

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Иркутский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО ИРГУПС)

УТВЕРЖДЕНА
приказ ректора
от «25» мая 2018 г. № 414-1

Б1.В.ДВ.02.02 Теория упругости
рабочая программа дисциплины

Специальность – 23.05.06 Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей
Специализация – № 2 Управление техническим состоянием железнодорожного пути Квали-
фикация выпускника – инженер путей сообщения

Форма обучения – заочная

Нормативный срок обучения – 6 лет обучения

Кафедра-разработчик программы – Физика, механика и приборостроения

Общая трудоемкость в з.е. –2

Виды контроля в семестрах:

Часов по учебному плану –72

зачет 3

Распределение часов дисциплины по семестрам

Курс	3	Итого
Вид занятий	Часов по УП	Часов по УП
Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий	8	8
– лекции	4	4
– лабораторные	4	4
Самостоятельная работа	60	60
Зачет	4	4
Итого	72	72

ИРКУТСК

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИРГУПС и соответствует оригиналу

Подписант ФГБОУ ВО ИРГУПС Трофимов Ю.А.

00a73c5b7b623a969ccad43a81ab346d50 с 08.12.2022 14:32 по 02.03.2024 14:32 GMT+03:00

Подпись соответствует файлу документа



Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с ФГОС ВО по специальности 23.05.06 Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей, утвержденным Приказом Минобрнауки России от 27.03.2018 № 218 и на основании учебного плана по специальности 23.05.06 Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей, специализация «Мосты», утвержденным Учёным советом ИрГУПС от 25.05.2018 г. протокол № 13.

Программу составил:

к.т.н., доцент кафедры

«Управление качеством и инженерная графика»

Е.В. Зеньков

Рабочая программа дисциплины обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе для обучения обучающихся по специальности 23.05.06 Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей на заседании кафедры «Физика, механика и приборостроение».

Протокол от «25» мая 2018 г. № 15.

Зав. кафедрой, к.ф.-м.н., доцент

О.В. Горева

Согласовано

Кафедра «Путь и путевое хозяйство», протокол от «25» мая 2018 г. № 13

Зав. кафедрой, к.т.н., доцент

Д.А. Ковенькин

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1 Цели преподавания дисциплины	
1	Целями освоения учебной дисциплины являются: формирование у специалиста представлений о законах деформирования упругих тел под действием внешних нагрузок с учётом трёхмерности и объёмности возникающего при этом напряжённо-деформированного состояния рассматриваемых тел, математических моделях такого деформирования и методах анализа указанных моделей.
1.2 Задачи дисциплины	
1	передача студентам теоретических основ и фундаментальных знаний в области теории упругости;
2	обучение студентов умению применять знания, полученные при изучении теории упругости, для решения прикладных задач и развитие общего представления о современном состоянии механики деформирования твёрдых тел;
3	формирование у студентов навыков решения задач теории упругости с помощью компьютерных технологий, реализующих численные методы решения задач этой теории.
1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины	
Научно-образовательное воспитание обучающихся	
Цель научно-образовательного воспитания – создание условий для реализации научно-образовательного потенциала обучающихся в форме наставничества, тьюторства, научного творчества.	
Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач:	
– формирование системного и критического мышления, мотивации к обучению, развитие интереса к творческой научной деятельности;	
– создание в студенческой среде атмосферы взаимной требовательности к овладению знаниями, умениями и навыками;	
– популяризация научных знаний среди обучающихся;	
– содействие повышению привлекательности науки, поддержка научно-технического творчества;	
– создание условий для получения обучающимися достоверной информации о передовых достижениях и открытиях мировой и отечественной науки, повышения заинтересованности в научных познаниях об устройстве мира и общества;	
– совершенствование организации и планирования самостоятельной работы обучающихся как образовательной технологии формирования будущего специалиста путем индивидуальной познавательной и исследовательской деятельности	
Профессионально-трудовое воспитание обучающихся	
Цель профессионально-трудового воспитания – формирование у обучающихся осознанной профессиональной ориентации, понимания общественного смысла труда и значимости его для себя лично, ответственного, сознательного и творческого отношения к будущей деятельности, профессиональной этики, способности предвидеть изменения, которые могут возникнуть в профессиональной деятельности, и умению работать в изменённых, вновь созданных условиях труда.	
Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач:	
– формирование сознательного отношения к выбранной профессии;	
– воспитание чести, гордости, любви к профессии, сознательного отношения к профессиональному долгу, понимаемому как личная ответственность и обязанность;	
– формирование психологии профессионала;	
– формирование профессиональной культуры, этики профессионального общения;	
– формирование социальной компетентности и другие задачи, связанные с имиджем профессии и авторитетом транспортной отрасли	

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП	
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося	
Учебная дисциплина Б1.В.ДВ.03.01 "Теория упругости" требует для освоения знания ряда разделов дисциплин Б1.Б.1.10 «Математика», Б1.Б.1.11 «Физика», Б1.Б.1.13 «Информатика», Б1.Б.1.21 «Материаловедение и технология конструкционных материалов», Б1.Б.1.12 «Теоретическая механика», Б1.Б.1.23 «Сопrotивление материалов»	
2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее	
1	Дисциплина «Теория упругости», помимо самостоятельного значения, является предшествующей для дисциплин: Б1.Б.1.31 «Изыскания и проектирование железных дорог»; Б1.Б.1.33 «Мосты на железных дорогах», Б1.Б.1.40 «Основания и фундаменты транспортных сооружений», Б1.Б.1.41 «Строительные конструкции и архитектура транспортных сооружений», Б1.Б.1.34 «Тоннельные пересечения на транспортных магистралях».

3 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
ОПК-1: способность применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	
Минимальный уровень освоения компетенции	
Знать	основные физические законы, лежащие в основе математической модели деформирования упругого тела
Уметь	поставить задачу теории упругости, соответствующую конструктивному оформлению и условиям эксплуатации элементов различных конструкций с учётом их условий опирания и закрепления
Владеть	навыками качественного анализа напряжённого состояния упругих элементов различных конструкций и сооружений, находящихся в условиях плоского и осесимметричного деформирования
Базовый уровень освоения компетенции	
Знать	различные формы математического описания основных физических законов, лежащих в основе построения математической модели деформирования упругих тел
Уметь	выбрать модельную задачу теории упругости, качественно близкую к задаче о напряжённо-деформированном состоянии (НДС) несущего элемента конструкции или сооружения
Владеть	навыками качественного и количественного анализа напряжённого состояния упругих элементов конструкций и сооружений, находящихся в условиях плоского и осесимметричного деформирования
Высокий уровень освоения компетенции	
Знать	структуру аналитического решения и его особенности для модельной задачи об осесимметричном деформировании полых толстостенных цилиндров внутренним давлением
Уметь	использовать модельную задачу теории упругости для оценки достоверности результатов численного анализа НДС несущего элемента конструкции или сооружения
Владеть	навыками выбора модельной задачи теории упругости, качественно близкой к задаче о напряжённо-деформированном состоянии (НДС) несущего элемента конструкции или сооружения и использовать её для оценки достоверности результатов численного анализа указанного НДС
ОПК-7: способность применять методы расчета и оценки прочности сооружений и конструкций на основе знаний законов статики и динамики твердых тел, о системах сил, напряжениях и деформациях твердых и жидких тел	
Минимальный уровень освоения компетенции	
Знать	структуру аналитического решения и его особенности для модельной задачи о растяжении тонкой бесконечной пластины с круговым и эллиптическим отверстиями конечного радиуса
Уметь	применить аналитическое решение модельной задачи о плоском деформировании пластин с круговыми и эллиптическими отверстиями к анализу достоверности приближённых численных решений для конструктивных элементов сооружений с отверстиями
Владеть	навыками оценки достоверности результатов численного моделирования НДС элементов конструкций, основанные на использовании решений модельных задач теории упругости о растяжении бруса, изгиба и растяжения плит, растяжении пластин с круговым отверстием и эллиптическим отверстием, задачи о краевом эффекте в тонкостенном цилиндре, задачи о нагружении полого цилиндра давлением (задачи Ламе)
Базовый уровень освоения компетенции	
Знать	структуру аналитического решения и его особенности для модельной задачи об осесимметричном деформировании полых толстостенных цилиндров внутренним давлением, а также для модельной задачи об осесимметричном деформировании тонкостенного цилиндра краевыми перерезывающими силами
Уметь	применить аналитическое решение модельной задачи об осесимметричном полых цилиндрах, находящихся под давлением, к анализу достоверности приближённых численных решений для конструктивных элементов, имеющих цилиндрические полости, нагруженные внутренним давлением среды
Владеть	навыками оценки достоверности результатов численного моделирования НДС элементов конструкций, основанные на использовании решений модельных задач теории упругости о деформировании пластин с трещиной, задачи о контакте плоского штампа и полуплоскости, задачи о контакте выпуклого тела и полупространства, задачи о прессовом соединении

	цилиндров одинаковой длины, задачи о кручении сплошного цилиндра с поперечным сечением эллиптической формы.
Высокий уровень освоения компетенции	
Знать	структуру аналитического решения и его особенности для модельной задачи о растяжении пластины с трещиной малой длины, а также модельной задачи о контакте выпуклого упругого тела с упругим полупространством
Уметь	применить аналитическое решение модельной задачи о деформировании тел с внутренними полостями и разрезами к анализу достоверности приближённых численных решений для конструктивных элементов, имеющих дефекты типа пор и трещин
Владеть	навыками качественного и количественного анализа напряжённого состояния модельных упругих тел (плит, полых цилиндров, пластин с трещиной, полых цилиндров равной длины, посаженных друг на друга с натягом, контакта сферического тела и упругого полупространства) с помощью компьютерных технологий, реализующих решение задач теории упругости методом конечных элементов (МКЭ).
ПК–18: способность выполнять статические и динамические расчеты транспортных сооружений с использованием современного математического обеспечения	
Минимальный уровень освоения компетенции	
Знать	методику использования современного математического обеспечения для анализа напряжённо-деформированного состояния (НДС) деформируемых балок на примере использования с этой целью программного комплекса MSC.Nastran;
Уметь	оценить НДС и прочность деформируемых балок с помощью современного математического обеспечения на примере использования с этой целью программного комплекса MSC.Nastran, реализованного на соответствующей вычислительной технике;
Владеть	навыками оценки НДС и прочности деформируемых балок, закреплённых на опорах и нагруженных поперечной нагрузкой, с помощью современного математического обеспечения на примере использования с этой целью программного комплекса MSC.Nastran, реализованного на соответствующей вычислительной технике.
Базовый уровень освоения компетенции	
Знать	методику использования современного математического обеспечения для анализа напряжённо-деформированного состояния конструктивных элементов в виде пластин с концентраторами напряжений в виде отверстий круговой или эллиптической формы, нагруженных растягивающей статической или динамической нагрузкой, на примере использования с этой целью программного комплекса MSC.Nastran;
Уметь	оценить НДС и прочность конструктивных элементов в виде растягиваемых пластин с концентраторами напряжений в виде отверстий круговой или эллиптической формы, нагруженных растягивающей статической или динамической нагрузкой, с помощью современного математического обеспечения на примере использования с этой целью программного комплекса MSC.Nastran, реализованного на вычислительной технике;
Владеть	навыками оценки НДС и прочности конструктивных элементов в виде пластин с концентраторами напряжений в виде отверстий круговой или эллиптической формы, нагруженных растягивающей статической или динамической нагрузкой, с помощью современного математического обеспечения на примере использования с этой целью программного комплекса MSC.Nastran, реализованного на вычислительной технике
Высокий уровень освоения компетенции	
Знать	методику использования современного математического обеспечения для анализа объёмного НДС растягиваемых конструктивных элементов, нагруженных растягивающей статической или динамической нагрузкой, имеющих внутренний дефект в виде поры (полости) сферической или эллипсоидной формы, на примере использования с этой целью программного комплекса MSC.Nastran;
Уметь	оценить НДС и прочность конструктивных элементов в виде конструктивных элементов, имеющих внутренний дефект в виде поры (полости) сферической или эллипсоидной формы, нагруженных растягивающей статической или динамической нагрузкой, с помощью современного математического обеспечения на примере использования с этой целью программного комплекса MSC.Nastran, реализованного на вычислительной технике;
Владеть	навыками оценки НДС и прочности конструктивных элементов в виде конструктивных элементов, имеющих внутренний дефект в виде поры (полости) сферической или эллипсоидной формы, нагруженных растягивающей статической или динамической нагрузкой, с помощью современного математического обеспечения на примере использования с этой целью программного комплекса MSC.Nastran, реализованного на вычислительной технике.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

Знать	
1	структуру аналитического решения и его особенности для модельной задачи об одноосном растяжении тонкой бесконечной пластины с круговым и эллиптическим отверстиями конечного радиуса
2	структуру аналитического решения и его особенности для модельной задачи об осесимметричном деформировании полых толстостенных цилиндров внутренним давлением, а также для модельной задачи об осесимметричном деформировании тонкостенного цилиндра краевыми перерезывающими силами
3	методику использования современного математического обеспечения для анализа напряжённо-деформированного состояния конструктивных элементов в виде пластин с концентраторами напряжений в виде отверстий круговой или эллиптической формы, нагруженных растягивающей статической или динамической нагрузкой, на примере использования с этой целью программного комплекса MSC.Nastran;
Уметь	
1	применить аналитическое решение модельной задачи о плоском деформировании пластин с круговыми и эллиптическими отверстиями к анализу достоверности приближённых численных решений для конструктивных элементов сооружений с отверстиями
2	применить аналитическое решение модельной задачи об осесимметричном деформировании полых цилиндров, находящихся под внутренним давлением, к анализу достоверности приближённых численных решений для конструктивных элементов, имеющих цилиндрические полости, нагруженные внутренним давлением среды
3	оценить НДС и прочность конструктивных элементов в виде растягиваемых пластин с концентраторами напряжений в виде отверстий круговой или эллиптической формы, нагруженных растягивающей статической или динамической нагрузкой, с помощью современного математического обеспечения на примере использования с этой целью программного комплекса MSC.Nastran, реализованного на вычислительной технике
Владеть	
1	навыками оценки достоверности результатов численного моделирования НДС элементов конструкций, основанные на использовании решений модельных задач теории упругости о растяжении бруса, изгиба и растяжения плит, растяжении пластин с круговым отверстием и эллиптическим отверстием, задачи о краевом эффекте в тонкостенном цилиндре, задачи о нагружении полого цилиндра давлением (задачи Ламе)
2	навыками оценки достоверности результатов численного моделирования НДС элементов конструкций, основанного на использовании решений модельных задач теории упругости о деформировании пластин с трещиной, задачи о контакте плоского штампа и полуплоскости, задачи о контакте выпуклого тела и полупространства, задачи о прессовом соединении цилиндров одинаковой длины, задачи о кручении сплошного цилиндра с поперечным сечением эллиптической формы.
3	навыками оценки НДС и прочности конструктивных элементов в виде пластин с концентраторами напряжений в виде отверстий круговой или эллиптической формы, нагруженных растягивающей статической или динамической нагрузкой, с помощью современного математического обеспечения на примере использования с этой целью программного комплекса MSC.Nastran, реализованного на вычислительной технике.

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Курс	Часы	Компетенции	Учебная литература, ресурсы сети «Интернет»
	Раздел 1. Введение. Физические основы теории упругости				
1.1	Теория напряжений, закон Ньютона для напряжений /Лек/	3	1	ОПК-7, ПК-18	Л1.1, Л2.1 Л3.1, Э1, Э2
1.2	Изучение тем: "Краевые условия для напряжений на поверхности упругого тела" и "Преобразование поворота при определении главных напряжений" /Ср/	3	6	ОПК-1 ПК-18	Л4.1, Э1
1.3	Растяжение стержня /Лаб/	3	1	ОПК-1 ПК-18	Л1.1, Л2.1 Л3.1, Э1
1.4	Деформации, соотношения Коши для дефор-	3	1	ОПК-1	Л1.1 Л2.1

	маций /Лек/				Л3.1, Э1, Э2
1.5	Самостоятельное изучение тем: "тензор напряжений" и "Тензор деформаций" /Ср/	3	6	ОПК-7 ПК-18	Л1.1 Л4.1, Э1
1.6	Растяжение пластин с круговым отверстием /Лаб/	3	1	ОПК-7 ПК-18	Л1.1, Л2.1 Э1
1.7	Связь напряжений и деформаций. Закон Гука. /Лек/	3	1	ОПК-1	Л1.1, Л2.1 Л3.1, Э1, Э2
1.8	Изучение тем: "Выражение напряжений через деформации из соотношений закона Гука" и "Выражение модуля сдвига материала через модуль продольной упругости и коэффициент Пуассона" /Ср/	3	6	ОПК-7 ПК-18	Л1.1, Л2.1 Л4.1, Э1
1.9	Деформирование полых цилиндров внутренним давлением /Лаб/	3	1	ОПК-7 ПК-18	Л1.1, Л2.1 Л3.1, Э1
	Раздел 2. Постановка задач теории упругости				
2.1	Уравнения теории упругости в перемещениях /Ср/	3	2	ОПК-1 ПК-18	Л1.1, Л2.1 Л3.1, Э1, Э2
2.2	Изучение тем "Соотношения теории упругости в цилиндрических и сферических координатах", "Принцип Даламбера при рассмотрении динамических задач теории упругости" /Ср/	3	6	ОПК-7	Л1.1, Л2.1 Л4.1, Э1
	Раздел 3. Основные модельные задачи теории упругости				
3.1	Нагружение полой сферы внутренним давлением /Лаб/		1	ОПК-7	Л1.1, Л2.1 Э1
3.2	Задача о плоской деформации. /Ср/	3	2	ОПК-1 ПК-18	Л1.1, Л2.1 Л3.1, Э1, Э2
3.3	Изучение тем "Описание плоско-напряжённого состояния в осесимметричной системе координат" и "Плоское осесимметричное деформирование полого цилиндра" состояние " /Ср/	3	6	ОПК-7 ПК-18	Л1.1, Л2.1 Л4.1, Э1
3.4	Нагружение полуплоскости плоским штампом /Ср/	3	2	ОПК-1 ПК-18	Л1.1, Л2.1 Л3.1, Э1
3.5	Осесимметричная задача теории упругости /Ср/	3	2	ОПК-1 ПК-18	Л1.1, Л2.1 Л3.1, Э1, Э2
3.6	Изучение тем "Осесимметричное растяжение упругого полупространства со сферической полостью" и "Осесимметричное растяжение упругого полупространства со сфероидальной полостью" /Ср/	3	6	ОПК-7	Л1.1, Л2.1 Л4.1, Э1
3.7	Сдавливание контактирующих упругих сфер //Ср/	3	2	ОПК-7	Л1.1, Л2.1 Л3.1, Э1
3.8	Постановка задач термоупругости //Ср/	3	2	ОПК-1 ПК-18	Л1.1, Л2.1 Л3.1, Э1, Э2
3.9	Изучение тем "Наружный осесимметричный обогрев полого цилиндра" и "Осесимметричный обогрев полого цилиндра" /Ср/	3	6	ОПК-7	Л1.1, Л2.1 Л4.1, Э1
3.10	Наружный обогрев и термоупругое деформирование полого упругого цилиндра /Ср/	3	2	ОПК-1 ПК-18	Л1.1, Л2.1 Л3.1, Э1
	Раздел 4. Численные методы решения задач теории упругости				
4.1	Изучение тем "Метод конечных элементов и вариационный принцип минимума Лагранжа"	3	6	ОПК-7 ПК-18	Л1.1, Л2.1 Л4.1, Э1

	и "Особенности программной реализации метода конечных элементов" /Ср/				
4.2	Метод функций напряжений в плоской задаче теории упругости /Ср/	3	2	ОПК-1	Л1.1, Л2.1 Л3.1, Э1, Э2
4.3	Изучение тем "Метод функций напряжений в осесимметричной задаче теории упругости" задаче теории упругости и "Метод функций напряжений в задаче о кручении осесимметричных тел" /Ср/	3	4	ОПК-1 ПК-18	Л1.1, Л2.1 Л4.1, Э1
4.4	Кручение цилиндра с эллиптическим профилем сечения //Ср/	3	2	ОПК-7 ПК-18	Л1.1, Л2.1 Л3.1, Э1
4.5	Метод конечных элементов при решении задач теории упругости /Лек/	3	1	ОПК-7 ПК-18	Л1.1, Л2.1 Л3.1, Э1, Э2
4.6	Поперечные свободные колебания бруса с различными условиями закрепления /Ср/	3	2	ОПК-1 ПК-18	Л1.1, Л2.1 Л3.1, Э1

5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации оформлен в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины и размещен в электронной информационно-образовательной среде Университета, доступной обучающемуся через его личный кабинет

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

6.1.1 Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л1.1	Горшков А. Г., Старовойтов Э.И., Тарлаковский Д. В.	Теория упругости и пластичности: учебник Электронный адрес: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=76683&sr=1	М.: УМЦ по образованию на ж.-д. трансп., 2014	100% онлайн

6.1.2 Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л2.1	Васильев В.З.	Основы и некоторые специальные задачи теории упругости. Электронный адрес: https://e.lanbook.com/book/6061#book	Изд-во "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте". – 2012.	100% онлайн

6.1.3 Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год издания/ Личный кабинет обучающегося	Кол-во экз. в библиотеке/ 100% онлайн
Л3.1	Пимштейн П.Г.	Теория упругости: курс лекций	Иркутск: Ир-ГУПС, 2011	44

6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э.1	Электронная библиотечная система "Лань": https://www.e.lanbook.com/book/
Э.2	Университетская библиотека online: http://www.biblioclub.ru

6.3. Перечень информационных технологий, используемых

при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
6.3.1 Перечень базового программного обеспечения	
6.3.1.1	Microsoft Windows Professional 10, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01; Microsoft Office Russian 2010, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01; FoxitReader, свободно распространяемое программное обеспечение http://free-software.com.ua/pdf-viewer/foxit-reader/ ; Adobe Acrobat Reader DC свободно распространяемое программное обеспечение https://get.adobe.com/ru/reader/enterprise/ ; Яндекс. Браузер. Прикладное программное обеспечение общего назначения, Офисные приложения, лицензия – свободно распространяемое программное обеспечение по лицензии BSD License
6.3.2 Специализированное программное обеспечение	
6.3.2.1	КОМПАС-3D V16, количество – 50; язык – русский; лицензионное соглашение КАД-16-1302, КОНТРАКТ №0334100010016000113-0000756-02 от 25.11.2016г.
6.3.2.2	NASTRAN (Patran CAE Solid Modeling Class pack, MD Nastran Exterior Acoustics Team pack, Fatigue Complete Package Team pack) сетевая версия; количество – 150; язык – английский; УЧ. ПРОЦ. Сертификат RE008453ISR
6.3.3 Информационные справочные системы	
6.3.3.1	Справочно-правовая система Консультант + (Студенческая версия) – Онлайн-версия Консультант-Плюс: Студент, https://student2.consultant.ru/cgi/online.cgi?req=home:rnd=0.8160556428138959

7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	
7.1	Корпуса А, Б, В, Г, Д, Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15; корпус Л – по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д. 80
7.2	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (ноутбук, проектор, экран), служащими для представления учебной информации большой аудитории. Для проведения занятий лекционного типа имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты, таблицы), обеспечивающие тематические иллюстрации содержания дисциплины. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521
7.3	Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: – читальные залы; – учебные залы вычислительной техники А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507
7.4	Лаборатория ауд. В-220. Оснащение лаборатории: – комплекс универсальный учебный СМ-1; – разрывная машина Ми-40 кН в комплекте с ПЭВМ; – установки для испытания на изгиб консольной балки и ломанного бруса; – твердомер для измерения твердости по Бринеллю (ТБ 5400); – твердомер для измерения твердости по Виккерсу; – прибор для определения твердости ТШП-4
8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	
Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки. Тщательно записывать обобщения, пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Уделить внимание основным понятиям, правилам и определениям, вводимым на лекциях.
Лабораторная работа	Перед лабораторной работой изучить материал лекции по данной теме. При проведении лабораторной работы активно участвовать в проведении экспериментальных исследований, внимательно изучить методику обработки результатов проведенных опытов. Желательно во время лабораторной работы провести основные расчетные работы, уснить, какие основные выводы следуют

	из выполненной лабораторной работы. После лабораторной работы тщательно оформить отчетный материал согласно прилагаемому указанию и подготовиться к защите.
Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины (модуля), размещен в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.	

**Приложение 1 к рабочей программе по дисциплине
Б1.В.ДВ.02.02 Теория упругости**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения текущего контроля успеваемости
и промежуточной аттестации по дисциплине
Б1.В.ДВ.02.02 Теория упругости**

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

Дисциплина «Теория упругости» участвует в формировании компетенций:

ОПК-1: способность применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

ОПК-7: способность применять методы расчета и оценки прочности сооружений и конструкций на основе знаний законов статики и динамики твердых тел, о системах сил, напряжениях и деформациях твердых и жидких тел;

ПК-18: способность выполнять статические и динамические расчеты транспортных сооружений с использованием современного математического обеспечения.

**Таблица траекторий формирования у обучающихся компетенций ОПК-1, ОПК-7,
ПК-18 при освоении образовательной программы**

Код компетенции	Наименование компетенции	Индекс и наименование дисциплин, участвующих в формировании компетенции	Семестр изучения дисциплины	Этапы Формирования компетенции
ОПК-1	способность применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Б1.Б.1.10 Математика	1	1
		Б1.Б.1.11 Физика	2	1
		Б1.Б.1.10 Математика	2	1
		Б1.Б.1.12 Теоретическая механика	2	1
		Б1.Б.1.11 Физика	3	2
		Б1.Б.1.12 Теоретическая механика	3	2
		Б1.Б.1.10 Математика	3	2
		Б1.Б.1.10 Математика	4	2
		Б1.В.ДВ.03.01 Теория упругости	4	2
		Б2.Б.05(Н) Производственная - научно-исследовательская работа	9	5
		Б2.Б.05(Н) Производственная - научно-исследовательская работа	10	5
ОПК-7	Способность применять методы расчета и оценки Прочности сооружений и конструкций на основе знаний законов статики и динамики твердых тел, о системах сил, напряжениях и деформациях твердых и жидких тел	Б1.Б.1.23 Соппротивление материалов	3	2
		Б1.Б.1.23 Соппротивление материалов	4	2
		Б1.Б.1.27 Гидравлика и гидрология	4	2
		Б1.В.ДВ.03.01 Теория упругости	4	2
		Б1.Б.1.41 Строительные конструкции и архитектура транспортных сооружений	5	3
		Б1.Б.1.32 Железнодорожный путь	5	3
		Б1.Б.1.24 Строительная механика	5	3
		Б1.Б.1.27 Гидравлика и гидрология	5	3
		Б1.Б.1.40 Основания и фундаменты транспортных сооружений	5	3
		Б1.В. ДВ .05.01 Динамика транспортных сооружений	6	3
		Б1.Б.1.24 Строительная механика	6	3
ПК-18	Способность выполнять статические и динамические расчеты транспортных сооружений с использованием современного	Б1.В.ДВ.03.01 Теория упругости	4	2
		Б1.В. ДВ .05.01 Динамика транспортных сооружений	6	3
		Б1.Б.1.34 Тоннельные пересечения на транспортных магистралях	7	4
		Б1.Б.1.ДС.02 Моделирование и расчет мостов на сейсмические воздействия	8	4
		Б1.Б.1.ДС.02 Моделирование и расчет мостов	9	5

**Таблица соответствия уровней освоения компетенций ОПК-1, ОПК-7,
ПК-18 планируемым результатам обучения**

Код компетенции	Наименование компетенции	Наименования разделов дисциплины	Уровни освоения компетенций	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции)
ОПК-1	способность применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Раздел 1. Введение. Физические основы теории упругости Раздел 2. Постановка задач теории упругости	Минимальный уровень	знать основные физические законы, лежащие в основе математической модели деформирования упругого тела;
			уметь формулировать основные уравнения теории упругости, соответствующие эксплуатационному нагружению несущих элементов различных конструкций;	
			владеть навыками качественного анализа напряжённого состояния упругих элементов различных конструкций и сооружений, находящихся в условиях плоского и осесимметричного деформирования;	
			Базовый уровень	знать различные формы математического описания основных физических законов, лежащих в основе построения математической модели деформирования упругих тел;
			уметь поставить задачу теории упругости, соответствующую конструктивному оформлению и условиям эксплуатации несущих элементов различных конструкций с учётом их условий опирания и закрепления;	
			владеть навыками качественного и количественного анализа напряжённого состояния упругих элементов конструкций и сооружений, находящихся в условиях плоского и осесимметричного деформирования;	
			Высокий уровень	знать различные формы представления математической модели деформирования упругих тел и их частные случаи: трехмерная модель деформирования тел, представленная в перемещениях, математическую модель плоского и осесимметричного деформирования упругих тел, а также основные методы их анализа;
			уметь выбрать модельную задачу теории упругости, качественно близкую к задаче о напряжённо-деформированном состоянии (НДС) несущего элемента конструкции или сооружения и использовать её для оценки достоверности результатов численного анализа указанного НДС;	

				<p>владеть навыками качественного и количественного анализа трёхмерного напряжённого состояния упругих элементов конструкций и сооружений, находящихся в условиях объёмного деформирования;</p>
ОПК-7	<p>Способность применять методы расчета и оценки прочности сооружений и конструкций на основе знаний законов статики и динамики твердых тел, о системах сил, напряжениях и деформациях твердых и жидких тел</p>	<p>Раздел 2. Постановка задач теории упругости Раздел 3. Основные модельные задачи теории упругости</p>	<p>Минимальный уровень</p>	<p>знать структуру аналитического решения и его особенности для модельной задачи о растяжении тонкой бесконечной пластины с круговым и эллиптическим отверстиями конечного радиуса;</p> <p>уметь применить аналитическое решение модельной задачи о плоском деформировании пластин с круговыми и эллиптическими отверстиями к анализу достоверности приближенных численных решений для конструктивных элементов сооружений с отверстиями;</p> <p>владеть навыками оценки достоверности результатов численного моделирования НДС элементов конструкций, основанные на использовании решений модельных задач теории упругости о растяжении бруса, изгиба и растяжении плит, растяжении пластин с круговым отверстием и эллиптическим отверстием, задачи о краевом эффекте в тонкостенном цилиндре, задачи о нагружении полого цилиндра давлением (задачи Ламе);</p>
			<p>Базовый уровень</p>	<p>знать структуру аналитического решения и его особенности для модельной задачи об осесимметричном деформировании полых толстостенных цилиндров внутренним давлением, а также для модельной задачи об осесимметричном деформировании тонкостенного цилиндра краевыми перерезывающими силами;</p> <p>уметь применить аналитическое решение модельной задачи об осесимметричном полых цилиндрах, находящихся под давлением, к анализу достоверности приближенных численных решений для конструктивных элементов, имеющих цилиндрические полости, нагруженные внутренним давлением среды;</p> <p>владеть навыками оценки достоверности результатов численного моделирования НДС элементов конструкций, основанные на использовании решений модельных задач теории упругости о деформировании пластин с трещиной, задачи о контакте плоского штампа и полуплоскости, задачи о контакте выпуклого тела и полупространства, задачи о прессовом соединении цилиндров одинаковой длины;</p>

				задачи о кручении сплошного цилиндра с поперечным сечением эллиптической формы
			Высокий уровень	<p>знать структуру аналитического решения и его особенности для модельной задачи о растяжении пластины с трещиной малой длины, а также модельной задачи о контакте выпуклого упругого тела с упругим полупространством;</p> <p>уметь применить аналитическое решение модельной задачи о деформировании тел с внутренними полостями и разрезами к анализу достоверности приближённых численных решений для конструктивных элементов, имеющих дефекты типа пор и трещин;</p> <p>владеть навыками качественного и количественного анализа напряжённого состояния модельных упругих тел (плит, полых цилиндров, пластин с трещиной, полых цилиндров равной длины, посаженных друг на друга с натягом, контакта сферического тела и упругого полупространства) с помощью компьютерных технологий, реализующих решение задач теории упругости методом конечных элементов (МКЭ).</p>
ПК-18	способность выполнять статические и динамические расчеты транспортных сооружений с использованием современного математического обеспечения	Раздел 3. Основные модельные задачи теории упругости Раздел 4. Численные методы решения задач теории упругости	Минимальный уровень	<p>знать методику использования современного математического обеспечения для анализа напряжённо-деформированного состояния (НДС) деформируемых балок на примере использования с этой целью программного комплекса MSC.Nastran;</p> <p>уметь оценить НДС и прочность деформируемых балок с помощью современного математического обеспечения на примере использования с этой целью программного комплекса MSC.Nastran, реализованного на соответствующей вычислительной технике;</p> <p>владеть навыками оценки НДС и прочности деформируемых балок, закреплённых на опорах и нагруженных поперечной нагрузкой, с помощью современного математического обеспечения на, примере использования с этой целью программного комплекса MSC.Nastran.</p>
			Базовый уровень	<p>знать методику использования современного математического обеспечения для анализа напряжённо-деформированного состояния конструктивных элементов в виде пластин с</p>

				<p>концентраторами напряжений в виде отверстий круговой или эллиптической формы, нагруженных растягивающей статической или динамической нагрузкой, на примере использования с этой целью программного комплекса MSC.Nastran;</p>
				<p>уметь оценить НДС и прочность конструктивных элементов в виде растягиваемых пластин с концентраторами напряжений в виде отверстий круговой или эллиптической формы, нагруженных растягивающей статической или динамической нагрузкой, с помощью современного математического обеспечения на примере использования с этой целью программного комплекса MSC.Nastran, реализованного на вычислительной технике</p>
				<p>владеть навыками оценки НДС и прочности конструктивных элементов в виде пластин с концентраторами напряжений в виде отверстий круговой или эллиптической формы, нагруженных растягивающей статической или динамической нагрузкой, с помощью современного математического обеспечения на примере использования с этой целью программного комплекса MSC.Nastran, реализованного на вычислительной технике.</p>
			<p>Высокий уровень</p>	<p>знать методику использования современного математического обеспечения для анализа объёмного НДС растягиваемых конструктивных элементов, нагруженных растягивающей статической или динамической нагрузкой, имеющих внутренний дефект в виде поры (полости) сферической или эллипсоидной формы, на примере использования с этой целью программного комплекса MSC.Nastran</p>
				<p>уметь оценить НДС и прочность конструктивных элементов в виде конструктивных элементов, имеющих внутренний дефект в виде поры (полости) сферической или эллипсоидной формы, нагруженных растягивающей статической или динамической нагрузкой, с помощью современного математического обеспечения на примере использования с этой целью программного комплекса MSC.Nastran, реализованного на вычислительной технике;</p>

				<p>владеть навыками оценки НДС и прочности конструктивных элементов в виде конструктивных элементов, имеющих внутренний дефект в виде поры (полости) сферической или эллипсоидной формы, нагруженных растягивающей статической или динамической нагрузкой, с помощью современного математического обеспечения на примере использования с этой целью программного комплекса MSC.Nastran, реализованного на вычислительной технике.</p>
--	--	--	--	---

**Программа контрольно-оценочных мероприятий
за период изучения дисциплины «Теория упругости»**

№	Курс	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля (понятия, тема / раздел дисциплины, компетенция, и т.д.)	Наименование оценочного средства (форма проведения)
Курс 3				
1	3	Текущий контроль	<p>Тема: "Теория напряжений, закон Ньютона для напряжений" Содержание занятия: Деформирование стержней растягивающей нагрузкой. Выполнение индивидуального задания и оформление отчёта, оформление отчёта. /Лаб/</p>	<p>ОПК-1, ОПК-7, ПК-18</p> <p>Защита лабораторной Работы Тестирование (компьютерные. технологии)</p>
2	3	Текущий контроль	<p>Тема: "Деформации, соотношения Коши для деформаций" Содержание занятия: Напряжённое состояние бруса при различных условиях закрепления. 1. Постановка задачи и цель лабораторной работы 2. Изучение теоретического материала 3. Выполнение индивидуального задания и оформление отчёта. /Лаб/</p>	<p>ОПК-1, ОПК-7, ПК-18</p> <p>Защита лабораторной Работы Тестирование (компьютерные. технологии)</p>
3	3	Текущий контроль	<p>Тема: "Растяжение пластин с круговым отверстием" Содержание занятия: Изучение концентрации напряжений. 1. Постановка задачи и цель лабораторной работы 2. Изучение теоретического материала 3. Выполнение лабораторной работы и оформление отчета /Лаб/</p>	<p>ОПК-1, ОПК-7, ПК-18</p> <p>Защита лабораторной Работы Тестирование (компьютерные. технологии)</p>
4	3	Текущий контроль	<p>Тема: "Связь напряжений и деформаций. Закон Гука". Содержание занятия: Напряжённое состояние и его зависимость от модуля Юнга и коэффициента Пуассона. 1. Постановка задачи и цель лабораторной работы 2. Изучение теоретического материала 3. Выполнение лабораторной работы и оформление отчета /Лаб/</p>	<p>ОПК-1, ОПК-7, ПК-18</p> <p>Защита лабораторной Работы Тестирование (компьютерные технологии)</p>

5	3	Текущий контроль	Тема: "Деформирование полых цилиндров внутренним давлением". Содержание занятия: 1.Постановка задачи и цель лабораторной работы; 2.Изучение теоретического материала; 3.Выполнение лабораторной работы	ОПК-1, ОПК-7, ПК-18	Тестирование (компьютерные технологии)
6	3	Текущий контроль	Тема: "Нагружение полуплоскости плоским штампом". Содержание занятия: Изучение концентрации напряжений в угловых точках деталей 1.Постановка задачи и цель лабораторной работы 2.Изучение теоретического материала 3.Выполнение лабораторной работы	ОПК-1, ОПК-7, ПК-18	Тестирование (компьютерные технологии)
7	3	Текущий контроль	Тема: "Сдавливание контактирующих упругих сфер" Содержание занятия: Изучение контактного взаимодействия элементов конструкций. 1.Постановка задачи и цель лабораторной работы 2.Изучение теоретического материала 3.Выполнение лабораторной работы и оформление отчета /Лаб/	ОПК-1, ОПК-7, ПК-18	Тестирование (компьютерные технологии)
8	3	Текущий контроль	Тема: "Постановка задач термоупругости" Содержание занятия: Изучение влияния нагрева на состояние элементов конструкций. 1.Постановка задачи и цель лабораторной работы 2.Изучение теоретического материала 3.Выполнение лабораторной работы и оформление отчета /Лаб/	ОПК-1, ОПК-7, ПК-18	Тестирование (компьютерные технологии)
9	3	Текущий контроль	Тема: "Кручение цилиндра с эллиптическим Содержание занятия: Напряжения в скручиваемых элементах конструкций. 1.Постановка задачи и цель лабораторной работы 2.Изучение теоретического материала 3.Выполнение лабораторной работы и оформление отчета /Лаб/	ОПК-1, ОПК-7, ПК-18	Тестирование (компьютерные технологии)
10	3	Промежуточная аттестация (зачет)	Перечень вопросов на зачет	ОПК-1, ОПК-7, ПК-18	Собеседование (устно) Тестирование (компьютерные технологии)

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

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся проводятся в целях установления соответствия достижений обучающихся поэтапным требованиям образовательной программы к результатам обучения и формирования компетенций.

Текущий контроль успеваемости – основной вид систематической проверки знаний, умений, навыков обучающихся. Задача текущего контроля – оперативное и регулярное управление учебной деятельностью обучающихся на основе обратной связи и корректировки. Результаты оценивания заносятся преподавателем в журнал и учитываются в виде средней оценки при проведении промежуточной аттестации.

Для оценивания результатов обучения используется четырех балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и двухбалльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

Перечень оценочных средств сформированности компетенций представлен в нижеследующей таблице

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Собеседование	Средство контроля на практическом занятии, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Может быть использовано для оценки знаний обучающихся.	Вопросы по разделам дисциплины
2	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Фонд тестовых заданий
3	Защита лабораторной работы	Средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы. Используется для оценки умений, навыков и опыта деятельности обучающихся.	Темы лабораторных работ и требования к их защите
Промежуточная аттестация			
5	Зачет	Зачеты как форма аттестации используются при оценке уровня знаний, практических профессиональных умений и навыков (компетенции) студентов, результатов выполнения студентами предусмотренных учебным планом специальности лабораторных работ, усвоения учебного материала лабораторных занятий в соответствии с учебным планом.	Вопросы по темам/разделам дисциплины

Компьютерное тестирование обучающихся используется при проведении текущего контроля знаний обучающихся. Результаты тестирования могут быть использованы при проведении промежуточной аттестации.

Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины/ при прохождении практики при проведении промежуточной аттестации в форме зачета. Шкала оценивания уровня освоения компетенций

Шкалы оценивания		Критерии оценивания	Уровень освоения компетенций
«отлично»	«зачтено»	Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы	Высокий
«хорошо»		Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала.	Базовый

		С небольшими неточностями выполнил практические задания. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов	
«удовлетворительно»		Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы	Минимальный
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов	Компетенции не сформированы

Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости

Защита лабораторной работы

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет без замечаний. Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; показал необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки. Работа (отчет) оформлена аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме
«хорошо»	Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет с небольшими недочетами. Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме и самостоятельно. Допущены отклонения от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата. Работа показывает знание обучающимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Допущены неточности и небрежность в оформлении результатов работы (отчета)
«удовлетворительно»	Лабораторная работа выполнена с задержкой, письменный отчет с недочетами. Лабораторная работа выполняется и оформляется обучающимся при посторонней помощи. На выполнение работы затрачивается много времени. Обучающийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами
«неудовлетворительно»	Лабораторная работа не выполнена, письменный отчет не представлен. Результаты, полученные обучающимся не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Лабораторная работа не выполнена, у учащегося отсутствуют необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки

Тестирование

Критерии и шкала оценивания текущего контроля

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено» Обучающийся верно ответил на 90 – 100 % тестовых заданий

		при прохождении тестирования
«хорошо»		Обучающийся верно ответил на 80 – 89 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«удовлетворительно»		Обучающийся верно ответил на 70 – 79 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«не удовлетворительно»	«не зачтено»	Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

3.1. Перечень вопросов к защите лабораторных работ

1. Приведите пример несущего элемента строительной, машиностроительной или транспортной конструкции, напряжённо-деформированное состояние (НДС) которого близко к НДС равномерно и одноосно растягиваемого бруса.
2. Укажите области повышенной погрешности численного решения задачи о растяжении стержня с помощью метода конечных элементов (МКЭ).
3. Где расположены зоны местного повышения уровня напряжений в случае равномерного одноосного растяжения стержня, один из концов которого жёстко закреплён (фиксирован)?
4. Выпишите аналитически точные значения компонент напряжений и деформаций в точках равномерно растягиваемого призматического стержня вдали от его заделки.
5. Укажите способ уменьшения погрешности МКЭ при рассмотрении численного решения задач теории упругости.
6. Какая характеристика механических свойств материала определяет поперечное сужение равномерно растягиваемого стержня.
7. Какие условия закрепления упругого однородного куба, растягиваемого одноосно, позволяют создать в таком кубе равномерное поле напряжений.
8. Как влияет значение коэффициента Пуассона на величину концентрации напряжений в заделке одноосно растягиваемого стержня?
9. Каков диапазон возможных изменений значений коэффициента Пуассона для различных материалов?
10. В чём заключается принцип Сен-Венана?
11. Какие силы называются самоуравновешенными?
12. Приведите пример самоуравновешенной системы сил, действующих на торец длинного прямоугольного упругого бруса.
13. Может ли быть доказан принцип Сен-Венана математически строго?
14. Приведите пример невыполнения принципа Сен-Венана при действии самоуравновешенной системы сил (бимоента) на краю протяжённого тела.
15. Что такое концентрация механических напряжений в упругом деформируемом теле? Назовите основные причины концентрации напряжений.
16. Приведите пример несущего элемента конструкции, имеющего концентратор напряжений в виде кругового отверстия.
17. Какая величина, характеризующая концентрацию напряжений, называется коэффициентом концентрации напряжений?
18. Влияют ли характеристики механических свойств осесимметричной круглой пластины с малым круговым отверстием на уровень концентрации напряжений вблизи малого отверстия?

19. Чему равен коэффициент концентрации напряжений вблизи малого кругового отверстия в осесимметричной круглой осесимметрично растягиваемой пластине с таким отверстием?

20. Приведите пример деформируемого в процессе эксплуатации конструктивного элемента, имеющего концентратор напряжений в виде отверстия овальной или эллиптической формы.

21. При каком соотношении размеров пластины, имеющей эллиптическое отверстие, и размеров этого отверстия рассматриваемое отверстие может считаться малым?

22. Как изменяется концентрация напряжений в одноосно растягиваемой прямоугольной пластине с эллиптическим отверстием по мере увеличения его эксцентриситета (степени вытянутости отверстия вдоль одной из осей)?

23. Чему равен коэффициент концентрации осевых напряжений в одноосно растягиваемой прямоугольной пластине с малым эллиптическим отверстием?

24. Приведите пример трубчатого элемента конструкции, работающего под внутренним давлением.

25. Приведите пример цилиндрического несущего элемента конструкции, работающего под наружным давлением.

26. Чьё имя носят формулы, описывающие распределение напряжений в осесимметричной толстостенной трубе, нагруженной постоянным внутренним или наружным давлением или их комбинацией?

27. Влияют ли механические свойства материала трубы, нагруженной внутренним или наружным давлением на распределение напряжений, возникающих в такой трубе?

28. Какой формулой описываются величины осевых и кольцевых напряжений, возникающих в тонкостенных цилиндрах с донышками, нагруженных внутренним давлением?

29. Приведите пример технического применения тонкостенных цилиндров, нагруженных в процессе эксплуатации краевой осесимметрично распределённой перерезывающей силой?

30. Какой круговой полый цилиндр может быть назван тонкостенным?

31. Какой тонкостенный цилиндр может быть назван длинным?

32. Какой вид имеет дифференциальное уравнение, описывающее прогиб срединной поверхности тонкостенного кругового цилиндра, нагруженного осесимметричной краевой перерезывающей силой?

33. Какой общий вид имеет решение дифференциального уравнения, описывающее прогиб срединной поверхности тонкостенного кругового цилиндра, нагруженного осесимметричной краевой перерезывающей силой?

34. Какой формулой описывается продольный размер зоны краевого эффекта (размер зоны возмущения НДС вблизи края оболочки), вызванного приложением краевых осесимметрично распределённых перерезывающих сил?

35. Назовите область технического применения решения задачи теории упругости о деформировании толстостенной сферы наружным или внутренним давлением.

36. Назовите область технического применения решения задачи об эллиптическом своде, нагруженном наружным давлением.

37. Где расположена зона максимальных растягивающих меридиональных напряжений в эллиптическом своде, нагруженном равномерным наружным давлением?

38. Для каких конструктивных элементов в виде эллиптического свода, нагруженного равномерным наружным давлением, растягивающие напряжения представляют собой значительную опасность разрушения?

39. Приведите технический пример контактного взаимодействия деформируемых конструктивных элементов, одно из которых имеет на поверхности контакта угловую точку.

40. Какой формулой описывается распределение контактных напряжений в зоне давления жёсткого плоского штампа на поверхность упругой полуплоскости с заданной постоянной осадкой штампа?

41. Чем опасно наличие угловой точки на поверхности контакта соприкасающихся тел?
42. Чем ограничивается величина контактных давлений вблизи угловой точки контакта упругого штампа и упругого основания в случае контактного взаимодействия реальных деформируемых тел?
43. Где в технике может быть использовано решение задачи теории упругости о трещине в деформируемой конструкции?
44. В чём состоит особенность решения задачи о распределении напряжений вблизи трещины в деформируемом теле? Ограничены ли напряжения вблизи вершины трещины?
45. Какие виды трещин различают в механике деформирования?
46. Какая величина называется коэффициентом интенсивности напряжений? От каких параметров она зависит? В чём состоит её значение для оценки прочности высоконагруженных несущих элементов конструкций?
47. Приведите пример технического применения посадки с натягом осесимметричных тел.
48. Решение какой задачи теории упругости о нагружении деформируемых тел используется при расчётном моделировании НДС соосных цилиндров, соединённых с натягом?
49. 1. Назовите технически важные примеры контактного взаимодействия выпуклых тел.
50. Является ли задача о контактном взаимодействии выпуклых тел (задача Герца) линейной задачей теории упругости?
51. Чему равно контактное давление на границе контакта выпуклых тел?
52. Где расположена зона максимального уровня напряжений при контактном взаимодействии выпуклых тел?
53. Где расположена точка максимального контактного давления в случае контактного взаимодействия выпуклых тел?
54. В каких случаях в реальных телах возникают сферические полости?
55. В чём состоит техническое значение задачи о растяжении деформируемых тел с полостями?
56. В каких случаях в реальных телах возникают сферические полости?
57. В каких случаях в реальных телах возникают полости, близкие по форме к сфероидальным, т.е. образованным вращением выпуклой кривой, в частности вращением эллиптического контура?
58. Как изменяется коэффициент концентрации напряжений в деформируемом теле со сфероидальной полостью по мере увеличения её эксцентриситета (степени вытянутости)?
59. Какие колебания деформируемых упругих тел называются свободными?
60. От чего зависит величина частоты свободных колебаний бруса?
61. Сколько частот собственных колебаний имеет брус, представляющий собой упругое тело в трёхмерном пространстве?
62. Что такое вынужденные колебания?
63. Какие переходные процессы могут возникать в колебательной системе?
64. Каковы причины возбуждения колебаний в колебательной системе? Примеры таких процессов.
65. Каковы причины затухания колебаний в колебательных системах? Примеры применения гасителей колебаний.
66. Как изменяется характер колебаний системы с течением времени?
67. Какие напряжения, возникающие в деформируемом теле, называются температурными?
68. Каков характер распределения температурных напряжений при внутреннем обогреве, при наружном обогреве?
69. Каков физический смысл коэффициента температурного расширения материала?

3.2. Перечень вопросов к зачету

1. Тензор напряжений. Компоненты тензора напряжений.
2. Задачи теории упругости (ТУ) об изгибе.
3. Условия равновесия на границе тела.
4. Основные уравнения плоской задачи ТУ в полярных координатах
5. Нормальные и касательные напряжения в точке на произвольной площадке.
6. Решение плоской задачи ТУ в полярных координатах в перемещениях.
7. Преобразования компонентов тензора напряжений при повороте осей системы координат.

8. Полый цилиндр под действием внутреннего давления.
9. Главные напряжения. Инварианты тензора напряжений.
10. Решение плоской задачи ТУ в полярных координатах в напряжениях
11. Октаэдрические напряжения. Интенсивность напряжений. Максимальные касательные напряжения.
12. Полый цилиндр под действием наружного давления.
13. Дифференциальные уравнения равновесия. Взаимность касательных напряжений.
14. Основные уравнения осесимметричной задачи ТУ в цилиндрических координатах.
15. Тензор деформаций. Компоненты тензора деформаций.
16. Решение осесимметричной задачи ТУ в напряжениях.
17. Плоское напряженное состояние.
18. Решение осесимметричной задачи ТУ в перемещениях.
19. Выражения деформаций через перемещения (формулы Коши).
20. Функция напряжений для осесимметричной задачи ТУ в цилиндрических координатах..

21. Преобразования компонентов тензора деформаций при повороте осей системы координат.
22. Простейшие обратносимметричные задачи ТУ.
23. Интенсивность деформаций. Октаэдрический сдвиг.
24. Кручение стержня эллиптического профиля.
25. Инварианты тензора деформаций. Главные деформации.
26. Кручение стержня круглого профиля
27. Уравнения совместности деформаций.
28. Кручение стержня узкого прямоугольного профиля.
29. Обобщенный закон Гука для трехосного напряженного состояния.
30. Кручение стержня тонкостенного сечения открытого профиля.
31. Решение задач ТУ в перемещениях.
32. Принцип наименьшей работы в форме метода сил.
33. Запись уравнений совместности деформаций в напряжениях.
34. Кручение стержня тонкостенного сечения замкнутого профиля.
35. Плоская задача ТУ. Функция напряжений для плоской задачи ТУ.
36. Принцип наименьшей работы в форме метода перемещений
37. Уравнения совместности деформаций.
38. Метод Галеркина решения задач ТУ.
39. Запись уравнений совместности деформаций в напряжениях.
40. Метод конечных элементов.
41. Обобщенный закон Гука для трехосного напряженного состояния.
42. Метод конечных разностей.
43. Преобразования компонентов тензора напряжений при повороте осей системы координат.
44. Метод граничных интегральных уравнений.
45. Основные гипотезы, лежащие в основе построения теории упругости.

3.2 Типовые контрольные задания для тестирования

Фонд тестовых заданий по дисциплине содержит тестовые задания, распределенные по разделам и темам, с указанием их количества и типа.

Компетенция	Тема в соответствии с РПД/РПП (с соответствующим номером)	Содержательный элемент	Характеристика содержательного элемента	Количество тестовых заданий, типы ТЗ
ОПК-7: способность применять методы расчета и оценки прочности сооружений и конструкций на основе знаний законов статики и динамики твердых тел, о системах сил, напряжениях и деформациях твердых и жидких тел ПК-18: способность выполнять статические и динамические расчеты транспортных сооружений с использованием современного математического обеспечения	Теория напряжений, закон Ньютона для напряжений	1 Введение в понятие напряжений и их виды	Знание	2 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		2 Построение решений задач растяжения стержневых систем	Умение	1 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		3 Подготовка, проведение и защита лабораторных работ «Растяжение стержня» и «Деформирование тел самоуравновешенной нагрузкой»	Действие	1 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
ОПК-1: способность применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования ОПК-7: способность применять методы расчета и оценки прочности сооружений и конструкций на основе знаний законов статики и динамики твердых тел, о системах сил, напряжениях и деформациях твердых и жидких тел ПК-18: способность выполнять статические и динамические расчеты транспортных сооружений с использованием современного математического обеспечения	Деформации, соотношения Коши для деформаций	1 Введение в понятие деформаций и их виды	Знание	2 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
		2 Построение решений задач с концентраторами напряжений	Умение	1 – ОТЗ 2 – ЗТЗ
		3 Подготовка, проведение и защита лабораторных работ «Закрепление тел, и его влияние на деформирование» и «Растяжение пластин с круговым отверстием»	Действие	1 – ОТЗ 2 – ЗТЗ

<p>ОПК-1: способность применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p> <p>ОПК-7: способность применять методы расчета и оценки прочности сооружений и конструкций на основе знаний законов статики и динамики твердых тел, о системах сил, напряжениях и деформациях твердых и жидких тел</p> <p>ПК-18: способность выполнять статические и динамические расчеты транспортных сооружений с использованием современного математического обеспечения</p>	<p>Связь напряжений и деформаций. Закон Гука</p>	<p>1 Соотношения напряжений и деформаций в физических законах</p>	<p>Знание</p>	<p>2 – ОТЗ 1 – ЗТЗ</p>
		<p>2 Построение аналитических решений задач о деформировании пластин с концентраторами напряжений</p>	<p>Умение</p>	<p>1 – ОТЗ 2 – ЗТЗ</p>
		<p>3 Подготовка, проведение и защита лабораторных работ «Деформирование полых цилиндров внутренним давлением»</p>	<p>Действие</p>	<p>1 – ОТЗ 2 – ЗТЗ</p>
<p>ОПК-1: способность применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p> <p>ПК-18: способность выполнять статические и динамические расчеты транспортных сооружений с использованием современного математического обеспечения</p>	<p>Уравнения теории упругости в перемещениях</p>	<p>1 Уравнения, описывающие физику явлений в перемещениях</p>	<p>Знание</p>	<p>1 – ОТЗ 2 – ЗТЗ</p>
		<p>2 Построение аналитических решений модельных задач теории упругости</p>	<p>Умение</p>	<p>1 – ОТЗ 2 – ЗТЗ</p>
		<p>3 Подготовка, проведение и защита лабораторных работ «Нагружение полой сферы внутренним давлением»</p>	<p>Действие</p>	<p>2 – ОТЗ 1 – ЗТЗ</p>
<p>ОПК-1: способность применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p> <p>ПК-18: способность выполнять статические и динамические расчеты транспортных сооружений с использованием современного математического обеспечения</p>	<p>Задача о плоской деформации</p>	<p>1 Уравнения теории упругости для плоского НДС</p>	<p>Знание</p>	<p>1 – ОТЗ 2 – ЗТЗ</p>
		<p>2 Построение плосконапряжённого состояния в осесимметричной системе координат</p>	<p>Умение</p>	<p>1 – ОТЗ 2 – ЗТЗ</p>
		<p>3 Подготовка, проведение и защита лабораторных работ «Нагружение полуплоскости плоским штампом»</p>	<p>Действие</p>	<p>2 – ОТЗ 1 – ЗТЗ</p>
<p>ОПК-1: способность</p>	<p>Осесимметричная за-</p>	<p>1 Уравнения описыва-</p>	<p>Знание</p>	<p>1 – ОТЗ</p>

<p>применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p> <p>ПК–18: способность выполнять статические и динамические расчеты транспортных сооружений с использованием современного математического обеспечения</p>	<p>дача теории упругости</p>	<p>ющие осесимметричное растяжение упругого полупространства со сферической полостью</p>		2 – 3ТЗ
		<p>2 Построение осесимметричного растяжения упругого полупространства со сферoidalной полостью</p>	Умение	1 – ОТЗ 2 – 3ТЗ
		<p>3 Подготовка, проведение и защита лабораторных работ «Сдавливание контактирующих упругих сфер»</p>	Действие	2 – ОТЗ 1 – 3ТЗ
<p>ОПК-1: способность применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p> <p>ПК–18: способность выполнять статические и динамические расчеты транспортных сооружений с использованием современного математического обеспечения</p>	<p>Постановка задач термоупругости</p>	<p>1 Уравнения, описывающие термонапряженное состояние в упругом теле</p>	Знание	1 – ОТЗ 2 – 3ТЗ
		<p>2 Построение решения о наружном осесимметричном обогреве полого цилиндра</p>	Умение	1 – ОТЗ 2 – 3ТЗ
		<p>3 Подготовка, проведение и защита лабораторных работ «Наружный обогрев и термоупругое деформирование полого упругого цилиндра»</p>	Действие	2 – ОТЗ 1 – 3ТЗ
<p>ОПК-1: способность применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p>	<p>Метод функций напряжений в плоской задаче теории упругости</p>	<p>1 Метод функций напряжений в осесимметричной задаче теории упругости</p>	Знание	1 – ОТЗ 2 – 3ТЗ
		<p>2 Построение решения для напряжений в задаче о кручении осесимметричных тел</p>	Умение	1 – ОТЗ 2 – 3ТЗ
		<p>3 Подготовка, проведение и защита лабораторных работ «Кручение цилиндра с эллиптическим профилем сечения»</p>	Действие	2 – ОТЗ 1 – 3ТЗ
<p>ОПК-7: способность применять методы расчета и оценки прочности сооружений и конструкций на основе знаний законов</p>	<p>Метод конечных элементов при решении задач теории упругости</p>	<p>1 Математическое описание МКЭ для задач теории упругости</p>	Знание	1 – ОТЗ 2 – 3ТЗ
		<p>2 Строить функции МКЭ, лежащие в основе построения теории упругости.</p>	Умение	1 – ОТЗ 2 – 3ТЗ

статика и динамика твердых тел, о системах сил, напряжениях и деформациях твердых и жидких тел ОПК-1: способность применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования		3 Подготовка, проведение и защита лабораторных работ «Поперечные свободные колебания бруса с различными условиями закрепления»	Действие	2 – ОТЗ 1 – ЗТЗ
Итого				80 – ОТЗ 80 – ЗТЗ

Полный комплект ФТЗ хранится в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС и обучающийся имеет возможность ознакомиться с демонстрационным вариантом ФТЗ.

Ниже приведен образец типового варианта итогового теста, предусмотренного рабочей программой дисциплины.

1. Что изучают в теории упругости, пластичности и ползучести?

- А. Напряжения при действии заданных внешних воздействий на деформируемое тело при заданных условиях его закрепления.
- Б. Перемещения, деформации и напряжения при действии заданных внешних воздействий на деформируемое тело при заданных условиях его закрепления.
- В. Перемещения и деформации при действии заданных внешних воздействий на деформируемое тело при заданных условиях его закрепления.

2. В чём заключается свойство идеальной упругости?

- А. Способность тела, получившего деформацию, после устранения причин её вызвавших, полностью восстановить свои первоначальные размеры.
- Б. Способность тела, получившего деформацию, после устранения причин её вызвавших, полностью восстановить свою первоначальную форму.
- В. Способность тела, получившего деформацию, после устранения причин её вызвавших, полностью восстановить свои первоначальные форму и размеры.

3. Каковы два дополнительных допущения для классической теории упругости?

- А. Об автономной прочности и о геометрической линейности.
- Б. О физической линейности и о геометрической линейности.
- В. Об автономной прочности и о физической линейности.

4. Почему к решению задач теории упругости можно применить математический аппарат дифференциального и интегрального исчисления?

- А. В силу гипотезы об однородности материала тела.
- Б. В силу гипотезы о естественном ненапряжённом состоянии тела.
- В. В силу гипотезы о сплошности строения тела.

5. Что такое напряжение в данной точке тела?

- А. Величина внутреннего усилия, разделённая на площадь площадке с её внешней нормалью, по которой оно действует.
- Б. Величина внутреннего усилия, отнесенного к площади площадки с её внешней нормалью, по которой оно действует, при стягивании контура площадки к точке.

В. Величина внутреннего усилия, действующего на единичной площадке с её внешней нормалью, по которой оно действует.

6. Что такое нормальное и касательное напряжение?

А. Составляющие полного напряжения по нормали к площадке, по которой они действуют, и в плоскости самой площадки.

Б. Составляющие полного напряжения по координатным плоскостям.

В. Составляющие полного напряжения по осям координат.

7. Что представляет собой тензор напряжений в точке тела?

А. Расположенные в виде матрицы составляющие напряжений по трём любым направлениям на трёх координатных площадках, проведенных через данную точку.

Б. Расположенные в виде матрицы составляющие напряжений по трём осям координат на трёх координатных площадках, проведенных через данную точку.

В. Расположенные в виде матрицы составляющие напряжений по трём осям координат на трёх любых площадках, проведенных из данной точки.

8. **Что выражает выделяемый из тензора напряжений шаровой тензор?**

А. Он выражает изменение формы тела без изменения его объёма.

Б. Он выражает изменение объёма тела без изменения его формы.

В. Он выражает неизменяемость, как объёма тела, так и его формы.

9. Площадками, на которых отсутствуют нормальные напряжения называются

10. Сколько существуют независимых физических упругих постоянных для изотропного тела?

11. Как называется второй тип краевой задачи теории упругости

12. Способность тела, изменившего свою форму и размеры под нагрузкой, принимать исходные размеры и форму после снятия нагрузки называют

13. Как называется тип второй краевой задачи теории упругости

14. Если напряжения в расчетах получаются больше предела текучести σ_T (в современных обозначениях R_p), то их называют

15. Как называется третий тип краевой задачи теории упругости

16. Сколько компонент деформаций определяют уравнения Коши

17. Как в теории упругости называют величину $E / 3(1 - 2\mu)$

18. Почему к решению задач теории упругости нельзя применить математический аппарат дифференциального и интегрального исчисления?
- А. В силу гипотезы об однородности материала тела.
 Б. В силу гипотезы о естественном ненапряжённом состоянии тела.
 В. В силу гипотезы о сплошности строения тела.

4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В таблице приведены описания процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий и процедур оценивания результатов обучения с помощью оценочных средств в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
Зачет	Промежуточная аттестация в форме зачета проводится путем устного собеседования. При собеседовании задается два вопроса, контролирующих уровень сформированности компетенций, закрепленных за дисциплиной. Один вопрос – теоретический, связанный с построением и анализом математических моделей деформирования упругих тел. Второй вопрос касается системы модельных задач теории упругости, решение которых рассматривалось в лабораторном практикуме как с теоретических позиций, так и с помощью компьютерных технологий. Студенты, не посещающие занятия больше 50%, не выполнившие лабораторные работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины, к зачету не допускаются.
Тест	По завершении изучения раздела дисциплины студент проходит тестирование с помощью Фонда тестовых заданий, разработанных по дисциплине. Тестирование можно проходить в часы консультаций, отведенные по дисциплине. Каждый тест состоит из 15 вопросов. Время, отводимое на тестирование обучающегося составляет 15 минут. Процедура оценивания изложена в разделе 2
Защита лабораторной работы	Защита лабораторной работы по изученной теме проводится во время последующей лабораторной работы или во время консультации. Защита лабораторной работы проводится только после проведения необходимых расчетов, написания выводов и оформления в результатов лабораторной работы в виде отчета

Шкала и критерии оценивания уровня сформированности компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета по результатам текущего контроля (без дополнительного аттестационного испытания)

Средняя оценка уровня сформированности компетенций по результатам текущего контроля	Оценка
Оценка не менее 3,0 и нет ни одной неудовлетворительной оценки по текущему контролю	«зачтено»
Оценка менее 3,0 или получена хотя бы одна неудовлетворительная оценка по текущему контролю	«не зачтено»

Если оценка уровня сформированности компетенций обучающегося не соответствует критериям получения зачета без дополнительного аттестационного испытания, то промежуточная аттестация в форме зачета проводится в форме собеседования по перечню теоретических вопросов. Промежуточная аттестация в форме зачета с проведением аттестационного испытания в форме собеседования проходит на последнем занятии по дисциплине.