

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное бюджетное государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Воронежский государственный архитектурно-строительный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Директор строительно-
технологического института

 B. Власов

«14» 05 2015 г.



Рабочая программа
дисциплины

«Теоретические основы прочности и теория структур»

Направление подготовки: 04.03.01 «Химия, физика и механика материалов»

Квалификация (степень) выпускника: «Бакалавр»

Нормативный срок обучения: 4 года

Форма обучения: очная

Автор программы Н.А. (к.т.н., доц. Верлина Н.А.)

Программа обсуждена на заседании кафедры материаловедения и технологии строительных мате-
риалов «20» «04» 2015 г., протокол № 11

Зав. кафедрой Б. Власов B. Власов

Воронеж 2015

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Цель преподавания дисциплины: формирование знаний по проблемам механики прочности и разрушения строительных композиционных материалов, ознакомление с принципами управления сопротивлением материалов разрушению с позиций структурного материаловедения (компетенции (ОК-7, ОПК-2, ОПК-7, ПК-1, ПК-4).

1.2. Задачи освоения дисциплины

Задачами преподавания дисциплины являются:

- формирование навыков инженерного мышления;
- изучение современных представлений о процессах разрушения металлов, пластмасс, керамики и композиционных материалов;
- изучение научно-инженерных основ конструирования и управления сопротивлением разрушению строительных композиционных материалов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Теоретические основы прочности и теория структур» относится к вариативной части математического и естественно-научного цикла дисциплин; развивает навыки системного подхода к решению задач управления структурой и свойствами строительных композитов.

При ее освоении используется знания следующих дисциплин.

Концепции современного естествознания: использование основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности.

Математика: методы математического анализа и моделирования; основы теории вероятности; элементы математической статистики.

Химия: химическая связь; вода и формы связанной воды; дисперсные системы; поверхностная энергия; коллоидное состояние.

Физика: инерция, масса, сила; законы сохранения; силы упругости и трения; силы тяготения; механика жидкостей и газов; колебания; молекулярная физика и термодинамика; жидкости, характеристики жидкого состояния; теплопроводность.

Знания, полученные при изучении дисциплины служат основой для успешного освоения последующих дисциплин профессионального цикла: специальные, конструкционные и функциональные строительные материалы, стойкость и долговечность конструкционных, функциональных и специальных строительных материалов, химия и физика систем твердения материалов.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

После освоения дисциплины студент должен приобрести следующие знания, умения и навыки, соответствующие компетенциям ООП.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

закономерности проявления материалами конструкционных свойств; принципы управления их свойствами через параметры состава и структуры; методы и принципы управления сопротивлением материалов разрушению (ОК-7, ОПК-2, ОПК-7, ПК-1, ПК-4).

Уметь:

правильно оценивать уровень эксплуатационных воздействий на материал и рекомендовать необходимый уровень качества материала; выбирать материал с оптимальными свойствами для конструкции, работающей в заданных условиях эксплуатации; назначать оптимальные параметры состава и структуры материала для обеспечения задаваемого уровня

качества; иметь навыки испытания строительных материалов и изделий (ОК-7, ОПК-2, ОПК-7, ПК-1, ПК-4).

Владеть:
обработкой экспериментальных данных, оформления результатов испытаний (ОПК-7, ПК-1).

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
Аудиторные занятия (всего)	126	4	5
В том числе:			
Лекции	72	36	36
Практические занятия (ПЗ)	-		
Лабораторные занятия (ЛР)	54	18	36
Самостоятельная работа (всего)	90	18	72
В том числе:			
Курсовая работа			
Контроль	36	-	36
Подготовка к лабораторным занятиям и лекциям	90	18	72
Вид промежуточной аттестации:			
Зачет		+	-
Экзамен		-	36
Общая трудоемкость	час	252	72
	зач. ед	7	2
			5

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование дисциплины	раздела	Содержание раздела
1	2		3
1	Введение		Объект и предмет изучения курса, цели и задачи. Конструкция, материал в конструкции, структура материала. Виды воздействий.
2	Терминология и основные понятия в теории структуры композиционных строительных материалов		Понятия материал, конструкционный, композиционный материал. Понятие состав и его характеристика. Понятие структура и его характеристика. Понятие свойство, качество, управление качеством. Совокупность признаков композиционных материалов. Строение строительных материалов: общая характеристика. Классификация строительных материалов с точки зрения особенностей их строения Структура как реализация видов и энергии связей в материале. Структура металлов, керамики, полимеров. Влияние дефектности материалов на их прочностные характеристики.
3	Характеристика и функциональное назначение основных компонентов композиционных материалов.		Матрица композиционных строительных материалов: определение, функции; классификация матриц по энергетическому состоянию. Классификация матриц по вещественному состоянию Структурный элемент включение и характеристика типов включений. Роль включений в матрице. Модели пространственной координации включений. Контактная зона и ее роль в формировании прочности композиционных материалов. Два способа образования двухкомпонентной системы «матрица – включения». Типы цементации и обобщенные зависимости для прочности материала. Поровое пространство: его классификация, строение и характеристики. Поверхность и поверхностная энергия порового пространства.
4	Разрушение с точки зрения термофлуктуационной теории		Физическая концепция явления разрушения материала (общая трактовка термофлуктуационной теории разрушения).
5	Механика трещин в однородных системах		Исследования Гриффитса. Факторы, определяющие закономерности зарождения и распространения трещин в материале. Разрушение как процесс роста, развития и распространения трещин в материале. Проблематика механики трещин. Параметры трещины. Энергетический подход к закономерностям распространения трещины. Силовой подход к закономерностям распространения трещины. Критический коэффициент интенсивности напряжений. Упруго-пластическое разрушение. Вязкость разрушения
6	Механика разрушения гетерогенных материалов		Особенности разрушения композиционных гетерогенных материалов (бетон, керамика). Особенности разрушения металлов. Особенности разрушения полимеров. Вязкость разрушения гетерогенных композиционных материалов. Рост усталостных трещин при длительном действии нагрузки.

7	Типы разрушений	Типы разрушения материалов и их характеристика. Диаграммы деформирования материалов при кратковременном действии разрушающей нагрузки. Диаграммы деформирования материала в цикле «нагружение - разгружение». Диаграмма деформирования материала при длительном действии постоянной нагрузки. Диаграмма деформирования материала при циклическом нагружении
8	Управление структурой материала с целью управления сопротивлением разрушению	Концепция управления свойствами материала на основе структурного подхода. Управление сопротивлением разрушению строительных композиционных материалов. Способы торможения роста, развития и распространения трещин в материале. Примеры практического применения механики разрушения в инженерных расчетах зданий и сооружений

5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин					
		1	2	3	4	5	6
1.	Специальные, конструкционные и функциональные строительные материалы	+	+	+			
2	Стойкость и долговечность конструкционных, функциональных и специальных строительных материалов			+	+	+	+

5.3. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего час.
1.	Введение	2	-	-	2	4
2.	Терминология и основные понятия в теории структуры композиционных строительных материалов	8	-	8	8	24
3.	Характеристика и функциональное назначение основных компонентов композиционных материалов.	12	-	16	18	46
4.	Разрушение с точки зрения термофлуктуационной теории	8	-	-	4	12
5.	Механика трещин в однородных системах	12	-	8	20	40
6	Механика разрушения гетерогенных материалов	12	-	16	24	52
7	Типы разрушений	10	-	6	8	24
8	Управление структурой материала с целью управления сопротивлением разрушению	8	-	-	6	14
ВСЕГО		72	-	54	90	216

5.4. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

Сем. обуч.	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторной работы	Кол- часов	
			ауд.	CPC
6,	2	Исследование структуры и свойств матрицы композиционных строительных материалов	9	4
6	3	Изучение влияния типов цементации на свойства композиционных строительных материалов	9	4
7	2	Оценка показателей сопротивления разрушению строительных материалов	16,0	16,0
7	6	Оценка вязкости разрушения гетерогенных композиционных материалов	12,0	12,0
7	7	Определение модуля упругости гетерогенных композиционных материалов	8,0	8,0
		ВСЕГО	54	44

5.5. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (не предусмотрено)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (час)

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ (не предусмотрено)

№	Тематика курсовой работы	Кол-во часов

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО И ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

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

№ п/п	Компетенция (общекультурная – ОК; профессиональная - ПК)	Форма контроля	семестр
1	ОК-7. способность к самоорганизации и к самообразованию	Тестирование (Т) Лабораторные работы (ЛР) Зачет	3-4
2	ОПК-2. способность использовать практические навыки экспериментальной работы в областях неорганической, аналитической, органической и физической химии; химии и физики высокомолекулярных соединений; структурной химии и кристаллохимии; общей физики; физики конденсированного состояния и механики материалов, позволяющие эффективно работать в различных экспериментальных областях наук	Тестирование (Т) Зачет	3-4

3	ОПК-7. готовность к участию в проведении научных исследований, начиная от планирования проводимых экспериментов до обобщения, оформления и публичного представления полученных результатов	Тестирование (Т) Лабораторные работы (ЛР) Зачет Экзамен	3-4
4	ПК- 1.способность использовать основные современные методологические, теоретические и экспериментальные подходы к проведению научных исследований по выбранному профилю программы	Тестирование (Т) Лабораторные работы (ЛР) Экзамен	3-4
5	ПК – 4. способностью к оптимизации и реализации основных технологий получения современных материалов	Тестирование (Т) Лабораторные работы (ЛР) Экзамен	3-4

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Форма контроля		
		ЛР	Т	Зачет
Знает	закономерности проявления материалами конструкционных свойств; принципы управления их свойствами через параметры состава и структуры; методы и принципы управления сопротивлением материалов разрушению (ОК-7, ОПК-2, ОПК-7, ПК-1, ПК-4)	+	+	+
Умеет	правильно оценивать уровень эксплуатационных воздействий на материал и рекомендовать необходимый уровень качества материала; выбирать материал с оптимальными свойствами для конструкции, работающей в заданных условиях эксплуатации; назначать оптимальные параметры состава и структуры материала для обеспечения задаваемого уровня качества; иметь навыки испытания строительных материалов и изделий (ОК-7, ОПК-2, ОПК-7, ПК-1, ПК-4)	+	+	+
Владеет	обработкой экспериментальных данных, оформления результатов испытаний (ОПК-7, ПК-1).	+	+	+

7.2.1.Этап текущего контроля знаний

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по пятибалльной шкале с оценками:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно»;
- «не аттестован».

Дескрип- тор ком- петенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
Знает	закономерности проявления материалами конструкционных свойств; принципы управления их свойствами через параметры состава и структуры; методы и принципы управления сопротивлением материалов разрушению (ОК-7, ОПК-2, ОПК-7, ПК-1, ПК-4)	отлично	Полное или частичное посещение лекционных, лабораторных занятий. Отличное выполнение лабораторных работ
Умеет	правильно оценивать уровень эксплуатационных воздействий на материал и рекомендовать необходимый уровень качества материала; выбирать материал с оптимальными свойствами для конструкции, работающей в заданных условиях эксплуатации; назначать оптимальные параметры состава и структуры материала для обеспечения задаваемого уровня качества; иметь навыки испытания строительных материалов и изделий (ОК-7, ОПК-2, ОПК-7, ПК-1, ПК-4)		
Владеет	обработкой экспериментальных данных, оформления результатов испытаний (ОПК-7, ПК-1).		
Знает	закономерности проявления материалами конструкционных свойств; принципы управления их свойствами через параметры состава и структуры; методы и принципы управления сопротивлением материалов разрушению (ОК-7, ОПК-2, ОПК-7, ПК-1, ПК-4)	хорошо	Полное или частичное посещение лекционных, лабораторных занятий. Хорошее выполнение лабораторных работ
Умеет	правильно оценивать уровень эксплуатационных воздействий на материал и рекомендовать необходимый уровень качества материала; выбирать материал с оптимальными свойствами для конструкции, работающей в заданных условиях эксплуатации; назначать оптимальные параметры состава и структуры материала для обеспечения задаваемого уровня качества; иметь навыки испытания строительных материалов и изделий (ОК-7, ОПК-2, ОПК-7, ПК-1, ПК-4)		
Владеет	обработкой экспериментальных данных, оформления результатов испытаний (ОПК-7, ПК-1).		
Знает	закономерности проявления материалами конструкционных свойств; принципы управления их свойствами через параметры состава и структуры; методы и принципы управления сопротивлением материалов разрушению (ОК-7, ОПК-2, ОПК-7, ПК-1, ПК-4)	удовлет- ворител- ьно	Полное или частичное посещение лекционных, лабораторных занятий. Удовлетворительное выполнение лабораторных работ
Умеет	правильно оценивать уровень эксплуатационных воздействий на материал и рекомендовать необходимый уровень качества материала; выбирать материал с оптимальными свойствами для конструкции, работающей в заданных условиях эксплуатации; назначать оптимальные параметры состава и структуры материала для обеспечения задаваемого уровня качества; иметь навыки испытания строительных материалов и изделий (ОК-7, ОПК-2, ОПК-7, ПК-1, ПК-4)		
Владеет	обработкой экспериментальных данных, оформления результатов испытаний (ОПК-7, ПК-1).		

Дескрип- тор ком- петенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
Знает	закономерности проявления материалами конструкционных свойств; принципы управления их свойствами через параметры состава и структуры; методы и принципы управления сопротивлением материалов разрушению (ОК-7, ОПК-2, ОПК-7, ПК-1, ПК-4)	неудов- летвори- тельно	Частичное посещение лекционных, лабораторных занятий. Неудовле- творительно выполненные ПР и ЛР.
Умеет	правильно оценивать уровень эксплуатационных воздействий на материал и рекомендовать необходимый уровень качества материала; выбирать материал с оптимальными свойствами для конструкции, работающей в заданных условиях эксплуатации; назначать оптимальные параметры состава и структуры материала для обеспечения задаваемого уровня качества; иметь навыки испытания строительных материалов и изделий (ОК-7, ОПК-2, ОПК-7, ПК-1, ПК-4)		
Владеет	обработкой экспериментальных данных, оформления результатов испытаний (ОПК-7, ПК-1).		
Знает	закономерности проявления материалами конструкционных свойств; принципы управления их свойствами через параметры состава и структуры; методы и принципы управления сопротивлением материалов разрушению (ОК-7, ОПК-2, ОПК-7, ПК-1, ПК-4)	не атте- стован	Непосеще- ние лекци- онных, ла- бораторных занятий. Не выполнен- ные ПР и ЛР.
Умеет	правильно оценивать уровень эксплуатационных воздействий на материал и рекомендовать необходимый уровень качества материала; выбирать материал с оптимальными свойствами для конструкции, работающей в заданных условиях эксплуатации; назначать оптимальные параметры состава и структуры материала для обеспечения задаваемого уровня качества; иметь навыки испытания строительных материалов и изделий (ОК-7, ОПК-2, ОПК-7, ПК-1, ПК-4)		
Владеет	обработкой экспериментальных данных, оформления результатов испытаний (ОПК-7, ПК-1).		

7.2.2.Этап промежуточного контроля знаний

Результаты текущего контроля знаний (зачет) оцениваются по двухбалльной шкале с оценками:

- «зачтено»;
- «не зачтено».

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
Знает	закономерности проявления материалами конструкционных свойств; принципы управления их свойствами через параметры состава и структуры; методы и принципы управления сопротивлением материалов разрушению (ОК-7, ОПК-2, ОПК-7, ПК-1, ПК-4)		<p>1. Студент демонстрирует полное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.</p> <p>2. Студент демонстрирует значительное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.</p> <p>3. Студент демонстрирует частичное понимание заданий. Большинство требований, предъявляемых к заданию выполнены.</p>
Умеет	правильно оценивать уровень эксплуатационных воздействий на материал и рекомендовать необходимый уровень качества материала; выбирать материал с оптимальными свойствами для конструкции, работающей в заданных условиях эксплуатации; назначать оптимальные параметры состава и структуры материала для обеспечения задаваемого уровня качества; иметь навыки испытания строительных материалов и изделий (ОК-7, ОПК-2, ОПК-7, ПК-1, ПК-4)	зачтено	
Владеет	обработкой экспериментальных данных, оформления результатов испытаний (ОПК-7, ПК-1).		
Знает	закономерности проявления материалами конструкционных свойств; принципы управления их свойствами через параметры состава и структуры; методы и принципы управления сопротивлением материалов разрушению (ОК-7, ОПК-2, ОПК-7, ПК-1, ПК-4)		<p>1. Студент демонстрирует небольшое понимание заданий. Многие требования, предъявляемые к заданию не выполнены.</p> <p>2. Студент демонстрирует непонимание заданий.</p> <p>3. У студента нет ответа. Не было попытки выполнить задание.</p>
Умеет	правильно оценивать уровень эксплуатационных воздействий на материал и рекомендовать необходимый уровень качества материала; выбирать материал с оптимальными свойствами для конструкции, работающей в заданных условиях эксплуатации; назначать оптимальные параметры состава и структуры материала для обеспечения задаваемого уровня качества; иметь навыки испытания строительных материалов и изделий (ОК-7, ОПК-2, ОПК-7, ПК-1, ПК-4)	не зачтено	
Владеет	обработкой экспериментальных данных, оформления результатов испытаний (ОПК-7, ПК-1).		

7.3. Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

Текущий контроль успеваемости осуществляется на практических занятиях: в виде опроса теоретического материала и умения применять его к решению задач у доски, в виде тестирования по отдельным темам.

Промежуточный контроль осуществляется тестирования по разделам дисциплины, изученным студентом в период между аттестациями.

7.3.1. Примерная тематика РГР

Не предусмотрено

7.3.2. Примерная тематика и содержание КР

Не предусмотрено

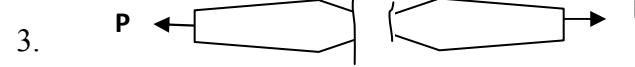
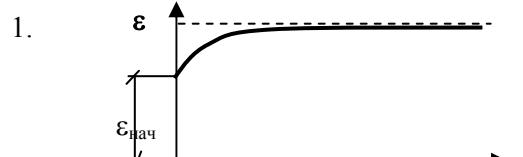
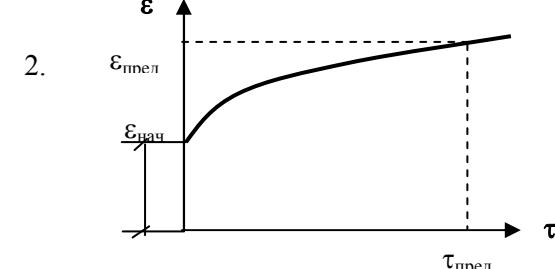
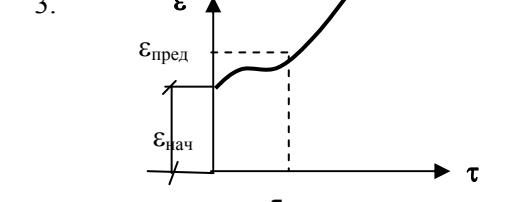
7.3.3. Вопросы для коллоквиумов

Не предусмотрено

7.3.4. Задания для тестирования

ВАРИАНТ 1

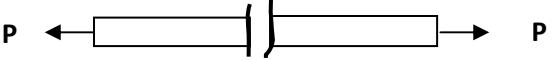
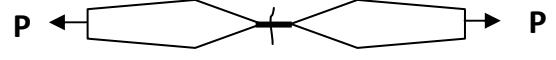
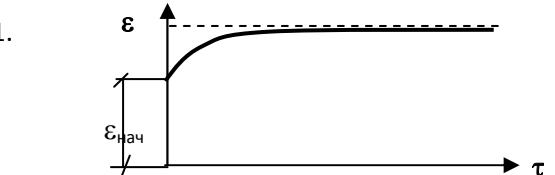
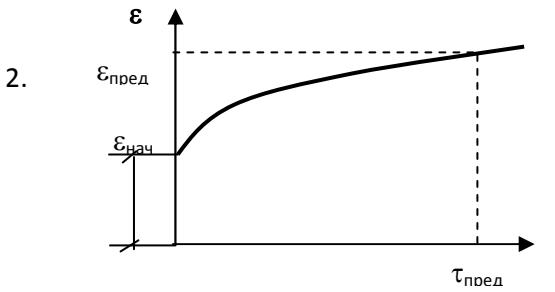
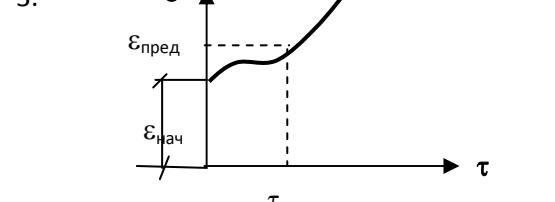
1. <i>Что такое структура материала?</i>	1. Это расположение составных элементов в объеме материала. 2. Это пространственное взаиморасположение составных частей материала в строго определенном энергетическом состоянии. 3. Это взаимосвязь структурных элементов материала.
2. <i>Что такое матрица композиционных материалов?</i>	1. Компонент, непрерывный в объеме материала. 2. Компонент прерывистый, разделенный в объеме материала. 3. Совокупность пластичных структурных элементов материала.
3. <i>По вещественному составу матрицы подразделяют на....</i>	1. Полимерные, металлические, минеральные. 2. Аморфные, полимерные, кристаллические. 3. Аморфные, кристаллические, аморфно-кристаллические. 4. Кристаллические, минеральные, полимерные.
4. <i>Вещество в кристаллическом состоянии характеризуется...</i>	1. Нерегулярной, разупорядоченной структурой. 2. Регулярной, максимально упорядоченной структурой. 3. Промежуточным состоянием структуры.
5. <i>Укажите виды включений в композиционных материалах</i>	1. Волокнистые, шарообразные, одномерные. 2. Нульмерные; одномерные; двумерные. 3. Нульмерные; шарообразные; двумерные.
6. <i>Каким коэффициентом избытка матричного материала характеризуется базальный тип цементации?</i>	1. $K_{изб} = V_{матр}/V_{пуст} < 1$ 2. $K_{изб} = V_{матр}/V_{пуст} \geq 1$ 3. $K_{изб} = V_{матр}/V_{пуст} > 1$
7. <i>На макроуровне структуры материала выделяют:</i>	1. матричный материал, крупный заполнитель, макропоры, макротрешины, поверхность контакта матричного материала и включений; 2. матричный материал, микрозернистые включения, микропоры, микротрешины, поверхность контакта матричного материала и включений; 3. продукты гидратации и структурообразования цементного камня как совокупность скрытокристаллической и кристалли-

	ческой морфологических разностей и присущих им микропор; 4. надчастичные, надкристаллические образования, состоящие из системы контактирующих частиц по типу контактов примыкания, срастания и прорастания.
8. Концентрация напряжений в конструкционном материале при действии на него механической нагрузки реализуется...	1. в матричном материале; 2. на границе контакта «матрица-включение»; 3. внутри включения.
9. Максимальная концентрация напряжений на n -ном масштабном уровне структуры материала описывается выражением	1. $\sigma_{max} = \sigma_o \cdot f(K_1; K_2; \dots, K_n)$ 2. $\sigma_{max} = \frac{P}{F}$ 3. $\sigma_o = \frac{P}{F} K_n$
10. Какой вид разрушения относится к хрупкому?	1.  2.  3. 
11. Основные типы раскрытия трещин в твердом теле	1. нормальный отрыв (разрыв), поперечный сдвиг, продольный сдвиг (срез); 2. упругое разрушение, хрупкое разрушение, сдвиг; 3. разрыв, продольный сдвиг, хрупкий отрыв.
12. В цикле «нагружение – разгрузжение» деформирование материала включает	1. мгновенно обратимые деформации ($\epsilon_{\text{мгн. обр}}$), необратимые деформации последействия ($\epsilon_{\text{после обр}}$), 2. мгновенно обратимые деформации ($\epsilon_{\text{мгн. обр}}$), обратимые деформации последействия ($\epsilon_{\text{после обр}}$), необратимые (остаточные) деформации ($\epsilon_{\text{ост}}$); 3. обратимые деформации ($\epsilon_{\text{мгн. обр}}$), необратимые (остаточные) деформации ($\epsilon_{\text{ост}}$).
13. Кривая деформирования материала при нарастающей ползучести имеет вид	1.  2.  3. 

14. <i>Виды взаимодействия материалов с газофазовой средой</i>	1. моно- и полимолекулярная адсорбция, капиллярная конденсация; 2. капиллярное насыщение и фильтрация (водонасыщение); 3. капиллярная конденсация; капиллярное насыщение и фильтрация.
15. <i>Адсорбция описывается уравнением</i>	1. $\Delta P_{\text{жк}} \pm P_k = g\rho_{\text{жк}} \cdot H \pm \frac{2\gamma \cos \theta}{r_s}$ 2. $P_k = \frac{2\gamma \cos \theta}{r_s}$ 3. $d\sigma_{m.\phi.} = -RT \cdot \frac{A}{MS_{m.\phi.}} d\left(\ln \frac{P}{P_o}\right)$

ВАРИАНТ 2

1. <i>По энергетическому состоянию матрицы подразделяют на....</i>	1. Аморфные, полимерные, кристаллические. 2. Аморфные, кристаллические, аморфно-кристаллические. 3. Кристаллические, минеральные, полимерные.
2. <i>Вещество в аморфном состоянии характеризует-ся...</i>	1. Нерегулярной, разупорядоченной структурой. 2. Регулярной, максимально упорядоченной структурой. 3. Промежуточным состоянием структуры.
3. <i>Что такое включения в композиционных материалах?</i>	1. Компонент, непрерывный в объеме материала. 2. Компонент прерывистый, разделенный в объеме материала. 3. Совокупность пластичных структурных элементов материала.
4. <i>Чем определяется прочность связей в контактной зоне «матрица-включение»?</i>	1. Силой адгезионного взаимодействия между компонентами, различными по химическому составу. 2. Силой внутримолекулярных связей. 3. Прочностью кристаллических контактов
5. <i>Каким коэффициентом избытка матричного материала характеризуется поровый тип цементации?</i>	1. $K_{изб} = V_{\text{матр}}/V_{\text{пуст}} < 1$ 2. $K_{изб} = V_{\text{матр}}/V_{\text{пуст}} \geq 1$ 3. $K_{изб} = V_{\text{матр}}/V_{\text{пуст}} > 1$
6. <i>Система уровней структуры в строительных материалах включает:</i>	1. ультрамикро-, субмикро-, микро-, мезо-, макро -уровни; 2. большой, малый, сверхмалый уровни; 3. сверхбольшой, большой, средний, малый уровни.
7. <i>На микроуровне структуры материала выделяют:</i>	1. матричный материал, крупный заполнитель, макропоры, макротрещины, поверхность контакта матричного материала и включений; 2. матричный материал, микрозернистые включения, микропоры, микротрещины, поверхность контакта матричного материала и включений; 3. продукты гидратации и структурообразования цементного камня как совокупность скрытокристаллической и кристаллической морфологических разностей и присущих им микропор; 4. надчастичные, надкристаллические образования, состоящие из системы контактирующих частиц по типу контактов примыкания, срастания и прорастания.
8. <i>Типы разрушения композиционных материалов</i>	1. раскалывание, разрыв, хрупкое разрушение; 2. разрыв, пластическое разрушение, хрупкое разрушение; 3. упругое разрушение, хрупкое разрушение, сдвиг.

9. Какой вид разрушения относится к разрыву?	1.  2.  3. 
10. По форме и ориентации в материале поры подразделяют на ...	1. Тупиковые, проходные, внутренние. 2. Сквозные открытые, открытые тупиковые, внутренние замкнутые. 3. Сквозные, открытые, внутренние.
11. Кривая деформирования материала при затухающей ползучести имеет вид	1.  2.  3. 
12. Виды взаимодействия материалов с жидкофазовой средой	1. моно- и полимолекулярная адсорбция, капиллярная конденсация; 2. капиллярное насыщение и фильтрация; 3. капиллярная конденсация; капиллярное насыщение и фильтрация.
13. Для капиллярного давления применимо уравнение	1. $d\sigma_{m.\phi.} = -RT \cdot \frac{A}{MS_{m.\phi.}} d\left(\ln \frac{P}{P_o}\right)$ 2. $P_k = \frac{2\gamma \cos \theta}{r_s}$ 3. $\Delta P_{ж} \pm P_k = g\rho_{ж} \cdot H \pm \frac{2\gamma \cos \theta}{r_s}$
14. При длительном действии постоянной нагрузки материал может проявлять следующие виды ползучести	4. затухающую, постоянную, нарастающую; 5. убывающую, переменную, циклическую; 6. затухающую, переменную, нарастающую.
15. Соотношение Гриффитса для критической длины трещины имеет вид	7. $I_o = 4E\gamma/\pi\sigma^2$. 8. $\sigma_{разр} = (4\gamma E / \pi\lambda)^{1/2}$ 3. $\sigma_{max} = \sigma_o \cdot f(K_1; K_2; \dots, K_n)$

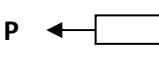
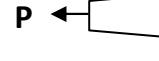
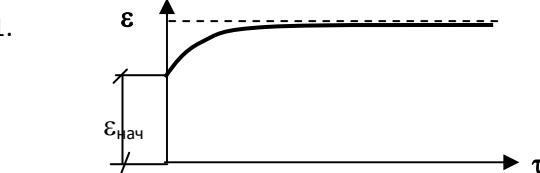
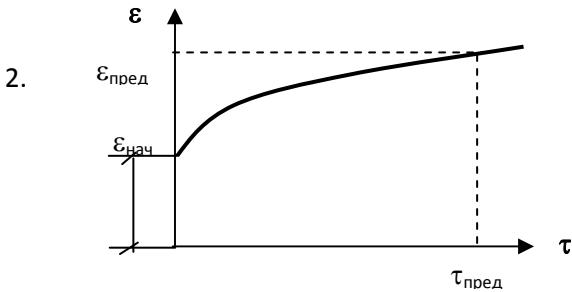
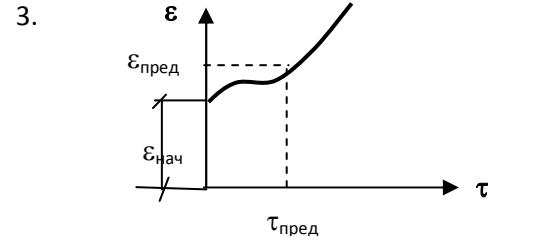
ВАРИАНТ 3

1. Какие функции выполняет матрица в структуре композиционного материала?	1. Объединяет в единое целое все структурные элементы композиционного материала, обеспечивает работу материала как единого целого при восприятии внешних воздействий. 2. Делает материал монолитным, объединяет в единое целое все структурные элементы композиционного материала. 3. Придает материалу пластичность, обеспечивает работу материала как единого целого при восприятии внешних воздействий
2. Вещество в аморфнокристаллическом кристаллическом состоянии характеризуется...	1. Нерегулярной, разупорядоченной структурой. 2. Регулярной, максимально упорядоченной структурой. 3. Промежуточным состоянием структуры.
3. Укажите виды включений в композиционных материалах	1. Волокнистые, шарообразные, одномерные. 2. Нулемерные; одномерные; двумерные. 3. Нулемерные; шарообразные; двумерные.
4. Охарактеризуйте виды пространственной ориентации включений в объеме материала.	1. Гексагональная, кубическая, трехосная. 2. Кубическая одномодальная, кубическая двумодальная. 3. Одноосная, двуосная, трехосная.
5. Каким коэффициентом избытка матричного материала характеризуется пленочный тип цементации?	1. $K_{изб} = V_{матр}/V_{пуст} < 1$ 2. $K_{изб} = V_{матр}/V_{пуст} \geq 1$ 3. $K_{изб} = V_{матр}/V_{пуст} > 1$
6. По форме и ориентации в материале поры подразделяют на...	1. Тупиковые, проходные, внутренние. 2. Сквозные открытые, открытые тупиковые, внутренние замкнутые. 3. Сквозные, открытые, внутренние.
7. На субмикроуровне структуры материала выделяют:	1. матричный материал, крупный заполнитель, макропоры, макротрешины, поверхность контакта матричного материала и включений; 2. матричный материал, микрозернистые включения, микропоры, микротрешины, поверхность контакта матричного материала и включений; 3. продукты гидратации и структурообразования цементного камня как совокупность скрытокристаллической и кристаллической морфологических разностей и присущих им микропор; 4. надчастичные, надкристаллические образования, состоящие из системы контактирующих частиц по типу контактов примыкания, срастания и прорастания.
8. Концентрация напряжений в конструкционном материале при действии на него механической нагрузки реализуется...	1. в матричном материале; 2. на границе контакта «матрица-включение»; 3. внутри включения.
9. Основные типы раскрытия трещин в твердом теле	1. нормальный отрыв (разрыв), поперечный сдвиг, продольный сдвиг (срез); 2. упругое разрушение, хрупкое разрушение, сдвиг; 3. разрыв, продольный сдвиг, хрупкий отрыв.
10 В цикле «нагружение – разгрузжение» деформирование материала включает	1. мгновенно обратимые деформации (ε мгн. обр), необратимые деформации последействия (ε после обр), 2. мгновенно обратимые деформации (ε мгн. обр), обратимые деформации последействия (ε после обр), необратимые

	(остаточные) деформации (ε ост); 3. обратимые деформации (ε мгн. обр), необратимые (остаточные) деформации (ε ост).
11 При длительном действии постоянной нагрузки материал может проявлять следующие виды ползучести	1. затухающую, постоянную, нарастающую; 2. убывающую, переменную, циклическую; 3. затухающую, переменную, нарастающую.
12 Кривая деформирования материала при нарастающей ползучести имеет вид	<p>1.</p> <p>2.</p> <p>3.</p>
13 Соотношение Гриффитса для критической длины трещины имеет вид	1. $l_o = 4E\gamma/\pi\sigma^2$. 2. $\sigma_{разр} = (4\gamma E / \pi\lambda)^{1/2}$ 3. $\sigma_{max} = \sigma_o \cdot f(K_1; K_2; \dots, K_n)$
14 Виды взаимодействия материалов с газофазовой средой	1. моно- и полимолекулярная адсорбция, капиллярная конденсация; 2. капиллярное насыщение и фильтрация (водонасыщение); 3. капиллярная конденсация; капиллярное насыщение и фильтрация.
15 Система уровней структуры в строительных материалах включает:	1. ультрамикро -, субмикро-, микро-, мезо-, макро -уровни; 2. большой, малый, сверхмалый уровни; 3. сверхбольшой, большой, средний, малый уровни.

ВАРИАНТ 4

1. <i>Что такое включения в композиционных материалах?</i>	1. Компонент, непрерывный в объеме материала. 2. Компонент прерывистый, разделенный в объеме материала. 3. Совокупность твердых структурных элементов материала.
2. <i>По энергетическому состоянию матрицы подразделяют на....</i>	1. Полимерные, металлические, минеральные. 2. Аморфные, полимерные, кристаллические. 3. Аморфные, кристаллические, аморфно-кристаллические. 4. Кристаллические, минеральные, полимерные.
3. <i>Какие функции выполняет матрица в структуре композиционного материала?</i>	1. Объединяет в единое целое все структурные элементы композиционного материала, обеспечивает работу материала как единого целого при восприятии внешних воздействий. 2. Делает материал монолитным, объединяет в единое целое все структурные элементы композиционного материала. 3. Придает материалу пластичность, обеспечивает работу материала как единого целого при восприятии внешних воздействий
4. <i>Вещество в аморфном состоянии характеризует-ся...</i>	1. Нерегулярной, разупорядоченной структурой. 2. Регулярной, максимально упорядоченной структурой. 3. Промежуточным состоянием структуры.
5. <i>Охарактеризуйте виды пространственной ориентации включений в объеме материала.</i>	1. Гексагональная, кубическая, трехосная. 2. Кубическая однодомадальная, кубическая двумодальная. 3. Одноосная, двухосная, трехосная.
6. <i>Какие типы цементации композиционных материалов вы знаете?</i>	1. Поровая, базальная, межчастичная цементация. 2. Контактная, пленочная, поровая, базальная, цементация. 3. Пленочная, межпоровая, базальная цементация
7. <i>По форме и ориентации в материале поры подразделяют на...</i>	1. Тупиковые, проходные, внутренние. 2. Сквозные открытые, открытые тупиковые, внутренние замкнутые. 3. Сквозные, открытые, внутренние.
8. <i>На ультрамикроуровне структуры материала выделяют:</i>	1. матричный материал, крупный заполнитель, макропоры, макротрещины, поверхность контакта матричного материала и включений; 2. матричный материал, микрозернистые включения, микропоры, микротрещины, поверхность контакта матричного материала и включений; 3. продукты гидратации и структурообразования цементного камня как совокупность скрытокристаллической и кристаллической морфологических разностей и присущих им микропор; 4. надчастичные, надкристаллические образования, состоящие из системы контактирующих частиц по типу контактов примыкания, срастания и прорастания.
9. <i>Максимальная концентрация напряжений на n-ном масштабном уровне структуры материала описывается выражением</i>	1. $\sigma_{max} = \sigma_0 \cdot f(K_1; K_2; \dots, K_n)$ 2. $\sigma_{max} = \frac{P}{F}$ 3. $\sigma_0 = \frac{P}{F} K_n$

10. Какой вид разрушения относится к пластическому?	<p>1. </p> <p>2. </p> <p>3. </p>
11. В цикле «нагружение – разгружение» деформирование материала включает	<p>1. мгновенно обратимые деформации ($\epsilon_{\text{мгн. обр}}$), необратимые деформации последействия ($\epsilon_{\text{после обр}}$),</p> <p>2. мгновенно обратимые деформации ($\epsilon_{\text{мгн. обр}}$), обратимые деформации последействия ($\epsilon_{\text{после обр}}$), необратимые (остаточные) деформации ($\epsilon_{\text{ост}}$);</p> <p>3. обратимые деформации ($\epsilon_{\text{мгн. обр}}$), необратимые (остаточные) деформации ($\epsilon_{\text{ост}}$).</p>
12. Кривая деформирования материала при постоянной ползучести имеет вид	<p>1. </p> <p>2. </p> <p>3. </p>
13. Соотношение Гриффитса для критической длины трещины имеет вид	<p>1. $I_o = 4E\gamma/\pi\sigma^2$.</p> <p>2. $\sigma_{\text{разр}} = (4\gamma E / \pi\lambda)^{1/2}$</p> <p>3. $\sigma_{\text{max}} = \sigma_o \cdot f(K_1; K_2; \dots, K_n)$</p>
14. Баланс сил при фильтрации отражается выражением	<p>1. $P_k = \frac{2\gamma \cos \theta}{r_s}$</p> <p>2. $\Delta P_{\text{жк}} \pm P_k = g\rho_{\text{жк}} \cdot H \pm \frac{2\gamma \cos \theta}{r_s}$</p> <p>3. $d\sigma_{m.\phi.} = -RT \cdot \frac{A}{MS_{m.\phi.}} d\left(\ln \frac{P}{P_o}\right)$</p>
15. При длительном действии постоянной нагрузки материал может проявлять следующие виды ползучести	<p>1. затухающую, постоянную, нарастающую;</p> <p>2. убывающую, переменную, циклическую;</p> <p>3. затухающую, переменную, нарастающую.</p>

7.3.5. Вопросы для зачета и экзамена

3 семестр – зачет

1. Общая характеристика структуры материала. Совокупность признаков композиционных материалов. Классификация материалов по их строению.
2. Матрица композиционных строительных материалов: определение, функции; классификация матриц по энергетическому состоянию. Обратимость процессов кристаллизации и аморфизации.
3. Классификация матриц по вещественному состоянию; полимерные, металлические, минеральные матрицы.
4. Структурный элемент включение и его разновидности. Модели пространственной координации включений.
5. Характеристика модельных типов пространственных упаковок зернистых включений.
6. Контактная зона и ее роль в формировании прочности композиционных материалов.
7. Типы цементации и обобщенная зависимость для прочности материала по первому способу образования двухкомпонентной системы «матрица – включения».
8. Типы цементации и обобщенная зависимость для прочности материала по второму способу образования двухкомпонентной системы «матрица – включения».
9. Поровое пространство: его классификация, строение и характеристики. Поверхность и поверхностная энергия порового пространства.
10. Масштабные уровни и элементы структуры строительных материалов.
11. Характеристика строения материала в виде двухкомпонентной системы.

4 семестр – экзамен

1. Конструкция, материал в конструкции, структура материала.
2. Виды воздействий.
3. Понятие прочность, разрушение
4. Структура как реализация видов и энергии связей в материале. Виды и сила связей.
5. Особенности структуры металлов
6. Особенности структуры керамики
7. Особенности структуры полимеров
8. Виды дефектов: точечные дефекты, примеси
9. Виды дефектов: дислокации
10. Виды дефектов: дефекты на границе раздела фаз
11. Физическая концепция явления разрушения материала (общая трактовка термофлуктуационной теории разрушения).
12. Исследования Гриффитса. Факторы, определяющие закономерности зарождения и распространения трещин в материале.
13. Разрушение как процесс роста, развития и распространения трещин в материале.
14. Энергетический подход к закономерностям распространения трещины.
15. Силовой подход к закономерностям распространения трещины. Критический коэффициент интенсивности напряжений.
16. Упруго-пластическое разрушение. Вязкость разрушения.
17. Закономерности проявления концентрации и локализации напряжений в структуре при действии механической нагрузки.
18. Особенности разрушения композиционных гетерогенных материалов (бетон, керамика).
19. Особенности разрушения металлов
20. Особенности разрушения полимеров
21. Вязкость разрушения гетерогенных композиционных материалов
22. Рост усталостных трещин при длительном действии нагрузки
23. Типы разрушения материалов и их характеристика.
24. Диаграммы деформирования материалов при кратковременном действии разрушающей

нагрузки для пластического и хрупкого типа разрушения.

25. Диаграммы деформирования материала в цикле «нагружение - разгружение» и при циклическом нагружении
26. Диаграммы деформирования материала при длительном действии постоянной нагрузки.
27. Формирование поля напряжений в материале при действии на него механической нагрузки.
28. Факторы, определяющие закономерности зарождения и распространения трещин в материале.
29. Управление сопротивлением разрушению строительных композиционных материалов.
30. Способы торможения роста, развития и распространения трещин в материале
31. Примеры практического применения механики разрушения в инженерных расчетах зданий и сооружений

7.3.7. Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Введение	ОК-7, ОПК-2, ОПК-7, ПК-1, ПК-4	Тестирование (Т) Зачет
2	Терминология и основные понятия в теории структуры композиционных строительных материалов	ОК-7, ОПК-2, ОПК-7, ПК-1, ПК-4	Тестирование (Т) Лабораторная работа (ЛР) Зачет
3	Характеристика и функциональное назначение основных компонентов композиционных материалов.	ОК-7, ОПК-2, ОПК-7, ПК-1, ПК-4	Тестирование (Т) Лабораторная работа (ЛР) Зачет
4	Разрушение с точки зрения термофлуктуационной теории	ОК-7, ОПК-2, ОПК-7, ПК-1, ПК-4	Тестирование (Т) Экзамен
5	Механика трещин в однородных системах	ОК-7, ОПК-2, ОПК-7, ПК-1, ПК-4	Лабораторная работа (ЛР) Экзамен
6	Механика разрушения гетерогенных материалов	ОК-7, ОПК-2, ОПК-7, ПК-1, ПК-4	Лабораторная работа (ЛР) Экзамен
7	Типы разрушений	ОК-7, ОПК-2, ОПК-7, ПК-1, ПК-4	Лабораторная работа (ЛР) Экзамен
8	Управление структурой материала с целью управления сопротивлением разрушению	ОК-7, ОПК-2, ОПК-7, ПК-1, ПК-4	Тестирование (Т) Экзамен

7.4. Порядок процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности на этапе промежуточного контроля знаний

Зачет может проводиться по итогам текущей успеваемости, ПР и (или) путем организации специального опроса, проводимого в устной и (или) письменной форме.

Во время проведения зачета обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также вычислительной техникой.

8. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), РАЗРАБОТАННОГО НА КАФЕДРЕ

№ п/п	Наименование издания	Вид издания (учебник, учебное пособие, методические указания, компьютерная программа)	Автор (авторы)	Год издания	Место хранения и количество
1	Теория структур и физико-химическая механика материалов	Методические указания	Славчева Г.С., Верлина Н.А.	2015	Библиотека

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Вид учебных занятий	Деятельность 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. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Лабораторные занятия	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Подготовка к экзамену (зачету)	При подготовке к экзамену (зачету) необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и решение задач на практических занятиях.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля):

10.1.1 Основная литература:

1. Рыбьев, И.А. Строительное материаловедение / И.А. Рыбьев. – М.: Высшая школа, 2002. – 702 с.
2. Микульский В.Г. Строительные материалы (материаловедение и технология): Учебное пособие. – М.: ИАСБ, 2002. – 536 с.
3. Каллистер, Уильям Д. Материаловедение: от технологии к применению (металлы, керамика, полимеры): - СПб. : Научные основы и технологии, 2011 (2011). - 895 с.

10.1.2 Дополнительная литература:

1. Парトン, В.З. Механика разрушения: От теории к практике / В.З. Парトン. – М.: Наука, 2002. – 240 с.
2. Работнов, Ю.Н. Проблемы механики деформируемого твердого тела / Ю.Н. Работнов. – М.: Наука, 2006. – 194 с.
3. Пирадов, К.А. Теоретические и экспериментальные основы механики разрушения бетона и железобетона / К.А. Пирадов. - Тбилиси: Энергия, 1998. – 355 с.

10.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Консультирование посредством электронной почты.
2. Использование презентаций при проведении лекционных занятий.

10.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля):

Использование ГОСТов, стандартов, технологических схем, справочных, информационных материалов в электронном виде.

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-лабораторное оборудование: (ауд. 6029. 6032)

- весы торговые и технические,
- лабораторный смеситель турбинного типа,
- лабораторный смеситель принудительного действия,
- универсальная испытательная машина УММ-20,
- лабораторная виброплощадка,
- формы 10×10×10 см, 7×7×7 см, 4×4×16 см/

12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (образовательные технологии)

Аудиторные поточные и групповые занятия в специализированных классах, компьютерное тестирование знаний студентов по разделам дисциплины.

Применение рейтинговой системы оценки знаний:

- путем проведения письменных и устных тестов на лабораторных занятиях;
- по результатам самостоятельной работы;
- по участию в специализированных выставках и семинарах.

Проведение контроля готовности студентов к выполнению лабораторных работ, рубежного и промежуточного контроля, уровня усвоения знаний по разделам дисциплины рекомендуется проводить в компьютерном классе с использованием сертифицированных тестов.

Итоговый контроль (зачет) осуществляется после оформления персонального журнала лабораторных работ.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, с учетом рекомендаций и ПрООП ВО по направлению подготовки 04.03.02 «Химия, физика и механика материалов».

**Руководитель основной профессиональной
образовательной программы**

к.х.н, доц.

(занимаемая должность, ученая степень и звание)

О.В. Артамонова

(инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией строительно-технологического института

« » 201 г., протокол №

Председатель: д.т.н., проф.
учёная степень и звание,

подпись

Г.С. Славчева
инициалы, фамилия

Эксперт

ОАО «Завод ЖБК» Советник генерального директора
(место работы) (занимаемая должность)

Смотров В.И.
(подпись) (инициалы, фамилия)

М П
организации