

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Граков Федор Николаевич

Должность: Исполняющий обязанности директора Института агроинженерии

Дата подписания: 15.09.2024 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

Уникальный программный ключ:

654718f633077684ab957bcdde1f6e02b861f463


высшего образования

«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ АГРОИНЖЕНЕРИИ

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора Института агроинженерии

 Н.Г. Корнешук

«23» мая 2024 г.

Кафедра «Тракторы, сельскохозяйственные машины и земледелие»

Рабочая программа дисциплины

Б1.О.20 ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ

Специальность **23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства**

Специализация **Технические средства агропромышленного комплекса**

Уровень высшего образования – **специалитет**

Квалификация – **инженер**

Форма обучения – **очная**

Челябинск
2024

Рабочая программа дисциплины «Теория упругости» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 11.08.2020 г. № 935. Рабочая программа предназначена для подготовки инженера по специальности **23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства, специализация - Технические средства агропромышленного комплекса.**

Настоящая рабочая программа дисциплины составлена в рамках основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) и учитывает особенности обучения при инклюзивном образовании лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалидов.

Составитель – кандидат технических наук, доцент Кожанов В.Н.

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры «Тракторы, сельскохозяйственные машины и земледелие»

«15» мая 2024 г. (протокол № 8).

Зав. кафедрой, «Тракторы,
сельскохозяйственные машины и
земледелие»

Ф.Н. Граков

Рабочая программа дисциплины одобрена методической Института агроинженерии
«21» мая 2024 г. (протокол № 5)

Председатель методической комиссии
Института агроинженерии ФГБОУ ВО
Южно-Уральский ГАУ, доктор
педагогических наук, доцент

Н.Г. Корнешук

Директор Научной библиотеки



И.В. Шатрова

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП	4
1.1.	Цель и задачи дисциплины	4
1.2.	Компетенции и индикаторы их достижений.....	4
2.	Место дисциплины в структуре ОПОП	5
3.	Объем дисциплины и виды учебной работы	5
3.1.	Распределение объема дисциплины по видам учебной работы	5
3.2.	Распределение учебного времени по разделам и темам.....	5
4.	Структура и содержание дисциплины, включающее практическую подготовку	6
4.1.	Содержание дисциплины.....	6
4.2.	Содержание лекций.....	7
4.3.	Содержание лабораторных занятий	8
4.4.	Содержание практических занятий	9
4.5.	Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся.....	9
5.	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	10
6.	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	10
7.	Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины.....	10
8.	Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины	11
9.	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	11
10.	Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем	11
11.	Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	11
	Приложение. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации обучающихся.....	12
	Лист регистрации изменений	24

1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

1.1. Цель и задачи дисциплины

Инженер по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства должен быть подготовлен к следующим видам профессиональной деятельности: научно-исследовательской, проектно-конструкторской, производственно-технологической, организационно-управленческой.

Цель дисциплины – сформировать у студентов систему фундаментальных знаний в области прикладной механики деформируемого твердого тела, необходимых для последующей подготовки специалиста, способного к эффективному решению практических задач сельскохозяйственного производства.

Задачи дисциплины:

- овладеть теоретическими основами и практическими методами расчетов на прочность, долговечность и устойчивость элементов конструкций и машин, необходимыми как при изучении дальнейших дисциплин, так и в практической деятельности специалистов;
- ознакомиться с современными подходами к расчету сложных систем, элементами рационального проектирования конструкций.

1.2. Компетенции и индикаторы их достижений

ОПК-5 Способен применять инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, использовать прикладное программное обеспечение при расчете, моделировании и проектировании технических объектов и технологических процессов

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Формируемые ЗУН	
ИД-1 _{ОПК-5} Применяет инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, использует прикладное программное обеспечение при расчете, моделировании и проектировании технических объектов и технологических процессов	знания	Обучающийся должен знать: источники новой информации в области теории упругости для самообразования и использования их в практической деятельности; основные понятия и законы механики твердого деформируемого тела, необходимые для расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования с использованием прикладных программ основные понятия и законы механики твердого деформируемого тела, необходимые для обеспечения прочностной надежности узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования - (Б1.О.20-3.1)
	умения	Обучающийся должен уметь: пользоваться источниками новой информации в области теории упругости для самообразования и использования их в практической деятельности выполнять расчеты узлов, агрегатов и систем транспортно- технологических средств и их технологического оборудования на прочность использованием прикладных программ выполнять расчеты узлов, агрегатов и систем технических средств АПК на прочность для обеспечения их прочностной надежности - (Б1.О.20-У.1)
	навыки	Обучающийся должен владеть навыками: поиска источников новой информации в области теории упругости для самообразования и использования их в практической деятельности; применения методов расчета узлов, агрегатов и

		систем транспортно- технологических средств и их технологического оборудования на прочность с использованием прикладных программ применения методов расчета узлов, агрегатов и систем транспортно- технологических средств и их технологического оборудования для обеспечения их прочностной надежности - (Б1.О.20-Н.1)
--	--	---

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Теория упругости» относится к основной части основной профессиональной образовательной программы бакалавриата.

3. Объём дисциплины и виды учебной работы

Объём дисциплины составляет 2 зачетные единицы (ЗЕТ), 72 академических часов (далее часов). Дисциплина изучается:

- очная форма обучения в 5 семестре.

3.1. Распределение объема дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Количество часов
	по очной форме обучения
Контактная работа (всего), в том числе практическая подготовка	64
Лекции (Л)	32
Практические занятия (ПЗ)	32
Лабораторные занятия (ЛЗ)	–
Самостоятельная работа обучающихся (СР)	8
Контроль	–
Итого	72

3.2. Распределение учебного времени по разделам и темам

Очная форма обучения

№ темы	Наименование разделов и тем	Всего часов	в том числе				контроль
			контактная работа			СР	
			Л	ЛЗ	ПЗ		
Раздел 1. Введение							
1.1.	Цель курса. Основные гипотезы. Классификация нагрузок.	2	2	-	-	-	х
Раздел 2. Основные уравнения теории упругости							
2.1.	Теория напряжений. Напряженное состояние в точке. Уравнения равновесия. Напряжения на наклонных площадках. Главные площадки и главные напряжения. Шаровой тензор и девиатор напряжений.	13	6	-	6	1	х

2.2.	Деформированное состояние точки тела. Перемещения точки тела. Линейные деформации и деформации сдвига. Геометрические уравнения. Тензор деформаций. Главные деформации. Шаровой тензор и девиатор деформаций. Уравнения неразрывности деформаций.	7	6	-	-	1	x
2.3.	Физические уравнения. Обобщенный закон Гука. Параметры Ляме. Граничные условия.	3	2	-	-	1	x
2.4.	Методы решения задачи теории упругости. Матричная форма уравнений теории упругости. Решение задачи теории упругости в перемещениях. Решение задачи теории упругости в напряжениях. Прямой метод, обратный метод, метод Сен-Венана.	5	4	-	-	1	x
Раздел 3. Плоская задача теории упругости							
3.1.	Плоская задача в прямоугольных координатах. Плоская деформация. Основные уравнения плоской деформации. Плоское напряженное состояние. Основные уравнения плоского напряженного состояния. Решение плоской задачи в напряжениях при помощи функции напряжений Эри. Решение плоской задачи в напряжениях при помощи полиномов. Применение тригонометрических рядов. Понятие о методе конечных разностей.	13	4	-	8	1	x
3.2.	Плоская задача в полярных координатах. Дифференциальные уравнения равновесия. Соотношения Коши. Уравнения неразрывности деформаций. Закон Гука. Функция напряжений. Задача о напряженном состоянии бесконечного клина, нагруженного сосредоточенной силой. Чистый изгиб криволинейного бруса.	14	4	-	8	2	x
Раздел 4. Изгиб тонких пластин							
4.1.	Основные понятия и гипотезы. Перемещения и деформации. Напряжения и усилия в тонкой пластинке. Дифференциальное уравнение изогнутой срединной поверхности. Условия на контуре пластинки. Расчет прямоугольной пластинки. Расчет круглой пластинки.	15	4	-	10	1	x
	Контроль	x	x	x	x	x	x

	Итого	72	32	-	32	8	-
--	--------------	-----------	-----------	----------	-----------	----------	----------

4. Структура и содержание дисциплины, включающее практическую подготовку

Практическая подготовка при реализации учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей) организуется путем проведения практических занятий, практикумов, лабораторных работ и иных аналогичных видов учебной деятельности, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка может включать в себя отдельные занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, необходимой для последующего выполнения работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.1. Содержание дисциплины

Раздел 1. Введение

Цель курса. Основные гипотезы. Классификация нагрузок.

Раздел 2. Основные уравнения теории упругости

Теория напряжений. Напряженное состояние в точке. Уравнения равновесия. Напряжения на наклонных площадках. Главные площадки и главные напряжения. Шаровой тензор и девиатор напряжений.

Деформированное состояние точки тела. Перемещения точки тела. Линейные деформации и деформации сдвига. Геометрические уравнения. Тензор деформаций. Главные деформации. Шаровой тензор и девиатор деформаций. Уравнения неразрывности деформаций.

Физические уравнения. Обобщенный закон Гука. Параметры Ляме. Граничные условия.

Методы решения задачи теории упругости. Матричная форма уравнений теории упругости. Решение задачи теории упругости в перемещениях. Решение задачи теории упругости в напряжениях. Прямой метод, обратный метод, метод Сен-Венана.

Раздел 3. Плоская задача теории упругости

Плоская задача в прямоугольных координатах. Плоская деформация. Основные уравнения плоской деформации. Плоское напряженное состояние. Основные уравнения плоского напряженного состояния. Решение плоской задачи в напряжениях при помощи функции напряжений Эри. Решение плоской задачи в напряжениях при помощи полиномов. Применение тригонометрических рядов. Понятие о методе конечных разностей.

Плоская задача в полярных координатах. Дифференциальные уравнения равновесия. Соотношения Коши. Уравнения неразрывности деформаций. Закон Гука. Функция напряжений. Задача о напряженном состоянии бесконечного клина, нагруженного сосредоточенной силой. Чистый изгиб криволинейного бруса.

Раздел 4. Изгиб тонких пластин

Основные понятия и гипотезы. Перемещения и деформации. Напряжения и усилия в тонкой пластинке. Дифференциальное уравнение изогнутой срединной поверхности. Условия на контуре пластинки. Расчет прямоугольной пластинки. Расчет круглой пластинки.

4.2. Содержание лекций

№ п/п	Наименование лекции	Кол-во часов	Практическая подготовка
1.	Цель курса. Основные гипотезы. Классификация нагрузок.	2	+
2.	Теория напряжений. Напряженное состояние в точке. Уравнения равновесия. Напряжения на наклонных площадках. Главные площадки и главные напряжения. Шаровой тензор и девиатор напряжений.	2	+

3.	Теория напряжений. Напряжения на наклонных площадках. Главные площадки.	2	+
4.	Теория напряжений. Главные напряжения. Шаровой тензор и девиатор напряжений.	2	+
5.	Деформированное состояние точки тела. Перемещения точки тела. Линейные деформации и деформации сдвига.	2	+
6.	Деформированное состояние точки тела. Геометрические уравнения. Тензор деформаций. Главные деформации. Шаровой тензор и девиатор деформаций.	2	+
7.	Деформированное состояние точки тела. Уравнения неразрывности деформаций.	2	+
8.	Физические уравнения. Обобщенный закон Гука. Параметры Ляме. Граничные условия.	2	+
9.	Методы решения задачи теории упругости. Матричная форма уравнений теории упругости. Решение задачи теории упругости в перемещениях.	2	+
10.	Методы решения задачи теории упругости. Решение задачи теории упругости в напряжениях. Прямой метод, обратный метод, метод Сен-Венана.	2	+
11.	Плоская задача в прямоугольных координатах. Плоская деформация. Основные уравнения плоской деформации. Плоское напряженное состояние. Основные уравнения плоского напряженного состояния.	2	+
12.	Плоская задача в прямоугольных координатах. Решение плоской задачи в напряжениях при помощи функции напряжений Эри. Решение плоской задачи в напряжениях при помощи полиномов. Применение тригонометрических рядов. Понятие о методе конечных разностей.	2	+
13.	Плоская задача в полярных координатах. Дифференциальные уравнения равновесия. Соотношения Коши. Уравнения неразрывности деформаций. Закон Гука. Функция напряжений.	2	+
14.	Плоская задача в полярных координатах. Задача о напряженном состоянии бесконечного клина, нагруженного сосредоточенной силой. Чистый изгиб криволинейного бруса.	2	+
15.	Изгиб тонких пластин. Основные понятия и гипотезы. Перемещения и деформации. Напряжения и усилия в тонкой пластинке.	2	+
16.	Изгиб тонких пластин. Дифференциальное уравнение изогнутой срединной поверхности. Условия на контуре пластинки. Расчет прямоугольной пластинки. Расчет круглой пластинки.	2	+
	Итого	32	10 %

4.3. Содержание лабораторных занятий

Лабораторные занятия не предусмотрены учебным планом

4.4. Содержание практических занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование практических занятий	Количество часов	Практическая подготовка
1.	Анализ плоского напряженного состояния в точке тела	2	+
2.	Анализ объемного напряженного состояния в точке тела	4	+

3.	Решение плоской задачи в напряжениях при помощи функции напряжений	4	+
4.	Анализ напряженно-деформированного состояния прямоугольной консоли	2	+
5.	Расчет балки-стенки	2	+
6.	Исследование напряженно-деформированного состояния клина при его взаимодействии с почвой	2	+
7.	Исследование напряженного состояния растянутой полосы с отверстием	4	+
8.	Исследование напряженного состояния полубесконечной пластины под действием сосредоточенной силы на границе	2	+
9.	Расчет кривого бруса при чистом изгибе	2	+
10.	Изгиб круглой пластинки	2	+
11.	Расчет прямоугольной пластинки	6	+
	Итого	32	20%

4.5. Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся

4.5.1. Виды самостоятельной работы обучающихся

Виды самостоятельной работы обучающихся	Количество часов
	по очной форме обучения
Подготовка к практическим занятиям	4
Самостоятельное изучение отдельных тем и вопросов	4
Итого	8

4.5.2. Содержание самостоятельной работы обучающихся

№ п/п	Наименование тем и вопросов	Кол-во часов
		по очной форме обучения
1.	Анализ плоского напряженного состояния в точке тела. Анализ объемного напряженного состояния в точке тела	1
2.	Решение плоской задачи в напряжениях при помощи функции напряжений. Анализ напряженно-деформированного состояния прямоугольной консоли. Расчет балки-стенки	1
3.	Исследование напряженно-деформированного состояния клина при его взаимодействии с почвой	1
4.	Исследование напряженного состояния растянутой полосы с отверстием	1
5.	Исследование напряженного состояния полубесконечной пластины под действием сосредоточенной силы на границе	1
6.	Расчет кривого бруса при чистом изгибе	1
7.	Изгиб круглой пластинки	1
8.	Расчет прямоугольной пластинки	1
	Итого	8

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Учебно-методические разработки имеются в Научной библиотеке ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ:

Учебно-методические разработки имеются в Научной библиотеке ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ:

1. Игнатъев А.Г. Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины «Теория упругости» [Электронный ресурс] : методические указания.- Челябинск : Южно-Уральский ГАУ, 2017. 41 с. Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/sopromat/83.pdf>.

- Доступ из сети Интернет: <http://nb.sursau.ru:8080/webdocs/sopromat/83.pdf>.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Для установления соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям ФГОС ВО разработан фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине. Фонд оценочных средств представлен в Приложении.

7. Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины

Основная и дополнительная учебная литература имеется в Научной библиотеке и электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

Основная литература

1. Молотников, В. Я. Теория упругости и пластичности / В. Я. Молотников, А. А. Молотникова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 532 с. — ISBN 978-5-507-47969-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/335192>

2. Ханефт А. В. Основы механики сплошных сред в примерах и задачах [Электронный ресурс]. 2, Теория упругости / А.В. Ханефт - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2011 - 104 с. - Доступ к полному тексту с сайта ЭБС Университетская библиотека online: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232318>

Дополнительная литература

1. Ханефт А.В. Основы теории упругости. Теория упругости [Электронный ресурс]. Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2009. 100 с. Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232319>

2. Жилкин В.А. Расчеты на прочность и жесткость элементов сельскохозяйственных машин [Электронный ресурс]: учеб. пособие / под ред. В.В.Бледных. Челябинск: Би., 2004. 426 с. Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/sopromat/15.pdf>. - Доступ из сети Интернет: <http://nb.sursau.ru:8080/webdocs/sopromat/15.pdf>.

3. Черняк В.Г., Суетин П.Е. Механика сплошных сред [Электронный ресурс]. М.: Физматлит, 2006. 352 с. Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69276>

8. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины

1. Единое окно доступа к учебно-методическим разработкам <https://юургау.рф>
2. ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>
3. Университетская библиотека ONLINE <http://biblioclub.ru>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Учебно-методические разработки имеются в Научной библиотеке и электронной информационно-образовательной среде ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ:

1. Игнатъев А.Г. Расчет элементов конструкций методом конечных элементов [Электронный ресурс]. Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2016. 63 с Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/sopromat/79.pdf>. - Доступ из сети Интернет: <http://nb.sursau.ru:8080/webdocs/sopromat/79.pdf>.

2. Игнатъев А.Г. Расчет конструкций технических средств АПК методом конечных элементов [Электронный ресурс] : методические указания. Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017. 46 с. Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/sopromat/81.pdf>. - Доступ из сети Интернет: <http://nb.sursau.ru:8080/webdocs/sopromat/81.pdf>.

10. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

В Научной библиотеке с терминальных станций предоставляется доступ к базам данных:

- Техэксперт (информационно-справочная система ГОСТов);
- «Сельхозтехника» (автоматизированная справочная система).
- My Test X10.2.

Программное обеспечение: Kompas, MS Office, Windows, Structure CAD, MSC.Software.

11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типов, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации № 501, 503

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации № 420, 423

Помещение для самостоятельной работы обучающихся

1. Помещение № 303 для самостоятельной работы, оснащенное компьютерной техникой с подключением к сети «Интернет».

Перечень оборудования и технических средств обучения

Посадочные места по числу студентов, рабочее место преподавателя, выход в Интернет, внутривузовская компьютерная сеть, доступ в электронную информационно-образовательную среду.

Ауд. 303 Компьютер в комплекте - 30 шт.

Ауд. 420 Компьютер в комплекте - 15 шт., Мультимедиапроектор, - 1 шт.

Ауд. 423 Компьютер в комплекте - 15 шт., Мультимедиапроектор, - 1 шт

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации
обучающихся

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Компетенции и их индикаторы, формируемые в процессе освоения дисциплины	14
2.	Показатели, критерии и шкала оценивания индикаторов достижения сформированности компетенций	15
3.	Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций в процессе освоения дисциплины	17
4.	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций	17
4.1.	Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости в процессе практической подготовки	18
4.1.1.	Опрос на практическом занятии	18
4.1.2.	Тестирование	19
4.2.	Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации	20
4.2.1.	Зачет	20

1. Компетенции и их индикаторы, формируемые в процессе освоения дисциплины

ОПК-3 Способен применять инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, использовать прикладное программное обеспечение при расчете, моделировании и проектировании технических объектов и технологических процессов

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Формируемые ЗУН			Наименование оценочных средств	
	знания	умения	навыки	Текущая аттестация	Промежуточная аттестация
ИД-1 _{ОПК-5} Применяет инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, использует прикладное программное обеспечение при расчете, моделировании и проектировании технических объектов и технологических процессов	Обучающийся должен знать: источники новой информации в области теории упругости для самообразования и использования их в практической деятельности; основные понятия и законы механики твердого деформируемого тела, необходимые для расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования с использованием прикладных программ основные понятия и законы механики твердого деформируемого	Обучающийся должен уметь: пользоваться источниками новой информации в области теории упругости для самообразования и использования их в практической деятельности выполнять расчеты узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования на прочность использование прикладных программ выполнять расчеты узлов, агрегатов и систем технических средств АПК на прочность для обеспечения их прочностной надежности - (Б1.О.20-У.1)	Обучающийся должен владеть: навыками: поиска источников новой информации в области теории упругости для самообразования и использования их в практической деятельности; применения методов расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования на прочность с использованием прикладных программ применения методов расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования для обеспечения их прочностной надежности -	1. Ответ на практическом занятии; 2. Тестирование	Зачет

	о тела, необходимые для обеспечения прочностной надежности узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования - (Б1.О.20-3.1)		(Б1.О.20-Н.1)		
--	---	--	---------------	--	--

2. Показатели, критерии и шкала оценивания сформированности компетенций

ИД-1_{ОПК-5} Применяет инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, использует прикладное программное обеспечение при расчете, моделировании и проектировании технических объектов и технологических процессов

Показатели оценивания (Формируемые ЗУН)	Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине			
	Недостаточный уровень	Достаточный уровень	Средний уровень	Высокий уровень
Б1.О.20-3.1	Обучающийся не знает источники новой информации в области теории упругости для самообразования и использования их в практической деятельности; основные понятия и законы механики твердого деформируемого тела, необходимые для расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования с использованием прикладных программ основные понятия и законы механики твердого деформируемого тела, необходимые для обеспечения прочностной	Обучающийся слабо знает источники новой информации в области теории упругости для самообразования и использования их в практической деятельности; основные понятия и законы механики твердого деформируемого тела, необходимые для расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования с использованием прикладных программ основные понятия и законы механики твердого деформируемого тела, необходимые для обеспечения прочностной	Обучающийся знает с незначительными ошибками и отдельными пробелами источники новой информации в области теории упругости для самообразования и использования их в практической деятельности; основные понятия и законы механики твердого деформируемого тела, необходимые для расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования с использованием прикладных программ основные понятия и законы механики твердого	Обучающийся знает с требуемой степенью полноты и точности источники новой информации в области теории упругости для самообразования и использования их в практической деятельности; основные понятия и законы механики твердого деформируемого тела, необходимые для расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования с использованием прикладных программ основные понятия и законы механики твердого

технологического оборудования на прочность с использованием прикладных программ применения методов расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования для обеспечения их прочностной надежности	технологического оборудования на прочность с использованием прикладных программ применения методов расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования для обеспечения их прочностной надежности	транспортно-технологических средств и их технологического оборудования на прочность с использованием прикладных программ применения методов расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования для обеспечения их прочностной надежности	средств и их технологического оборудования на прочность с использованием прикладных программ применения методов расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования для обеспечения их прочностной надежности
---	---	--	--

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

Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, содержатся в учебно-методических разработках, приведенных ниже.

1. Жилкин В.А. Введение в метод конечного элемента [Текст]: учебное пособие. Челябинск: ЧГАА, 2013 . 296 с.
2. Игнатьев А.Г. Расчет элементов конструкций методом конечных элементов [Электронный ресурс]. Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2016. 63 с. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/sopromat/79.pdf>.
3. Игнатьев А.Г. Построение эпюр внутренних силовых факторов в программном комплексе Structure CAD для Windows [Электронный ресурс]. Челябинск: ЧГАА, 2011. 20 с. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/sopromat/31.pdf>
4. Жилкин В.А. Построение эпюр внутренних силовых факторов в балках и рамах в программных продуктах SCAD и MathCAD [Электронный ресурс]: методические указания. Челябинск: Б.и., 2006. 49 с. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/sopromat/11.pdf>.
5. Жилкин В.А. Расчет на прочность и проверка жесткости статически определимых балок в программных продуктах SCAD, MSC.Patran-Nastran-2005 [Электронный ресурс]: методические указания. Челябинск: ЧГАУ, 2007. 76 с. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/sopromat/10.pdf>.
6. Жилкин В.А. Определение перемещений в упругих системах в программных продуктах MathCAD, SCAD и MSC.Patran-Nastran-2005 [Электронный ресурс]: методические указания. Челябинск: ЧГАУ, 2008. 66 с. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/sopromat/7.pdf>.
7. Игнатьев А.Г. Расчет конструкций технических средств АПК методом конечных элементов [Электронный ресурс] : методические указания. Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017. 46 с. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/sopromat/81.pdf>.

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций

В данном разделе методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих продвинутой этап формирования компетенций по дисциплине «Теория упругости», приведены применительно к каждому из используемых видов текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

4.1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости в процессе практической подготовки

4.1.1. Опрос на практическом занятии

Ответ на практическом занятии используется для оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по отдельным вопросам и темам дисциплины. Темы и планы занятий (см. методразработки п. 3) заранее сообщаются обучающимся. Ответ оценивается оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

№	Оценочные средства	Код и наименование индикатора компетенции
	Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций в процессе освоения дисциплины	
1	<p>1. Определить высоту падения груза Q, при которой произошло разрушение балки. Балка прямоугольного сечения, заданы размеры сечения, длина, материал.</p> <p>2. Деталь с концентратором напряжений находится в условиях циклического нагружения. Заданы материал, размеры, способ упрочняющей обработки, шероховатость поверхности. Определить предел выносливости детали.</p> <p>3. Выполнить анализ устойчивости стойки и определить ее грузоподъемность. Заданы размеры сечения, длина стойки, материал.</p> <p>4. Колонна рассчитывается на заданную нагрузку F. Определить размеры сечения колонны. Заданы длина колонны, материал</p>	ИД-1 _{ОПК-5} Применяет инструментальный формализации инженерных, научно-технических задач, использует прикладное программное обеспечение при расчете, моделировании и проектировании технических объектов и технологических процессов

Критерии оценки ответа (табл.) доводятся до сведения студентов в начале занятий. Оценка объявляется студенту непосредственно после устного ответа.

Шкала	Критерии оценивания
Оценка 5 (отлично)	<ul style="list-style-type: none"> - изложение материала логично, грамотно; - свободное владение терминологией; - умение высказывать и обосновать свои суждения при ответе на контрольные вопросы; - умение выполнять и читать чертежи различных изделий; - освоение техники выполнения чертежей; - способность решать задачи по инженерной графике.
Оценка 4 (хорошо)	<ul style="list-style-type: none"> - изложение материала логично, грамотно; - свободное владение терминологией;

	- осознанное применение теоретических знаний для решения и выполнения задач по инженерной графике, но содержание и форма ответа имеют отдельные неточности.
Оценка 3 (удовлетворительно)	- изложение материала неполно, непоследовательно, - неточности в определении понятий, в применении знаний для решения конкретных задач, - затруднения в обосновании своих суждений; - обнаруживается недостаточно глубокое понимание изученного материала.
Оценка 2 (неудовлетворительно)	- отсутствие необходимых теоретических знаний; не решены задачи; - незнание основного материала учебной программы, допускаются грубые ошибки в изложении.

4.1.2. Тестирование

Тестирование используется для оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по отдельным темам или разделам дисциплины. Тест представляет собой комплекс стандартизированных заданий, позволяющий упростить процедуру измерения знаний и умений обучающихся. Обучающимся выдаются тестовые задания с формулировкой вопросов и предложением выбрать один правильный ответ из нескольких вариантов ответов.

№	Оценочные средства	Код и наименование индикатора компетенции
	Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций в процессе освоения дисциплины	
1.	<p>1. Свойство материала изменять свою форму и размеры под действием нагрузок и восстанавливать первоначальную форму и размеры при снятии нагрузок называется...</p> <p>а) упругостью, б) жесткостью, в) твердостью, г) однородностью</p> <p>2. В теории упругости моделью деформируемого твердого тела является...</p> <p>а) идеально упругое тело, б) упругопластическое тело, в) абсолютно жесткое тело, г) идеально пластическое тело</p> <p>3. Материал называется однородным, если...</p> <p>а) его свойства одинаковы во всех точках, б) в любом его объеме нет пустот и разрывов, в) в нем нет добавок другого материала, г) если его свойства не зависят от размеров тела</p> <p>4. Закон Гука описывает линейную зависимость между...</p> <p>а) напряжениями и деформациями, б) касательными и нормальными напряжениями, в) деформациями и перемещениями, г) напряжениями и внешними нагрузками</p> <p>5. Если упругие свойства в каждой точке тела зависят от направления, то материал считается...</p> <p>а) анизотропным, б) неупругим,</p>	ИД-1 _{ОПК-5} Применяет инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, использует прикладное программное обеспечение при расчете, моделировании и проектировании технических объектов и технологических процессов

	<p>в) непошным, г) неоднородным</p> <p>6. Полное перемещение точки тела, вызванное действием системы сил, равно сумме перемещений, вызванных действием каждой из сил в отдельности, на основании принципа...</p> <p>а) независимости действия сил, б) Сен-Венана, в) малых перемещений, г) начальных размеров</p> <p>7. В точках тела, удаленных от места приложения нагрузок, напряжения мало зависят от характера распределения этих нагрузок по поверхности тела в соответствии с принципом...</p> <p>а) Сен-Венана, б) малых перемещений, в) идеальной упругости, г) независимости действия сил</p> <p>8. Силы инерции относятся к...</p> <p>а) объемным силам, б) поверхностным силам, в) реакциям связей, г) внутренним силам</p> <p>9. Размерность поверхностной распределенной нагрузки:</p> <p>а) Н/м² , б) Н·м, в) Н, г) Н/м</p> <p>10. Как определяют реакции связей?</p> <p>а) с использованием уравнений равновесия, б) по нормам проектирования, в) методом сечений, г) с использованием принципа малых перемещений</p>	
--	--	--

По результатам теста обучающемуся выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Критерии оценивания ответа (табл.) доводятся до сведения обучающихся до начала тестирования. Результат тестирования объявляется обучающемуся непосредственно после его сдачи.

Шкала	Критерии оценивания (% правильных ответов)
Оценка 5 (отлично)	80-100
Оценка 4 (хорошо)	70-79
Оценка 3 (удовлетворительно)	50-69
Оценка 2 (неудовлетворительно)	менее 50

Тестовые задания для проверки теоретических знаний студентов приведены в учебно-методической разработке:

Игнатьев А.Г. Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины «Теория упругости» [Электронный ресурс] : методические указания. Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017. 51 с. Режим доступа: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/sopromat/82.pdf>

4.2. Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

4.2.1. Зачет

Зачет является формой оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по разделам дисциплины. По результатам зачета обучающемуся выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

Зачет проводится по окончании чтения лекций и выполнения лабораторных /практических занятий. Зачет принимается преподавателями, проводившими лабораторные/практические занятия, или читающими лекции по данной дисциплине. В случае отсутствия ведущего преподавателя зачет принимается преподавателем, назначенным распоряжением заведующего кафедрой. С разрешения заведующего кафедрой на зачете может присутствовать преподаватель кафедры, привлеченный для помощи в приеме зачета.

Присутствие на зачете преподавателей с других кафедр без соответствующего распоряжения ректора, **проректора по учебной, воспитательной работе и молодёжной политике**, заместителя директора института по учебной работе не допускается.

Форма проведения зачета (устный опрос по билетам, письменная работа, тестирование и др.) определяются кафедрой и доводятся до сведения обучающихся в начале семестра.

Для проведения зачета ведущий преподаватель накануне получает в секретариате директората зачетно-экзаменационную ведомость, которая возвращается в секретариат после окончания мероприятия в день проведения зачета или утром следующего дня.

Во время зачета обучающиеся могут пользоваться с разрешения ведущего преподавателя справочной и нормативной литературой, другими пособиями и техническими средствами.

Время подготовки ответа в устной форме при сдаче зачета должно составлять не менее 20 минут (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным). Время ответа - не более 10 минут.

Преподавателю предоставляется право задавать обучающимся дополнительные вопросы в рамках программы дисциплины.

Качественная оценка «зачтено», внесенная в зачетно-экзаменационную ведомость, является результатом успешного усвоения учебного материала.

Результат зачета выставляется в зачетно-экзаменационную ведомость в день проведения зачета в присутствии самого обучающегося. Преподаватели несут персональную ответственность за своевременность и точность внесения записей о результатах промежуточной аттестации в зачетно-экзаменационную ведомость.

Если обучающийся явился на зачет и отказался от прохождения аттестации в связи с неподготовленностью, то в зачетно-экзаменационную ведомость ему выставляется оценка «не зачтено».

Неявка на зачет отмечается в зачетно-экзаменационной ведомости словами «не явился».

Нарушение дисциплины, списывание, использование обучающимися неразрешенных печатных и рукописных материалов, мобильных телефонов, коммуникаторов, планшетных компьютеров, ноутбуков и других видов личной коммуникационной и компьютерной техники во время зачета запрещено. В случае нарушения этого требования преподаватель обязан удалить обучающегося из аудитории и проставить ему в ведомости оценку «не зачтено».

Обучающимся, не сдавшим зачет в установленные сроки по уважительной причине, индивидуальные сроки проведения зачета определяются заместителем директора института по учебной работе.

Обучающиеся, имеющие академическую задолженность, сдают зачет в сроки, определяемые Университетом. Информация о ликвидации задолженности отмечается в экзаменационном листе.

Допускается с разрешения заместителя директора института по учебной работе досрочная сдача зачета с записью результатов в экзаменационный лист.

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья могут сдавать зачеты в сроки, установленные индивидуальным учебным планом. Инвалиды и лица с ограниченными

возможностями здоровья, имеющие нарушения опорно-двигательного аппарата, допускаются на аттестационные испытания в сопровождении ассистентов-сопровождающих.

Процедура проведения промежуточной аттестации для особых случаев изложена в «Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по ОПОП бакалавриата, специалитета и магистратуры» ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

№	Оценочные средства	Код и наименование индикатора компетенции
	Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих сформированность компетенций в процессе освоения дисциплины	
1.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Основные гипотезы теории упругости. 2. Классификация нагрузок в теории упругости. 3. Понятие напряженного состояния в точке. Тензор напряжений. 4. Уравнения равновесия в общем случае объемного напряженного состояния. 5. Напряжения на наклонных площадках. Связь проекций напряжения на наклонной площадке с компонентами напряжений в заданной системе координат. 6. Главные площадки: понятие, направляющие косинусы, система однородных алгебраических уравнений для их определения. 7. Главные площадки и главные напряжения: решение системы однородных алгебраических уравнений, инварианты напряжений. 8. Понятие шарового тензора и девиатора напряжений. Инварианты шарового тензора и девиатора напряжений. 9. Перемещение точки тела: понятие и компоненты перемещения. 10. Понятие линейной деформации и деформации сдвига. 11. Связь между деформациями и перемещениями. Соотношения Коши. 12. Понятие тензора деформаций. Инварианты тензора деформации. 13. Разложение тензора деформаций на шаровой и девиатор. 14. Уравнения неразрывности (совместности) деформаций. 15. Обобщенный закон Гука в прямой форме. 16. Обобщенный закон Гука в обратной форме. 17. Виды граничных условий и их математическое описание. 18. Уравнения теории упругости в матричной форме. 19. Решение задачи теории упругости в перемещениях. 20. Решение задачи теории упругости в напряжениях. 21. Общие методы решения задач теории упругости. 22. Плоская задача теории упругости: понятие плоской деформации, основные уравнения. 23. Плоская задача теории упругости: понятие плоского напряженного состояния, 24. Решение плоской задачи теории упругости в напряжениях с использованием функций напряжений Эри. 25. Методика решения плоской задачи теории упругости с использованием полиномов. 26. Методика решения плоской задачи теории упругости с использованием тригонометрических рядов. 	<p>ИД-1_{ОПК-5} Применяет инструментарий формализации инженерных, научно-технических задач, использует прикладное программное обеспечение при расчете, моделировании и проектировании технических объектов и технологических процессов</p>

	<p>27. Решение плоской задачи теории упругости в полярных координатах:</p> <p>28. Дифференциальные уравнения равновесия для плоской задачи в полярной системе координат.</p> <p>29. Соотношения Коши, уравнения неразрывности деформаций, закон Гука для плоской задачи в полярной системе координат.</p> <p>30. Решение плоской задачи в полярной системе координат с использованием функций Эри.</p> <p>31. Изгиб тонких пластинок. Общие понятия и гипотезы.</p> <p>32. Перемещения и деформации при изгибе тонких пластинок.</p> <p>33. Напряжения при изгибе тонких пластинок.</p> <p>34. Внутренние силовые факторы при изгибе тонких пластинок</p> <p>35. Дифференциальное уравнение изогнутой срединной поверхности пластинки.</p> <p>36. Граничные условия при изгибе тонких пластинок.</p> <p>37. Напряженно-деформированного состояния в точке тела: плоская задача.</p> <p>38. Исследование напряженно-деформированного состояния в точке тела: плоская задача.</p> <p>39. Напряженно-деформированного состояния в точке тела: объемная задача</p> <p>40. Напряженное состояние полубесконечной плоскости, нагруженной сосредоточенной силой.</p> <p>41. Напряженно-деформированное состояние при изгибе прямоугольной пластинки, шарнирно закрепленной по контуру.</p> <p>42. Напряженно-деформированное состояние при изгибе круглой пластинки, жестко защемленной по контуру</p>	
--	---	--

Шкала и критерии оценивания ответа обучающегося представлены в таблице.

Шкала	Критерии оценивания
Оценка «зачтено»	<p>знание программного материала, усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой дисциплины, правильное решение практического задания (допускается наличие малозначительных ошибок или недостаточно полное раскрытие содержание вопроса, или погрешность непринципиального характера в ответе на вопросы).</p> <p>Дополнительным условием получения оценки «зачтено» могут стать хорошие показатели в ходе проведения текущего контроля и систематическая активная работа на учебных занятиях.</p>
Оценка «не зачтено»	<p>пробелы в знаниях основного программного материала, принципиальные ошибки при ответе на вопросы.</p>

