

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ИНСТИТУТ АГРОИНЖЕНЕРИИ ФГБОУ ВО ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГАУ**

УТВЕРЖДАЮ

Декан инженерно-технологического  
факультета



Д.Д. Бакайкин

23 апреля 2020 г.

Кафедра Прикладной механики

Рабочая программа дисциплины

**Б1.Б.21 «ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ»**

Специальность

**23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства**

Специализация № 3 – **Технические средства агропромышленного  
комплекса**

Уровень высшего образования – **специалитет**

Квалификация - **инженер**

Форма обучения - **очная**

Челябинск

2020

Рабочая программа дисциплины Б1.Б.21 «Теория упругости» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 11.08.2016 г. № 1022. Рабочая программа предназначена для подготовки инженера по специальности **23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства**, специализация № 3 **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 кафедры «Прикладная механика» Гутров М.А.

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры «Прикладная механика»

«17» апреля 2020 г. (протокол № 5).

Зав. кафедрой «Прикладная механика»,  
кандидат технических наук, доцент

М.А. Гутров

Рабочая программа дисциплины одобрена методической комиссией инженерно-технологического факультета

«21» апреля 2020 г. (протокол № 5).

Председатель методической комиссии  
инженерно-технологического факультета,  
кандидат технических наук, доцент

А.П. Зырянов

Директор научной библиотеки



Е.Л. Лебедева

## СОДЕРЖАНИЕ

1.	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП .....	4
1.1.	Цель и задачи дисциплины .....	4
1.2.	Планируемые результаты обучения по дисциплине (показатели сформированности компетенций) .....	4
2.	Место дисциплины в структуре ОПОП .....	5
3.	Объем дисциплины и виды учебной работы .....	6
3.1.	Распределение объема дисциплины по видам учебной работы .....	6
3.2.	Распределение учебного времени по разделам и темам .....	7
4.	Структура и содержание дисциплины .....	8
4.1.	Содержание дисциплины .....	8
4.2.	Содержание лекций .....	9
4.3.	Содержание лабораторных занятий .....	9
4.4.	Содержание практических занятий .....	10
4.5.	Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся .....	10
5.	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	11
6.	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине .....	11
7.	Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины .....	11
8.	Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины .....	11
9.	Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	12
10.	Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем .....	12
11.	Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	12
12.	Инновационные формы образовательных технологий .....	13
	Приложение № 1. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине .....	14
	Лист регистрации изменений .....	28

# 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 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. Планируемые результаты обучения по дисциплине (показатели сформированности компетенций)

Планируемые результаты освоения ОПОП (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине		
	знания	умения	навыки
ОПК-4 способность к самообразованию и использованию в практической деятельности новых знаний и умений, в том числе в областях знаний, непосредственно не связанных со сферой профессиональной деятельности	Обучающийся должен знать источники новой информации в области теории упругости для самообразования и использования их в практической деятельности (Б1.Б.21-3.1)	Обучающийся должен уметь пользоваться источниками новой информации в области теории упругости для самообразования и использования их в практической деятельности (Б1.Б.21-У.1)	Обучающийся должен владеть навыками поиска источников новой информации в области теории упругости для самообразования и использования их в практической деятельности (Б1.Б.21-Н.1)
ПК-6 способность использовать прикладные программы расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их	Обучающийся должен знать: основные понятия и законы механики твердого деформируемого тела, необходимые для расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их	Обучающийся должен уметь: выполнять расчеты узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования на прочность с	Обучающийся должен владеть: навыками применения методов расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования на

технологического оборудования	технологического оборудования с использованием прикладных программ - (Б.1.Б.21-3.1)	использованием прикладных программ - (Б.1.Б.21-У.1)	прочность с использованием прикладных программ - (Б.1.Б.21-Н.1)
ПСК-3.15 способность обеспечить надежность технических средств АПК на стадии их проектирования	Обучающийся должен знать: основные понятия и законы механики твердого деформируемого тела, необходимые для обеспечения прочностной надежности узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования - (Б.1.Б.21-3.2)	Обучающийся должен уметь: выполнять расчеты узлов, агрегатов и систем технических средств АПК на прочность для обеспечения их прочностной надежности - (Б.1.Б.21-У.2)	Обучающийся должен владеть: навыками применения методов расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования для обеспечения их прочностной надежности - (Б.1.Б.21-Н.2)

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Теория упругости» относится к базовой части Блока 1 (Б1.Б.21) основной профессиональной образовательной программы подготовки специалиста по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства, специализация № 3 – Технические средства агропромышленного комплекса.

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

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предшествующих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин, практик	Формируемые компетенции			
		Раздел 1	Раздел 2	Раздел 3	Раздел 4
Предшествующие дисциплины					
1	Химия	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
2	Информатика	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
3	Физика	ПСК-3.15	ПСК-3.15	ПСК-3.15	ПСК-3.15
4	Теоретическая механика	ОПК-4, ПСК-3.15	ОПК-4, ПСК-3.15	ОПК-4, ПСК-3.15	ОПК-4, ПСК-3.15
5	3D моделирование	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
6	Начертательная геометрия и инженерная графика	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
7	Теория механизмов и машин	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
8	Сопrotивление материалов	ОПК-4, ПК-6, ПСК-3.15	ОПК-4, ПК-6, ПСК-3.15	ОПК-4, ПК-6, ПСК-3.15	ОПК-4, ПК-6, ПСК-3.15
9	Учебная технологическая практика (в мастерских)	ОПК-4, ПСК-3.15	ОПК-4, ПСК-3.15	ОПК-4, ПСК-3.15	ОПК-4, ПСК-3.15
10	Проектирование в пакете Patran-Nastran	ПК-6	ПК-6	ПК-6	ПК-6

11	Вычислительная механика пакет АРМ Win Machine	ПК-6	ПК-6	ПК-6	ПК-6
12	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков (по управлению сельскохозяйственной техникой)	ПК-6	ПК-6	ПК-6	ПК-6
Последующие дисциплины					
1	Детали машин и основы конструирования	ОПК-4, ПК-6	ОПК-4, ПК-6	ОПК-4, ПК-6	ОПК-4, ПК-6
2	Теория технических средств АПК	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
3	Термодинамика и теплопередача	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
4	Гидравлика и гидропневмопривод	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
5	Технология механизированных процессов в растениеводстве	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
6	Теория и основы расчёта трансмиссий и ходовых аппаратов транспортно-тяговых средств	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
7	Эксплуатационные материалы	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
8	Конструкционные и защитно-отделочные материалы	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
9	Теория технических систем и системного анализа	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
10	Основы проектирования и использования машинно-тракторного парка	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
11	Организация и планирование производства	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
12	Системы автоматизированного проектирования технических средств АПК	ПК-6	ПК-6	ПК-6	ПК-6
13	Надёжность механических систем	ПСК-3.15	ПСК-3.15	ПСК-3.15	ПСК-3.15
14	Методы обеспечения работоспособности технических средств АПК	ПСК-3.15	ПСК-3.15	ПСК-3.15	ПСК-3.15

### 3. Объём дисциплины и виды учебной работы

Объём дисциплины составляет 4 зачетных единиц (ЗЕТ), 144 академических часа (далее часов). Дисциплина изучается в 5 семестре.

#### 3.1. Распределение объема дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Количество часов
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>64</b>
В том числе:	
Лекции (Л)	32
Практические занятия (ПЗ)	32
Лабораторные занятия (ЛЗ)	-
<b>Самостоятельная работа обучающихся (СР)</b>	<b>53</b>
<b>Контроль</b>	<b>27</b>
<b>Итого</b>	<b>144</b>

### 3.2. Распределение учебного времени по разделам и темам

№ темы	Наименование раздела и темы	Всего часов	в том числе				
			контактная работа			СРС	Контроль
			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.	20	6	-	6	8	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.	6	6	-	-	-	х
2.3.	Физические уравнения. Обобщенный закон Гука. Параметры Ляме. Граничные условия.	2	2	-	-	-	х
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.	9	4	-	-	5	х
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.	23	4	-	8	11	х

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.	29	4	-	8	17	x
<b>Раздел 4. Изгиб тонких пластин</b>							
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.	26	4	-	10	12	x
	Контроль	27	x	x	x	x	27
	<b>Итого</b>	<b>144</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>53</b>	<b>27</b>

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 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
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
	<b>Итого</b>	<b>32</b>

## 4.3. Содержание лабораторных занятий

Лабораторные занятия не предусмотрены учебным планом.

#### 4.4. Содержание практических занятий

№ п/п	Наименование практических занятий	Кол-во часов
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
	<b>Итого</b>	<b>32</b>

#### 4.5. Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся

##### 4.5.1. Виды самостоятельной работы обучающихся

Виды самостоятельной работы обучающихся	Количество часов
Подготовка к практическим занятиям	19
Самостоятельное изучение отдельных тем и вопросов	34
<b>Итого</b>	<b>53</b>

##### 4.5.2. Содержание самостоятельной работы обучающихся

№ п/п	Наименование тем и вопросов	Кол-во часов
1.	Анализ плоского напряженного состояния в точке тела	3
2.	Анализ объемного напряженного состояния в точке тела	5
3.	Решение плоской задачи в напряжениях при помощи функции напряжений	5
4.	Анализ напряженно-деформированного состояния прямоугольной консоли	5
5.	Расчет балки-стенки	4
6.	Исследование напряженно-деформированного состояния клина при его взаимодействии с почвой	2
7.	Исследование напряженного состояния растянутой полосы с отверстием	5
8.	Исследование напряженного состояния полубесконечной пластины под действием сосредоточенной силы на границе	3
9.	Расчет кривого бруса при чистом изгибе	7
10.	Изгиб круглой пластинки	7
11.	Расчет прямоугольной пластинки	7
	<b>Итого</b>	<b>53</b>

## **5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

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. 51 с. Доступ из локальной сети: <http://nb.sursau.ru:8080/localdocs/sopromat/82.pdf>. - Доступ из сети Интернет: <http://nb.sursau.ru:8080/webdocs/sopromat/82.pdf>.

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся**

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 № 1.

## **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 [Электронный ресурс] /В.Молотников - Москва: Лань, 2017 - Доступ к полному тексту с сайта ЭБС Лань: <https://e.lanbook.com/book/94741>

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: Б.и., 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>.

### **Периодические издания:**

«Проблемы прочности», «Прикладная математика и механика», «Механика твердого тела», «Инженер. Наука, промышленность, международное сотрудничество», «Справочник. Инженерный журнал».

## **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:

- КонсультантПлюс (справочные правовые системы);
- Техэксперт (информационно-справочная система ГОСТов);
- «Сельхозтехника» (автоматизированная справочная система).
- My TestX10.2.

Программное обеспечение: Kompas, MS Office, Windows, 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

### **Помещения 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.

Учебно-наглядные пособия: Конструкции червяков, валов, Виды муфт

### 12. Инновационные формы образовательных технологий

Вид занятия	Лекции	ЛЗ	ПЗ
Формы работы			
Компьютерные симуляции	-	-	+

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации  
обучающихся по дисциплине Б1.Б.21 **Теория упругости**

Специальность

**23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства**

Специализация № 3 **Технические средства агропромышленного  
комплекса**

Уровень высшего образования – **специалитет**

Квалификация - **инженер**

Форма обучения - **очная**

Челябинск  
2020

## СОДЕРЖАНИЕ

1.	Компетенции с указанием этапа их формирования в процессе освоения ОПОП .....	16
2.	Показатели, критерии и шкала оценивания сформированности компетенций .....	17
3.	Типовые контрольные задания и (или) иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этап(ы) формирования компетенций в процессе освоения ОПОП .....	19
4.	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этап(ы) формирования компетенций .....	20
4.1	Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости .....	20
4.1.1	Устный ответ на практическом занятии .....	20
4.1.2	Тестирование .....	21
4.1.3	Компьютерные симуляции .....	22
4.2	Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации..	24
4.2.1	Экзамен .....	24

## 1. Компетенции с указанием этапа их формирования в процессе освоения ОПОП

Компетенции по данной дисциплине формируются на базовом этапе.

Контролируемые результаты освоения ОПОП (компетенции)	Контролируемые результаты обучения по дисциплине		
	знания	умения	навыки
ОПК-4 способность к самообразованию и использованию в практической деятельности новых знаний и умений, в том числе в областях знаний, непосредственно не связанных со сферой профессиональной деятельности	Обучающийся должен знать источники новой информации в области теории упругости для самообразования и использования их в практической деятельности (Б1.Б.21-3.1)	Обучающийся должен уметь пользоваться источниками новой информации в области теории упругости методом конечных элементов для самообразования и использования их в практической деятельности (Б1.Б.21-У.1)	Обучающийся должен владеть навыками поиска источников новой информации в области теории упругости для самообразования и использования их в практической деятельности (Б1.Б.21-Н.1)
ПК-6 способность использовать прикладные программы расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования	Обучающийся должен знать: 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 - (Б.1.Б.21-3.2)	Обучающийся должен уметь: выполнять расчеты узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования на прочность с использованием прикладных программ - (Б.1.Б.21-У.2)	Обучающийся должен владеть: навыками применения методов расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования на прочность с использованием прикладных программ - (Б.1.Б.21-Н.2)
ПСК-3.15 способность обеспечить надежность технических средств АПК на стадии их проектирования	Обучающийся должен знать: основные понятия и законы механики твердого деформируемого тела, необходимые для обеспечения прочностной надежности узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического	Обучающийся должен уметь: выполнять расчеты узлов, агрегатов и систем технических средств АПК на прочность для обеспечения их прочностной надежности - (Б.1.Б.21-У.3)	Обучающийся должен владеть: навыками применения методов расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования для обеспечения их прочностной надежности - (Б.1.Б.21-Н.3)

	оборудования - (Б.1.Б.21-3.1)		
--	----------------------------------	--	--

## 2. Показатели, критерии и шкала оценивания сформированности компетенций

Показатели оценивания (ЗУН)	Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине			
	Недостаточный уровень	Достаточный уровень	Средний уровень	Высокий уровень
Б.1.Б.21-3.1	Обучающийся не знает источники новой информации в области теории упругости для самообразования и использования их в практической деятельности	Обучающийся слабо знает источники новой информации в области теории упругости для самообразования и использования их в практической деятельности	Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает источники новой информации в области теории упругости для самообразования и использования их в практической деятельности	Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает источники новой информации в области теории упругости для самообразования и использования их в практической деятельности
Б.1.Б.21-У.1	Обучающийся не умеет пользоваться источниками новой информации в области теории упругости для самообразования и использования их в практической деятельности	Обучающийся слабо умеет пользоваться источниками новой информации в области теории упругости для самообразования и использования их в практической деятельности	Обучающийся с незначительными затруднениями умеет пользоваться источниками новой информации в области теории упругости для самообразования и использования их в практической деятельности	Обучающийся умеет пользоваться источниками новой информации в области теории упругости для самообразования и использования их в практической деятельности
Б.1.Б.21-Н.1	Обучающийся не владеет навыками и методами поиска источников новой информации в области теории упругости для самообразования и использования их в практической деятельности	Обучающийся слабо владеет навыками и методами поиска источников новой информации в области теории упругости для самообразования и использования их в практической деятельности	Обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыками и методами поиска источников новой информации в области теории упругости для самообразования и использования их в практической деятельности	Обучающийся свободно владеет навыками и методами поиска источников новой информации в области теории упругости для самообразования и использования их в практической деятельности
Б.1.Б.21-3.2	Обучающийся не знает основные понятия и законы механики	Обучающийся слабо знает основные понятия и законы механики	Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными	Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает

	<p>твёрдого деформируемого тела, необходимые для расчёта узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования с использованием прикладных программ</p>	<p>твёрдого деформируемого тела, необходимые для расчёта узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования с использованием прикладных программ</p>	<p>пробелами знает основные понятия и законы механики твёрдого деформируемого тела, необходимые для расчёта узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования с использованием прикладных программ</p>	<p>основные понятия и законы механики твёрдого деформируемого тела, необходимые для расчёта узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования с использованием прикладных программ</p>
Б.1.Б.21-У.2	<p>Обучающийся не умеет выполнять расчёты узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования на прочность с использованием прикладных программ</p>	<p>Обучающийся слабо умеет выполнять расчёты узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования на прочность с использованием прикладных программ</p>	<p>Обучающийся с незначительными затруднениями умеет выполнять расчёты узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования на прочность с использованием прикладных программ</p>	<p>Обучающийся умеет выполнять расчёты узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования на прочность с использованием прикладных программ</p>
Б.1.Б.21-Н.2	<p>Обучающийся не владеет навыками применения методов расчёта узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования на прочность с использованием прикладных программ</p>	<p>Обучающийся слабо владеет навыками применения методов расчёта узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования на прочность с использованием прикладных программ</p>	<p>Обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыками применения методов расчёта узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования на прочность с использованием прикладных программ</p>	<p>Обучающийся свободно владеет навыками применения методов расчёта узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования на прочность с использованием прикладных программ</p>
Б.1.Б.21-3.3	<p>Обучающийся не знает основные понятия и законы механики</p>	<p>Обучающийся слабо знает основные понятия и законы механики</p>	<p>Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными</p>	<p>Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает</p>

	твёрдого деформируемого тела, необходимые для обеспечения прочностной надёжности узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования	твёрдого деформируемого тела, необходимые для обеспечения прочностной надёжности узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования	пробелами знает основные понятия и законы механики твёрдого деформируемого тела, необходимые для обеспечения прочностной надёжности узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования	основные понятия и законы механики твёрдого деформируемого тела, необходимые для обеспечения прочностной надёжности узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования
Б.1.Б.21-У.3	Обучающийся не умеет выполнять расчеты узлов, агрегатов и систем технических средств АПК на прочность для обеспечения их прочностной надёжности	Обучающийся слабо умеет выполнять расчеты узлов, агрегатов и систем технических средств АПК на прочность для обеспечения их прочностной надёжности	Обучающийся с незначительными затруднениями умеет выполнять расчеты узлов, агрегатов и систем технических средств АПК на прочность для обеспечения их прочностной надёжности	Обучающийся умеет выполнять расчеты узлов, агрегатов и систем технических средств АПК на прочность для обеспечения их прочностной надёжности
Б.1.Б.21-Н.3	Обучающийся не владеет навыками применения методов расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования для обеспечения их прочностной надёжности	Обучающийся слабо владеет навыками применения методов расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования для обеспечения их прочностной надёжности	Обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыками применения методов расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования для обеспечения их прочностной надёжности	Обучающийся свободно владеет навыками применения методов расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования для обеспечения их прочностной надёжности

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

Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих базовый этап формирования компетенций в процессе освоения ОПОП, 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 этап(ы) формирования компетенций**

В данном разделе методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих базовый 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**

###### **4.1.1. Устный ответ на практическом занятии**

Устный 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...) заранее сообщаются обучающимся. Ответ оценивается оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

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

<b>Шкала</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Оценка 5 (отлично)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся полно усвоил учебный материал;</li> <li>- проявляет навыки анализа, обобщения, критического осмысления и восприятия информации, навыки описания основных физических законов, явлений и процессов;</li> <li>- материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, точно используется терминология;</li> <li>- показано умение иллюстрировать теоретические положения</li> </ul>

	<p>конкретными примерами, применять их в новой ситуации;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- продемонстрировано умение решать задачи;</li> <li>- могут быть допущены одна–две неточности при освещении второстепенных вопросов.</li> </ul>
Оценка 4 (хорошо)	<p>ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет место один из недостатков:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- в усвоении учебного материала допущены небольшие пробелы, не искажившие содержание ответа;</li> <li>- в решении задач допущены незначительные неточности.</li> </ul>
Оценка 3 (удовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала;</li> <li>- имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, описании физических законов, явлений и процессов, решении задач, исправленные после нескольких наводящих вопросов;</li> <li>- неполное знание теоретического материала; обучающийся не может применить теорию в новой ситуации.</li> </ul>
Оценка 2 (неудовлетворительно)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- не раскрыто основное содержание учебного материала;</li> <li>- обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;</li> <li>- допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, в описании физических законов, явлений и процессов, решении задач, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов.</li> </ul>

#### 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. 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.

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

## Тестовые задания

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:// 192.168.0.1:8080/localdocs/sopromat/82.pdf](http://192.168.0.1:8080/localdocs/sopromat/82.pdf).

### 4.1.3. Компьютерные симуляции

Компьютерные симуляции (компьютерное моделирование в широком смысле) – это моделирование (создание, проектирование) учебных задач, ситуаций и их решение при помощи компьютера.

Компьютерные симуляции имитируют реальные условия, ситуации. Применение их в профессиональном образовании позволяет обучающимся осваивать теоретические знания, необходимые практические умения в безопасных условиях, с меньшими затратами (временными, экономическими и др.), при недоступности необходимого оборудования, специфики исследуемого явления (масштаб, длительность протекания процесса и др.), снижает риск при ошибочных действиях, позволяет прорабатывать ситуацию несколько раз, учитывая предыдущий опыт, а также позволяет задавать разнообразные условия деятельности с разным уровнем сложности.

Посредством применения компьютерной симуляции преподаватель может реализовать проблемное обучение, создавая обучающимся условия для самостоятельного освоения теоретических знаний. Также компьютерная симуляция позволяет преподавателю оценить уровень освоения обучающимися теоретического материала, умения применять его на практике.

Студенты, самостоятельно работая с компьютерной симуляцией, осваивая тему, которой она посвящена, смогут углубить свои знания по дисциплине, лучше разобраться в теме; научатся применять знания в практической (профессиональной) деятельности, анализировать производственные (практические, профессиональные) ситуации, вырабатывать (принимать) наиболее эффективные решения для достижения необходимого результата.

Для организации занятия с применением компьютерных симуляций можно использовать следующие средства:

1) виртуальные лаборатории – программно-аппаратный комплекс (электронная среда), позволяющая проводить опыты без непосредственного контакта с реальной установкой, лабораторией, оборудованием или при полном их отсутствии (например, проведение лабораторных работ, физических, химических опытов и т.п.);

2) виртуальные (компьютерные) тренажеры – электронная среда для выполнения профессиональных задач, отработки практических умений;

3) компьютерные модели изучаемого объекта – замещение объекта исследования, конкретных предметов, явлений с целью изучения их свойств, получения необходимой информации об объекте.

Проводить занятие с применением этой технологии лучше на практических и лабораторных занятиях, при небольшом количестве одновременно работающих студентов – около 15 человек или в группах до 5 человек. Это позволит преподавателю оперативно и качественно оказывать необходимую помощь обучающимся, консультировать каждого студента или группу по возникающим проблемам, вопросам. Также компьютерные симуляции применимы в дистанционном обучении, где связь с преподавателем, его консультации по возникающим вопросам реализуется на расстоянии. В таком случае ограничение по количеству участвующих обучающихся отсутствует.

Время, необходимое для применения данной технологии, может быть разным, в зависимости от поставленной цели, учебных ситуаций.

Можно выделить следующие основные этапы реализации технологии компьютерной симуляции.

#### ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЙ И МОТИВАЦИОННО-ОРИЕНТИРОВОЧНЫЙ ЭТАПЫ

Данный этап представляет собой в большей степени внеаудиторную самостоятельную работу как преподавателя, так и обучающихся. Включает в себя следующие шаги:

1. Определение места проведения занятия в учебном процессе. В зависимости от поставленной цели применять технологию компьютерных симуляций возможно на различных этапах обучения:

- на начальном этапе изучения темы/раздела для самостоятельного освоения темы, развития практических (профессиональных) умений;

- в середине изучения темы/раздела для промежуточного контроля знаний, определения степени освоения, понимания материала обучающимися, выявления аспектов, требующих дополнительного разбора, проработки;

- при завершении изучения темы/раздела для формирования умения применять знания на практике, освоения практических умений; преподаватель может выявить степень освоения обучающимися материала, осуществить контроль и оценку знаний, проанализировать глубину понимания ими темы.

2. Определение темы, ситуации компьютерной симуляции, цели применения.

3. Продумывание итогов и результатов, по достижению которых будет определяться качество выполнения задания – критерий для оценки результатов работы обучающегося (группы).

4. Подготовка преподавателем необходимого технического и программного обеспечения.

5. Сообщение темы и формата занятия обучающимся.

6. Мотивация обучающихся к активной деятельности на занятии.

7. Деление обучающихся на группы (при необходимости).

8. Проведение преподавателем инструктажа по работе с компьютерной симуляцией, ознакомление обучающихся с особенностями, техническими возможностями и ограничениями компьютерной симуляции, ее спецификой, а также инструктаж по технике безопасности при работе с техникой.

9. Подготовка обучающихся к предстоящему занятию, повторение пройденного лекционного материала, ознакомление с дополнительными источниками по теме (при необходимости).

#### ОСНОВНОЙ ЭТАП

Представляет собой непосредственную работу обучающихся с компьютерной симуляцией, их включенность, активную деятельность по решению поставленной задачи, ситуации, достижение необходимых результатов.

В результате работы с компьютерной симуляцией обучающиеся приобретают новое знание, умение, а также способ решения определенной практической (профессиональной) задачи (ситуации, проблемы). Полученные при работе с компьютерной симуляцией результаты (разработка продукта, исследование свойств модели, процесса, явления и пр.) оформляются в электронном формате в виде итогового продукта.

Со стороны преподавателя (при необходимости) проводится дополнительное консультирование, оказание помощи обучающимся.

#### РЕФЛЕКСИВНО-ОЦЕНОЧНЫЙ ЭТАП

Данный этап заключается в подведении итогов занятия и состоит из следующих шагов:

1. Упорядочение, систематизация и анализ проделанной работы.

2. Сопоставление целей компьютерной симуляции с полученными результатами.

3. Формулировка выводов об эффективности проделанной работы, осуществление контроля знаний, умений обучающихся по теме компьютерной симуляции.

4. Самооценка обучающихся по работе с компьютерной симуляцией, выявление приобретенных профессиональных знаний и умений, личностных качеств.

5. Самооценка преподавателя о проведенном занятии с компьютерной симуляцией, достижении поставленных целей обучения.

Шкала и критерии оценивания результата компьютерной симуляции, выполненной обучающимся, представлены в таблице

Шкала	Критерии оценивания
Оценка «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- изложение материала логично, грамотно;</li> <li>- свободное владение терминологией;</li> <li>- умение высказывать и обосновать свои суждения при ответе на контрольные вопросы;</li> <li>- умение описывать физические законы, явления и процессы;</li> <li>- умение проводить и оценивать результаты измерений;</li> <li>- способность решать инженерные задачи (допускается наличие малозначительных ошибок или недостаточно полное раскрытие содержание вопроса или погрешность непринципиального характера в ответе на вопросы).</li> </ul>
Оценка «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- отсутствие необходимых теоретических знаний; допущены ошибки в определении понятий и описании физических законов, явлений и процессов, искажен их смысл, не решены задачи, не правильно оцениваются результаты измерений;</li> <li>- незнание основного материала учебной программы, допускаются грубые ошибки в изложении.</li> </ul>

**Примерная тематика компьютерных симуляций:**

1. Моделирование башенного крана и проверка прочности конструкции с предложением рекомендаций по усилению остова крана.
2. Моделирование зубчатого редуктора с предложением улучшения прочности зубчатых колес.

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

**4.2. Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

**4.2.1. Экзамен**

Экзамен является формой оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по разделам дисциплины. По результатам экзамена обучающемуся выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Экзамен по дисциплине проводится в соответствии с расписанием промежуточной аттестации, в котором указывается время его проведения, номер аудитории, место проведения

консультации. Утвержденное расписание размещается на информационных стендах, а также на официальном сайте Университета.

Уровень требований для промежуточной аттестации обучающихся устанавливается рабочей программой дисциплины и доводится до сведения обучающихся в начале семестра.

Экзамены принимаются, как правило, лекторами. С разрешения заведующего кафедрой на экзамене может присутствовать преподаватель кафедры, привлеченный для помощи в приеме экзамена. В случае отсутствия ведущего преподавателя экзамен принимается преподавателем, назначенным распоряжением заведующего кафедрой.

Присутствие на экзамене преподавателей с других кафедр без соответствующего распоряжения ректора, проректора по учебной работе или декана факультета не допускается.

Обучающиеся при явке на экзамен обязаны иметь при себе зачетную книжку, которую они предъявляют экзаменатору.

Для проведения экзамена ведущий преподаватель накануне получает в деканате зачетно-экзаменационную ведомость, которая возвращается в деканат после окончания мероприятия в день проведения экзамена или утром следующего дня.

Экзамены проводятся по билетам в устном или письменном виде, либо в виде тестирования. Экзаменационные билеты составляются по установленной форме в соответствии с утвержденными кафедрой экзаменационными вопросами и утверждаются заведующим кафедрой ежегодно. В билете содержится 2 теоретических вопроса и задача.

Экзаменатору предоставляется право задавать вопросы сверх билета, а также помимо теоретических вопросов давать для решения задачи и примеры, не выходящие за рамки пройденного материала по изучаемой дисциплине.

Знания, умения и навыки обучающихся определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», которые выставляются в зачетно-экзаменационную ведомость и в зачетную книжку обучающегося в день экзамена.

При проведении устного экзамена в аудитории не должно находиться более восьми обучающихся на одного преподавателя.

При проведении устного экзамена обучающийся выбирает экзаменационный билет в случайном порядке, затем называет фамилию, имя, отчество и номер экзаменационного билета.

Во время экзамена обучающиеся могут пользоваться с разрешения экзаменатора программой дисциплины, справочной и нормативной литературой, другими пособиями и техническими средствами.

Время подготовки ответа при сдаче экзамена в устной форме должно составлять не менее 40 минут (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным). Время ответа – не более 15 минут.

Обучающийся, испытывающий затруднения при подготовке к ответу по выбранному им билету, имеет право на выбор второго билета с соответствующим продлением времени на подготовку. При окончательном оценивании ответа оценка снижается на один балл. Выдача третьего билета не разрешается.

Если обучающийся явился на экзамен, и, взяв билет, отказался от прохождения аттестации в связи с неподготовленностью, то в ведомости ему выставляется оценка «неудовлетворительно».

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 аттестационных испытаний запрещено. В случае нарушения этого требования преподаватель обязан удалить обучающегося из аудитории и проставить ему в ведомости оценку «неудовлетворительно».

Выставление оценок, полученных при подведении результатов промежуточной аттестации, в зачетно-экзаменационную ведомость и зачетную книжку проводится в присутствии самого обучающегося. Преподаватели несут персональную ответственность за

своевременность и точность внесения записей о результатах промежуточной аттестации в зачетно-экзаменационную ведомость и в зачетные книжки.

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

Для обучающихся, которые не смогли сдать экзамен в установленные сроки, Университет устанавливает период ликвидации задолженности. В этот период преподаватели, принимавшие экзамен, должны установить не менее 2-х дней, когда они будут принимать задолженности. Информация о ликвидации задолженности отмечается в экзаменационном листе.

Обучающимся, показавшим отличные и хорошие знания в течение семестра в ходе постоянного текущего контроля успеваемости, может быть проставлена экзаменационная оценка досрочно, т.е. без сдачи экзамена. Оценка выставляется в экзаменационный лист или в зачетно-экзаменационную ведомость.

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, могут сдавать экзамены в межсессионный период 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 (2016 г.).

Шкала и критерии оценивания ответа обучающегося представлены в таблице

<b>Шкала</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Оценка 5 (отлично)	всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала, усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой дисциплины, правильное решение задачи.
Оценка 4 (хорошо)	полное знание программного материала, усвоение основной литературы, рекомендованной в программе, наличие малозначительных ошибок в решении задачи, или недостаточно полное раскрытие содержание вопроса.
Оценка 3 (удовлетворительно)	знание основного программного материала в минимальном объеме, погрешности не принципиального характера в ответе на экзамене и в решении задачи.
Оценка 2 (неудовлетворительно)	пробелы в знаниях основного программного материала, принципиальные ошибки при ответе на вопросы и в решении задачи.

### **Вопросы к экзамену**

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

