

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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

УТВЕРЖДАЮ

Декан дорожно-транспортного
факультета

А.В. Еремин

«31» 08 2017 г.



УТВЕРЖДАЮ

Декан строительного факультета

Д.В. Панфилов

2017 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины**

***Теория упругости с основами теории пластичности
и ползучести***

Специальность **08.05.01** *Строительство уникальных зданий и сооружений*

Специализация №1 *«Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений»*

Специализация №2 *«Строительство подземных сооружений»*

Специализация №5 *«Строительство автомагистралей, аэродромов и специальных сооружений»*

Квалификация (степень) выпускника *инженер-строитель*

Год начала подготовки *2016 г.*

Нормативный срок обучения: *6 лет*

Форма обучения: *очная*

Автор программы: к.т.н., доц. *В.С. Варнавский* В.С. Варнавский

Программа обсуждена на заседании кафедры «Строительной механики»

«31» 08 2017 года Протокол № 1

Зав. кафедрой строительной механики, к.т.н., доц. *С.В. Ефрюшин* С.В. Ефрюшин

Воронеж 2017

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Курс «Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести» имеет своей **целью** подготовить будущего специалиста к проведению самостоятельных расчетов конструкций и элементов конструкций высотных и большепролетных зданий и сооружений.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Получить необходимые представления о работе основных видов конструкций и их расчетных схемах, освоить методы расчета и оценки плоских и пространственных элементов строительных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость.

Изучить общие методы определения напряжений, деформаций и перемещений в элементах конструкций любой формы, а так же оценить точность полученных в сопротивлении материалов приближенных решений.

Приобретенные знания способствуют формированию инженерного мышления.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести» относится к базовой части математического и естественнонаучного цикла учебного плана.

Требования к входным знаниям, умениям и компетенциям студента, необходимым для изучения данной дисциплины

Изучение дисциплины «Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести» требует основных знаний, умений и компетенций студента по курсам:

высшая математика, физика, информатика, теоретическая механика, сопротивление материалов.

Студент должен **знать**:

Высшая математика: элементы векторной алгебры, определители и системы алгебраических уравнений, метод Гаусса; элементы аналитической геометрии; введение в математический анализ; дифференциальное исчисление функций одной переменной; исследование функции с помощью производных; интегральное исчисление, неопределенный, определенный интегралы; функции нескольких переменных; дифференциальные уравнения и системы уравнений; линейная алгебра, матрицы; понятие о задачах линейного программирования; элементы теории вероятности и математической статистики; действия над приближенными числами.

Физика: физические основы классической механики; понятия масса, сила, потенциальная и кинематическая энергия механической системы, механическая работа сил, импульс (количество движения), инерция; центр масс механической системы; внешние и внутренние силы; силы упругости и трения; силы тяжести; законы сохранения; механические колебания.

Информатика: основные принципы функционирования базовых и прикладных программных продуктов на персональных компьютерах в операционной среде Windows, применяемых в учебном процессе.

Теоретическая механика:

основные понятия и законы механики и вытекающие из этих законов методы решения задач о равновесии и движении материальной точки, твердого тела и механической системы (в объеме основной части программы).

Сопротивление материалов: метод сечений, напряжения, линейные и угловые деформации, механические свойства строительных материалов, закон Гука; центральное растяжение-сжатие, сдвиг, кручение, поперечный плоский и косой изгиб, внецентренное растяжение-сжатие; анализ напряженного и деформированного состояния в точке тела; деформации при поперечном плоском и косом изгибе.

Студент должен **уметь:**

- применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования ;
- использовать знания о современной физической картине мира в области механики равновесия и движения твёрдых тел; обладать навыками ведения физического эксперимента;
- приобретать новые математические и естественнонаучные знания, используя современные образовательные и информационные технологии; применять современные компьютеры для выполнения математических расчетов, оформления результатов расчета; применять основные методы, способы и средства получения, хранения и переработки информации, обладать навыками работы с компьютером как средством обработки и управления информацией ;

Дисциплина «Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести» является предшествующей для дисциплин «Механика грунтов», «Основания и фундаменты сооружений», «Железобетонные и каменные конструкции», «Металлические конструкции включая сварку».

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины «Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести» направлен на формирование следующих общекультурных и профессиональных компетенций:

- использованием основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-6);
- способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-7);

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

основные понятия, принципы, положения и гипотезы теории упругости, пластичности и ползучести, методы и практические приемы расчета стержней, плоских и объемных элементов конструкций на прочность, жёсткость и устойчивость при различных силовых, деформационных и температурных воздействиях.

Уметь:

грамотно составлять расчетные схемы, ставить граничные условия в двух- и трехмерных задачах, определять теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения в стержнях, пластинах и объемных элементах строительных конструкций.

Владеть навыками:

- определения напряженно-деформированного состояния стержней, плоских и пространственных элементов конструкций при различных воздействиях с помощью теоретических методов с использованием современной вычислительной техники, готовых программ;
- анализа напряженно-деформированного состояния элементов конструкций, использования теорий прочности, выбора конструкционных материалов и форм, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести» составляет 5 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры 5
Аудиторные занятия (всего)	72	72
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	54	54
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
Самостоятельная работа (всего)	81	81
В том числе:		
Курсовая работа	+	+
Контрольная работа	-	-
Вид промежуточной аттестации (экзамен)	27	экзамен (27)
Общая трудоемкость час	180	180
зач. ед.	5	5

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	Основы теории напряжённо-деформированного состояния в точке тела.	Нагрузки и напряжения. Перемещения и деформации. Тензоры напряжений и деформаций. Интенсивности напряжений и деформаций. Главные напряжения и деформации.
2	Основные уравнения теории упругости.	Постановка задачи теории упругости. Уравнения равновесия (статики) элемента тела. Геометрические уравнения. Уравнения совместности деформаций. Физические уравнения. Понятие о методе напряжений и методе перемещений.
3	Плоская задача теории упругости.	Плоское напряжённое состояние и плоская деформация. Основные уравнения плоской задачи. Разрешающие уравнения в напряжениях и перемещениях. Функция напряжений. Методы решения плоской задачи для прямоугольных односвязных областей. Основные уравнения теории упругости в полярных координатах. Осесимметричные задачи.
4	Вариационная формулировка задач теории упругости.	Энергия деформируемого тела как функционал. Вариационный принцип Лагранжа. Метод Ритца. Принцип Кастильяно.

5	Основные понятия теории пластичности. Математические модели пластичных материалов.	Линейно – упругий, нелинейно – упругий и упругопластичный материалы. Физическая нелинейность. Постановка задачи и уравнения теории пластичности. Общее и различие с постановкой задачи теории упругости. Активноенагружение и разгрузка. Повторно– переменное и знакопеременное нагружение. Аппроксимация диаграмм деформирования материалов и требования к ней. Упругопластическая и жесткопластическая задачи. Математическое моделирование поведения материалов и элементов конструкций в условиях повторно– попеременного и знакопеременного нагружений.
6	Критерии пластичности материала. Условия упрочнения. Основные теории пластичности. Гипотезы, положения, условия применимости.	Назначение критериев (условий) пластичности. Критерий Треска – Сен – Венана – Леви. Критерий Губера – Мизеса – Генки. Условия упрочнения материала. Простое и сложное нагружение. Основные типы теорий пластичности и их назначение. Понятие о теории малых упругопластических деформаций Генки – Надаи и ее развитие А.А. Ильюшным. Понятие о теории пластического течения (дифференциальная теория).
7	Основные понятия теории ползучести.	Понятие и виды ползучести. Упругомгновенные деформации и деформации ползучести. Мера ползучести. Характеристика ползучести. Модели упруговязких тел. Линейная и нелинейная теории ползучести. Гипотезы линейной теории ползучести. Стареющие и нестареющие материалы. Принцип наложения деформаций ползучести, соответствующих приращениям напряжений. Понятие о наследственной теории старения (теории ползучести Г.Н. Маслова – Н.Х. Арутюняна), теории упругой наследственности, теории старения. Интегральные уравнения Вольтерры.

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	7
1	Механика грунтов	+	+	+	+	+	+	+
2	Основания и фундаменты сооружений	+	+	+	+	+	+	+
3	Железобетонные и каменные конструкции	+	+	+	+	+	+	+
4	Металлические конструкции включая сварку	+	+	+	+	+	+	+

5.3. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего час.
1	Основы теории напряжённо-деформированного состояния в точке тела.	2/1	8/1	-/-	10/15	20/17
2	Основные уравнения теории упругости.	3/1	8/1	-/-	10/15	21/17
3	Плоская задача теории упругости.	2/2	14/6	-/-	10/30	26/38
4	Вариационная формулировка задач теории упругости.	3/-	6/-	-/-	10/10	19/10
5	Основные понятия теории пластичности. Математические модели пластичных материалов.	2/1	6/-	-/-	10/10	18/11
6	Критерии пластичности материала. Условия упрочнения. Основные теории пластичности. Гипотезы, положения, условия применимости.	3/0,5	6/-	-/-	10/5	19/5,5
7	Основные понятия теории ползучести.	3/0,5	6/-	-	12/9	21/9,5

5.4. Лабораторный практикум

Лабораторные работы не предусмотрены.

5.5. Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (час)
1	1	Примеры использования уравнений теории упругости при решении некоторых элементарных задач	8/1
2	2	Решение задач на составление уравнений на поверхности	4/-
3	2	Изгиб балки прямоугольного поперечного сечения	4/1
4	3	Решение плоской задачи с помощью функции напряжений	8/3
5	3	Расчет балки-стенки методом конечных разностей	6/3
6	4	Изгиб призматического стержня в пространственной постановке	6/-
7	5	Упругопластическое растяжение-сжатие призматического стержня	4/-
8	6	Упругопластический изгиб призматического стержня	4/-
9	7	Упругопластическое кручение призматического стержня	4/-
10	8	Примеры решения элементарных задач в теории ползучести	6/-

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Курсовые и контрольные работы не предусмотрены.

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 процес- се освоения образовательной программы.

№ п/п	Компетенция (общекультурная – ОК; общепрофессиональная – ОПК; профессиональная – ПК)	Форма контроля	семестр
1	ОПК-6. Использование основных за- конов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математическо- го анализа и математического (компь- ютерного) моделирования, теоретиче- ского и экспериментального исследо- вания	Расчетно-графическая работа (РГР) Экзамен	5
2	ОПК-7. Способность выявить есте- ственнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональ- ной деятельности, привлечь их для ре- шения соответствующий физико- математический аппарат	Расчетно-графическая работа (РГР) Экзамен	5

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

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Форма контроля	
		РГР	Экзамен
Знает	основные понятия, принципы, положения и гипотезы теории упругости, пластичности и ползучести, методы и практические приемы расчета стержней, плоских и объемных элементов конструкций на прочность, жёсткость и устойчивость при различных силовых, деформационных и температурных воздействиях (ОПК-6, ОПК-7)	+	+
Умеет	грамотно составлять расчетные схемы, ставить граничные условия в двух- и трехмерных задачах, определять теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения в стержнях, пластинах и объемных элементах строительных конструкций (ОПК-6, ОПК-7)	+	+
Владеет навыками	определения напряженно-деформированного состояния стержней, плоских и пространственных элементов конструкций при различных воздействиях с помощью теоретических методов с использованием современной вычислительной техники, готовых программ; анализа напряженно-деформированного состояния элементов конструкций, использования теорий прочности, выбора конструкционных материалов и форм, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений (ОПК-6, ОПК-7)	+	+

7.2.1. Этап текущего контроля знаний

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

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

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
Знает	основные понятия, принципы, положения и гипотезы теории упругости, пластичности и ползучести, методы и практические приемы расчета стержней, плоских и объемных элементов конструкций на прочность, жёсткость и устойчивость при различных силовых, деформационных и температурных воздействиях (ОПК-6, ОПК-7)	отлично	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Выполненные РГР на оценки «отлично».
Умеет	грамотно составлять расчетные схемы, ставить граничные условия в двух- и трехмерных задачах, определять теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения в стержнях, пластинах и объемных элементах строительных конструкций (ОПК-6, ОПК-7)		
Владеет навыками	определения напряженно-деформированного состояния стержней, плоских и пространственных элементов конструкций при различных воздействиях с помощью теоретических методов с использованием современной вычислительной техники, готовых программ; анализа напряженно-деформированного состояния элементов конструкций, использования теорий прочности, выбора конструкционных материалов и форм, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений (ОПК-6, ОПК-7)		
Знает	основные понятия, принципы, положения и гипотезы теории упругости, пластичности и ползучести, методы и практические приемы расчета стержней, плоских и объемных элементов конструкций на прочность, жёсткость и устойчивость при различных силовых, деформационных и температурных воздействиях (ОПК-6, ОПК-7)	хорошо	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Выполненные РГР на оценки «хорошо».
Умеет	грамотно составлять расчетные схемы, ставить граничные условия в двух- и трехмерных задачах, определять теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации и		

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	перемещения в стержнях, пластинах и объемных элементах строительных конструкций (ОПК-6, ОПК-7)		
Владеет навыками	определения напряженно-деформированного состояния стержней, плоских и пространственных элементов конструкций при различных воздействиях с помощью теоретических методов с использованием современной вычислительной техники, готовых программ; анализа напряженно-деформированного состояния элементов конструкций, использования теорий прочности, выбора конструкционных материалов и форм, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений (ОПК-6, ОПК-7)		
Знает	основные понятия, принципы, положения и гипотезы теории упругости, пластичности и ползучести, методы и практические приемы расчета стержней, плоских и объемных элементов конструкций на прочность, жёсткость и устойчивость при различных силовых, деформационных и температурных воздействиях (ОПК-6, ОПК-7)		
Умеет	грамотно составлять расчетные схемы, ставить граничные условия в двух- и трехмерных задачах, определять теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения в стержнях, пластинах и объемных элементах строительных конструкций (ОПК-6, ОПК-7)	удовлетворительно	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Удовлетворительно выполненные РГР.
Владеет навыками	определения напряженно-деформированного состояния стержней, плоских и пространственных элементов конструкций при различных воздействиях с помощью теоретических методов с использованием современной вычислительной техники, готовых программ; анализа напряженно-деформированного состояния элементов конструкций, использования теорий прочности, выбора конструкционных		

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	материалов и форм, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений (ОПК-6, ОПК-7)		
Знает	основные понятия, принципы, положения и гипотезы теории упругости, пластичности и ползучести, методы и практические приемы расчета стержней, плоских и объемных элементов конструкций на прочность, жёсткость и устойчивость при различных силовых, деформационных и температурных воздействиях (ОПК-6, ОПК-7)	неудовлетворительно	Частичное посещение лекционных и практических занятий. Неудовлетворительно выполненные РГР.
Умеет	грамотно составлять расчетные схемы, ставить граничные условия в двух- и трехмерных задачах, определять теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения в стержнях, пластинах и объемных элементах строительных конструкций (ОПК-6, ОПК-7)		
Владеет навыками	определения напряженно-деформированного состояния стержней, плоских и пространственных элементов конструкций при различных воздействиях с помощью теоретических методов с использованием современной вычислительной техники, готовых программ; анализа напряженно-деформированного состояния элементов конструкций, использования теорий прочности, выбора конструкционных материалов и форм, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений (ОПК-6, ОПК-7)		
Знает	основные понятия, принципы, положения и гипотезы теории упругости, пластичности и ползучести, методы и практические приемы расчета стержней, плоских и объемных элементов конструкций на прочность, жёсткость и устойчивость при различных силовых, деформационных и температурных воздействиях (ОПК-6, ОПК-7)	не аттестован	Непосещение лекционных и практических занятий. Не выполнены РГР.
Умеет	грамотно составлять расчетные схемы,		

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	ставить граничные условия в двух- и трехмерных задачах, определять теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения в стержнях, пластинах и объемных элементах строительных конструкций (ОПК-6, ОПК-7)		
Владеет навыками	определения напряженно-деформированного состояния стержней, плоских и пространственных элементов конструкций при различных воздействиях с помощью теоретических методов с использованием современной вычислительной техники, готовых программ; анализа напряженно-деформированного состояния элементов конструкций, использования теорий прочности, выбора конструкционных материалов и форм, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений (ОПК-6, ОПК-7)		

7.2.2. Этап промежуточного контроля знаний

Во пятом семестре результаты промежуточного контроля знаний (экзамен) оцениваются по четырехбальной шкале с оценками:

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

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
Знает	основные понятия, принципы, положения и гипотезы теории упругости, пластичности и ползучести, методы и практические приемы расчета стержней, плоских и объемных элементов конструкций на прочность, жёсткость и	отлично	Студент демонстрирует полное понимание заданий. Все требования, предъявляе-

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	устойчивость при различных силовых, деформационных и температурных воздействиях (ОПК-6, ОПК-7)		мые к заданию выполнены.
Умеет	грамотно составлять расчетные схемы, ставить граничные условия в двух- и трехмерных задачах, определять теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения в стержнях, пластинах и объемных элементах строительных конструкций (ОПК-6, ОПК-7)		
Владеет навыками	определения напряженно-деформированного состояния стержней, плоских и пространственных элементов конструкций при различных воздействиях с помощью теоретических методов с использованием современной вычислительной техники, готовых программ; анализа напряженно-деформированного состояния элементов конструкций, использования теорий прочности, выбора конструкционных материалов и форм, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений (ОПК-6, ОПК-7)		
Знает	основные понятия, принципы, положения и гипотезы теории упругости, пластичности и ползучести, методы и практические приемы расчета стержней, плоских и объемных элементов конструкций на прочность, жёсткость и устойчивость при различных силовых, деформационных и температурных воздействиях (ОПК-6, ОПК-7)	хорошо	Студент демонстрирует значительное понимание заданий. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.
Умеет	грамотно составлять расчетные схемы, ставить граничные условия в двух- и трехмерных задачах, определять теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения в стержнях, пластинах и объемных элементах строительных конструкций (ОПК-6, ОПК-7)		
Владеет навыками	определения напряженно-деформированного состояния стержней, плоских и пространственных эле-		

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	ментов конструкций при различных воздействиях с помощью теоретических методов с использованием современной вычислительной техники, готовых программ; анализа напряженно-деформированного состояния элементов конструкций, использования теорий прочности, выбора конструкционных материалов и форм, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений (ОПК-6, ОПК-7)		
Знает	основные понятия, принципы, положения и гипотезы теории упругости, пластичности и ползучести, методы и практические приемы расчета стержней, плоских и объемных элементов конструкций на прочность, жёсткость и устойчивость при различных силовых, деформационных и температурных воздействиях (ОПК-6, ОПК-7)	удовлетворительно	Студент демонстрирует частичное понимание заданий. Большинство требований, предъявляемых к заданию выполнены.
Умеет	грамотно составлять расчетные схемы, ставить граничные условия в двух- и трехмерных задачах, определять теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения в стержнях, пластинах и объемных элементах строительных конструкций (ОПК-6, ОПК-7)		
Владеет навыками	определения напряженно-деформированного состояния стержней, плоских и пространственных элементов конструкций при различных воздействиях с помощью теоретических методов с использованием современной вычислительной техники, готовых программ; анализа напряженно-деформированного состояния элементов конструкций, использования теорий прочности, выбора конструкционных материалов и форм, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений (ОПК-6, ОПК-7)		
Знает	основные понятия, принципы, положения и гипотезы теории упругости, пла-	неудовле-	1. Студент де-

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	стичности и ползучести, методы и практические приемы расчета стержней, плоских и объемных элементов конструкций на прочность, жёсткость и устойчивость при различных силовых, деформационных и температурных воздействиях (ОПК-6, ОПК-7)	творительно	монстрирует небольшое понимание заданий. Многие требования, предъявляемые к заданию не выполнены. 2. Студент демонстрирует непонимание заданий. 3. У студента нет ответа. Не было попытки выполнить задание.
Умеет	грамотно составлять расчетные схемы, ставить граничные условия в двух- и трехмерных задачах, определять теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения в стержнях, пластинах и объемных элементах строительных конструкций (ОПК-6, ОПК-7)		
Владеет навыками	определения напряженно-деформированного состояния стержней, плоских и пространственных элементов конструкций при различных воздействиях с помощью теоретических методов с использованием современной вычислительной техники, готовых программ; анализа напряженно-деформированного состояния элементов конструкций, использования теорий прочности, выбора конструкционных материалов и форм, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений (ОПК-6, ОПК-7)		

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

7.3.1. Примерная тематика РГР

№ п/п	Расчетно-графические работы
1	Решение задач на составление уравнений на поверхности
2	Изгиб балки прямоугольного поперечного сечения
3	Решение плоской задачи с помощью функции напряжений
4	Расчет балки-стенки методом конечных разностей

7.3.2. Примерная тематика и содержание КР

Не предусмотрены

7.3.3. Вопросы для коллоквиумов

Не предусмотрены

7.3.4. Задания для тестирования

Не предусмотрены

7.3.5. Вопросы для зачетов

Не предусмотрены

7.3.6. Вопросы для экзамена (5- семестр/6-семестр)

1. Нагрузки и напряжения. Перемещения и деформации. Тензоры напряжений и деформаций.
2. Нагрузки и напряжения. Перемещения и деформации. Интенсивности напряжений и деформаций. Направляющие тензоры напряжений и деформаций.
3. Простое и сложное напряжённое состояния. Направляющие косинусы.
4. Главные напряжения и деформации в плоском напряжённом состоянии. Экстремальные касательные напряжения.
5. Главные напряжения и деформации в пространственном напряжённом состоянии. Экстремальные касательные напряжения.
6. Постановка задачи теории упругости. Уравнения равновесия (статики) элемента тела.
7. Постановка задачи теории упругости. Уравнения на поверхности тела.
8. Постановка задачи теории упругости. Геометрические уравнения.
9. Постановка задачи теории упругости. Совместные и несовместные деформации. Уравнения совместности деформаций.
10. Постановка задачи теории упругости. Физические уравнения в прямой и обратной форме.
11. Основные понятия метода напряжений решения задачи теории упругости.
12. Основные понятия метода перемещений решения задачи теории упругости.
13. Плоское напряжённое состояние. Основные уравнения плоской задачи.
14. Плоская деформация. Основные уравнения плоской задачи.
15. Решение плоской задачи теории упругости с помощью функции напряжений.
16. Основные уравнения теории упругости в полярных координатах.
17. Осесимметричные задачи
18. Энергия деформируемого тела как функционал. Вариационный принцип Лагранжа.
19. Метод Ритца. Принцип Кастильяно.
20. Линейно – упругий, нелинейно – упругий и упругопластичный материалы. Физическая нелинейность.
21. Деформирование упругопластического стержня при центральном растяже-

- нии-сжатии и плоском изгибе.
22. Постановка задачи и уравнения теории пластичности. Общее и различие с постановкой задачи теории упругости.
 23. Механические свойства пластического материала. Физический и условный пределы текучести.
 24. Активное нагружение и разгрузка. Повторно– переменное и знакопеременное нагружение. Эффект Баушингера.
 25. Аппроксимация диаграмм деформирования материалов и требования к ней. Упругопластическая и жесткопластическая задачи.
 26. Математическое моделирование поведения материалов и элементов конструкций в условиях повторно–попеременного и знакопеременного нагружений.
 27. Назначение критериев (условий) пластичности. Критерий Треска – Сен – Венана – Леви. Необходимость и достаточность условий пластичности.
 28. Назначение критериев (условий) пластичности. Критерий Губера – Мизеса – Генки. Необходимость и достаточность условий пластичности.
 29. Простое и сложное нагружение. Теорема Ильюшина о простом нагружении. Основные типы теорий пластичности и их назначение.
 30. Понятие о теории малых упругопластических А.А. Ильюшина. Гипотезы.
 31. Понятие и виды ползучести. Упругомгновенные деформации и деформации ползучести. Мера ползучести. Характеристика ползучести.
 32. Стареющие и нестареющие материалы. Мера ползучести. Характеристика ползучести.
 33. Модели упруговязких тел.
 34. Линейная и нелинейная теории ползучести. Гипотезы линейной теории ползучести. Принцип наложения деформаций ползучести, соответствующих приращениям напряжений.
 35. Понятие о наследственной теории старения (теории ползучести Г.Н. Маслова – Н.Х. Арутюняна), теории упругой наследственности, теории старения.
 36. Интегральные уравнения Вольтерры.

7.3.7. Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Основы теории напряжённо-деформированного состояния в точке тела.	ОПК-6, ОПК-7	Расчетно-графическая работа (РГР) Экзамен
2	Основные уравнения теории упругости.	ОПК-6, ОПК-7	Расчетно-графическая работа (РГР) Экзамен
3	Плоская задача теории	ОПК-6, ОПК-7	Расчетно-графическая работа

	упругости.		(РГР) Экзамен
4	Вариационная формулировка задач теории упругости.	ОПК-6, ОПК-7	Экзамен
5	Основные понятия теории пластичности. Математические модели пластичных материалов.	ОПК-6, ОПК-7	Экзамен
6	Критерии пластичности материала. Условия упрочнения. Основные теории пластичности. Гипотезы, положения, условия применимости.	ОПК-6, ОПК-7	Экзамен
7	Основные понятия теории ползучести.	ОПК-6, ОПК-7	Экзамен

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

При проведении устного экзамена обучающемуся предоставляется 60 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету на устном экзамене не должен превышать двух астрономических часов. С экзамена снимается материал тех РГР, которые обучающийся выполнил в течение семестра на «хорошо» и «отлично».

Во время проведения экзамена 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	«Плоская задача теории упругости» - Воронеж, гос. архит.-строит. ун-т; - Воронеж : 2001. - 17 с.	Методические указания к упражнениям и расчётной работе по курсу "Теория упругости"	С.В.Ефрюшин, А.В.Резунов, А.Н.Синозерский.	2001	Библиотека ВГАСУ
2	«Расчет балки-стенки» - Воронеж, гос. архит.-строит. ун-т; - Воронеж : 2002. - 27 с.	Методические указания к контрольным задачам по курсу "Теория упругости"	А.Н.Синозерский, С.В.Ефрюшин, Г.Е.Габриелян.	2002	Библиотека ВГАСУ
3	«Расчет балки-стенки»	Компьютерная программа	А.Н.Синозерский, С.В.Ефрюшин, Г.Е.Габриелян.	2002	Кафедра строительной механики

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 удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Практические 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.
Контрольная работа/Расчетно-графическая работа	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам.
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 ОБЕСПЕЧЕНИЕДИСЦИПЛИНЫ

10.1 Основная литература:

1. Александров А.В., Потапов В.Д.Соппротивление материалов. Основы теории упругости и пластичности. – 2е изд., испр. - М. Высшая школа, 2002.-398с.
2. Варданян Г.С., Андреев В.И., Атаров Н.М., Горшков А.А. Соппротивление материалов с основами теории упругости и пластичности. М.: Инфра-М, 2010.
3. Саргсян А.Е. Соппротивление материалов, теории упругости и пластичности. Основы теории с примерами расчетов.- 2-е изд., испр. и доп. - М. Высшая школа, 2000.-285с.

10.2 Дополнительная литература:

1. Методические указания к контрольным задачам по курсу "Теория упругости" (№ 114)/ А.Н.Синозерский, С.В.Ефрюшин, Г.Е.Габриелян. «Расчет балки-стенки» - Воронеж,гос. архит.-строит. ун-т; -Воронеж : [б. и.], 2002. - 27 с.
2. Методические указания к упражнениям и расчётной работе по курсу "Теория упругости" / С.В.Ефрюшин, А.В.Резунов, А.Н.Синозерский. «Плоская задача теории упругости» - Воронеж,гос. архит.-строит. ун-т; -Воронеж : 2001. - 17 с.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Интернет-библиотека.

10.3 Периодические издания

1. Журналы «Строительство», «Строительная механика».
2. "Строительная механика и расчет сооружений" (научно-теоретический журнал).
3. "Прикладная механика" (научно-теоретический журнал).

10.4 Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Электронный каталог библиотеки ВГАСУ.
2. [http: www.vgasu.vrn. ru](http://www.vgasu.vrn.ru) ВГАСУ. Учебно-методические разработки кафедры строительной механики.
3. [http: // www.I-exam . ru](http://www.I-exam.ru). (Интернет – тренажеры (ИТ)). Разработанные НИИ мониторинга качества образования.
4. [http: // www.fepo. ru](http://www.fepo.ru). (репетиционное тестирование при подготовке к федеральному Интернет - экзамену).

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Требования к условиям реализации дисциплины

№ п/п	Вид аудиторного фонда	Требования
1	Лекционная аудитория	Аудитория должна быть оборудована как обычной доской, так и техническими средствами для реализации мультимедийной технологии проведения лекции (проектор, экран, или интерактивная доска, Note-book).
2	Компьютерные классы.	Оснащение специализированной учебной мебелью. Оснащение техническими средствами обучения: ПК с возможностью подключения к локальным сетям и Интернету. Наличие ВТ из расчёта один ПК на одного студента.
3	Аудитория для практических занятий.	Аудитория должна быть оборудована как обычной доской, так и техническими средствами для реализации мультимедийной технологии проведения практических занятий (проектор, экран, или интерактивная доска, Note-book, или другой ПК).

Перечень материально-технического обеспечения дисциплины:

№ п/п	Вид и наименование оборудования	Вид занятий	Краткая характеристика
1	IBMPC-совместимые персональные компьютеры.	Практические занятия.	Процессор серии не ниже PentiumIV. Оперативная память не менее 512 Мбайт. ПК должны быть объединены локальной сетью с выходом в Интернет.
2	Мультимедийные средства.	Лекционные занятия.	Мультимедиа-проектор, компьютер, оснащенный программой PowerPoint и экран для демонстрации электронных презентаций.
3	Учебно-наглядные пособия.	Лекционные и практические занятия	Плакаты, наглядные пособия, иллюстрационный материал.

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

При реализации дисциплины должны использоваться следующие образовательные технологии:

№ п/п	Наименование технологии	Вид занятий	Краткая характеристика
1	Интерактивная форма обучения.	Лекции, практические занятия.	Технология интерактивного обучения - это совокупность способов целенаправленного усиленного взаимодействия преподавателя и обучающегося, создающего условия для их развития. Современная интерактивная технология широко использует компьютерные технологии, мультимедийную технику и компьютерные сети.
2	Самостоятельное	Лекции, практические	Самостоятельное изучение учебно-

	изучение учебной, учебно-методической и справочной литературы.	ские занятия, самостоятельная работа.	методической и справочной литературы позволит студенту осознанно выполнять задания и вести последующие свободные дискуссии по освоенному материалу. Самостоятельная работа предполагает активное использование компьютерных технологий и сетей, а также работу в библиотеке.
3	Метод проблемного изложения материала.	Лекции, практические занятия.	При проблемном изложении материала осуществляется снятие (разрешение) последовательно создаваемых в учебных целях проблемных ситуаций (задач). При рассмотрении каждой задачи преподаватель задает соответствующие вопросы и совместно со студентами формулирует итоговые ответы. Данный метод способствует развитию самостоятельного мышления обучающегося и направлен на формирование творческих способностей.

Информационные ресурсы используются при реализации следующих видов занятий:

№ п/п	Наименование информационных ресурсов	Вид занятий	Краткая характеристика
1	Учебники и учебные пособия (включая электронные)	Самостоятельная работа студента.	Перечень учебников и учебных пособий приведен в разделе 10 рабочей учебной программы
2	Базы данных	Практические занятия, самостоятельная работа.	Выполнение аудиторных и индивидуальных заданий.
3	Интернет-ресурсы	Самостоятельная работа студента.	Интернет-ресурсы включают удаленные системы тестирования знаний, справочники и базы данных.

Виды (способы, формы) самостоятельной работы обучающихся, порядок их выполнения и контроля:

№ п/п	Наименование самостоятельной работы	Порядок выполнения	Контроль	Примечание
1	Изучение теоретического материала.	Самостоятельное освоение во внеаудиторное время.	Письменный и устный опрос, контроль остаточных знаний, проведение тестирования на практических занятиях.	Дидактические единицы и их разделы для изучения определяются преподавателем.
2	Выполнение аудиторных заданий.	Выполнение заданий в присутствии преподавателя.	Проверка выполнения заданий.	Работа выполняется в кабинете для практических занятий.

3	Выполнение индивидуальных заданий	Индивидуальные задания выполняются во внеаудиторное время.	Проверка и защита индивидуальных заданий.	Индивидуальные задания выдаются после изучения соответствующей дидактической единицы или ее разделов.
4	Самостоятельная работа с использованием интерактивных технологий.	Самостоятельная работа во внеаудиторное время с обучающими программами, электронными учебниками и т.д.	Письменный и устный опрос, проведение тестирования на практических занятиях.	Обучающие программы определяются преподавателем.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений (уровень специалиста) (Утвержден приказом Мин. Образования и науки РФ от 11.08.2016 г. № 1030)

Руководитель ОПОП ВО
доцент, канд. техн. наук, доцент

Ю.Ф. Рогатнев

Руководитель ОПОП ВО
профессор, канд. техн. наук, доцент

С.В. Иконин

Руководитель ОПОП ВО
доцент, канд. техн. наук, доцент

А.В. Андреев

Рабочая программа одобрена методической комиссией строительного факультета
« 1 » сентября 2017 г., протокол № 1

Председатель
профессор, канд. экон. наук, доцент

В.Б. Власов

Рабочая программа одобрена методической комиссией дорожно-транспортного факультета
« 1 » сентября 2017 г., протокол № 1

Председатель
профессор, д-р техн. наук, профессор

Ю.И. Калгин

(з (занимаемая должность, ученая степень, звание)

(подпись)

(инициалы, фамилия)