

**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

 С.Д. Шепелёв

06 марта 2017 г.

Кафедра «Прикладная механика»

Рабочая программа дисциплины

**Б1.Б.20 РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ  
АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ  
ЭЛЕМЕНТОВ**

Специальность 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

Специализация № 3 Технические средства агропромышленного  
комплекса

Уровень высшего образования – специалитет

Квалификация - инженер

Форма обучения - очная

Челябинск  
2017

Рабочая программа дисциплины «Расчет конструкций технических средств АПК методом конечных элементов» 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 – доктор технических наук, профессор кафедры «Прикладная механика» Игнатъев А.Г.

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры «Прикладная механика»

« 02 » 03 2017 г. (протокол № 8 ).

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

Л.И. Королькова

Рабочая программа дисциплины одобрена методической комиссией инженерно-технологического факультета

« 06 » 03 2017 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 .....	7
3.1.	Распределение объема дисциплины по видам учебной работы .....	7
3.2.	Распределение учебного времени по разделам и темам .....	8
4.	Структура и содержание дисциплины .....	9
4.1.	Содержание дисциплины .....	9
4.2.	Содержание лекций .....	9
4.3.	Содержание лабораторных занятий .....	10
4.4.	Содержание практических занятий .....	10
4.5.	Виды и содержание самостоятельной работы обучающихся .....	11
5.	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	11
6.	Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине .....	12
7.	Основная и дополнительная учебная литература, необходимая для освоения дисциплины .....	12
8.	Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимые для освоения дисциплины .....	12
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 .....	13
11.	Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	13
12.	Инновационные формы образовательных технологий .....	14
	Приложение № 1. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине .....	15
	Лист регистрации изменений .....	32

# 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 деятельности.

**Цель дисциплины** – сформировать у студентов систему фундаментальных знаний в области расчета конструкций технических средств агропромышленного комплекса, необходимых для последующей профессиональной подготовки специалиста, способного к эффективному решению практических задач сельскохозяйственного производства.

### Задачи дисциплины:

– овладеть теоретическими основами решения задач механики сплошной среды методом конечных элементов, необходимыми как при изучении дальнейших дисциплин, так и в практической деятельности специалистов;

– получить практические навыки расчетов на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций и машин, используемых в АПК, методом конечных элементов.

## 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 способностью 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 расчета конструкций технических средств АПК методом конечных элементов для самообразования и использования их в практической деятельности (Б1.Б.20-3.1)	Обучающийся должен уметь пользоваться источниками новой информации в области расчета конструкций технических средств АПК методом конечных элементов для самообразования и использования их в практической деятельности (Б1.Б.20-У.1)	Обучающийся должен владеть навыками поиска источников новой информации в области расчета конструкций технических средств АПК методом конечных элементов для самообразования и использования их в практической деятельности (Б1.Б.20-Н.1)
ПК-6 способность использовать прикладные программы расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических	Обучающийся должен знать: основные понятия и алгоритмы решения задач механики сплошной среды методом конечных элементов, необходимые для квалифицированного	Обучающийся должен уметь: выполнять расчеты узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования с	Обучающийся должен владеть: навыками и технологиями расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования с

средств и их технологического оборудования	использования прикладных программ расчетов узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств АПК и их технологического оборудования и прогнозирования показателей их технического уровня - (Б.1.Б.20-3.2)	использованием прикладных программ методом конечных элементов - (Б.1.Б.20-У.2)	использованием прикладных программ методом конечных элементов - (Б.1.Б.20-Н.2)
ПСК-3.4 способность проводить прогнозирование показателей технического уровня технических средств АПК, используя различие метода прогнозирования	Обучающийся должен знать: основные понятия и алгоритмы решения задач механики сплошной среды методом конечных элементов, необходимые для прогнозирования показателей технического уровня технических средств АПК - (Б.1.Б.20-3.3)	Обучающийся должен уметь: выполнять расчеты узлов, агрегатов и систем технических средств АПК с использованием метода конечных элементов для прогнозирования показателей их технического уровня - (Б.1.Б.20-У.3)	Обучающийся должен владеть: навыками и технологиями расчета узлов, агрегатов и систем технических средств АПК с использованием метода конечных элементов для прогнозирования показателей их технического уровня - (Б.1.Б.20-Н.3)
ПСК-3.7 способность использовать прикладные программы проектно-конструкторских расчетов узлов, агрегатов и систем технических средств АПК	Обучающийся должен знать: основные понятия и алгоритмы решения задач механики сплошной среды методом конечных элементов, необходимые для квалифицированного использования прикладных программ проектно-конструкторских расчетов узлов, агрегатов и систем технических средств - (Б.1.Б.20-3.4)	Обучающийся должен уметь: выполнять проектно-конструкторские расчеты узлов, агрегатов и систем технических средств АПК с использованием прикладных программ методом конечных элементов - (Б.1.Б.20-У.4)	Обучающийся должен владеть: навыками и технологиями проектно-конструкторских расчетов узлов, агрегатов и систем технических средств АПК с использованием прикладных программ методом конечных элементов - (Б.1.Б.20-Н.4)

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Расчет конструкций технических средств АПК методом конечных элементов» относится к базовой части Блока 1 (Б1.Б.20) основной профессиональной образовательной программы специалитета 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	Раздел 3
<b>Предшествующие дисциплины</b>				
1	Химия	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
2	Информатика	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
3	Теоретическая механика	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
4	3D моделирование	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
5	Начертательная геометрия и инженерная графика	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
6	Теория механизмов и машин	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
7	Сопротивление материалов	ОПК-4, ПК-6	ОПК-4, ПК-6	ОПК-4, ПК-6
8	Учебная технологическая практика (в мастерских)	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
9	Проектирование в пакете Patran-Nastran	ПК-6	ПК-6	ПК-6
10	Вычислительная механика пакет АРМ Win Machine	ПК-6	ПК-6	ПК-6
11	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений и навыков (по управлению сельскохозяйственной техникой)	ПК-6, ПСК-3.7	ПК-6, ПСК-3.7	ПК-6, ПСК-3.7
<b>Последующие дисциплины</b>				
1	Теория технических средств АПК	ОПК-4, ПСК-3.4	ОПК-4, ПСК-3.4	ОПК-4, ПСК-3.4
2	Детали машин и основы конструирования	ОПК-4, ПК-6	ОПК-4, ПК-6	ОПК-4, ПК-6
3	Термодинамика и теплопередача	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
4	Гидравлика и гидропневмопривод	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
5	Технология механизированных процессов в растениеводстве	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
6	Теория и основы расчёта трансмиссий и ходовых аппаратов транспортно-тяговых средств	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
7	Эксплуатационные материалы	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
8	Конструкционные и защитно-отделочные материалы	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
9	Теория технических систем и системного анализа	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
10	Основы проектирования и использования машинно-тракторного парка	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4
11	Организация и планирование	ОПК-4	ОПК-4	ОПК-4

	производства			
12	Оценка эффективности инженерных решений в АПК	ПСК-3.4	ПСК-3.4	ПСК-3.4
13	Оценка эффективности проектов в сфере и совершенствования наземных транспортно-технологических средств	ПСК-3.4	ПСК-3.4	ПСК-3.4
14	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, технологическая	ПСК-3.4	ПСК-3.4	ПСК-3.4
15	Научно-исследовательская работа	ПСК-3.4	ПСК-3.4	ПСК-3.4
16	Системы автоматизированного проектирования технических средств АПК	ПК-6, ПСК-3.7	ПК-6, ПСК-3.7	ПК-6, ПСК-3.7
17	Расчёт и конструирование технических средств для возделывания сельскохозяйственных культур	ПСК-3.7	ПСК-3.7	ПСК-3.7
18	Моделирование и проектирование технических средств для возделывания сельскохозяйственных культур	ПСК-3.7	ПСК-3.7	ПСК-3.7
19	Расчёт и конструирование технических средств для уборки зерновых культур	ПСК-3.7	ПСК-3.7	ПСК-3.7
20	Проектирование технических средств для уборки зерновых культур	ПСК-3.7	ПСК-3.7	ПСК-3.7
21	Расчёт и конструирование технических средств для животноводства	ПСК-3.7	ПСК-3.7	ПСК-3.7
22	Проектирование технических средств для животноводства	ПСК-3.7	ПСК-3.7	ПСК-3.7

### 3. Объём дисциплины и виды учебной работы

Объём дисциплины составляет 3 зачетных единицы (ЗЕТ), 108 академических часов (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>48</b>
В том числе:	
Лекции (Л)	16
Практические занятия (ПЗ)	-

Лабораторные занятия (ЛЗ)	32
<b>Самостоятельная работа обучающихся (СР)</b>	<b>60</b>
<b>Контроль</b>	<b>-</b>
<b>Итого</b>	<b>108</b>

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

№ темы	Наименование раздела и темы	Всего часов	в том числе				Контроль
			контактная работа			СР	
			Л	ЛЗ	ПЗ		
<b>Раздел 1 Основные положения метода конечных элементов</b>							
1.1.	Введение. Основная идея МКЭ. Понятие МКЭ. История развития МКЭ.	2	2	-	-	-	х
1.2.	Элементы матричной алгебры. Понятие матрицы. Операции над матрицами. Решение системы линейных уравнений в матричной форме.	2	2	-	-	-	х
1.3.	Физические основы анализа конструкций. Основные положения теории упругости. Соотношения теории упругости. Матричная форма записи основных соотношений теории упругости.	2	2	-	-	-	х
<b>Раздел 2 Конечные элементы</b>							
2.1.	Общие понятия. Понятие конечных элементов. Основное уравнение МКЭ. Типы конечных элементов. Построение сетки конечных элементов. Практические рекомендации. Задание граничных условий.	2	2	-	-	-	х
2.2.	Свойства конечных элементов. Классификация конечных элементов по свойствам. Одномерный симплекс-элемент. Двумерный симплекс-элемент. Трехмерный симплекс-элемент.	2	2	-	-	-	х
2.3.	Уравнения равновесия конечных элементов. Составление уравнений равновесия. Линейный упругий элемент. Система упругих элементов. Граничные условия. Стержневой элемент. Балочный элемент.	2	2	-	-	-	х
2.4.	Анализ кейс-задач.	2	2	-	-	-	х
<b>Раздел 3 Расчеты конструкций технических средств АПК в программном комплексе MSC/Patran-Nastran</b>							



3.1.	Библиотека конечных элементов MSC/Patran-Nastran. Создание геометрических объектов в MSC/Patran.	2	2	-	-	-	x
3.2.	Расчет элементов конструкций в MSC/Patran-Nastran.	62	-	32	-	30	x
	Курсовая работа	30				30	x
	Общая трудоемкость	<b>108</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	-	<b>60</b>	x

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1. Содержание дисциплины

#### Раздел 1. Основные положения метода конечных элементов

##### Введение

Основная идея МКЭ. Понятие МКЭ. История развития МКЭ.

##### Элементы матричной алгебры

Понятие матрицы. Операции над матрицами. Решение системы линейных уравнений в матричной форме.

##### Физические основы анализа конструкций

Основные положения теории упругости. Соотношения теории упругости. Матричная форма записи основных соотношений теории упругости.

##### Анализ конструкций МКЭ

Основные этапы анализа сложных конструкций. Концепция МКЭ. Общие понятия о конечноэлементном расчете конструкций. Этапы построения дискретной модели. Этапы практической реализации.

#### Раздел 2. Конечные элементы

##### Общие понятия

Понятие конечных элементов. Основное уравнение МКЭ. Типы конечных элементов. Построение сетки конечных элементов. Практические рекомендации. Задание граничных условий.

##### Свойства конечных элементов

Классификация конечных элементов по свойствам. Одномерный симплекс-элемент. Двумерный симплекс-элемент. Трехмерный симплекс-элемент.

##### Уравнения равновесия конечных элементов

Составление уравнений равновесия. Линейный упругий элемент. Система упругих элементов. Граничные условия. Стержневой элемент. Балочный элемент.

##### Анализ кейс-задач

#### Раздел 3. Расчеты конструкций технических средств АПК в программном комплексе MSC/Patran-Nastran

Библиотека конечных элементов MSC/Patran-Nastran. Создание геометрических объектов в MSC/Patran. Расчет элементов конструкций в MSC/Patran-Nastran.

### 4.2. Содержание лекций

№ п/п	Наименование лекции	Кол-во часов
1	Введение. Основная идея МКЭ. Понятие МКЭ. История развития МКЭ.	2
2	Элементы матричной алгебры. Понятие матрицы. Операции над матрицами. Решение системы линейных уравнений в матричной форме.	2
3	Физические основы анализа конструкций. Основные положения теории упругости. Соотношения теории упругости. Матричная форма записи	2

	основных соотношений теории упругости.	
4	Общие понятия. Понятие конечных элементов. Основное уравнение МКЭ. Типы конечных элементов.	2
5	Построение сетки конечных элементов. Практические рекомендации. Задание граничных условий.	2
6	Свойства конечных элементов. Классификация конечных элементов по свойствам. Одномерный симплекс-элемент. Двумерный симплекс-элемент. Трехмерный симплекс-элемент.	2
7	Уравнения равновесия конечных элементов. Составление уравнений равновесия. Линейный упругий элемент. Система упругих элементов. Граничные условия. Стержневой элемент. Балочный элемент.	2
8	Анализ кейс-задач.	1
9	Библиотека конечных элементов MSC/Patran-Nastran. Создание геометрических объектов в MSC/Patran.	1
	<b>Итого</b>	<b>16</b>

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование лабораторных занятий	Кол-во часов
1.	Интерфейс программного комплекса MSC/Patran-Nastran.	2
2.	Создание геометрических объектов в MSC/Patran.	2
3.	Импорт и доработка модели в MSC/Patran-Nastran.	2
4.	Расчет внутренних силовых факторов в двухопорной балке в MSC/Patran-Nastran.	2
5.	Расчет балки-стенки в MSC/Patran-Nastran.	2
6.	Моделирование взаимодействия недеформируемого клина с почвой в MSC/Patran-Nastran.	2
7.	Исследование напряженного состояния растянутой полосы с отверстием.	4
8.	Исследование напряженного состояния полубесконечной плоскости, нагруженной сосредоточенной силой.	2
9.	Исследование напряженного состояния криволинейного бруса при чистом изгибе.	2
10.	Исследование перемещений и напряжений в круглой пластинке при изгибе.	2
11.	Исследование перемещений и напряжений в прямоугольной пластинке при изгибе.	4
12.	Исследование перемещений и напряжений в кольцевой пластинке при изгибе.	2
13.	Проектирование и расчет проушины.	2
14.	Исследование контактного взаимодействия пластин.	2
15.	Исследование собственных частот и форм колебаний пластины.	2
	<b>Итого</b>	<b>32</b>

### 4.4. Содержание практических занятий

Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

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

##### 4.5.1. Виды самостоятельной работы обучающихся

Виды самостоятельной работы обучающихся	Количество часов
Подготовка к лабораторным занятиям и к защите лабораторных работ	9
Самостоятельное изучение отдельных тем и вопросов	9
Выполнение курсовой работы	36
Подготовка к зачету	6
<b>Итого</b>	<b>60</b>

##### 4.5.2. Содержание самостоятельной работы обучающихся

№ п/п	Наименование тем и вопросов	Кол-во часов
1.	Интерфейс программного комплекса MSC/Patran-Nastran.	1
2.	Создание геометрических объектов в MSC/Patran.	1
3.	Импорт и доработка модели в MSC/Patran-Nastran.	1
4.	Расчет внутренних силовых факторов в двухопорной балке в MSC/Patran-Nastran.	1
5.	Расчет балки-стенки в MSC/Patran-Nastran.	1
6.	Моделирование взаимодействия недеформируемого клина с почвой в MSC/Patran-Nastran.	1
7.	Исследование напряженного состояния растянутой полосы с отверстием.	1
8.	Исследование напряженного состояния полубесконечной плоскости, нагруженной сосредоточенной силой.	1
9.	Исследование напряженного состояния криволинейного бруса при чистом изгибе.	1
10.	Исследование перемещений и напряжений в круглой пластинке при изгибе.	2
11.	Исследование перемещений и напряжений в прямоугольной пластинке при изгибе.	2
12.	Исследование перемещений и напряжений в кольцевой пластинке при изгибе.	1
13.	Проектирование и расчет проушины.	2
14.	Исследование контактного взаимодействия пластин.	1
15.	Исследование собственных частот и форм колебаний пластины.	1
	Выполнение курсовой работы	36
	Подготовка к зачету	6
	<b>Итого</b>	<b>60</b>

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

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

1. Даутова О.Б. Организация самостоятельной работы студентов высшей школы [Электронный ресурс]. СПб: РГПУ, 2011. 111 с. Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428275>.

2. Игнатъев А.Г. Расчет элементов конструкций методом конечных элементов [Электронный ресурс] : методические указания к курсовой работе. Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2016. 63 с. Режим доступа: [http:// 192.168.0.1:8080/localdocs/sopromat/79.pdf](http://192.168.0.1:8080/localdocs/sopromat/79.pdf).

3. Игнатъев А.Г. Расчет конструкций технических средств АПК методом конечных элементов [Электронный ресурс] : методические указания к курсовой работе. Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017. 46 с. Режим доступа: [http:// 192.168.0.1:8080/localdocs/sopromat/81.pdf](http://192.168.0.1:8080/localdocs/sopromat/81.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. Жилкин В.А. Введение в метод конечного элемента: учебное пособие. Челябинск: ЧГАА, 2013 . 296 с.

2. Жилкин В.А. Азбука инженерных расчетов в программных продуктах MSC Patran-Nastran-Marc: учебное пособие. СПб.: Проспект Науки, 2013 . 574 с.

### **Дополнительная литература**

1. Замрий А.А. Проектирование и расчет методом конечных элементов в среде APM Structure3D: учебное пособие. М.: АПИМ, 2010. 376 с.

2. Жилкин В.А. Сопротивление материалов [Электронный ресурс]: учебное пособие. Челябинск: ЧГАА, 2011. 524 с. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/sopromat/50.pdf>.

### **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. 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. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/sopromat/15.pdf>.

2. Жилкин В. А. Элементы прикладной и строительной механики сельхозмашин.

Применение программ MATHCAD, SCAD и MSC.PATRAN-NASTRAN 2005 [Электронный ресурс] : учебное пособие. Челябинск: ЧГАУ, 2004. 345 с. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/sopromat/5.pdf>.

3. Игнатьев А.Г. Расчет элементов конструкций методом конечных элементов [Электронный ресурс] : метод. указания к курсовой работе. - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2016 . 63 с. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/sopromat/79.pdf>.

4. 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>

5. 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>.

6. Жилкин В.А. Исследование плоского напряженного состояния пластин в программных продуктах SCAD, MSC.Patran-Nastran-2005 [Электронный ресурс] : методические указания. Челябинск: ЧГАУ, 2007 .— 67 с. Режим доступа: <http://37.75.249.157:8080/webdocs/sopromat/9.pdf>.

7. Игнатьев А.Г. Расчет конструкций технических средств АПК методом конечных элементов [Электронный ресурс] : метод. указ. к курсовой работе. Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2017. 46 с. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/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 дан-ных:

- 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, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения**

018 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типов, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная мультимедийным комплексом (компьютер, видеопроектор);

317 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типов, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная компьютерной техникой;

423 Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащенная мультимедийным комплексом (компьютер, видеопроектор).

#### **Помещения для самостоятельной работы обучающихся**

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

Помещение № 419 для самостоятельной работы, оснащенное компьютерной техникой с подключением к сети «Интернет».

**Перечень оборудования и технических средств обучения**

Монитор 15" Samtron 78E – 15 шт.; Системный блок: Процессор INTEL Celeron 1700 400/128kb (Socket-478) – 12 шт.; Системный блок: Процессор INTEL Celeron 366 (64 Mb) HDD 2 Gb (SVGA) – 1 шт.; Персональный компьютер интел селерон 850 – 1 шт.; Системный блок (intel Pentium 4 Celeron) – 1 шт.; Проектор ViewSonic; Экран проекционный.

**12. Инновационные формы образовательных технологий**

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

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине Б1.Б.20 «**Расчет конструкций технических средств АПК методом конечных элементов**»

Специальность

**23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства**

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

Уровень высшего образования – **специалитет**

Квалификация - **инженер**

Форма обучения - **очная**

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Компетенции с указанием этапа их формирования в процессе освоения ОПОП .....	17
2. Показатели, критерии и шкала оценивания сформированности компетенций .....	18
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 .....	23
4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этап(ы) формирования компетенций .....	23
4.1. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости .....	23
4.1.1. Отчет по лабораторной работе .....	23
4.1.2. Компьютерные симуляции .....	24
4.2. Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации..	27
4.2.1. Зачет .....	27
4.2.2. Курсовая работа .....	29



## 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 расчета конструкций технических средств АПК методом конечных элементов для самообразования и использования их в практической деятельности (Б1.Б.20-3.1)	Обучающийся должен уметь пользоваться источниками новой информации в области расчета конструкций технических средств АПК методом конечных элементов для самообразования и использования их в практической деятельности (Б1.Б.20-У.1)	Обучающийся должен владеть навыками поиска источников новой информации в области расчета конструкций технических средств АПК методом конечных элементов для самообразования и использования их в практической деятельности (Б1.Б.20-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 алгоритмы решения задач механики сплошной среды методом конечных элементов, необходимые для квалифицированного использования прикладных программ расчетов узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств АПК и их технологического оборудования и прогнозирования показателей их технического уровня - (Б.1.Б.20-3.2)	Обучающийся должен уметь: выполнять расчеты узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования с использованием прикладных программ методом конечных элементов - (Б.1.Б.20-У.2)	Обучающийся должен владеть: навыками и технологиями расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования с использованием прикладных программ методом конечных элементов - (Б.1.Б.20-Н.2)
ПСК-3.4 способность проводить прогнозирование показателей технического	Обучающийся должен знать: основные понятия и алгоритмы решения задач механики сплошной среды методом	Обучающийся должен уметь: выполнять расчеты узлов, агрегатов и систем технических средств АПК с	Обучающийся должен владеть: навыками и технологиями расчета узлов, агрегатов и систем технических средств АПК с

уровня технических средств АПК, используя различие метода прогнозирования	конечных элементов, необходимые для прогнозирования показателей технического уровня технических средств АПК - (Б.1.Б.20-3.3)	использованием метода конечных элементов для прогнозирования показателей их технического уровня - (Б.1.Б.20-У.3)	использованием метода конечных элементов для прогнозирования показателей их технического уровня - (Б.1.Б.20-Н.3)
ПСК-3.7 способность использовать прикладные программы проектно-конструкторских расчетов узлов, агрегатов и систем технических средств АПК	Обучающийся должен знать: основные понятия и алгоритмы решения задач механики сплошной среды методом конечных элементов, необходимые для квалифицированного использования прикладных программ проектно-конструкторских расчетов узлов, агрегатов и систем технических средств - (Б.1.Б.20-3.4)	Обучающийся должен уметь: выполнять проектно-конструкторские расчеты узлов, агрегатов и систем технических средств АПК с использованием прикладных программ методом конечных элементов - (Б.1.Б.20-У.4)	Обучающийся должен владеть: навыками и технологиями проектно-конструкторских расчетов узлов, агрегатов и систем технических средств АПК с использованием прикладных программ методом конечных элементов - (Б.1.Б.20-Н.4)

## 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.20-3.1	Обучающийся не знает источники новой информации в области расчета конструкций технических средств АПК методом конечных элементов для самообразования и использования их в практической деятельности	Обучающийся слабо знает источники новой информации в области расчета конструкций технических средств АПК методом конечных элементов для самообразования и использования их в практической деятельности	Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает источники новой информации в области расчета конструкций технических средств АПК методом конечных элементов для самообразования и использования их в практической деятельности	Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает источники новой информации в области расчета конструкций технических средств АПК методом конечных элементов для самообразования и использования их в практической деятельности
Б.1.Б.20-У.1	Обучающийся не умеет пользоваться источниками новой	Обучающийся слабо умеет пользоваться источниками новой информации	Обучающийся с незначительными затруднениями умеет пользоваться	Обучающийся умеет пользоваться источниками новой информации

	информации в области расчета конструкций технических средств АПК методом конечных элементов для самообразования и использования их в практической деятельности	в области расчета конструкций технических средств АПК методом конечных элементов для самообразования и использования их в практической деятельности	источниками новой информации в области расчета конструкций технических средств АПК методом конечных элементов для самообразования и использования их в практической деятельности	в области расчета конструкций технических средств АПК методом конечных элементов для самообразования и использования их в практической деятельности
Б.1.Б.20-Н.1	Обучающийся не владеет навыками и методами поиска источников новой информации в области расчета конструкций технических средств АПК методом конечных элементов для самообразования и использования их в практической деятельности	Обучающийся слабо владеет навыками и методами поиска источников новой информации в области расчета конструкций технических средств АПК методом конечных элементов для самообразования и использования их в практической деятельности	Обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыками и методами поиска источников новой информации в области расчета конструкций технических средств АПК методом конечных элементов для самообразования и использования их в практической деятельности	Обучающийся свободно владеет навыками и методами поиска источников новой информации в области расчета конструкций технических средств АПК методом конечных элементов для самообразования и использования их в практической деятельности
Б.1.Б.20-3.2	Обучающийся не знает основные понятия и алгоритмы решения задач механики сплошной среды методом конечных элементов, необходимые для квалифицированного использования прикладных программ расчетов узлов, агрегатов и систем транспортно-	Обучающийся слабо знает основные понятия и алгоритмы решения задач механики сплошной среды методом конечных элементов, необходимые для квалифицированного использования прикладных программ расчетов узлов, агрегатов и систем транспортно-	Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает основные понятия и алгоритмы решения задач механики сплошной среды методом конечных элементов, необходимые для квалифицированного использования прикладных программ расчетов узлов, агрегатов и систем транспортно-	Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает основные понятия и алгоритмы решения задач механики сплошной среды методом конечных элементов, необходимые для квалифицированного использования прикладных программ расчетов узлов, агрегатов и систем транспортно-

	технологических средств АПК и их технологического оборудования и прогнозирования показателей их технического уровня	оборудования и прогнозирования показателей их технического уровня	технологических средств АПК и их технологического оборудования и прогнозирования показателей их технического уровня	средств АПК и их технологического оборудования и прогнозирования показателей их технического уровня
Б.1.Б.20-У.2	Обучающийся не умеет выполнять расчеты узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования с использованием прикладных программ методом конечных элементов	Обучающийся слабо умеет выполнять расчеты узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования с использованием прикладных программ методом конечных элементов	Обучающийся с незначительными затруднениями умеет выполнять расчеты узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования с использованием прикладных программ методом конечных элементов	Обучающийся умеет выполнять расчеты узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования с использованием прикладных программ методом конечных элементов
Б.1.Б.20-Н.2	Обучающийся не владеет навыками и технологиями расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования с использованием прикладных программ методом конечных элементов	Обучающийся слабо владеет навыками и технологиями расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования с использованием прикладных программ методом конечных элементов	Обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыками и технологиями расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования с использованием прикладных программ методом конечных элементов	Обучающийся свободно владеет навыками и технологиями расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования с использованием прикладных программ методом конечных элементов
Б.1.Б.20-З.3	Обучающийся не знает должен знать: основные понятия и алгоритмы решения задач механики сплошной среды методом	Обучающийся слабо знает должен знать: основные понятия и алгоритмы решения задач механики сплошной среды методом конечных	Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает должен знать: основные понятия и алгоритмы решения задач	Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает должен знать: основные понятия и алгоритмы решения задач механики

	конечных элементов, необходимые для прогнозирования показателей технического уровня технических средств	элементов, необходимые для прогнозирования показателей технического уровня технических средств	механики сплошной среды методом конечных элементов, необходимые для прогнозирования показателей технического уровня технических средств	сплошной среды методом конечных элементов, необходимые для прогнозирования показателей технического уровня технических средств
Б.1.Б.20-У.3	Обучающийся не умеет выполнять расчеты узлов, агрегатов и систем технических средств АПК с использованием метода конечных элементов для прогнозирования показателей их технического уровня	Обучающийся слабо умеет выполнять расчеты узлов, агрегатов и систем технических средств АПК с использованием метода конечных элементов для прогнозирования показателей их технического уровня	Обучающийся с незначительными затруднениями умеет выполнять расчеты узлов, агрегатов и систем технических средств АПК с использованием метода конечных элементов для прогнозирования показателей их технического уровня	Обучающийся умеет выполнять расчеты узлов, агрегатов и систем технических средств АПК с использованием метода конечных элементов для прогнозирования показателей их технического уровня
Б.1.Б.20-Н.3	Обучающийся не владеет навыками и технологиями расчета узлов, агрегатов и систем технических средств АПК с использованием метода конечных элементов для прогнозирования показателей их технического уровня	Обучающийся слабо владеет навыками и технологиями расчета узлов, агрегатов и систем технических средств АПК с использованием метода конечных элементов для прогнозирования показателей их технического уровня	Обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыками и технологиями расчета узлов, агрегатов и систем технических средств АПК с использованием метода конечных элементов для прогнозирования показателей их технического уровня	Обучающийся свободно владеет навыками и технологиями расчета узлов, агрегатов и систем технических средств АПК с использованием метода конечных элементов для прогнозирования показателей их технического уровня
Б.1.Б.20-3.4	Обучающийся не знает основные понятия и алгоритмы решения задач механики сплошной среды методом конечных элементов,	Обучающийся слабо знает основные понятия и алгоритмы решения задач механики сплошной среды методом конечных элементов, необходимые для	Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает основные понятия и алгоритмы решения задач механики сплошной среды	Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает основные понятия и алгоритмы решения задач механики сплошной среды методом конечных

	необходимые для квалифицированного использования прикладных программ проектно-конструкторских расчетов узлов, агрегатов и систем технических средств	квалифицированно го использования прикладных программ проектно-конструкторских расчетов узлов, агрегатов и систем технических средств	методом конечных элементов, необходимые для квалифицированно го использования прикладных программ проектно-конструкторских расчетов узлов, агрегатов и систем технических средств	элементов, необходимые для квалифицированно го использования прикладных программ проектно-конструкторских расчетов узлов, агрегатов и систем технических средств
Б.1.Б.20-У.4	Обучающийся не умеет выполнять проектно-конструкторские расчеты узлов, агрегатов и систем технических средств АПК с использованием прикладных программ методом конечных элементов	Обучающийся слабо умеет выполнять проектно-конструкторские расчеты узлов, агрегатов и систем технических средств АПК с использованием прикладных программ методом конечных элементов	Обучающийся с незначительными затруднениями умеет выполнять проектно-конструкторские расчеты узлов, агрегатов и систем технических средств АПК с использованием прикладных программ методом конечных элементов	Обучающийся умеет выполнять проектно-конструкторские расчеты узлов, агрегатов и систем технических средств АПК с использованием прикладных программ методом конечных элементов
Б.1.Б.20-Н.4	Обучающийся не владеет навыками и технологиями проектно-конструкторских расчетов узлов, агрегатов и систем технических средств АПК с использованием прикладных программ методом конечных элементов	Обучающийся слабо владеет навыками и технологиями проектно-конструкторских расчетов узлов, агрегатов и систем технических средств АПК с использованием прикладных программ методом конечных элементов	Обучающийся с небольшими затруднениями владеет навыками и технологиями проектно-конструкторских расчетов узлов, агрегатов и систем технических средств АПК с использованием прикладных программ методом конечных элементов	Обучающийся свободно владеет навыками и технологиями проектно-конструкторских расчетов узлов, агрегатов и систем технических средств АПК с использованием прикладных программ методом конечных элементов

### **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. Расчеты на прочность и жесткость элементов сельскохозяйственных машин [Электронный ресурс]: учеб. пособие / под ред. В.В.Бледных. Челябинск: Б.и., 2004 .— 426 с. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/sopromat/15.pdf>.

2. Жилкин В. А. Элементы прикладной и строительной механики сельхозмашин. Применение программ MATHCAD, SCAD и MSC.PATRAN-NASTRAN 2005 [Электронный ресурс] : учебное пособие. Челябинск: ЧГАУ, 2004. 345 с. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/sopromat/5.pdf>.

3. Игнатьев А.Г. Расчет элементов конструкций методом конечных элементов [Электронный ресурс] : метод. указания к курсовой работе. - Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2016 . 63 с. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/sopromat/79.pdf>.

4. 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>

5. 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>.

6. Жилкин В.А. Исследование плоского напряженного состояния пластин в программных продуктах SCAD, MSC.Patran-Nastran-2005 [Электронный ресурс] : методические указания. Челябинск: ЧГАУ, 2007 .— 67 с. Режим доступа: <http://37.75.249.157:8080/webdocs/sopromat/9.pdf>.

7. Игнатьев А.Г. Расчет элементов конструкций методом конечных элементов [Электронный ресурс] : методические указания к курсовой работе. Челябинск: Южно-Уральский ГАУ, 2016 .— 63 с. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/sopromat/79.pdf>.

8. Игнатьев А.Г. Расчет конструкций технических средств АПК методом конечных элементов [Электронный ресурс] : метод. указ. к курсовой работе. 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 «Расчет конструкций технических средств АПК методом конечных элементов», 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. Отчет по лабораторной работе**

Отчет по лабораторной работе используется для оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по отдельным темам дисциплины.

Содержание и форма отчета по лабораторным работам приводится в методических указаниях к лабораторным работам (п. 3 ФОС). Содержание отчета и критерии оценки отчета (табл.) доводятся до сведения обучающихся в начале занятий. Отчет оценивается оценкой «зачтено», «не зачтено». Оценка «зачтено» ставится обучающимся, уровень ЗУН которых соответствует критериям, установленным для положительных оценок («отлично», «хорошо», «удовлетворительно»). Оценка объявляется обучающемуся непосредственно после сдачи отчета.

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>

#### 4.1.2. 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. Создание и расчет напряженно-деформированного состояния модели стержневой конструкции (фермы) на основе стержневого упруго КЭ.
2. Создание и расчет напряженно-деформированного состояния модели стержневой конструкции (фермы) на основе балочного элемента упруго КЭ.

## 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. Зачетным является последнее занятие по дисциплине. 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 зачетах преподавателей с других кафедр без соответствующего распоряжения ректора, проректора по учебной работе или декана факультета не допускается.

Формы проведения зачетов (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 деканате зачетно-экзаменационную ведомость, которая возвращается в деканат после окончания мероприятия в день проведения зачета или утром следующего дня.

Обучающиеся при явке на зачет обязаны иметь при себе зачетную книжку, которую они предъявляют преподавателю.

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 зачетную книжку и зачетно-экзаменационную ведомость, является результатом успешного усвоения учебного материала.

Результат зачета в зачетную книжку выставляется 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 и в зачетные книжки.

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 приказом ректора Университета.

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

Допускается с разрешения деканата и 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 (2016 г.).

Шкала и критерии оценивания ответа обучающегося представлены в таблице.

Шкала	Критерии оценивания
Оценка «зачтено»	знание программного материала, усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой дисциплины, правильное решение инженерной задачи (допускается наличие малозначительных ошибок или недостаточно полное раскрытие содержания вопроса или погрешность не принципиального характера в ответе на вопросы).
Оценка «не зачтено»	пробелы в знаниях основного программного материала, принципиальные ошибки при ответе на вопросы.

### Вопросы к зачету

1. Общая характеристика метода конечных элементов.
2. Элементы матричной алгебры. Понятие матрицы.
3. Элементы матричной алгебры. Транспонирование матрицы.
4. Элементы матричной алгебры. Сложение и вычитание матриц.
5. Элементы матричной алгебры. Умножение матриц.
6. Элементы матричной алгебры. Обращение матрицы.
7. Элементы матричной алгебры. Определение детерминанта матрицы.
8. Решение системы линейных уравнений в матричной форме.
9. Физические основы анализа конструкций. Тензор напряжений. Условие прочности.
10. Физические основы анализа конструкций. Вектор перемещений и тензор деформаций.
11. Основные соотношения теории упругости в матричной форме при плоском напряженном состоянии.
12. Основные соотношения теории упругости в матричной форме при плоской деформации.
13. Основные этапы анализа сложных конструкций МКЭ.
14. Общие понятия о конечно-элементном расчете конструкций.
15. Этапы построения дискретной модели.
16. Этапы практической реализации МКЭ.
17. Понятие конечного элемента.
18. Приведение системы сил конечного элемента.
19. Характеристика упругих свойств конечного элемента.
20. Уравнение равновесия конечного элемента.
21. Типы КЭ. Одномерный элемент.
22. Типы КЭ. Двумерный элемент.
23. Типы КЭ. Трехмерный элемент.
24. Построение сетки КЭ.
25. Задание граничных условий.
26. Классификация КЭ по свойствам.
27. Одномерный симплекс-элемент.

28. Функции формы КЭ.
29. Двумерный симплекс-элемент.
30. Трехмерный симплекс-элемент.
31. Уравнение равновесия и матрица жесткости линейного упругого КЭ.
32. Уравнение равновесия и матрица жесткости системы упругих элементов.
33. Уравнение равновесия и матрица жесткости стержневого элемента.
34. Уравнение равновесия и матрица жесткости балочного элемента.
35. Библиотека конечных элементов системы MSC/Patran-Nastran.
36. Одномерные элементы Patran-Nastran.
37. Плоские элементы Patran-Nastran.
38. Объемные элементы Patran-Nastran.
39. Задание свойств материалов в Patran-Nastran.
40. Задание нагрузок в Patran-Nastran.
41. Создание геометрических объектов в Patran-Nastran.
42. Функции при разработке геометрических объектов в Patran-Nastran.
43. Определение свойств элемента в Patran-Nastran.
44. Способы создания сетки КЭ в Patran-Nastran.
45. Задание граничных условий в Patran-Nastran.
46. Задание нагрузок в Patran-Nastran.
47. Выполнение расчета модели в Patran-Nastran.
48. Способы просмотра результатов расчета в Patran-Nastran.
49. Методы решения плоской задачи в Patran-Nastran.
50. Методы решения объемной задачи в Patran-Nastran.

#### 4.2.2. Курсовая работа

Курсовая работа является продуктом, получаемым в результате самостоятельного планирования и выполнения учебных и исследовательских задач. Она позволяет оценить знания и умения студентов, примененные к комплексному решению конкретной производственной задачи, а также уровень сформированности аналитических навыков при работе с научной, специальной литературой, типовыми проектами, ГОСТ и другими источниками. Система курсовых проектов и работ направлена на подготовку обучающегося к выполнению выпускной квалификационной работы.

Задание на курсовую работу выдается на бланке за подписью руководителя. Задания могут быть индивидуализированы и согласованы со способностями обучающихся без снижения общих требований. Выполнение курсовой работы определяется графиком его сдачи и защиты. Согласно «Положению о курсовом проектировании и выпускной квалификационной работе» общий объем текстовой документации (в страницах) в зависимости от характера работы должен находиться в пределах от 25 до 35 страниц (без учета приложений).

К защите допускается обучающийся, в полном объеме выполнивший курсовую работу в соответствии с предъявляемыми требованиями.

Защита курсовой работы проводится в соответствии со сроками, указанными в задании, выданном руководителем. Дата, время, место защиты объявляются обучающимся руководителем курсовой работы и данная информация размещается на информационном стенде кафедры.

Защита обучающимися курсовых работ выполняется перед комиссией, созданной по распоряжению заведующего кафедрой и состоящей не менее, чем из двух человек из числа профессорско-преподавательского состава кафедры, одним из которых, как правило, является руководитель курсовой работы.

Перед началом защиты курсовых работ один из членов комиссии лично получает в деканате ведомость защиты курсовой работы, а после окончания защиты лично сдает ее обратно в деканат факультета.

Установление очередности защиты курсовых работ обучающимися производится комиссией. Перед началом защиты обучающийся должен разместить перед комиссией графические листы, представить пояснительную записку и назвать свою фамилию, имя, отчество, группу.

В процессе доклада обучающийся должен рассказать о цели и задачах курсовой работы, донести основное его содержание, показать результаты выполненных расчетов, графической части и сделать основные выводы. Продолжительность доклада должна составлять 5...7 минут.

После завершения доклада члены комиссии и присутствующие задают вопросы обучающемуся по теме курсовой работы. Общее время ответа должно составлять не более 10 минут.

Во время защиты обучающийся при необходимости может пользоваться с разрешения комиссии справочной, нормативной и другой литературой.

Если обучающийся отказался от защиты курсовой работы в связи с неподготовленностью, то в ведомость защиты курсовой работы ему выставляется оценка «неудовлетворительно».

Нарушение дисциплины, использование обучающимися мобильных телефонов, коммуникаторов, планшетных компьютеров, ноутбуков и других видов личной коммуникационной и компьютерной техники во время защиты курсовой работы запрещено. В случае нарушения этого требования комиссия обязана удалить обучающегося из аудитории и проставить ему в ведомость защиты курсовой работы оценку «неудовлетворительно».

Оценки объявляются в день защиты курсовых работ и выставляются в зачетные книжки в присутствии обучающихся. Результаты защиты также выставляются в ведомость защиты курсовой работы, на титульных листах пояснительной записки курсовых работ и подписываются членами комиссии. Пояснительная записка и графический материал сдаются комиссии.

Преподаватели несут персональную административную ответственность за своевременность и точность внесения записей в ведомость защиты курсовой работы и в зачетные книжки.

Обучающиеся имеют право на передачу неудовлетворительных результатов защиты курсовой работы.

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья могут защищать курсовую работу в сроки, установленные индивидуальным учебным планом. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, имеющие нарушения опорно-двигательного аппарата, допускаются на защиту курсовой работы в сопровождении ассистентов-сопровождающих.

Шкала и критерии оценивания защиты курсовой работы представлены в таблице.

<b>Шкала</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Оценка 5 (отлично)	Содержание курсового проекта/курсовой работы полностью соответствует заданию. Пояснительная записка имеет логичное, последовательное изложение материала с соответствующими выводами и обоснованными положениями. При защите работы обучающийся правильно и уверенно отвечает на вопросы комиссии, демонстрирует глубокое знание теоретического материала, способен аргументировать собственные утверждения и выводы.
Оценка 4 (хорошо)	Содержание курсового проекта/курсовой работы полностью соответствует заданию. Пояснительная записка имеет грамотно изложенную теоретическую главу. Большинство выводов и предложений аргументировано. Имеются одна-две несущественные

	ошибки в использовании терминов, в построенных диаграммах, схемах и т.д. При защите работы обучающийся правильно и уверенно отвечает на большинство вопросов комиссии, демонстрирует хорошее знание теоретического материала, но не всегда способен аргументировать собственные утверждения и выводы. При наводящих вопросах обучающийся исправляет ошибки в ответе.
Оценка 3 (удовлетворительно)	Содержание курсового проекта/курсовой работы частично не соответствует заданию. Пояснительная записка содержит теоретическую главу, базируется на практическом материале, но имеет поверхностный анализ, в ней просматривается непоследовательность изложения материала, представлены недостаточно обоснованные положения. При защите работы обучающийся проявляет неуверенность, показывает слабое знание вопросов темы, не всегда дает исчерпывающие, аргументированные ответы на заданные вопросы.
Оценка 2 (неудовлетворительно)	Содержание курсового проекта/курсовой работы частично не соответствует заданию. Пояснительная записка не имеет анализа, не отвечает требованиям, изложенным в методических рекомендациях кафедры. В работе нет выводов либо они носят декларативный характер. При защите обучающийся демонстрирует слабое понимание представленного материала, затрудняется с ответами на поставленные вопросы, допускает существенные ошибки.

### Примерная тематика курсовых проектов /курсовых работ

Курсовая работа выполняется студентами на тему «Расчет элементов конструкций технических средств АПК методом конечных элементов» в соответствии с индивидуальным заданием.

Примерное содержание задания:

Выполнить расчет элемента конструкции (по вариантам).

Задачи:

Выполнить расчет элемента конструкции с использованием решения теории упругости.

Разработать численную модель и выполнить расчет элемента конструкции с использованием программного комплекса Structure CAD.

Разработать численную модель и выполнить расчет элемента конструкции с использованием программного комплекса MSC.Patran-Nastran.

Сопоставить результаты теоретического и численных расчетов, провести анализ и сделать выводы.

