


**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

**УТВЕРЖДАЮ**

И.о. декана строительно-  
технологического факультета

 К.А. Складоров  
« 1 » 09 2017 г.


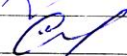
Рабочая программа  
дисциплины  
«Механика прочности, основы научных исследований»

Направление подготовки: 08.03.01 (270800) «Строительство»

Квалификация (степень) выпускника: «Бакалавр»

Нормативный срок обучения: 4/5 года

Форма обучения: очная / заочная

Авторы программы –  (к.т.н., доц. Белькова Н.А.)  
 (к.т.н., доц. Козодаев С.П.)

Программа обсуждена на заседании кафедры материаловедения и технологии строительных материалов « 1 » « 09 » 2017 г., протокол № 1.

Зав. кафедрой  В.В. Власов

Воронеж 2017

# 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, навыков научного экспериментального исследования в области строительных материалов и изделий (компетенции ПК-13, ПК-14, ПК-15).

## 1.2. Задачи освоения дисциплины

**Задачами преподавания дисциплины являются:**

- формирование навыков инженерного мышления;
- изучение современных представлений о процессах разрушения композиционных материалов;
- изучение структуры композиционных материалов на основе методологии структурного подхода;
- усвоение современных методов исследования состава, структуры и свойств цементного (гипсового) силикатного камня;
- приобретение навыков самостоятельного применения методов исследования при выполнении УИРС;
- изучение научно-инженерных основ конструирования и управления сопротивлением разрушению строительных композиционных материалов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Механика прочности, основы исследований» относится к вариативной части цикла дисциплин; развивает навыки системного подхода к решению задач управления структурой и свойствами строительных композитов.

При ее освоении используются знания следующих дисциплин.

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

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

Знания, полученные при изучении дисциплины служат основой для успешного усвоения последующих дисциплин профессионального цикла: технология бетонов, технология строительных изделий и конструкций, вяжущие вещества.

## 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 (ПК-13, ПК-14, ПК-15).

*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 (ПК-13, ПК-14, ПК-15).

*Владеть:*  
обработкой экспериментальных данных, оформления результатов испытаний (ПК-15).

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
Аудиторные занятия (всего)	72/30	5/7
В том числе:		
Лекции	36/18	36/18
Лабораторные занятия (ЛР)	36/12	36/12
Самостоятельная работа (всего)	72/105	72/105
В том числе:		
Курсовая работа	есть	есть
Контрольные работы	-	
Вид промежуточной аттестации: экзамен	36/9	36/9
Общая трудоемкость час	180/144	180/144
зач. ед	5/4	

Примечание: здесь и далее числитель – очная/знаменатель – заочная формы обучения.

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	2	3
1	Введение	<p>Мировоззренческая, методологическая, теоретическая и практическая составляющие научно-инженерной подготовки инженера-строителя-технолога.</p> <p>Система «материал – изделие – конструкция – здание, сооружение». Свойства материала как отражение его сопротивляемости воздействиям среды. Различие и сходство подходов инженеров-конструкторов - расчетчиков и технологов к материалу.</p>
2	Терминология и основные понятия в теории структуры композиционных строительных материалов	<p>Понятия материал, конструкционный, композиционный материал. Понятие состав и его характеристика. Понятие структура и его характеристика. Понятие свойство, качество, управление качеством.</p> <p>Совокупность признаков композиционных материалов.</p> <p>Строение строительных материалов: общая характеристика. Классификация строительных материалов с точки зрения особенностей их строения</p>
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	Системный анализ строения строительных материалов	Масштабные уровни и элементы структуры строительных материалов.
		Характеристика строения материала в виде двухкомпонентной системы
		Система взаимосвязи структурных элементов материала.
		Основные аналитические количественные соотношения для оценок параметров состава, структуры и состояния строительных материалов
5	Механика прочности и разрушения композиционных материалов	Концепция управления свойствами материала на основе структурного подхода. Классификация видов воздействий среды
		Квалификация разрушения как процесса и как завершающего акта. Понятие «сопротивление разрушению».
		Типы разрушения материалов и их характеристика. Диаграммы деформирования материала при кратковременном и длительном действии нагрузки, при циклическом нагружении.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
		Разрушение как процесс роста, развития и распространения трещин в материале. Механика трещин. Энергетический подход к разрушению материалов. Способы торможения роста, развития и распространения трещин в материале
		Физическая концепция явления разрушения материала (общая трактовка термофлуктуационной теории разрушения).
6	Основы научных исследований. Основные методы теоретического и экспериментального исследования	Определение и классификация научных исследований. Структура научного исследования. Этапы научно-исследовательской работы. Задачи и значение научно-технической информации. Документальные источники научной информации и ее стандартизация. Организация работы с научной литературой. Понятие об эксперименте. Классификация экспериментальных исследований. Эксперимент и измерения в практической деятельности инженера. Принципы обеспечения достоверности измерений.

## 5.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин					
		1	2	3	4	5	6
1.	Технология строительных изделий и конструкций				+	+	+
2	Вязущие вещества		+	+			

## 5.3. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	СРС	КР	Всего час.
1.	Введение	2/1	-	-	6/6		8/7
2.	Терминология и основные понятия в теории структуры композиционных строительных материалов	4/3	-	-	8/15		12/18
3.	Характеристика и функциональное назначение основных компонентов композиционных материалов.	6/4	-	4/4	10/15		20/23
4.	Системный анализ строения строительных материалов	8/4	-	8/2	16/20		32/26
5.	Механика прочности и разрушения композиционных материалов	8/4	-	8/2	14/20		30/26
6	Основы научных исследований. Основные методы теоретического и экспериментального исследования	8/2	-/-	16/4	18/29	36/9	78/44
	ВСЕГО	36/18	-/-	36/12	72/105	36/9	180/144

## 5.4. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

Сем. обуч.	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторной работы	Кол- часов	
			ауд.	СРС
4	3	Исследование структуры и свойств матрицы композиционных строительных материалов	4/4	4,0
4	4	Изучение влияния типов цементации на свойства композиционных строительных материалов	8/2	4,0
4	5	Исследование влияния макровключений (зерен крупного заполнителя) на структуру и свойства композиционного строительного материала	8/2	4,0
4	6	Рентгенографический метод исследования строительных материалов. Метод дифференциально-термического анализа строительных материалов	16/4	2,0
4		ВСЕГО	36/12	18

## 5.5. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ (не предусмотрено)

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

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

1. Исследование влияния химических добавок на свойства цементного теста и камня.
2. Исследование влияния гранулометрического состава заполнителей на плотность упаковки дисперсных систем.
3. Исследование влияния воздухововлекающих добавок на свойства поризованного бетона.
4. Исследование свойств известково-кремнеземистых композиций.
5. Исследование свойств жаростойких бетонов.

## 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	ПК-13 знание научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по профилю деятельности	Тестирование (Т) Лабораторные работы (ЛР) Экзамен	4/7
2	ПК-14. владением методами и средствами физического и математического (компьютерного) моделирования в том числе с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов, систем автоматизированных проектирования, стандартных пакетов автоматизации исследований, владение методами испытаний строительных конструкций и изделий, методами постановки и проведения экспериментов по заданным методикам	Тестирование (Т) Лабораторные работы (ЛР) Курсовая работа Экзамен	4/7
3	ПК-15. способность составлять отчеты по выполненным работам, участвовать во внедрении результатов исследований и практических разработок	Тестирование (Т) Лабораторные работы (ЛР) Экзамен Курсовая работа	4/7

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

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Форма контроля			
		ПР	ЛР	Т	Экзамен
Знает	закономерности проявления материалами конструкционных свойств; принципы управления их свойствами через параметры состава и структуры; методы и принципы управления сопротивлением материалов разрушению (ПК-13, ПК-14, ПК-15)	-	+	+	+
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 (ПК-13, ПК-14, ПК-15)	-	+	+	+
Владеет	обработкой экспериментальных данных, оформления результатов испытаний (ПК-15).	-	+	+	+

### 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».

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 (ПК-13, ПК-14, ПК-15)	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 (ПК-13, ПК-14, ПК-15)		
Владеет	обработкой экспериментальных данных, оформления результатов испытаний (ПК-15).		



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 (ПК-13, ПК-14, ПК-15)	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 (ПК-13, ПК-14, ПК-15)		
Владеет	обработкой экспериментальных данных, оформления результатов испытаний (ПК-15).		
Знает	закономерности проявления материалами конструкционных свойств; принципы управления их свойствами через параметры состава и структуры; методы и принципы управления сопротивлением материалов разрушению (ПК-13, ПК-14, ПК-15)	удовлетворительно	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 (ПК-13, ПК-14, ПК-15)		
Владеет	обработкой экспериментальных данных, оформления результатов испытаний (ПК-15).		
Знает	закономерности проявления материалами конструкционных свойств; принципы управления их свойствами через параметры состава и структуры; методы и принципы управления сопротивлением материалов разрушению (ПК-13, ПК-14, ПК-15)	неудовлетворительно	Частичное посещение лекционных, лабораторных занятий. Неудовлетворительно 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 (ПК-13, ПК-14, ПК-15)		
Владеет	обработкой экспериментальных данных, оформления результатов испытаний (ПК-15).		
Знает	закономерности проявления материалами конструкционных свойств; принципы управления их свойствами через параметры состава и структуры; методы	не аттестован	Непосещение лекционных, ла-

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	и принципы управления сопротивлением материалов разрушению (ПК-13, ПК-14, ПК-15)		лабораторных занятий. Не 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 (ПК-13, ПК-14, ПК-15)		
Владеет	обработкой экспериментальных данных, оформления результатов испытаний (ПК-15).		

### 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 лабораторных 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

см. п. 6.

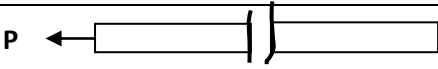
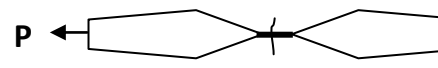
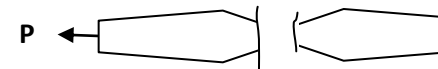
#### 7.3.3. Вопросы для коллоквиумов

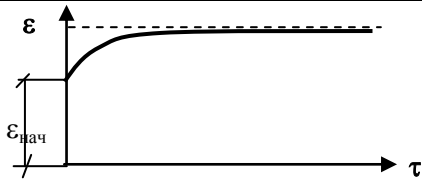
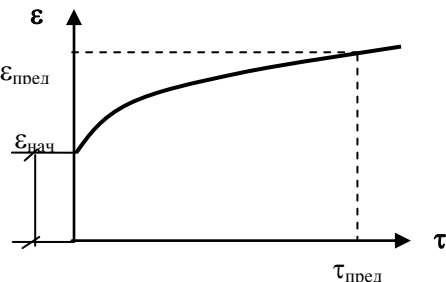
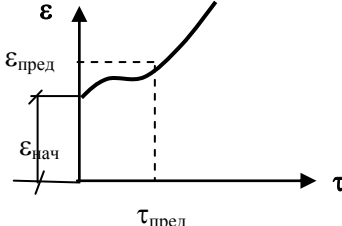
Не предусмотрено

#### 7.3.4. Задания для тестирования

#### **ВАРИАНТ 1**

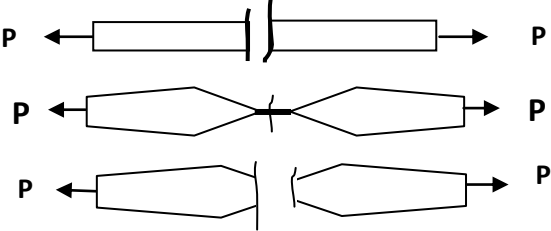
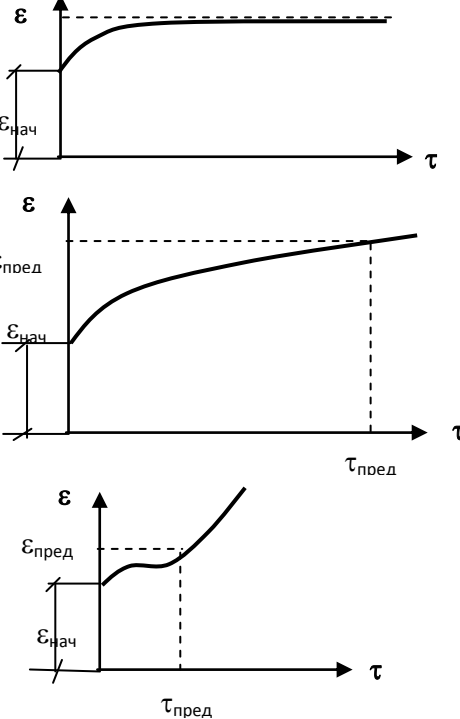
1. <i>Что такое структура материала?</i>	1. Это расположение составных элементов в объеме материала. 2. Это пространственное взаиморасположение составных частей материала в строго определенном энергетическом состоянии. 3. Это взаимосвязь структурных элементов материала.
2. <i>Что такое матрица композиционных 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.

<i>ризуется...</i>	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, 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>Концентрация напряжений в конструкционном материале при действии на него механической нагрузки реализуется...</i>	1. в матричном материале; 2. на границе контакта «матрица-включение»; 3. внутри включения.
9. <i>Максимальная концентрация напряжений на n-ом 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. <i>Какой вид разрушения относится к хрупкому?</i>	1.  2.  3. 
11. <i>Основные типы раскрытия трещин в твердом теле</i>	1. нормальный отрыв (разрыв), поперечный сдвиг, продольный сдвиг (срез); 2. упругое разрушение, хрупкое разрушение, сдвиг; 3. разрыв, продольный сдвиг, хрупкий отрыв.
12. <i>В цикле «нагрузка – разгрузка» деформирование материала включает</i>	1. мгновенно обратимые деформации ( $\epsilon_{мгн. обр}$ ), необратимые деформации последствия ( $\epsilon_{после обр}$ ), 2. мгновенно обратимые деформации ( $\epsilon_{мгн. обр}$ ), обратимые деформации последствия ( $\epsilon_{после обр}$ ), необратимые (остаточные) деформации ( $\epsilon_{ост}$ ); 3. обратимые деформации ( $\epsilon_{мгн. обр}$ ), необратимые (остаточные) деформации ( $\epsilon_{ост}$ ).

13. Кривая деформирования материала при нарастающей ползучести имеет вид	<p>1. </p> <p>2. </p> <p>3. </p>
--	--

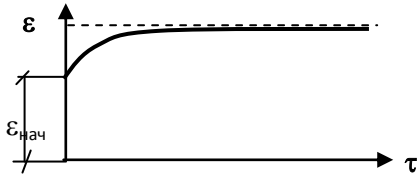
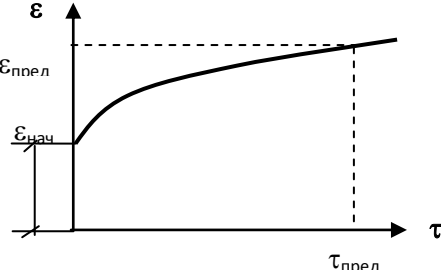
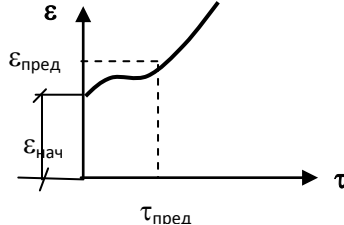
## ВАРИАНТ 2

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

	ния, 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. <i>Какой вид разрушения относится к разрыву?</i>	1. 2. 3. 
10. <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.
11. <i>Кривая деформирования материала при затухающей ползучести имеет вид</i>	1. 2. 3. 
12. <i>Виды взаимодействия материалов с жидкофазовой средой</i>	1. моно- и полимолекулярная адсорбция, капиллярная конденсация; 2. капиллярное насыщение и фильтрация; 3. капиллярная конденсация; капиллярное насыщение и фильтрация.
13. <i>Для капиллярного давления применимо уравнение</i>	1. 2. 3. $d\sigma_{м.ф.} = -RT \cdot \frac{A}{MS_{м.ф.}} d\left(\ln \frac{P}{P_o}\right)$ $P_{\kappa} = \frac{2\gamma \cos \theta}{r_{\gamma}}$ $\Delta P_{жс} \pm P_{\kappa} = g\rho_{жс} \cdot H \pm \frac{2\gamma \cos \theta}{r_{\gamma}}$

### ВАРИАНТ 3

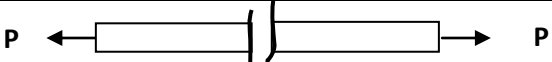
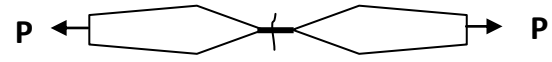

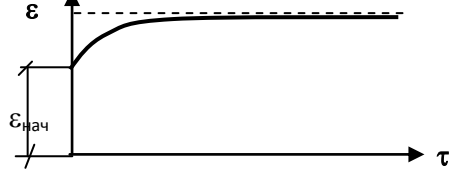
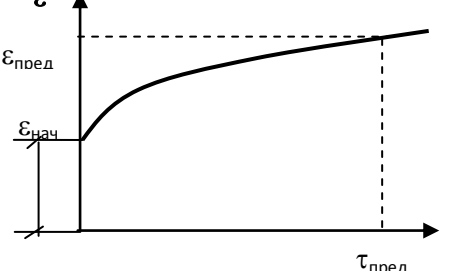
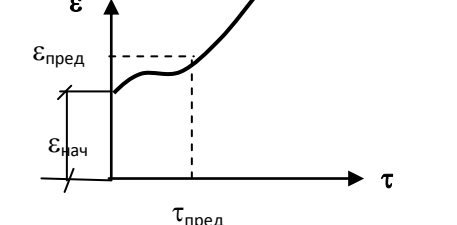
1. Какие функции выполняет матрица в структуре композиционного материала?	1. Объединяет в единое целое все структурные элементы композиционного материала, обеспечивает работу материала как единого целого при восприятии внешних воздействий. 2. Делает материал монолитным, объединяет в единое целое все 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. Нульмерные; одномерные; двумерные. 3. Нульмерные; 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, 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 при замыкания, 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 – разгружение» деформирование материала включает	1. мгновенно обратимые деформации ( $\epsilon$ мгн. обр), необратимые деформации последействия ( $\epsilon$ после обр), 2. мгновенно обратимые деформации ( $\epsilon$ мгн. обр), обратимые деформации последействия ( $\epsilon$ после обр), необратимые

	<p>(остаточные) деформации (<math>\varepsilon_{ост}</math>);</p> <p>3. обратимые деформации (<math>\varepsilon_{мгн. обр}</math>), необратимые (остаточные) деформации (<math>\varepsilon_{ост}</math>).</p>
11 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>
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	<p>1. <math>l_o = 4E\gamma/\pi\sigma^2</math>.</p> <p>2. <math>\sigma_{разр} = (4\gamma E / \pi\lambda)^{1/2}</math></p> <p>3. <math>\sigma_{max} = \sigma_o \cdot f(K_1; K_2; \dots, K_n)</math></p>

#### 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 характеризуется...</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 одномодальная, кубическая двумодальная. 3. Одноосная, двуосная, 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 наполнитель, макропоры, макротрещины, поверхность контакта матричного материала и включений; 2. матричный материал, микрзернистые 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. $\sigma_{max} = \sigma_o \cdot f(K_1; K_2; \dots, K_n)$ 2. $\sigma_{max} = \frac{P}{F}$ 3. $\sigma_o = \frac{P}{F} K_n$



10. Какой вид разрушения относится к пластическому?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. </li> <li>2. </li> <li>3. </li> </ol>
11. В цикле «нагрузка – разгрузка» деформирование материала включает	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. мгновенно обратимые деформации (<math>\epsilon_{\text{мгн. обр}}</math>), необратимые деформации последствия (<math>\epsilon_{\text{после обр}}</math>),</li> <li>2. мгновенно обратимые деформации (<math>\epsilon_{\text{мгн. обр}}</math>), обратимые деформации последствия (<math>\epsilon_{\text{после обр}}</math>), необратимые (остаточные) деформации (<math>\epsilon_{\text{ост}}</math>);</li> <li>3. обратимые деформации (<math>\epsilon_{\text{мгн. обр}}</math>), необратимые (остаточные) деформации (<math>\epsilon_{\text{ост}}</math>).</li> </ol>
12. Кривая деформирования материала при постоянной ползучести имеет вид	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. </li> <li>2. </li> <li>3. </li> </ol>
13. Соотношение Гриффитса для критической длины трещины имеет вид	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>l_o = 4E\gamma/\pi\sigma^2</math>.</li> <li>2. <math>\sigma_{\text{разр}} = (4\gamma E / \pi\lambda)^{1/2}</math></li> <li>3. <math>\sigma_{\text{max}} = \sigma_o \cdot f(K_1; K_2; \dots, K_n)</math></li> </ol>

### 7.3.5. Вопросы для зачета

1. Система «материал – изделие – конструкция – здание, сооружение».
2. Понятие прочность, разрушение
3. Общая характеристика структуры материала. Совокупность признаков композиционных материалов. Классификация материалов по их строению.
4. Матрица композиционных строительных материалов: определение, функции; классификация матриц по энергетическому состоянию. Обратимость процессов кристаллизации и аморфизации.
5. Классификация матриц по вещественному состоянию; полимерные, металлические, минеральные матрицы.
6. Структурный элемент включение и его разновидности. Модели пространственной координации включений.
7. Характеристика модельных типов пространственных упаковок зернистых включений.

8. Контактная зона и ее роль в формировании прочности композиционных материалов.
9. Типы цементации и обобщенная зависимость для прочности материала по первому способу образования двухкомпонентной системы «матрица – включения».
10. Типы цементации и обобщенная зависимость для прочности материала по второму способу образования двухкомпонентной системы «матрица – включения».
11. Поровое пространство: его классификация, строение и характеристики. Поверхность и поверхностная энергия порового пространства.
12. Масштабные уровни и элементы структуры строительных материалов.
13. Характеристика строения материала в виде двухкомпонентной системы.
14. Классификация видов воздействий среды.
15. Типы разрушения материалов и их характеристика.
16. Диаграммы деформирования материалов при кратковременном действии разрушающей нагрузки для пластического и хрупкого типа разрушения.
17. Диаграммы деформирования материала в цикле «нагружение - разгрузка» и при циклическом нагружении
18. Диаграммы деформирования материала при длительном действии постоянной нагрузки.
19. Формирование поля напряжений в материале при действии на него механической нагрузки.
20. Разрушение как процесс роста, развития и распространения трещин в материале.
21. Энергетический подход к закономерностям распространения трещины.
22. Силовой подход к закономерностям распространения трещины. Критический коэффициент интенсивности напряжений
23. Упруго-пластическое разрушение. Вязкость разрушения.
24. Особенности разрушения композиционных гетерогенных материалов.
25. Вязкость разрушения гетерогенных композиционных материалов.
26. Физическая концепция явления разрушения материала (общая трактовка термофлуктуационной теории разрушения).
27. Факторы, определяющие закономерности зарождения и распространения трещин в материале.
28. Управление сопротивлением разрушению строительных композиционных материалов.
29. Способы торможения роста, развития и распространения трещин в материале
30. Основные источники научной информации.
31. Рентгенографический метод анализа строительных материалов.
32. Дифференциально-термический метод анализа строительных материалов..

### 7.3.6. Вопросы для зачета

Не предусмотрено

### 7.3.7. Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Терминология и основные понятия в теории структуры композиционных строительных материалов	ПК-13, ПК-14, ПК-15	Тестирование (Т) Лабораторная работа (ЛР) Экзамен
2	Характеристика и функциональное назначение основных компонентов композиционных материалов.	ПК-13, ПК-14, ПК-15	Тестирование (Т) Лабораторная работа (ЛР) Экзамен
3	Системный анализ строения строительных материалов	ПК-13, ПК-14, ПК-15	Лабораторная работа (ЛР) Экзамен
4	Механика прочности и разрушения композиционных материалов	ПК-13, ПК-14, ПК-15	Лабораторная работа (ЛР) Экзамен
5	Основы научных исследований.	ПК-13, ПК-14, ПК-15	Лабораторная работа (ЛР)

	Основные методы теоретического и экспериментального исследования		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**

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование издания</b>	<b>Вид издания (учебник, учебное пособие, методические указания, компьютерная программа)</b>	<b>Автор (авторы)</b>	<b>Год издания</b>	<b>Место хранения и количество</b>
<b>1</b>	Механика прочности и разрушения материалов и конструкций	Методические указания	Славчева Г.С., Верлина Н.А.	2014.	Библиотека

#### **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

<b>Вид учебных занятий</b>	<b>Деятельность студента</b>
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить 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 удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Лабораторные занятия	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы.
Подготовка к экзамену	При подготовке к экзамену 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. Карпенко, Н.И. Общие модели механики бетона / Н.И. Карпенко. – М.: Стройиздат, 1996.–416с.
2. Партон, В.З. Механика разрушения: От теории к практике / В.З. Партон. – М.: Наука, 2002. – 240 с.
3. Работнов, Ю.Н. Проблемы механики деформируемого твердого тела / Ю.Н. Работнов. – М.: Наука, 2006. – 194 с.
4. 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 электронный 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)**

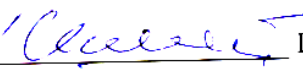
Аудиторные поточные и групповые занятия в специализированных классах, компьютерное тестирование знаний студентов по разделам дисциплины.

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.

Руководитель основной образовательной программы  Шмитько Е.И.

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией строительно-технологического факультета

" 1 " 09 2017 г., протокол № 1

Председатель  Баранов Е.В.