

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования  
«Южно-Уральский государственный аграрный университет»  
(ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ)**

СОГЛАСОВАНО



\_\_\_\_\_ (должность, место работы)  
\_\_\_\_\_ (подпись) \_\_\_\_\_ (ФИО)  
\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.



\_\_\_\_\_ (подпись)  
Ректор ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ  
В. Г. Литовченко  
20\_\_ г.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА**  
повышения квалификации

**«Прикладная механика и основы расчета, проектирования,  
конструирования и моделирования систем, деталей и узлов с/х машин»**

Программу разработал:

Гутров Михаил Александрович  
доцент, кандидат с/х наук

\_\_\_\_\_ (подпись)

« 19 » 02 2018 г.  
(дата)

<p align="center"><b>Педагог профессионального обучения, профессионального образования</b> утвержден Министерством труда и социальной защиты РФ от 08.09.2015 № 608н (наименование профессионального стандарта, его регистрационный номер и дата регистрации)</p>	<p align="center"><b>Педагогическая деятельность в профессиональном обучении, профессиональном образовании</b> (вид трудовой деятельности по профессиональному стандарту)</p>
	<p align="center"><b>2310 Профессорско-преподавательский персонал университетов и других организаций высшего образования</b> (ОКЗ)</p>
	<p align="center"><b>Преподаватель</b> (ЕКС)</p>
	<p>25812 Преподаватель (в колледжах, университетах и других вузах) 050000 Образование и педагогика - Направления подготовки и специальности, соответствующие по направленности (профилю) преподаваемому учебному предмету, курсу, дисциплине (модулю) (ОКСО)</p>
	<p><b>8</b> (квалификационный уровень)</p>

Троицк  
2018 г.

## Содержание

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ -----	3
1.1. Определение-----	3
1.2. Общая характеристика дополнительной профессиональной программы повышения квалификации: цель, трудоемкость, форма обучения -----	3
1.3. Категория специалистов и требования к уровню их подготовки -----	3
2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ-----	3
3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ-----	4
4. ДОКУМЕНТЫ, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИЕ СОДЕРЖАНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЮ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ -----	7
4.1. Рабочая программа раздела «Механика сплошных сред»-----	7
4.1.1. Распределение учебного времени по темам -----	8
4.1.2. Содержание раздела -----	8
4.1.3. Содержание лекций-----	9
4.1.4. Виды самостоятельной работы слушателей-----	9
4.1.5. Содержание самостоятельной работы слушателей -----	9
4.2. Рабочая программа раздела «Технологии и средства моделирования систем, сред, конструкций, процессов» -----	9
4.2.1. Распределение учебного времени по темам -----	10
4.2.2. Содержание раздела -----	10
4.2.3. Содержание лекций-----	10
4.2.4. Виды самостоятельной работы слушателей-----	10
4.2.5. Содержание самостоятельной работы слушателей -----	11
4.3. Рабочая программа раздела «Численные методы решения задач механики сплошных сред»-----	11
4.3.1. Распределение учебного времени по темам -----	11
4.3.2. Содержание раздела -----	12
4.3.3. Содержание лекций-----	12
4.3.4. Виды самостоятельной работы слушателей-----	13
4.3.5. Содержание самостоятельной работы слушателей -----	13
5. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ -----	13
5.1. Материально-технические условия реализации программы -----	13
5.2. Учебно-методическое и информационное обеспечение программы -----	13
5.3. Список литературы: -----	14
5.4. Кадровое обеспечение реализации дополнительной профессиональной программы повышения квалификации-----	15
6. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ -----	15
ПРИЛОЖЕНИЕ № 1 УЧЕБНЫЙ ПЛАН ПРОГРАММЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ -----	16
ПРИЛОЖЕНИЕ № 2 КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК -----	17
ПРИЛОЖЕНИЕ № 3 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ-----	18
1. КОМПЕТЕНЦИИ С УКАЗАНИЕМ ЭТАПА ИХ ФОРМИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ -----	19
2. ПОКАЗАТЕЛИ, КРИТЕРИИ И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ-----	20
3. ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ -----	25
3.1. Зачет-----	25
ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ-----	27

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### 1.1. Определение

Дополнительная профессиональная программа (далее по тексту ДПП) повышения квалификации «Прикладная механика и основы расчета, проектирования, конструирования и моделирования систем, деталей и узлов с/х машин» представляет собой систему документов, разработанную и утвержденную на основании профессионального стандарта, утвержденного Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 08.09.2015 № 608н; Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства» приказ от 11 августа 2016 г. N 1022;

ДПП повышения квалификации регламентирует цели, планируемые результаты, содержание, условия и технологии реализации образовательного процесса, оценку качества подготовки слушателя по программе и включает в себя: учебный план, календарный учебный график, рабочие программы учебного курса, описание организационно-педагогических условий, требования к оценке качества освоения программы, описание форм аттестации и оценочные материалы.

Нормативные документы для разработки дополнительной профессиональной программы повышения квалификации

Нормативную правовую базу разработки дополнительной профессиональной программы повышения квалификации составляет:

- Закон Российской Федерации от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Приказ Минобрнауки России от 1 июля 2013 г. № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам»;
- Устав федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный аграрный университет».

### 1.2. Общая характеристика дополнительной профессиональной программы повышения квалификации: цель, трудоемкость, форма обучения

*Цель программы* – совершенствование профессиональных компетенций профессорско-преподавательского персонала в профессиональном обучении, профессиональном образовании, дополнительном профессиональном образовании по профилю преподаваемых дисциплин.

Форма обучения: очная.

Срок освоения ДПП повышения квалификации для очной формы – 1 неделя.

Трудоемкость освоения дополнительной профессиональной программы повышения квалификации 36 часов (1 ЗЕТ).

### 1.3. Категория специалистов и требования к уровню их подготовки

К обучению по ДПП повышения квалификации допускается профессорско-преподавательский персонал университетов и других организаций высшего образования, имеющий средне специальное или высшее образование.

## 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Описание трудовых функций, входящих в профессиональный стандарт (функциональная карта вида профессиональной деятельности)

Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции		
код	наименование	уровень квалификации	наименование	код	уровень (подуровень) квалификации
I	Преподавание по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры и ДПП, ориентированным на соответствующий уровень квалификации <5>	8	Преподавание учебных курсов, дисциплин (модулей) по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры и (или) ДПП	I/01.7	7.2

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Компетенции, как динамические комбинации знаний, умений, и способность применять их для успешной профессиональной деятельности, в программе повышения квалификации представлены в таблице № 1.

Таблица 1 – Цель и планируемые результаты обучения

Виды деятельности	Профессиональные компетенции	Практический опыт	Умения	Знания
1	2	3	4	5
	ПК-6 - способность использовать прикладные программы расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования;	применение методов расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования на прочность с использованием прикладных программ	выполнение расчетов узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования на прочность с использованием прикладных программ	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
	ПСК-3.2 - способность проводить теоретические и экспериментальные научные исследования по поиску и проверке новых идей совершенствования технологических процессов и технических средств их осуществления;	применение основных методов расчета элементов наземных транспортно-технологических машин и их технологического оборудования на прочность при статической и динамической нагрузках при совершенствовании технических средств;	использование основных методов расчета элементов наземных транспортно-технологических машин и их технологического оборудования на прочность при статической и динамической нагрузках при совершенствовании технических средств	основные методы расчета элементов наземных транспортно-технологических машин и их технологического оборудования на прочность при статической и динамической нагрузках, необходимые при совершенствовании технических средств

<p>ПСК-3.4 - способность проводить прогнозирование показателей технического уровня технических средств АПК, используя различные методы прогнозирования;</p>	<p>владение навыками и технологиями расчета узлов, агрегатов и систем технических средств АПК с использованием метода конечных элементов для прогнозирования показателей их технического уровня;</p>	<p>выполнение расчетов узлов, агрегатов и систем технических средств АПК с использованием метода конечных элементов для прогнозирования показателей их технического уровня;</p>	<p>основные понятия и алгоритмы решения задач механики сплошной среды методом конечных элементов, необходимые для прогнозирования показателей технического уровня технических средств;</p>
<p>ПСК-3.7 - способность использовать прикладные программы проектно-конструкторских расчетов узлов, агрегатов и систем технических средств АПК;</p>	<p>владение навыками и технологиями проектно-конструкторских расчетов узлов, агрегатов и систем технических средств АПК с использованием прикладных программ методом конечных элементов;</p>	<p>выполнение проектно-конструкторские расчетов узлов, агрегатов и систем технических средств АПК с использованием прикладных программ методом конечных элементов;</p>	<p>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;</p>
<p>ПСК-3.8 - способность разрабатывать с использованием информационных технологий, конструкторско-техническую документацию для производства новых или модернизируемых образцов технических средств АПК;</p>	<p>навыки разработки с использованием информационных технологий конструкторско-технической документации для производства новых или модернизируемых образцов технических средств АПК;</p>	<p>разработка с использованием информационных технологий конструкторско-техническую документацию для производства новых или модернизируемых образцов технических средств АПК;</p>	<p>методы и технологии разработки с использованием информационных технологий конструкторско-технической документации для производства новых или модернизируемых образцов технических средств АПК;</p>
<p>ПСК-3.15- способность обеспечить надежность технических средств АПК на стадии их проектирования;</p>	<p>применение методов расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования для обеспечения их прочностной надежности;</p>	<p>выполнение расчетов узлов, агрегатов и систем технических средств АПК на прочность для обеспечения их прочностной надежности;</p>	<p>основные понятия и законы механики твердого деформируемого тела, необходимые для обеспечения прочностной надежности узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования;</p>

### **Знать:**

- основные методы расчета элементов наземных транспортно-технологических машин и их технологического оборудования на прочность при статической и динамической нагрузках, необходимые при совершенствовании технических средств АПК;
- основные понятия и законы механики твердого деформируемого тела, необходимые для расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования с использованием прикладных программ;
- основные понятия и законы механики твердого деформируемого тела, необходимые для обеспечения прочностной надежности узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования;
- основные понятия и алгоритмы решения задач механики сплошной среды методом конечных элементов, необходимые для прогнозирования показателей технического уровня технических средств;
- 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;
- методы и технологии разработки с использованием информационных технологий конструкторско-технической документации для производства новых или модернизируемых образцов технических средств АПК;
- основные положения теории колебаний машин и механизмов, методы виброзащиты и виброизоляции сельскохозяйственных машин и механизмов, которые используются при исследовании, проектировании, производстве и эксплуатации наземных транспортно-технологических машин и их технологического оборудования
- основные методы расчета элементов наземных транспортно-технологических машин и их технологического оборудования на прочность при статической и динамической нагрузках, на которых основаны производство, модернизация, эксплуатация и техническое обслуживание объектов профессиональной деятельности;

### **Уметь:**

- использовать основные методы расчета элементов наземных транспортно-технологических машин и их технологического оборудования на прочность при статической и динамической нагрузках при совершенствовании технических средств АПК;
- выполнять расчеты узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования на прочность с использованием прикладных программ;
- выполнять расчеты узлов, агрегатов и систем технических средств АПК на прочность для обеспечения их прочностной надежности;
- выполнять расчеты узлов, агрегатов и систем технических средств АПК с использованием метода конечных элементов для прогнозирования показателей их технического уровня;
- выполнять проектно-конструкторские расчеты узлов, агрегатов и систем технических средств АПК с использованием прикладных программ методом конечных элементов;
- разрабатывать с использованием информационных технологий конструкторско-техническую документацию для производства новых или модернизируемых образцов технических средств АПК;
- использовать основные положения теории колебаний машин и механизмов, методы виброзащиты и виброизоляции сельскохозяйственных машин и механизмов при исследовании, проектировании, производстве и эксплуатации наземных транспортно-технологических машин и их технологического оборудования;
- использовать основные методы расчета элементов наземных транспортно-технологических машин и их технологического оборудования при производстве, модернизации, эксплуатации и техническом обслуживании объектов профессиональной деятельности;

### **Владеть навыками:**

- применение основных методов расчета элементов наземных транспортно-технологических машин и их технологического оборудования на прочность при статической и динамической нагрузках при совершенствовании технических средств АПК;
- применение методов расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования на прочность с использованием прикладных программ;
- применение методов расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования для обеспечения их прочностной надежности;
- навыками и технологиями расчета узлов, агрегатов и систем технических средств АПК с использованием метода конечных элементов для прогнозирования показателей их технического уровня;
- навыками и технологиями проектно-конструкторских расчетов узлов, агрегатов и систем технических средств АПК с использованием прикладных программ методом конечных элементов;
- разработка с использованием информационных технологий конструкторско-технической документации для производства новых или модернизируемых образцов технических средств АПК;
- применение основных положений теории колебаний машин и механизмов, методов виброзащиты и виброизоляции сельскохозяйственных машин и механизмов при исследовании, проектировании, производстве и эксплуатации наземных транспортно-технологических машин и их технологического оборудования;
- применение основных методов расчета элементов наземных транспортно-технологических машин и их технологического оборудования при производстве, модернизации, эксплуатации и техническом обслуживании объектов профессиональной деятельности;

Программа направлена на освоение (совершенствование) следующих профессиональных компетенций:

- ПК-6 - способность использовать прикладные программы расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования;
- ПСК-3.2 - способность проводить теоретические и экспериментальные научные исследования по поиску и проверке новых идей совершенствования технологических процессов и технических средств их осуществления
- ПСК-3.4 - способность проводить прогнозирование показателей технического уровня технических средств АПК, используя различные методы прогнозирования;
- ПСК-3.7 - способность использовать прикладные программы проектно-конструкторских расчетов узлов, агрегатов и систем технических средств АПК;
- ПСК-3.8 - способность разрабатывать с использованием информационных технологий, конструкторско-техническую документацию для производства новых или модернизируемых образцов технических средств АПК;
- ПСК-3.15- способность обеспечить надежность технических средств АПК на стадии их проектирования;

#### **4. ДОКУМЕНТЫ, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИЕ СОДЕРЖАНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЮ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ**

Содержание и организация образовательного процесса при реализации дополнительной профессиональной программы повышения квалификации регламентируется учебным планом (Приложение 1), календарным учебным графиком (Приложение 2), а также методическими материалами, обеспечивающими реализацию соответствующих образовательных технологий.

##### **4.1. Рабочая программа раздела «Механика сплошных сред»**

В результате изучения раздела «Механика сплошных сред» слушатель должен:

**Знать:**

– основные методы расчета элементов наземных транспортно-технологических машин и их технологического оборудования на прочность при статической и динамической нагрузках, необходимые при совершенствовании технических средств;

– основные понятия и законы механики твердого деформируемого тела, необходимые для обеспечения прочностной надежности узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования;

**Уметь:**

– использовать основные методы расчета элементов наземных транспортно-технологических машин и их технологического оборудования на прочность при статической и динамической нагрузках при совершенствовании технических средств;

– выполнять расчеты узлов, агрегатов и систем технических средств АПК на прочность для обеспечения их прочностной надежности;

**Владеть навыками:**

– применение основных методов расчета элементов наземных транспортно-технологических машин и их технологического оборудования на прочность при статической и динамической нагрузках при совершенствовании технических средств;

– применение методов расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования для обеспечения их прочностной надежности;

## 4.1.1. Распределение учебного времени по темам

№	Наименование темы	Всего часов	В том числе			Формир. компетенции
			контактная работа		неконтактная работа	
			Л	ПЗ		
1	Механика сплошных сред. Механика почв.	4	2	-	2	ПК-6 ПСК-3.2, ПСК-3.15
2	Механика деформирования стеблей сельскохозяйственных растений.	4	2	-	2	ПСК-3.2, ПСК-3.15
3	Механика движения зерна злаковых культур	4	2	-	2	ПСК-3.2, ПСК-3.15
	Итого	12	6	-	6	
	Всего	12				

## 4.1.2. Содержание раздела

*Тема 1. Механика сплошных сред. Механика почв.*

Введение. Уравнения Навье. Соотношения Коши. Уравнения Сен-Венана. Физические уравнения. Краевые и начальные условия решения уравнений механики сплошной среды. Методы решения задач механики сплошных сред. Проблемы применения уравнений механики сплошных сред при решении инженерных задач. *Механика почв*: Постановка инженерных задач. Основные соотношения для оценки напряженно-деформированного состояния почв. Строение, фазовый состав и технологические свойства почвы: физические характеристики почв, особенности деформирования почв, механические свойства почв, связь физических и механических характеристик почв.

*Тема 2. Механика деформирования стеблей сельскохозяйственных растений.*

Физико-механические характеристики стеблей растений и особенности их деформирования. Постановка инженерных задач. Основные соотношения для оценки напряженно-деформированного состояния стеблей сельскохозяйственных растений. Контактное взаимодействие стеблей с рабочими органами уборочных и перерабатывающих машин сельскохозяйственного назначения.

*Тема 3. Механика движения зерна злаковых культур.*

Уравнения движения в подвижной сопротивляющейся среде. Уравнения движения по шероховатым поверхностям. Постановка инженерных задач. Использование уравнений динамики



материальной точки при решении прикладных задач сельскохозяйственной механики. Вопросы сепарации: выбор параметров разделения.

#### 4.1.3. Содержание лекций

№ п/п	Наименование лекций	Кол-во часов
1	Введение. Уравнения Навье. Соотношения Коши. Уравнения Сен-Венана. Физические уравнения. Краевые и начальные условия решения уравнений механики сплошной среды. Методы решения задач механики сплошных сред. Проблемы применения уравнений механики сплошных сред при решении инженерных задач. <i>Механика почв</i> : Постановка инженерных задач. Основные соотношения для оценки напряженно-деформированного состояния почв. Строение, фазовый состав и технологические свойства почвы: физические характеристики почв, особенности деформирования почв, механические свойства почв, связь физических и механических характеристик почв.	2
2	Физико-механические характеристики стеблей растений и особенности их деформирования. Постановка инженерных задач. Основные соотношения для оценки напряженно-деформированного состояния стеблей сельскохозяйственных растений. Контактное взаимодействие стеблей с рабочими органами уборочных и перерабатывающих машин сельскохозяйственного назначения.	2
3	Уравнения движения в подвижной сопротивляющейся среде. Уравнения движения по шероховатым поверхностям. Постановка инженерных задач. Использование уравнений динамики материальной точки при решении прикладных задач сельскохозяйственной механики. Вопросы сепарации: выбор параметров разделения.	2
	<b>Итого</b>	<b>6</b>

#### 4.1.4. Виды самостоятельной работы слушателей

Виды самостоятельной работы слушателей	Кол-во часов
Самостоятельное изучение отдельных тем и вопросов	4
Подготовка к зачету	2
<b>Итого</b>	<b>6</b>

#### 4.1.5. Содержание самостоятельной работы слушателей

№ п/п	Наименование тем и вопросов	Кол-во часов
1.	Основные расчетные модели почв.	2
2.	Современные методы расчета энергозатрат на привод рабочих органов уборочных машин.	2
3.	Оценка возможности разделения зерновой смеси на основе анализа геометрических параметров и физических свойств компонентов смеси.	2
	<b>Итого</b>	<b>6</b>

### 4.2. Рабочая программа раздела «Технологии и средства моделирования систем, сред, конструкций, процессов»

В результате изучения раздела «Технологии и средства моделирования сред, конструкций и технологических процессов» слушатель должен:

**Знать:**

– основные свойства сырья и полуфабрикатов, влияющие на оптимизацию технологического процесса и качество готовой продукции, ресурсосбережение, эффективность и надежность процессов производства;

**Уметь:**

– анализировать свойства сырья и полуфабрикатов, влияющие на оптимизацию технологического процесса и качество готовой продукции;

**Владеть навыками:**

– навыками определения качества сельскохозяйственных продуктов;

#### 4.2.1. Распределение учебного времени по темам

№ п/п	Наименование тем	Всего часов	В том числе			Формир. компетенции
			контактная работа		Неконтактная работа	
			Л	ПЗ		
1.	Твердотельное моделирование деталей, узлов, агрегатов, машин	4	2	-	2	ПК-6, ПСК-3.8, ПСК 3,7
2.	Построение расчетных/математических моделей объектов сельскохозяйственного производства.	8	4	-	4	ПК-6, ПСК-3.8, ПСК 3,7
	Итого	12	6	-	6	
	Всего	12				

#### 4.2.2. Содержание раздела

*Тема 1. Твердотельное (геометрическое) моделирование деталей, узлов, агрегатов, машин.*

Современные методы и технологии предлагаемые пакетами Kompas, Nastran, APM;

*Тема 2. Построение расчетных/математических моделей объектов сельскохозяйственного производства.* Модель деформирования и разрушения почвы при взаимодействии с рабочим органом. Критерий разрушения почвы. Оптимизация основных технологических параметров почвообрабатывающих машин. Модель контактного взаимодействия стебля с рабочим органом уборочной машины. Критерии оптимизации рабочих органов уборочных машин: потери зерна, энергозатраты, технологические параметры движения уборочной машины. Моделирование движения зерна в подвижной сопротивляющейся среде и по криволинейной шероховатой поверхности. Расчет технологических параметров сепараторов зерна.

#### 4.2.3. Содержание лекций

№ п/п	Наименование лекций	Количество часов
1.	Твердотельное (геометрическое) моделирование деталей, узлов, агрегатов, машин. Современные методы и технологии предлагаемые пакетами Kompas, Nastran, APM. Достоинства и недостатки программ при решении однотипных нетривиальных задач. Сравнительный анализ реализованных технологий проектирования CAD/CAM/CAE.	2
2.	Модель деформирования и разрушения почвы при взаимодействии с рабочим органом. Критерий разрушения почвы. Основные расчетные модели. Оценка контактных сил, как основа расчета энергозатрат и качества обработки почвы. Оптимизация основных технологических параметров почвообрабатывающих машин.	1
3.	Модель контактного взаимодействия растения с рабочим органом уборочной машины. Основная расчетная модель. Критерии оптимизации рабочих органов уборочных машин: потери зерна, энергозатраты, технологические параметры движения уборочной машины. Расчет контактных сил взаимодействия рабочего органа с растением и группой растений: статика и динамика процесса. Оптимизация основных технологических параметров уборочных машин.	1
4.	Моделирование движение зерна в подвижной сопротивляющейся среде и по криволинейной шероховатой поверхности. Основная расчетная модель. Расчет технологических и энергетических параметров сепараторов. Оценка качества технологического разделения зерновой смеси на фракции.	2
	Итого	6

#### 4.2.4. Виды самостоятельной работы слушателей

Виды самостоятельной работы слушателей	Количество часов
Самостоятельное изучение отдельных тем и вопросов	4

Подготовка к зачету	2
Итого	6

#### 4.2.5. Содержание самостоятельной работы слушателей

№ п/п	Наименование тем и вопросов	Количество часов
1.	Физические характеристики и механические свойства почв. Связь механических и физических характеристик. Особенности деформирования.	2
2.	Физико-механические и геометрические параметры сельскохозяйственных растений	2
3.	Пневмосепарация. Разделение зерновых смесей по различию аэродинамических характеристик.	2
	Итого	6

#### 4.3. Рабочая программа раздела «Численные методы решения задач механики сплошных сред»

В результате изучения раздела «Численные методы решения задач механики сплошных сред» слушатель 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;

– основные понятия и алгоритмы решения задач механики сплошной среды методом конечных элементов, необходимые для прогнозирования показателей технического уровня технических средств;

– основные понятия и законы механики твердого деформируемого тела, необходимые для обеспечения прочностной надежности узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования;

##### Уметь:

– выполнение расчетов узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования на прочность с использованием прикладных программ;

– выполнение расчетов узлов, агрегатов и систем технических средств АПК с использованием метода конечных элементов для прогнозирования показателей их технического уровня;

– выполнение расчетов узлов, агрегатов и систем технических средств АПК на прочность для обеспечения их прочностной надежности;

##### Владеть навыками:

– применение методов расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования на прочность с использованием прикладных программ;

– владение навыками и технологиями расчета узлов, агрегатов и систем технических средств АПК с использованием метода конечных элементов для прогнозирования показателей их технического уровня;

– применение методов расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования для обеспечения их прочностной надежности;

#### 4.3.1. Распределение учебного времени по темам

№ п/п	Наименование тем	Всего часов	В том числе		Формир. компетенции
			Контактная работа		
			Л	ПЗ	
			Неконтактная работа		

1.	Численные методы интегрирования дифференциальных уравнений. МКЭ. МКР.	4	2	-	2	ПК-6 ПСК-3.4 ПСК-3.15
2.	Погрешности численных методов при решении инженерных задач.	4	2	-	2	ПК-6 ПСК-3.4 ПСК-3.15
3.	Использование численных методов при расчете моделей технологических сельскохозяйственных процессов	4	2	-	2	ПК-6 ПСК-3.4 ПСК-3.15
	Итого	12	6	-	6	
	Всего	12				

#### 4.3.2. Содержание раздела

##### *Тема 1. Численные методы расчета уравнений механики. МКЭ.*

Использование численных методов расчета в современных пакетах программ. Практическая реализация численных методов: выбор методов, формирование краевых и начальных условий. МКЭ: понятие о конечных элементах, типы конечных элементов, особенности построения конечно-элементной сетки в особых зонах.

##### *Тема 2. Погрешности численных методов при решении инженерных задач*

Расчет и сравнительный анализ погрешностей численных методов, реализованных в пакетах Nastran, Kompas, АРМ, на примере решения стандартных инженерных задач. Использование численных методов в современных пакетах программ как «черного ящика»: достоинства, недостатки. Влияние качества инженерной подготовки на анализ результатов численного расчета.

##### *Тема 3. Использование численных методов при расчете моделей технологических сельскохозяйственных процессов.*

Численные алгоритмы расчета контактного взаимодействия модели почвы с клином. Особенности практической реализации алгоритма. Анализ результатов расчета и оценка значений технологических параметров работы почвообрабатывающего орудия. Численные алгоритмы расчета контактного взаимодействия растения с рабочим органом уборочной машины и оценка значений расчетных технологических параметров. Алгоритм численного расчета процесса движения зерна в подвижной сопротивляющейся среде: возможность создания модели совместного движения группы зерен. Оценка результатов расчета технологического процесса сепарирования.

#### 4.3.3. Содержание лекций

№ п/п	Наименование лекций	Кол-во часов
1.	<b>Численные методы расчета уравнений механики. МКЭ.</b> Использование численных методов расчета в современных пакетах программ. Практическая реализация численных методов: выбор методов, формирование краевых и начальных условий. МКЭ: понятие о конечных элементах, типы конечных элементов, особенности построения конечно-элементной сетки в особых зонах.	2
2.	<b>Погрешности численных методов при решении инженерных задач.</b> Расчет и сравнительный анализ погрешностей численных методов, реализованных в пакетах Nastran, Kompas, АРМ, на примере решения стандартных инженерных задач. Использование численных методов в современных пакетах программ как «черного ящика»: достоинства, недостатки. Влияние качества инженерной подготовки на анализ результатов численного расчета.	2

3.	Использование численных методов при расчете моделей технологических сельскохозяйственных процессов. Численные алгоритмы расчета контактного взаимодействия модели почвы с клином. Особенности практической реализации алгоритма. Анализ результатов расчета и оценка значений технологических параметров работы почвообрабатывающего орудия. Численные алгоритмы расчета контактного взаимодействия растения с рабочим органом уборочной машины и оценка значений расчетных технологических параметров. Алгоритм численного расчета процесса движения зерна в подвижной сопротивляющейся среде: возможность создания модели совместного движения группы зерен. Оценка результатов расчета технологического процесса сепарирования.	2
	<b>Итого</b>	<b>6</b>

#### 4.3.4. Виды самостоятельной работы слушателей

Виды самостоятельной работы слушателей	Кол-во часов
Самостоятельное изучение отдельных тем и вопросов	4
Подготовка к зачету	2
<b>Итого</b>	<b>6</b>

#### 4.3.5. Содержание самостоятельной работы слушателей

№ п/п	Наименование тем и вопросов	Кол-во часов
1.	МКЭ. Идея, понятия, история развития. Основное уравнение МКЭ.	1
2.	Элементы матричной алгебры. Матричная форма записи уравнений ТУ. Основное уравнение МКЭ. Решение системы линейных уравнений в матричной форме.	1
3.	Уравнения равновесия конечных элементов. Составление уравнений равновесия. Линейный упругий элемент. Система упругих элементов.	2
4.	Библиотека конечных элементов MSC/Patran-Nastran/	2
	<b>Итого</b>	<b>6</b>

## 5. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

### 5.1. Материально-технические условия реализации программы

Материальное оснащение:

№	Наименование специализированных учебных помещений	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	Аудитория № 018	Лекционные занятия	Проектор и мультимедийное оборудование

Для проведения самостоятельной учебной работы предусмотрена внеаудиторная работа слушателей, сопровождающаяся методическим обеспечением.

### 5.2. Учебно-методическое и информационное обеспечение программы

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] : 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).

2. 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).

3. 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>.

4. Жилкин В.А. Элементы прикладной и строительной механики сельхозмашин. Применение программ MathCAD, SCAD, 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>.

5. Построение эпюр внутренних силовых факторов в программном комплексе STRUCTURE CAD для WINDOWS [Электронный ресурс] / сост. Игнатъев А.Г. Челябинск: ЧГАА, 2011.- 20 с. Режим доступа: <http://192.168.2.2/localdocs/sopromat/31.pdf>

6. Жилкин В. А. Построение эпюр внутренних силовых факторов в балках и рамах в программных продуктах SCAD и MathCAD [Электронный ресурс]: методические. Челябинск: Б.и., 2006. 49 с. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/sopromat/11.pdf>.

7. Жилкин В.А. Определение геометрических характеристик поперечных сечений брусков в программных продуктах SCAD, MSC.Patran-Nastran-2005 и MathCAD [Электронный ресурс]: методические указания. Челябинск: ЧГАУ, 2007. 69 с. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/sopromat/6.pdf>.

8. 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>

7. 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>.

### 5.3. Список литературы:

#### 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.

3. Жилкин В.А. Численное решение задач механики сплошной среды в программном комплексе MSC.Patran-Nastran [Электронный ресурс]: учеб. пособие. Челябинск: ЧГАА, 2012. 104 с. Режим доступа: <http://192.168.0.1:8080/localdocs/sopromat/51.pdf>.

4. Замрий, А. А. Проектирование и расчет методом конечных элементов в среде APM Structure3D [Текст] : учебное пособие / А. А. Замрий .— М.: АПМ, 2010 .— 376 с.

#### Дополнительная литература:

1. 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>.

2. Замрий А. А. Проектирование и расчет методом конечных элементов трехмерных конструкций в среде APM Structure3D [Текст]: Учебное пособие. М.: Издательство АПМ, 2004.- 208с.

3. Замрий А. А. Практический учебный курс CAD/CAE система APM WinMachine [Текст]: учебно-методическое пособие / А. А. Замрий. М.: АПМ, 2008.- 144 с.

4. Шелофаст В. В. Основы проектирования машин [Текст]: Учеб.пособие. М.: АПМ, 2000.- 472 с.

#### Периодические издания:

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

журнал», «HARDSOFT+DVD», «Компьютеризация информационных технологий», «КомпьютерПресс», «Информатика и образование», «САПР и графика».

#### **Интернет-ресурсы:**

1. Электронная библиотечная система: [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru)
2. Электронная библиотечная система: [www.IPRbooks.ru](http://www.IPRbooks.ru)
3. Областная универсальная научная библиотека: [www.chelreglib.ru](http://www.chelreglib.ru)
4. Российская государственная библиотека: [www.rsl.ru](http://www.rsl.ru)
5. Российская национальная библиотека: [www.nlr.ru](http://www.nlr.ru)
6. Научная библиотека МГУ им. М. В. Ломоносова: [www.lib.msu.su](http://www.lib.msu.su)
7. Единое окно доступа к учебно-методическим разработкам <https://yoypguy.pф>
8. ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>
9. Университетская библиотека ONLINE <http://biblioclub.ru>

При выполнении различных видов учебной работы используются следующие образовательные технологии: при чтении лекций используются технологии проблемного обучения, дискуссионные формы, анализ и обсуждение ситуаций, проектная деятельность и многие другие методы.

#### **5.4. Кадровое обеспечение реализации дополнительной профессиональной программы повышения квалификации**

Реализация дополнительной профессиональной программы повышения квалификации обеспечена научно-педагогическими кадрами, имеющими базовое образование, соответствующее профилю преподаваемых дисциплин и систематически занимающимися научной и научно-методической деятельностью.

### **6. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ**

Управление ДПО обеспечивает проведение необходимых оценочных процедур, разработку и внедрение моделей оценки качества; учет и дальнейшее использование полученных результатов для модернизации дополнительного профессионального образования.

Оценка качества освоения дополнительных профессиональных программ представлена в Фонде оценочных средств (Приложение 3).





**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Южно-Уральский государственный аграрный университет»**  
**(ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ)**

**Календарный учебный график**

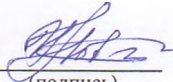
«Прикладная механика и основы расчета, проектирования, конструирования и моделирования систем, деталей и узлов с/х машин»

№	Наименование раздела	Учебные недели						Всего часов
		1						
		Учебные дни						
		1	2	3	4	5	6	
1	Механика сплошных сред	8	4					12
2	Технологии и средства моделирования сред, конструкций и процессов.		2	4	4	2		12
3	Численные методы решения задач механики сплошных сред.					4	8	12
	Тип работы	ТО СРС	ТО СРС	ТО СРС	ТО СРС	ТО СРС	ТО СРС ИА	-
	<b>ИТОГО</b>	8	6	4	4	6	8	36

ТО – теоретическое обучение  
 ПО – практическое обучение  
 СРС – самостоятельная работа слушателя  
 ИА – итоговая аттестация

Даты обучения будут определены в расписании занятий при наборе группы на обучение.

Заместитель начальника Управления ДПО

  
 (подпись)

И.Ю. Новикова

Приложение № 3 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

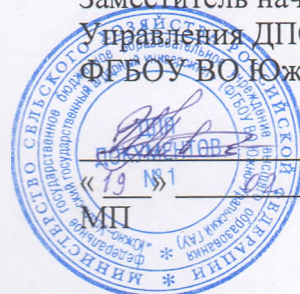
МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Южно-Уральский государственный аграрный университет»  
(ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ)

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель начальника

Управления ДПО

ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ



И.Ю. Новикова

20 18 г.

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Для проведения аттестации обучающихся  
по дополнительной профессиональной программе

«Прикладная механика и основы расчета, проектирования, конструирования и моделирования систем, деталей и узлов с/х машин»

Разработал \_\_\_\_\_ кандидат технических наук, доцент Гутров М.А.  
(подпись) (уч. степень, звание, ФИО)

Троицк  
2018 г.

# 1. КОМПЕТЕНЦИИ С УКАЗАНИЕМ ЭТАПА ИХ ФОРМИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

Контролируемые результаты освоения (компетенции)	Контролируемые результаты обучения по программе		
	повышения квалификации	знания	умения
ПК-6 - способность использовать прикладные программы расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования;	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	выполнение расчетов узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования на прочность с использованием прикладных программ	применение методов расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования на прочность с использованием прикладных программ
ПСК-3.2 - способность проводить теоретические и экспериментальные научные исследования по поиску и проверке новых идей совершенствования технологических процессов и технических средств их осуществления;	основные методы расчета элементов наземных транспортно-технологических машин и их технологического оборудования на прочность при статической и динамической нагрузках, необходимые при совершенствовании технических средств	использование основных методов расчета элементов наземных транспортно-технологических машин и их технологического оборудования на прочность при статической и динамической нагрузках при совершенствовании технических средств	применение основных методов расчета элементов наземных транспортно-технологических машин и их технологического оборудования на прочность при статической и динамической нагрузках при совершенствовании технических средств;
ПСК-3.4 - способность проводить прогнозирование показателей технического уровня технических средств АПК, используя различные методы прогнозирования;	основные понятия и алгоритмы решения задач механики сплошной среды методом конечных элементов, необходимые для прогнозирования показателей технического уровня технических средств;	выполнение расчетов узлов, агрегатов и систем технических средств АПК с использованием метода конечных элементов для прогнозирования показателей их технического уровня;	владение навыками и технологиями расчета узлов, агрегатов и систем технических средств АПК с использованием метода конечных элементов для прогнозирования показателей их технического уровня;
ПСК-3.7 - способность использовать прикладные программы проектно-конструкторских расчетов узлов, агрегатов и систем технических средств АПК;	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;	выполнение проектно-конструкторских расчетов узлов, агрегатов и систем технических средств АПК с использованием прикладных программ методом конечных элементов;	владение навыками и технологиями проектно-конструкторских расчетов узлов, агрегатов и систем технических средств АПК с использованием прикладных программ методом конечных элементов;
ПСК-3.8 - способность разрабатывать с использованием информационных технологий, конструкторско-техническую документацию для производства новых или	методы и технологии разработки с использованием информационных технологий конструкторско-технической документации для производства новых или модернизируемых образцов технических средств АПК;	разработка с использованием информационных технологий конструкторско-техническую документацию для производства новых или модернизируемых образцов технических средств АПК;	навыки разработки с использованием информационных технологий конструкторско-технической документации для производства новых или

модернизируемых образцов технических средств АПК;			модернизируемых образцов технических средств АПК;
ПСК-3.15- способность обеспечить надежность технических средств АПК на стадии их проектирования;	основные понятия и законы механики твердого деформируемого тела, необходимые для обеспечения прочностной надежности узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования;	выполнение расчетов узлов, агрегатов и систем технических средств АПК на прочность для обеспечения их прочностной надежности;	применение методов расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования для обеспечения их прочностной надежности;

## 2. ПОКАЗАТЕЛИ, КРИТЕРИИ И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Наименование компетенций	Критерии и шкала оценивания результатов обучения по модулю			
	Недостаточный уровень	Достаточный уровень	Средний уровень	Высокий уровень
ПК-6 – способность использовать прикладные программы расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования;	Слушатель не знает 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	Слушатель слабо знает 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	Слушатель с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает 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	Слушатель с требуемой степенью полноты и точности знает 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
	Слушатель не умеет производить выполнение расчетов узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования на прочность с использованием прикладных программ	Слушатель частично умеет выполнять расчетов узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования на прочность с использованием прикладных программ	Слушатель с незначительными затруднениями выполняет расчетов узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования на прочность с использованием прикладных программ	Слушатель умеет производить выполнение расчетов узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования на прочность с использованием прикладных программ
	Слушатель не владеет навыками применения методов расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их	Слушатель слабо владеет навыками применения методов расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического	Слушатель с небольшими затруднениями применяет методы расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического	Слушатель свободно владеет навыками применения методов расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их



технических средств АПК, используя различные методы прогнозирования ;	технического уровня технических средств;	технического уровня технических средств;	показателей технического уровня технических средств;	прогнозирования показателей технического уровня технических средств;
	Слушатель не умеет выполнять расчеты узлов, агрегатов и систем технических средств АПК с использованием метода конечных элементов для прогнозирования показателей их технического уровня;	Слушатель частично умеет выполнять расчеты узлов, агрегатов и систем технических средств АПК с использованием метода конечных элементов для прогнозирования показателей их технического уровня;	Слушатель умеет с незначительными затруднениями выполнять расчеты узлов, агрегатов и систем технических средств АПК с использованием метода конечных элементов для прогнозирования показателей их технического уровня;	Слушатель умеет выполнять расчеты узлов, агрегатов и систем технических средств АПК с использованием метода конечных элементов для прогнозирования показателей их технического уровня;
	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;
ПСК-3.7 - способность использовать прикладные программы проектно-конструкторских расчетов узлов, агрегатов и систем технических средств АПК;	Слушатель не знает 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;	Слушатель слабо знает 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;	Слушатель 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 проектно-конструкторских расчетов узлов, агрегатов и систем технических средств;	Слушатель 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 проектно-конструкторских расчетов узлов, агрегатов и систем технических средств;
	Обучающийся не умеет выполнять проектно-конструкторские расчетов узлов, агрегатов и систем технических средств АПК с использованием прикладных программ методом конечных элементов	Слушатель частично умеет выполнять проектно-конструкторские расчетов узлов, агрегатов и систем технических средств АПК с использованием прикладных программ методом конечных элементов	Слушатель с незначительными затруднениями умеет выполнять проектно-конструкторские расчетов узлов, агрегатов и систем технических средств АПК с использованием прикладных программ методом конечных элементов	Слушатель умеет выполнять проектно-конструкторские расчетов узлов, агрегатов и систем технических средств АПК с использованием прикладных программ методом конечных элементов

	Обучающийся не владеет навыками и технологиями проектно-конструкторских расчетов узлов, агрегатов и систем технических средств АПК с использованием прикладных программ методом конечных элементов;	Слушатель слабо владеет навыками и технологиями проектно-конструкторских расчетов узлов, агрегатов и систем технических средств АПК с использованием прикладных программ методом конечных элементов;	Слушатель 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;
ПСК-3.8 - способность разрабатывать с использованием информационных технологий, конструкторско-техническую документацию для производства новых или модернизируемых образцов технических средств АПК;	Слушатель не знает методы и технологии разработки с использованием информационных технологий конструкторско-технической документации для производства новых или модернизируемых образцов технических средств АПК;	Слушатель слабо знает методы и технологии разработки с использованием информационных технологий конструкторско-технической документации для производства новых или модернизируемых образцов технических средств АПК;	Слушатель с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает методы и технологии разработки с использованием информационных технологий конструкторско-технической документации для производства новых или модернизируемых образцов технических средств АПК;	Слушатель с требуемой степенью полноты и точности знает методы и технологии разработки с использованием информационных технологий конструкторско-технической документации для производства новых или модернизируемых образцов технических средств АПК;
	Обучающийся не умеет разрабатывать с использованием информационных технологий конструкторско-техническую документацию для производства новых или модернизируемых образцов технических средств АПК	Слушатель частично умеет разрабатывать с использованием информационных технологий конструкторско-техническую документацию для производства новых или модернизируемых образцов технических средств АПК	Слушатель с незначительными затруднениями умеет разрабатывать с использованием информационных технологий конструкторско-техническую документацию для производства новых или модернизируемых образцов технических средств АПК	Слушатель умеет разрабатывать с использованием информационных технологий конструкторско-техническую документацию для производства новых или модернизируемых образцов технических средств АПК
	Обучающийся не владеет навыками разработки с использованием информационных технологий конструкторско-технической документации для производства новых или модернизируемых образцов технических средств АПК;	Слушатель слабо владеет навыками разработки с использованием информационных технологий конструкторско-технической документации для производства новых или модернизируемых образцов технических средств АПК;	Слушатель с небольшими затруднениями владеет навыками разработки с использованием информационных технологий конструкторско-технической документации для производства новых или модернизируемых образцов технических средств АПК;	Обучающийся свободно владеет навыками разработки с использованием информационных технологий конструкторско-технической документации для производства новых или модернизируемых образцов технических средств АПК;
ПСК-3.15- способность обеспечить надежность технических	Слушатель не знает основные понятия и законы механики твердого деформируемого тела, необходимые для обеспечения прочностной надежности узлов,	Слушатель слабо знает основные понятия и законы механики твердого деформируемого тела, необходимые для обеспечения прочностной надежности узлов,	Слушатель с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает основные понятия и законы механики твердого деформируемого	Слушатель с требуемой степенью полноты и точности знает основные понятия и законы механики твердого деформируемого тела,

средств АПК на стадии их проектирования;	агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования;	агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования;	тела, необходимые для обеспечения прочностной надежности узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования;	необходимые для обеспечения прочностной надежности узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования;
	Обучающийся не умеет выполнять расчеты узлов, агрегатов и систем технических средств АПК на прочность для обеспечения их прочностной надежности;	Слушатель частично умеет выполнять расчеты узлов, агрегатов и систем технических средств АПК на прочность для обеспечения их прочностной надежности;	Слушатель с незначительными затруднениями умеет выполнять расчеты узлов, агрегатов и систем технических средств АПК на прочность для обеспечения их прочностной надежности;	Слушатель умеет выполнять расчеты узлов, агрегатов и систем технических средств АПК на прочность для обеспечения их прочностной надежности;
	Обучающийся не владеет методами расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования для обеспечения их прочностной надежности;	Слушатель слабо владеет методами расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования для обеспечения их прочностной надежности	Слушатель с небольшими затруднениями владеет методами расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования для обеспечения их прочностной надежности	Обучающийся свободно владеет методами расчета узлов, агрегатов и систем транспортно-технологических средств и их технологического оборудования для обеспечения их прочностной надежности



### 3. ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ

№	Тема (модуль)	Самостоятельная работа	Оценочное средство
1	Механика сплошных сред	Работа с публикациями по заданной теме.	Собеседование
2	Технологии и средства моделирования сред, конструкций и процессов.	Работа с публикациями по заданной теме.	Собеседование
3	Численные методы решения задач механики сплошных сред.	Работа с публикациями по заданной теме.	Собеседование
	Итоговый контроль:	-	Зачет

#### 3.1. Зачет

Зачет является формой оценки качества освоения слушателем ДПП. По результатам зачета слушателю выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

Зачет проводится по окончании чтения лекций и выполнения практических занятий. Зачетным является последнее занятие по ДПП. Зачет принимается преподавателями, проводившими практические занятия, или читающими лекции по ДПП.

Формы проведения зачетов (устный опрос по билетам, письменная работа, тестирование и др.) описываются в рабочей программе и доводятся до сведения слушателей в начале обучения.

Для проведения зачета ведущий преподаватель накануне получает в Управлении ДПО ведомость, которая возвращается Управлению ДПО после окончания мероприятия в день проведения зачета или утром следующего дня.

Во время зачета слушатели 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.

Качественная оценка «зачтено», внесенная и зачетную ведомость, является результатом успешного усвоения учебного материала.

Если слушатель не явился на зачет или отказался от прохождения аттестации в связи с неподготовленностью, то в зачетную ведомость ему выставляется оценка «не зачтено».

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 слушателя из аудитории и проставить ему в ведомости оценку «не зачтено».

Слушателям, не сдавшим зачет в установленные сроки по уважительной причине, индивидуальные сроки проведения зачета определяются приказом ректора Университета.

Шкала и критерии оценивания ответа слушателя представлены в таблице.

Шкала	Критерии оценивания
Оценка «зачтено»	Слушатель показал знания основных положений программы, умение решать конкретные практические задачи, предусмотренные программой, ориентироваться в рекомендованной справочной литературе, умеет правильно оценивать полученные результаты расчетов и эксперимента.
Оценка «не зачтено»	При ответе слушателя выявились существенные пробелы в знаниях основных положений программы, неумение с помощью преподавателя получить правильное решение конкретной практической задачи из числа предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины

### Вопросы к зачету

1. Общая характеристика метода конечных элементов.
2. Элементы матричной алгебры. Понятие матрицы. Транспонирование матрицы. Сложение и вычитание матриц. Умножение матриц. Обращение матрицы. Определение детерминанта матрицы. Решение системы линейных уравнений в матричной форме.
3. Физические основы анализа конструкций. Тензор напряжений. Условие прочности. Вектор перемещений и тензор деформаций.
4. Основные соотношения теории упругости в матричной форме при плоском напряженном состоянии, плоском деформированном состоянии.
5. Основные этапы анализа сложных конструкций МКЭ.
6. Общие понятия о конечно-элементном расчете конструкций. Этапы построения дискретной модели. Этапы практической реализации МКЭ.
7. Понятие конечного элемента. Приведение системы сил конечного элемента. Характеристика упругих свойств конечного элемента. Уравнение равновесия конечного элемента.
8. Типы КЭ. Одномерный элемент. Двумерный элемент. Трехмерный элемент.
9. Построение сетки КЭ. Задание граничных условий. Классификация КЭ по свойствам. Одномерный симплекс-элемент. Функции формы КЭ. Двумерный симплекс-элемент. Трехмерный симплекс-элемент.
10. Уравнение равновесия и матрица жесткости линейного упругого КЭ, системы упругих элементов, стержневого элемента, балочного элемента.
11. Библиотека конечных элементов системы MSC/Patran-Nastran: одномерные, плоские, объемные элементы.
12. Задание свойств материалов и задание нагрузок в Patran-Nastran. Создание геометрических объектов. Функции при разработке геометрических объектов
13. Определение свойств элемента в Patran-Nastran. Способы создания сетки КЭ и задание граничных условий в Patran-Nastran. Задание нагрузок.
14. Выполнение расчета модели в Patran-Nastran. Способы просмотра результатов расчета.
15. Методы решения плоской и объемной задачи в Patran-Nastran.
16. Гипотезы механики сплошной среды.
17. Плоская задача теории упругости в прямоугольных координатах. Дифференциальные уравнения равновесия Коши-Навье. Напряжения на произвольных площадках. Главные напряжения. Инварианты напряженного состояния. Наибольшие касательные напряжения. Октаэдрические напряжения.
18. Теория деформаций и перемещений. Зависимости между деформациями и перемещениями (Коши). Уравнения неразрывности деформаций (Сен-Венана). Понятие о тензорах напряжений и деформаций. Линейная деформация по произвольному направлению в плоскостях, параллельных плоскости. Уравнения неразрывности деформаций.
19. Физические уравнения. Зависимости между деформациями и напряжениями для изотропного тела (обобщенный закон Гука). Упругая потенциальная энергия. Пути решения прямой задачи теории упругости.
20. Решенные задачи ТУ: Действие сосредоточенной силы на вершину бесконечного треугольного клина. Действие сосредоточенной силы на полупространство. Расчет балки-стенки. Изгиб пластин средней толщины.

