

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан дорожно-транспортного факультета
Тюнин В.Л.
« 25 » 20 22 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

«Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести»

Специальность 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений

Специализация Строительство автомагистралей, аэродромов и специальных сооружений


Квалификация выпускника инженер-строитель

Нормативный период обучения 6 лет

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2023


Автор программы

 /Осипова Е.И./

**Заведующий кафедрой
Строительной механики**

 /Козлов В.А./

Руководитель ОПОП

 /Андреев А.В./

Воронеж 2022

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Подготовить будущего специалиста к проведению самостоятельных расчетов конструкций и элементов конструкций автомагистралей, аэродромов и специальных 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 также оценить точность полученных в сопротивлении материалов приближенных решений.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести» относится к дисциплинам обязательной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

ОПК-1 - Способен решать прикладные задачи строительной отрасли, используя теорию и методы фундаментальных наук

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-1	Знать основные 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 правильно составлять расчетные схемы, описывать граничные условия в двух- и трехмерных задачах, определять 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, использования теорий прочности, упругости, пластичности, ползучести, выбора конструкционных материалов и форм, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений с помощью теоретических методов и совре-

менных программно-вычислительных комплексов.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		5
Аудиторные занятия (всего)	72	72
В том числе:		
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Самостоятельная работа	81	81
Курсовая работа	+	+
Часы на контроль	27	27
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
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.	4	4	10	18
2	Основные уравнения теории упругости.	Постановка задачи теории упругости. Дифференциальные уравнения равновесия. Геометрические уравнения. Уравнения совместности деформаций. Закон Гука. Понятие о методе напряжений и методе перемещений. Полуобратный метод Сен-Венана.	6	6	12	24
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. Расчет балки-стенки. Основные уравнения теории упругости в полярных координатах. Осесимметричные за-	6	6	12	24

		дачи.				
4	Вариационная формулировка задач теории упругости.	Энергия деформируемого тела как функционал. Вариационный принцип Лагранжа. Метод Ритца. Принцип Кастильяно. Метод Бубнова-Галеркина.	6	6	12	24
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. Активное нагружение 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	6	12	24
6	Критерии пластичности материала. Условия упрочнения. Основные теории пластичности. Гипотезы, положения, условия применимости.	Назначение критериев (условий) пластичности. Критерий Треска – Сен – Венана и. Критерий Губера – Мизеса. 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. Ильющным. Понятие о теории пластического течения (дифференциальная теория).	4	4	12	20
7	Основные понятия теории ползучести.	Понятие и виды ползучести. Упруго мгновенные 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.	4	4	11	19
Итого:			36	36	81	153

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ)

И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 5 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы: «Расчёт плоского напряжённого состояния»

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- составление уравнений на поверхности тела;
- проверка выполнения дифференциальных уравнений равновесия;
- решение плоской задачи теории упругости с помощью функции напряжений;
- расчет балки-стенки методом конечных разностей.

Курсовая работа включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-1	знать основные 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.	Знание основных теоретических положений теории упругости, пластичности и ползучести, методов и практических приемов расчета элементов конструкций на прочность, жёсткость и устойчивость при различных силовых, деформационных и температурных воздействиях.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь правильно составлять расчетные схемы, описывать граничные условия в двух- и трехмерных задачах, определять внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения в стержнях, пластинах и объемных элементах строительных конструкций.	Умение составлять расчетные схемы, ставить граничные, определять теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения в стержнях, пластинах и объемных элементах строительных конструкций.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками определения напряженно-деформированного состояния стержней, плоских и пространственных элементов конструкций при различных воздействиях, использования теорий прочности, упругости, пластичности, ползучести, выбора конструкционных материалов и форм, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности,	Владение навыками определения напряженно-деформированного состояния элементов конструкций при различных воздействиях, использования теорий прочности, выбора конструкционных материалов и форм, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности соору-	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

безопасности, экономичности и эффективности сооружений с помощью теоретических методов и современных программно-вычислительных комплексов.	жений с помощью теоретических методов и современных программно-вычислительных комплексов.		
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 5 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-1	знать основные 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.	Экзаменационный билет с двумя вопросами	Полный ответ на оба вопроса	Полный ответ на один вопрос и неполный на второй	Неполный ответ на оба вопроса	Отсутствие ответов на оба вопроса билета
	уметь правильно составлять расчетные схемы, описывать граничные условия в двух- и трехмерных задачах, определять внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения в стержнях, пластинах и объемных элементах строительных конструкций.	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками определения напряженно-деформированного состояния стержней, плоских и пространственных элементов конструкций при различных воздействиях, использования теорий прочности, упругости, пластичности, ползучести, выбора конструкционных материалов и форм, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений с помощью теоретических методов и современных программно-вычислительных комплексов.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типичные контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков

и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Сколько неизвестных величин входят в общем случае в систему уравнений теории упругости?

1) 8; 2) 15; 3) 10; 4) 12.

2. Сколько уравнений входят в систему уравнений плоской задачи теории упругости?

1) 10; 2) 12; 3) 8; 4) 6.

3. Как записывается уравнение совместности деформаций для плоской задачи теории упругости?

1) $\frac{\partial^2 \varepsilon_x}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varepsilon_y}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 \gamma_{xy}}{\partial x \partial y}$; 2) $\frac{\partial^2 \varepsilon_x}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varepsilon_y}{\partial x^2} = 2 \frac{\partial^2 \gamma_{xy}}{\partial x \partial y}$; 3) $\frac{\partial^2 \varepsilon_x}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 \varepsilon_y}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 \gamma_{xy}}{\partial x \partial y}$;

4) $\frac{\partial^2 \varepsilon_x}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varepsilon_y}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \gamma_{xy}}{\partial x \partial y} = 0$.

4. Как выражаются напряжения через функцию напряжений φ в случае плоского напряженного состояния (при отсутствии объемных сил)?

1) $\sigma_x = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2}$, $\sigma_y = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2}$, $\tau_{xy} = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x \partial y}$; 2) $\sigma_x = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2}$, $\sigma_y = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2}$, $\tau_{xy} = -\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x \partial y}$;

3) $\sigma_x = -\frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2}$, $\sigma_y = -\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2}$, $\tau_{xy} = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x \partial y}$; 4) $\sigma_x = -\frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2}$, $\sigma_y = -\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2}$, $\tau_{xy} = -\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x \partial y}$.

5. Как записывается бигармоническое уравнение для определения функции напряжений для плоской задачи теории упругости?

1) $\frac{\partial^4 \varphi}{\partial x^4} + \frac{\partial^4 \varphi}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 \varphi}{\partial y^4} = 0$; 2) $\frac{\partial^4 \varphi}{\partial x^4} - \frac{\partial^4 \varphi}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 \varphi}{\partial y^4} = 0$; 3) $\frac{\partial^4 \varphi}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 \varphi}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 \varphi}{\partial y^4} = 0$;

4) $\frac{\partial^4 \varphi}{\partial x^4} - 2 \frac{\partial^4 \varphi}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 \varphi}{\partial y^4} = 0$.

6. Какие соотношения для функции напряжений φ вытекают из рамной аналогии при расчете балки-стенки (M и N изгибающий момент и продольная сила в сечениях стержней любой статически определимой кинематически неизменяемая рамы, форма которой совпадает с контуром балки-стенки)?

1) $\varphi = M$, $\frac{\partial \varphi}{\partial n} = N$; 2) $\varphi = N$, $\frac{\partial \varphi}{\partial n} = M$; 3) $\frac{\partial^2 \varphi}{\partial n^2} = M$, $\frac{\partial \varphi}{\partial n} = N$; 4) $\varphi = M$, $\frac{\partial^2 \varphi}{\partial n^2} = N$.

7. Условие текучести Треска – Сен-Венана имеет вид (K – предел текучести при сдвиге)

1) $\left. \begin{array}{l} |\sigma_1 - \sigma_2| \leq K, \\ |\sigma_2 - \sigma_3| \leq K, \\ |\sigma_3 - \sigma_1| \leq K. \end{array} \right\}$; 2) $\left. \begin{array}{l} |\sigma_1 - \sigma_2| \geq K, \\ |\sigma_2 - \sigma_3| \geq K, \\ |\sigma_3 - \sigma_1| \geq K. \end{array} \right\}$; 3) $\left. \begin{array}{l} |\sigma_1 - \sigma_2| \geq 2K, \\ |\sigma_2 - \sigma_3| \geq 2K, \\ |\sigma_3 - \sigma_1| \geq 2K. \end{array} \right\}$; 4) $\left. \begin{array}{l} |\sigma_1 - \sigma_2| \leq 2K, \\ |\sigma_2 - \sigma_3| \leq 2K, \\ |\sigma_3 - \sigma_1| \leq 2K. \end{array} \right\}$.

7. Пределом текучести называется

1) максимальное напряжение, до которого выполняется закон Гука;

2) максимальное напряжение, которое выдерживает материал;

3) напряжение, до которого деформации упругие;

4) напряжение, при котором наблюдается рост деформаций без увеличения нагрузки.

8. Ползучестью называется

1) рост деформаций с течением времени;

2) уменьшение напряжений с течением времени при постоянных деформациях;

3) рост пластических деформаций с течением времени при постоянных напряжениях и температуре;

4) рост упругих деформаций с течением времени при постоянных напряжениях и температуре.

9. Диаграмма растяжения какого материала показана на рисунке



- 1) нелинейно упругого;
- 2) упругопластического;
- 3) линейно упругого;
- 4) жестко пластического.

10. Какая механическая характеристика определяет наступление неустановившейся ползучести?

- 1) предел текучести;
- 2) предел выносливости;
- 3) предел длительного сопротивления;
- 4) предел ползучести.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Записать уравнения равновесия на контуре тонкой пластинки при известных нагрузках.
2. Выполнить проверку выполнения дифференциальных уравнений равновесия для напряжений в простой балке, найденных по формулам сопротивления материалов.
3. Найти напряжения на контуре прямоугольной пластинки, испытывающей плоское напряженное состояние, по заданной функции напряжений.
4. Найти выражения для нормальных и касательных напряжений в произвольном сечении, проходящем через внутреннюю точку тонкой пластинки, испытывающей однородное плоское напряженное состояние, по известным напряжениям на координатных сечениях.
5. Найти главные напряжения и положение главных сечений для плоского напряженного состояния по известным координатным напряжениям.
6. Найти главные напряжения для объемного напряженного состояния по известным координатным напряжениям.
7. Построить кривую пластичности для плоского напряженного состояния по заданным главным напряжениям и пределу текучести σ_T для условия текучести Треска – Сен-Венана.
8. Построить кривую пластичности для плоского напряженного состояния по заданным главным напряжениям и пределу текучести σ_T для условия текучести Губера-Мизеса.
9. Записать условия для функции напряжений на контуре балки-стенки при известных нагрузках на неё.
10. Записать конечно разностную аппроксимацию бигармонического уравнения для внутреннего узла прямоугольной сетки при расчете балки-стенки методом конечных разностей.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

При решении всех задач предполагается использование ЭВМ.

1. Найти решение обратной задачи для прямоугольной пластинки, находящейся в условиях плоского напряженного состояния, по известной функции напряжений.
2. Выполнить расчет балки-стенки, нагруженной заданной нагрузкой.
3. Найти главные напряжения и положение главных сечений для объемного напряженного состояния по известным компонентам тензора напряжений.
4. Привести расчет треугольной плотины.
5. Выполнить расчет толстостенной трубы (орудийного ствола), нагруженной внутренним давлением.
6. Выполнить расчет опускного колодца.
7. Расчет неразрезной балки-стенки с помощью тригонометрических рядов.
8. Расчет клина, нагруженного в вершине сосредоточенной силой.
9. Решение задачи Буссинеска.
10. Упругопластический расчет стержня при действии продольной силы.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Нагрузки и напряжения. Перемещения и деформации. Тензоры напряжений и деформаций. Интенсивности напряжений и деформаций.
2. Главные напряжения и деформации в плоском напряжённом состоянии. Экстремальные касательные напряжения.
3. Главные напряжения и деформации в пространственном напряжённом состоянии. Экстремальные касательные напряжения.
4. Постановка задачи теории упругости. Дифференциальные уравнения равновесия.
5. Уравнения на поверхности тела.
6. Геометрические уравнения (соотношения Коши).
7. Уравнения совместности деформаций Сен-Венана.
8. Физические уравнения (закон Гука) в прямой и обратной форме.
9. Прямая и обратная задачи теории упругости. Методы решения задачи теории упругости.
10. Плоское напряжённое состояние.
11. Плоская деформация.
12. Основные уравнения плоской задачи теории упругости.
13. Решение плоской задачи теории упругости с помощью функции напряжений.
14. Решение плоской задачи в полиномах. Расчет треугольной плотины.
15. Основные уравнения теории упругости в полярных координатах.
16. Осесимметричные задачи. Задача Ламе.
17. Расчет толстостенной трубы, находящейся под действием внутреннего давления.
18. Расчет опускного колодца.
19. Энергия деформируемого тела как функционал. Вариационный принцип Лагранжа.
20. Методы Ритца и Бубнова-Галеркина.
21. Линейно – упругий, нелинейно – упругий и упругопластичный материалы. Физическая нелинейность.
22. Деформирование упругопластического стержня при центральном растяжении-сжатии и плоском изгибе.
23. Постановка задачи и уравнения теории пластичности. Общее и различие с постановкой задачи теории упругости.
24. Механические свойства пластического материала. Физический и условный пределы текучести.
25. Активное нагружение и разгрузка. Повторно– переменное и знакопеременное нагружение. Эффект Баушингера.
26. Аппроксимация диаграмм деформирования материалов и требования к ней. Упругопластическая и жесткопластическая задачи.
27. Математическое моделирование поведения материалов и элементов конструкций в условиях повторно–попеременного и знакопеременного нагружений.
28. Назначение критериев (условий) пластичности. Критерий Треска – Сен – Венана.

29. Назначение критериев (условий) пластичности. Критерий Губера – Мизеса.
30. Простое и сложное нагружение. Теорема Ильюшина о простом нагружении. Основные типы теорий пластичности и их назначение.
31. Понятие о теории малых упругопластических деформаций А.А. Ильюшина.
32. Понятие и виды ползучести. Упруго мгновенные деформации и деформации ползучести. Мера ползучести. Характеристика ползучести.
33. Стареющие и нестареющие материалы. Мера ползучести. Характеристика ползучести.
34. Линейная и нелинейная теории ползучести. Гипотезы линейной теории ползучести. Принцип наложения деформаций ползучести, соответствующих приращениям напряжений.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по экзаменационным билетам. В каждом билете содержатся два вопроса (из раздела 7.2.4) и задача (из разделов 7.2.2 и 7.2.3). Дополнительно задаются 3 тестовых вопроса (см. раздел 7.2.1).

Полный ответ на каждый вопрос билета оценивается в 4 балла, неполный ответ – в 2 балла. Решение задачи оценивается количеством баллов от 0 до 3 в зависимости от полноты решения. Каждый верный ответ на тестовый вопрос оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов – 14.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 5 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 5 до 7 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 8 до 11 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 12 до 14 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Основы теории напряжённо-деформированного состояния в точке тела.	ОПК-1	Тест, выполнение домашних заданий. Курсовая работа. Экзамен.
2	Основные уравнения теории упругости.	ОПК-1	Тест, выполнение домашних заданий. Курсовая работа. Экзамен.
3	Плоская задача теории упругости.	ОПК-1	Тест, выполнение домашних заданий. Курсовая работа. Экзамен.
4	Вариационная формулировка задач теории упругости.	ОПК-1	Тест. Решение задач на ЭВМ. Экзамен.
5	Основные понятия теории пластичности. Математические модели пластичных материалов.	ОПК-1	Тест, выполнение домашних заданий. Экзамен.
6	Критерии пластичности материала. Условия упрочнения. Основные те-	ОПК-1	Тест, выполнение домашних заданий. Решение

	ории пластичности. Гипотезы, положения, условия применимости.		задач на ЭВМ. Экзамен.
7	Основные понятия теории ползучести.	ОПК-1	Тест. Экзамен.

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 20 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 40 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Молотников, В. Я.

Теория упругости и пластичности [Электронный ресурс] / Молотников В. Я., Молотникова А. А., - 1-е изд. - : Лань, 2017. - 532 с. - Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-8114-2603-4.

URL: <https://e.lanbook.com/book/94741>

2. Новожилов, В. В.

Теория упругости / В. В. Новожилов. - Теория упругости ; 2023-09-02. - Санкт-Петербург : Политехника, 2020. - 410 с. - Текст. - Лицензия до 02.09.2023. - ISBN 978-5-7325-0956-4.

URL: <http://www.iprbookshop.ru/94829.html>

Дополнительная литература:

1. Молотников, В. Я.

Механика конструкций. Теоретическая механика. Сопротивление матери-

алов [Электронный ресурс] / Молотников В. Я. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 608 с. - Книга из коллекции Лань - Инженерно-технические науки. - ISBN 978-5-8114-1327-0.

URL: <https://e.lanbook.com/book/168470>

2. **Кальмова, М. А.**

Теория упругости : учебно-методическое пособие / М. А. Кальмова. - Теория упругости ; 2026-09-20. - Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019. - 43 с. - Текст. - Гарантированный срок размещения в ЭБС до 20.09.2026 (автопродлонгация). - ISBN 2227-8397.

URL: <http://www.iprbookshop.ru/111596.html>

3. **Сопrotивление материалов. Часть 1 [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Н. М. Атаров [и др.]. - Сопrotивление материалов. Часть 1 ; 2024-07-01. - Москва : МИСИ-МГСУ, ЭБС АСВ, 2018. - 64 с. - Лицензия до 01.07.2024. - ISBN 978-5-7264-1823-0.**

URL: <http://www.iprbookshop.ru/75300.htm>

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Лицензионное программное обеспечение:

3. L

4. Microsoft Office Outlook 2013/2007.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. <http://www.edu.ru/>.

2. Образовательный портал ВГТУ.

Информационные справочные системы:

5. <http://window.edu.ru>

6. <https://wiki.cchgeu.ru/>

7. <http://cchgeu.ru> ВГТУ. Учебно-методические разработки кафедры строительной механики.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

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	ИВМРС-совместимые персональные компьютеры.	Практические занятия.	Процессор серии не ниже Intel Core i3. Оперативная память не менее 4 Гбайт.. 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.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести» читаются лекции, проводятся практические занятия, выполняется курсовая работа.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета элементов строительных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой

работы, защитой курсовой работы.

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 лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	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.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none">- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;- выполнение домашних заданий и расчетов;- работа над темами для самостоятельного изучения;- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;- подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.