывать рекомендации по оптимизации и их состава и свойств

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-3.2 Анализирует химический состав и структуру композиционных материалов	Защита индивидуального домашнего задания, защита лабораторных работ, экзамен, решение практических задач, тестовый контроль
ПК-3.3 Анализирует зависимость технологических и эксплуатационных свойств композиционных материалов от их состава и структуры	Защита индивидуального домашнего задания, защита лабораторных работ, экзамен, решение практических задач, тестовый контроль
ПК-3.4 Разрабатывает рекомендации по оптимизации состава и свойств композиционных материалов с целью повышения их конкурентоспособности	Защита индивидуального домашнего задания, защита лабораторных работ, экзамен, решение практических задач, тестовый контроль

5.2 Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация осуществляется в конце семестра после завершения изучения дисциплины в форме **экзамена**.

Экзамен проводится в форме письменного ответа на вопросы билета с последующим собеседованием по тематике вопросов. Вопросы охватывают весь пройденный материал. Студент письменно отвечает на 2 вопроса в билете и устно рассказывает преподавателю основную информацию по тематике вопросов. По окончании ответа преподаватель может задать студенту дополнительные и уточняющие вопросы. Положительным также будет стремление студента изложить различные точки зрения на рассматриваемую проблему, выразить свое отношение к ней, применить теоретические знания по современным проблемам изучаемого курса.

5.2.1 Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена)

Наименование раздела теоретического материала	Код компетенции	Вопросы к экзамену
Введение. Теория дефектов кристаллического строения. Дислокации.	ПК-3	1. Геометрия двойникования в ГЦК-кристаллах. 2. Дислокационные механизмы зарождения и роста трещин. 3. Фрактография поверхностей распространяющихся трещин. 4. Условия роста трещин.
Пластическое деформирование моно- и поликристаллов	ПК-3	5. Концепция Гриффитса-Ирвина. 6. Критическое значение КИН.

		<p>7. Методы определения критического значения КИН.</p> <p>8. Трещины в упруго-пластической среде.</p> <p>9. Численные решения задачи о напряжениях в пластической зоне.</p> <p>10. Поправка Ирвина на пластическую зону.</p>
Классические теории прочности и физическая природа разрушения	ПК-3	<p>11. Виды и классификация разрушений</p> <p>12. Теоретическая и техническая прочности.</p> <p>13. Теория прочности Мора</p> <p>14. Работа Гриффитса</p>
Критерии роста трещин в упругой и упруго-пластических средах при статической и циклической нагрузке	ПК-3	<p>15. Типы трещин</p> <p>16. Основные механизмы образования трещин</p> <p>17. Механизмы, микромеханизмы, карты разрушения</p>
Виды разрушения. Макроскопическое разрушение.	ПК-3	<p>18. Классические схемы хрупкого, квазихрупкого, вязкого разрушения</p> <p>19. Управление поведением трещин на основе линейной механики разрушения</p> <p>20. Напряженное и деформированное состояние в вершине трещины в упругопластической области. Раскрытие трещины</p> <p>21. Основные виды разрушения.</p>
Общие сведения о бетоне и его прочности	ПК-3	<p>22. Общие сведения о бетоне и его прочности</p> <p>23. Классификация бетонов</p> <p>24. Структура бетона</p> <p>25. Кубиковая и призмная прочность</p> <p>26. Прочность бетона на осевое растяжение</p> <p>27. Прочность бетона на срез и скалывание</p> <p>28. Классы и марки бетона</p>
Физико-химические основы прочности, деформативности бетона и сопротивления его разрушению	ПК-3	<p>29. Теоретическая прочность бетона</p> <p>30. Технические возможности бетона и дефектность его структуры</p> <p>31. Поведение бетона под нагрузкой. Механизм разрушения и критерий оценки этого процесса</p> <p>32. Прочность – интегральная характеристика бетона</p>
Методические основы оценки прочностных характеристик бетона и его долговечности	ПК-3	<p>33. Методические основы оценки прочностных характеристик бетона и его долговечности</p> <p>34. Определение прочности бетона при различной скорости приложения нагрузки</p> <p>35. Определение предела длительной прочности бетона</p> <p>36. Методика испытания бетона на долговечность</p> <p>37. Роль технологии в обеспечении прочности бетона</p>
Роль технологии в обеспечении прочности бетона	ПК-3	<p>38. Общая закономерность образования материалов</p> <p>39. Тяжелый бетон. Влияние исходного сырья, состава бетона и технологии на его прочность</p> <p>40. Легкий бетон на пористых заполнителях. Влияние исходного сырья, состава бетона и технологии на его прочность</p>

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом.

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в форме выполнения и защиты лабораторных работ.

Лабораторные работы. Лабораторные занятия проводятся в виде фронтальных опытов, лабораторных работ, практикумов, занятий с оборудованием разного типа. Они проводятся в специально оборудованных лабораториях, с применением новейшей техники и измерительной аппаратуры.

Защита лабораторных работ (практико-ориентированных заданий) проводится в форме собеседования преподавателя со студентом по соответствующим темам. Примерный перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ (практико-ориентированных заданий) представлен в таблице.

Лабораторные работы

№	Тема лабораторной работы	Код компетенции	Контрольные вопросы
1.	Определение температуры вязко-хрупкого перехода по изломам образцов, испытанных на ударную вязкость	ПК-3	1. Что такое вязко-хрупкий переход? 2. В чем причина появления вязко-хрупкого перехода? 3. Какие температуры характеризуют вязко-хрупкий переход? 4. Как определить температуру хрупко-вязкого перехода? 5. Чем характеризуется вязкое разрушение? 6. Чем характеризуется хрупкое разрушение?
2.	Анализ изломов образцов пластичных материалов после испытаний на статическое растяжение	ПК-3	1. Какую информацию о причинах разрушения детали можно получить с использованием фрактографии? 2. Чем объясняется чашечный вид излома образцов после статического растяжения? 3. Какие основные зоны характерны для изломов пластичных материалов? 4. Как расположены основные зоны разрушения в изломе цилиндрического образца пластичного материала после испытания на статическое растяжение? 5. Как изменяется соотношение размеров характерных зон разрушения в зависимости от вязкости материала?
3.	Анализ изломов образцов пластичных материалов после испытаний на усталость	ПК-3	1. Какую информацию о причинах разрушения детали можно получить с использованием фрактографии? 2. Как расположены основные зоны разрушения в изломе цилиндрического образца пластичного

№	Тема лабораторной работы	Код компетенции	Контрольные вопросы
			материала после испытания на усталость? 3. Как изменяется соотношение размеров характерных зон разрушения в зависимости от уровня напряжений?
4.	Фрактография и микроанализ изломов	ПК-3	1. Этапы анализа причин разрушения методами фрактографии. 2. Отличия хрупкого и вязкого разрушения.
5.	Оценка процесса механизма разрушения бетона	ПК-3	1. Опишите процесс деформирования образцов при воздействии внешних нагрузок. 2. Как рассчитывается внутренняя энергия кристаллов, противодействующая изменению периода решетки? 3. В чем заключается физическая сущность разрушения бетона?
6.	Определение прочности бетона при различной скорости приложения нагрузки	ПК-3	1. Назовите стандартную скорость приложения нагрузки при испытании на сжатие и изгиб? 2. Какова зависимость величины разрушающей деформации и прочности от скорости нагружения?
7.	Методика испытания образцов на долговечность	ПК-3	1. Долговечность бетона. Какие характеристики входят в это понятие. 2. Какой тип прочности наиболее полно определяет прочность бетона? 3. Какие существуют периоды в поведении бетона?

Примеры типовых практических задач

Компетенция ПК-3 Способен анализировать технологии получения композиционных материалов и разрабатывать рекомендации по оптимизации их состава и свойств

Задача 1. Так как долговременная несущая способность конструкции из бетона или железобетона зависит от видов воздействий и деградации свойств бетона и арматуры, то изменение эксплуатационного качества во времени должно быть оценено сначала на уровне материала. Предложите варианты материалов для строительства промышленных зданий в суровых климатических условиях (крайний север) и обоснуйте выбор с учетом видов воздействий, оказываемых на материал.

Задача 2. Предложите варианты снижения проницаемости материалов для строителей в случае уже промышленного здания, жилого здания и в случае выбора материалов при планировании строительства.

Примеры тестовых заданий

Компетенция ПК-3 Способен анализировать технологии получения композиционных материалов и разрабатывать рекомендации по оптимизации их состава и свойств

1. Морозостойкость определяется способностью материала

- А) в насыщенном водой состоянии выдерживать попеременные циклы замораживания и оттаивания без потери прочности и массы
- Б) сопротивляться воздействиям отрицательных температур
- В) выдерживать попеременные смены тепла и холода
- Г) не разрушаться при работе Крайнего Севера
- Д) не понижать температуру в помещениях в морозные дни

2. Прочность – свойство материала:

- А) сопротивляться одновременному воздействию истирания и ударов
- Б) проникновению в них других материалов
- В) не деформироваться и не раскалываться под ударом
- Г) изменять форму и размеры под действием внешних сил
- Д) сопротивляться разрушению под действием внутренних напряжений, возникающих от внешних нагрузок

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знать методы анализа химического состава и структуры композиционных материалов Знать технологические и эксплуатационные свойства композиционных материалов Знать методики разработки рекомендаций по оптимизации состава и свойств композиционных материалов с целью повышения их конкурентноспособности
Умения	Уметь проводить анализ химического состава и структуры композиционных материалов Уметь проводить анализ зависимости технологических и эксплуатационных свойств композиционных материалов от их состава и структуры Уметь разрабатывать рекомендации по оптимизации состава и свойств композиционных материалов с целью повышения их конкурентноспособности
Владения	Владеть методами анализа химического состава и структуры композиционных материалов Владеть навыками анализа зависимости технологических и эксплуатационных свойств композиционных материалов от их

	состава и структуры Владеть навыками применения рекомендаций оптимизации составов и свойств композиционных материалов с целью повышения их конкурентноспособности
--	--

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знать методы анализа химического состава и структуры композиционных материалов	Не знает методы анализа химического состава и структуры композиционных материалов	Знает методы анализа химического состава и структуры композиционных материалов, но не может применить на практике	Знает методы анализа химического состава и структуры композиционных материалов, но допускает неточности	В полном объеме знает методы анализа химического состава и структуры композиционных материалов
Знать технологические и эксплуатационные свойства композиционных материалов	Не знает технологические и эксплуатационные свойства композиционных материалов	Знает технологические и эксплуатационные свойства композиционных материалов, но не может применить на практике	Знает технологические и эксплуатационные свойства композиционных материалов, но допускает неточности	В полном объеме знает технологические и эксплуатационные свойства композиционных материалов
Знать методики разработки рекомендаций по оптимизации состава и свойств композиционных материалов с целью повышения их конкурентноспособности	Не знает методики разработки рекомендаций по оптимизации состава и свойств композиционных материалов с целью повышения их конкурентноспособности	Знает методики разработки рекомендаций по оптимизации состава и свойств композиционных материалов с целью повышения их конкурентноспособности, но не может применить на практике	Знает методики разработки рекомендаций по оптимизации состава и свойств композиционных материалов с целью повышения их конкурентноспособности, но допускает неточности	В полном объеме знает методики разработки рекомендаций по оптимизации состава и свойств композиционных материалов с целью повышения их конкурентноспособности

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Уметь проводить анализ химического состава и структуры композиционных материалов	Не умеет проводить анализ химического состава и структуры композиционных материалов	С незначительной помощью может проводить анализ химического состава и структуры композиционных материалов, но допускает ошибки	С незначительной помощью может проводить анализ химического состава и структуры композиционных материалов	Самостоятельно умеет проводить анализ химического состава и структуры композиционных материалов
Уметь проводить анализ	Не умеет проводить анализ	С незначительной помощью может	С незначительной помощью может	Самостоятельно умеет проводить

зависимости технологических и эксплуатационных свойств композиционных материалов от их состава и структуры	зависимости технологических и эксплуатационных свойств композиционных материалов от их состава и структуры	проводить анализ зависимости технологических и эксплуатационных свойств композиционных материалов от их состава и структуры, но допускает ошибки	проводить анализ зависимости технологических и эксплуатационных свойств композиционных материалов от их состава и структуры	анализ зависимости технологических и эксплуатационных свойств композиционных материалов от их состава и структуры
Уметь разрабатывать рекомендации по оптимизации состава и свойств композиционных материалов с целью повышения их конкурентноспособности	Не умеет разрабатывать рекомендации по оптимизации состава и свойств композиционных материалов с целью повышения их конкурентноспособности	С незначительной помощью может разрабатывать рекомендации по оптимизации состава и свойств композиционных материалов с целью повышения их конкурентноспособности, но допускает ошибки	С незначительной помощью может разрабатывать рекомендации по оптимизации состава и свойств композиционных материалов с целью повышения их конкурентноспособности	Самостоятельно умеет разрабатывать рекомендации по оптимизации состава и свойств композиционных материалов с целью повышения их конкурентноспособности

Оценка сформированности компетенций по показателю Владения

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владеть методами анализа химического состава и структуры композиционных материалов	Не владеет методами анализа химического состава и структуры композиционных материалов	На низком уровне владеет методами анализа химического состава и структуры композиционных материалов	Владеет методами анализа химического состава и структуры композиционных материалов, но допускает неточности	Владеет на высоком уровне методами анализа химического состава и структуры композиционных материалов
Владеть навыками анализа зависимости технологических и эксплуатационных свойств композиционных материалов от их состава и структуры	Не владеет навыками анализа зависимости технологических и эксплуатационных свойств композиционных материалов от их состава и структуры	На низком уровне владеет навыками анализа зависимости технологических и эксплуатационных свойств композиционных материалов от их состава и структуры	Владеет навыками анализа зависимости технологических и эксплуатационных свойств композиционных материалов от их состава и структуры, но имеет проблемы с применением на практике	Уверенно владеет навыками анализа зависимости технологических и эксплуатационных свойств композиционных материалов от их состава и структуры
Владеть навыками применения рекомендаций оптимизации составов и свойств композиционных материалов с целью повышения их	Не владеет навыками применения рекомендаций оптимизации составов и свойств композиционных материалов с целью повышения их	На низком уровне владеет навыками применения рекомендаций оптимизации составов и свойств композиционных материалов с целью повышения их	Владеет навыками применения рекомендаций оптимизации составов и свойств композиционных материалов с целью повышения их	Уверенно владеет навыками применения рекомендаций оптимизации составов и свойств композиционных материалов с целью повышения их

конкурентноспосо бности	их конкурентноспосо бности	их конкурентноспосо бности	конкурентноспосо бности, но имеет проблемы с применением на практике	их конкурентноспосо бности
----------------------------	----------------------------------	----------------------------------	--	----------------------------------

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная мебель; интерактивная доска, мультимедийный проектор, компьютерная техника подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду.
2.	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная мебель; мельница лабораторная роторная, мельница дисковая вибрационная ИВ-1, мельница шаровая уралитовая 200 л, мельница шаровая МШУ/60, мельница лабораторная валковая "МШЛ-2, барабан для помола 10л, 8л, 4л, 2л, печь муфельная SNOL 1200 *С, печь муфельная ПМ-ТД (самописец Термодат-16ЕЗ), шкаф сушильный Binder 300 *С, пресс гидравлический ПГМс-100МГ4А, установка для исследования свойств бетона на долговечность, весы технические ДВП-60Е
3.	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная мебель, весы лабораторные RV 3102, мешалка лопастная, 40-1200 об/мин., мешалка лопастная LS-110, 100-2000 об/мин, комплект сит КСИ нерж. d=300 мм, рибор ПКФ-01 (для песчаных грунтов), прибор стандартного уплотнения ПСУ малый, прибор стандартного уплотнения ЦКБ-9127, конус балансирный Васильева КБВ, баня шестиместная водяная – 2 шт., стол встряхивающий КП-111, виброплощадка лабораторная типа СМЖ-539, ручной прибор Вика Е055N, растворосмеситель лабораторный Matest E095, форма куба/балочка 3ФБ-40, 6ФК-20, 3ФК-50, 2ФК-100, ФК-150, вискозиметр Суттарда ВС, устройство ОВС для определения водоудерживающей способности раствора.
4.	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная мебель; компьютерная техника подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду; растровый электронный микроскоп TESCAN MIRA 3 LMU, напылительная настольная установка Q150T ES Quorum Technologies, прибор ИК-спектрометр VERTEX 70, рентгенофлуоресцентный спектрометр

		ARL9900 Intellipower Workstation, дериватограф MOM, лазерный анализатор частиц Zetatrac, Microtrac (США), прибор ПСХ-12, прибор SoftSorbi-II ver.1.0.
5.	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная мебель; автоклав лабораторный 5л, 24атм, компьютер Intel I3-3220, установка ультразвуковая (диспергатор) УЗД 1-1,6, гомогенизатор Silverson L5M-A, дистиллятор автоматический SELECTA "AC-L4", анализатор спектра звуковой прецизионный 4-канальный, калибратор акустический АК-1000, устройство перемешивающее ПЭ-8300.
6.	Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Специализированная мебель; компьютерная техника подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду.
7.	Читальный зал библиотеки с выходом в сеть Интернет для самостоятельной работы, Библиотека	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду.

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2022.
4	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения.
5	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения.

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Огородников, В.А. Основы физики прочности и механики разрушения: учебное издание / В.А. Огородников, В.А. Пушков, О.А. Тюпанова; ФГУП "РФЯЦ-ВНИИЭФ". – 2-е изд., испр. и доп. – Саров: РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2009. – 387 с.

2. Гладков, Д.И. Физико-химические основы прочности бетона и роль технологии в ее обеспечении: монография / Д.И. Гладков. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2004. – 293 с.

3. Нелюбова, В.В. Теория прочности и физика разрушения: методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов направления 22.04.01 – Материаловедение и технологии материалов / В.В. Нелюбова, И.Ю. Маркова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2021. – 51 с.

4. Нелюбова, В.В. Теория прочности и физика разрушения: методические указания к выполнению расчетно-графического задания для студентов направления 22.04.01 – Материаловедение и технологии материалов / В.В. Нелюбова, И.Ю. Маркова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2021. – 38 с.

5. Караваева, М.В. Физические основы разрушения пластичных материалов: учеб. пособие / М.В. Караваева. – Уфа: УГАТУ, 2011. – 135 с.

6. Хеллан, К. Введение в механику разрушения / К. Хеллан. – М., 1988. – 364 с.

7. Максименко В.Н. Основы прикладной механики разрушения. Ч. 1: учебное пособие для техн. вузов / В.Н. Максименко. – Новосибирск, 1994.