

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "УДМУРТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"**

Рег. № 000005867



Кафедра эксплуатации и ремонта машин

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Наименование дисциплины (модуля): Надежность систем и механизмов

Уровень образования: Магистратура

Направление подготовки: 35.04.06 Агроинженерия

Профиль подготовки: Технологии и оборудование пищевых производств  
Очная

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия (приказ № 709. от 26.07.2017 г.)

Разработчики:

Новикова Л. Я., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Федоров О. С., кандидат технических наук, заведующий кафедрой

Программа рассмотрена на заседании кафедры, протокол № 01 от 30.08.2023 года

## 1. Цель и задачи изучения дисциплины

Цель изучения дисциплины - приобретение студентами знаний по оценке надежности систем и механизмов, разработке и осуществлению мероприятий по ее повышению.

Задачи дисциплины:

- изучение основ теории надежности машин, оборудования и технических систем.;
- изучение правил проведения испытаний машин на надежность и методов оценки уровня их надежности..

## 2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Надежность систем и механизмов» относится к базовой части учебного плана.

Дисциплина изучается на 2 курсе, в 3 семестре.

Изучению дисциплины «Надежность систем и механизмов» предшествует освоение дисциплин (практик):

Проектирование, моделирование и конструирование в агроинженерии;  
Средства технологического оснащения пищевых и перерабатывающих предприятий;  
Инновации в сфере пищевой биотехнологии.

Освоение дисциплины «Надежность систем и механизмов» является необходимой основой для последующего изучения дисциплин (практик):

Энергосберегающие технологии в агроинженерии;  
Системы менеджмента качества в агроинженерии.

В процессе изучения дисциплины студент готовится к видам профессиональной деятельности и решению профессиональных задач, предусмотренных ФГОС ВО и учебным планом.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций:

### - УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла

Знания, умения, навыки, формируемые по компетенции в рамках дисциплины, и индикаторы освоения компетенций

Студент должен знать:

Знает возможные пути (алгоритмы) внедрения в практику результатов проекта (или осуществляет его внедрение)

Студент должен уметь:

Способен видеть образ результата деятельности и планировать последовательность шагов для достижения данного результата

Формирует план-график реализации проекта в целом и план контроля его выполнения

Организует и координирует работу участников проекта, способствует конструктивному преодолению возникающих разногласий и конфликтов, обеспечивает работу команды необходимыми ресурсами

Представляет публично результаты проекта (или отдельных его этапов) в форме отчетов, статей, выступлений на научно-практических семинарах и конференциях

Студент должен владеть навыками:

Владеет возможностью разработки концепции проекта в рамках обозначенной проблемы, формулируя цель, задачи, актуальность, значимость (научную, практическую, методическую и иную в зависимости от типа проекта), ожидаемые результаты и возможные сферы их применения

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы (очная форма обучения)

Вид учебной работы	Всего часов	Третий семестр

<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>46</b>	<b>46</b>
Практические занятия	20	20
Лекционные занятия	12	12
Лабораторные занятия	14	14
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>35</b>	<b>35</b>
<b>Виды промежуточной аттестации</b>	<b>27</b>	<b>27</b>
Экзамен	27	27
<b>Общая трудоемкость часы</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>Общая трудоемкость зачетные единицы</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

## 5. Содержание дисциплины

### Тематическое планирование (очное обучение)

Номер темы/раздела	Наименование темы/раздела	Всего часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
	<b>Третий семестр, Всего</b>	<b>81</b>	<b>12</b>	<b>20</b>	<b>14</b>	<b>35</b>
<b>Раздел 1</b>	<b>Термины, определения и показатели надежности</b>	<b>42</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>18</b>
Тема 1	Основные понятия и положения	4	2			2
Тема 2	Методы расчета показателей надежности технических систем	6	4			2
Тема 3	Расчет показателей надежности изделий статистическим методом по данным исходной информации	6			4	2
Тема 4	Расчет показателей безотказности сельскохозяйственных машин.	6			4	2
Тема 5	Расчет показателей надежности графическим методом	4		2		2
Тема 6	Определение показателей безотказности	4		2		2
Тема 7	Определение показателей долговечности	4		2		2
Тема 8	Вычисление показателей надежности по опытным данным	4		2		2
Тема 9	Показатели надежности технологических систем	4		2		2
<b>Раздел 2</b>	<b>Физические основы надежности машин</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>4</b>		<b>3</b>
Тема 10	Физические основы надежности технических систем	4	2			2
Тема 11	Расчет технического ресурса звена гусеницы трактора класса 30 кН по результатам стендовых испытаний.	5		4		1
<b>Раздел 3</b>	<b>Оценка надежности машин по результатам испытаний и наблюдений</b>	<b>30</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>14</b>

Тема 12	Испытание машин на надежность	4	2			2
Тема 13	Планирование испытаний	4		2		2
Тема 14	Определение износа и остаточного ресурса детали методом индивидуального прогнозирования.	6			4	2
Тема 15	Методы повышения надежности технических систем	4	2			2
Тема 16	Определение полного ресурса сопряжения и допустимых без ремонта размеров сопрягаемых деталей в месте их наибольших износов.	4			2	2
Тема 17	Оценка надежности систем и их элементов с различными схемами резервирования. Оценка эффективности резервирования и повышения надежности машин	4		2		2
Тема 18	Расчет потребности в запасных частях .	4		2		2

На промежуточную аттестацию отводится 27 часов.

### Содержание дисциплины (очное обучение)

Номер темы	Содержание темы
Тема 1	Понятие о качестве и надежности машин. Формирование высокого уровня надежности с/х техники -важнейшая задача повышения качества технических систем. Предмет и задачи дисциплины. Взаимосвязь дисциплины со смежными дисциплинами и ее место в подготовке инженера - механика.
Тема 2	Математический аппарат теории надежности. Основные понятия, термины и определения в теории надежности. Факторы, влияющие на надежность машин. Изделие, система, элемент, объект. Понятия о дефекте, повреждении, отказе, восстановлении и ремонте. Классификация отказов.
Тема 3	Структура надежности, определение и ее свойства. Показатели безотказности объектов Классификация показателей надежности (единичные и комплексные; расчетные, экспериментальные и экстраполированные; групповые и индивидуальные).
Тема 4	Единичные показатели безотказности: вероятность безотказной работы, интенсивность отказов, параметр потока отказов, средняя наработка на отказ, средняя наработка до отказа, гамма-процентная наработка до отказа.
Тема 5	Расчет показателей надежности изделий статистическим методом по данным исходной информации
Тема 6	Определение безотказности. Понятие о наработке. Единичные показатели безотказности: вероятность безотказной работы, интенсивность отказов, параметр потока отказов, средняя наработка на отказ, средняя наработка до отказа, гамма-процентная наработка до отказа.
Тема 7	Показатели долговечности и сохраняемости. Определение долговечности. Различие понятий долговечности и безотказности. Единичные показатели долговечности: средние, гамма - процентные ресурсы и сроки службы. Понятие о назначенном ресурсе и сроке службы.
Тема 8	Коэффициент готовности, коэффициент оперативной готовности: определения, аналитические и статистические зависимости для вычисления их значений. Оцениваемые ими свойства надежности.
Тема 9	Показатели надежности технологических систем

Тема 10	Виды трения и их характеристика Законы, характеризующие работоспособность транспортных средств, технологических машин и оборудования. Причины нарушения работоспособности машин. Классификация видов трения и смазки. Понятие об изнашивании и износе. Виды изнашивания и их характеристика Классификация видов изнашивания и их физиче-ская сущность. Характеристики и закономерности изнашивания. Методы и средства определения износов. Методы повышения износостойкости. Усталостное разрушение деталей машин. Сущность этого вида разрушения. Методы повышения усталост-ной прочности деталей. Оценка предельного состояния деталей Другие виды повреждения деталей. Потеря физико-механических свойств материалов, коррозия и ее характеристики, методы и средства определения. Предельные значения износов и повреждений. Технические, технико-экономические и технологиче-ские критерии предельного состояния деталей и соединений и методы их обоснования. Допустимые при ремонте значения параметров деталей и соединений.
Тема 11	Расчет технического ресурса звена гусеницы трактора класса 30 кН по результатам стендовых испытаний.
Тема 12	Назначение испытаний. Классификация испытаний на надежность.
Тема 13	Планирование испытаний на надежность. Рекомендуемые планы испытаний на надежность и методы их выбора. Определение числа испытываемых образцов.
Тема 14	Прогнозирование показателей надежности. Организация проведения испытаний. Виды испытаний и их характеристика Назначение и классификация испытаний на надеж-ность, планы испытаний.
Тема 15	Обеспечение высокого первоначального уровня надежности при конструировании машин. Технологические методы обеспечения доремонтного уровня надежности машин. Технологические методы обеспечения послеремонтного уровня надежности. Обеспечение и повышение надежности при эксплуатации техники.
Тема 16	Определение полного ресурса сопряжения и допустимых без ремонта размеров сопрягаемых деталей в месте их наибольших износов.
Тема 17	Оценка надежности систем и их элементов с различными схемами резервирования. Оценка эффективности резервирования и повышения надежности машин
Тема 18	Расчет потребности в запасных частях Обоснование периодичности проведения технического обслуживания и ремонтов

## **6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

### **Литература для самостоятельной работы студентов**

1. Тельнов Н. Ф., Ачкасов К. А., Курчаткин В. В., Савченко В. И., Бугаев В. Н., Батищев А. Н., Богачев Б. А., Очковский Н. А. Надежность и ремонт машин: ред. Курчаткин В. В. - Москва: Колос, 2000. - 772 с. (54 экз.)

### **Вопросы и задания для самостоятельной работы (очная форма обучения)**

#### **Третий семестр (35 ч.)**

Вид СРС: Работа с рекомендуемой литературы (25 ч.)

Самостоятельное изучение вопроса, согласно рекомендуемой преподавателем основной и дополнительной литературы.

Вид СРС: Доклад, сообщение (подготовка) (10 ч.)

Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

### 7. Тематика курсовых работ(проектов)

Курсовые работы (проекты) по дисциплине не предусмотрены.

## 8. Фонд оценочных средств для текущего контроля и промежуточной аттестации

### 8.1. Компетенции и этапы формирования

Коды компетенций	Этапы формирования		
	Курс, семестр	Форма контроля	Разделы дисциплины
УК-2	2 курс, Третий семестр	Экзамен	Раздел 1: Термины, определения и показатели надежности.
УК-2	2 курс, Третий семестр	Экзамен	Раздел 2: Физические основы надежности машин.
УК-2	2 курс, Третий семестр	Экзамен	Раздел 3: Оценка надежности машин по результатам испытаний и наблюдений.

### 8.2. Показатели и критерии оценивания компетенций, шкалы оценивания

В рамках изучаемой дисциплины студент демонстрирует уровни овладения компетенциями:

**Повышенный уровень:**

Достигнутый уровень оценки результатов обучения является основой для формирования компетенций, соответствующих требованиям ФГОС. Обучающиеся способны использовать сведения из различных источников для успешного исследования и поиска решения в нестандартных практико-ориентированных ситуациях.

**Базовый уровень:**

Обучающиеся продемонстрировали результаты на уровне осознанного владения знаниями, умениями, навыками. Обучающиеся способны анализировать, проводить сравнение и обоснование выбора методов решения заданий в практико-ориентированных ситуациях.

**Пороговый уровень:**

Достигнутый уровень оценки результатов обучения показывает, что обучающиеся обладают необходимой системой знаний и владеют некоторыми умениями по дисциплине. Обучающиеся способны понимать и интерпретировать освоенную информацию, что является основой успешного формирования умений и навыков для решения практико-ориентированных задач.

**Уровень ниже порогового:**

Результаты обучения свидетельствуют об усвоении ими некоторых элементарных знаний основных вопросов по дисциплине. Допущенные ошибки и неточности показывают, что студенты не овладели необходимой системой знаний по дисциплине.

Уровень сформированности	Шкала оценивания для промежуточной аттестации
--------------------------	---

компетенции	Экзамен (дифференцированный зачет)	Зачет
Повышенный	5 (отлично)	зачтено
Базовый	4 (хорошо)	зачтено
Пороговый	3 (удовлетворительно)	зачтено
Ниже порогового	2 (неудовлетворительно)	не зачтено

#### Критерии оценки знаний студентов по дисциплине

##### Оценка Хорошо:

Полнота знаний: уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, допущено несколько негрубых ошибок.

Наличие умений: продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, некоторые с недочетами.

Наличие навыков (владение опытом): продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.

Характеристика сформированности компетенций:

- сформированность компетенции в целом соответствует требованиям;
- имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач.

Уровень сформированности компетенций: средний.

##### Оценка Удовлетворительно:

Полнота знаний: минимально допустимый уровень знаний, допущено много негрубых ошибок.

Наличие умений: продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме.

Наличие навыков (владение опытом): имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.

Характеристика сформированности компетенций:

- сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям;
- имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач.

Уровень сформированности компетенций: ниже среднего.

##### Оценка Неудовлетворительно:

Полнота знаний: уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки.

Наличие умений: при решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки.

Наличие навыков (владение опытом): при решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имели место грубые ошибки.

Характеристика сформированности компетенций:

- компетенция в полной мере не сформирована;
- имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач.

Уровень сформированности компетенций: низкий.

##### Оценка Не зачтено:

Полнота знаний: уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки.  
Наличие умений: при решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки.

Наличие навыков (владение опытом): при решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имели место грубые ошибки.

Характеристика сформированности компетенций:

- компетенция в полной мере не сформирована;
- имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач.

Уровень сформированности компетенций: низкий.

Оценка Зачтено:

Полнота знаний: не ниже минимально допустимого уровня знаний, возможен допуск множества негрубых ошибок.

Наличие умений: умения сформированы не ниже демонстрации основных умений, решения типовых задач с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме.

Наличие навыков (владение опытом): как минимум имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.

Характеристика сформированности компетенций:

- сформированность компетенции не ниже минимальных требований;
- имеющихся знаний, умений, навыков как минимум достаточно для решения практических (профессиональных) задач, возможно требуется дополнительная практика по большинству практических задач.

Уровень сформированности компетенций: минимальный уровень ниже среднего.

Оценка Отлично:

Полнота знаний: уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.

Наличие умений: продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.

Наличие навыков (владение опытом): продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.

Характеристика сформированности компетенций:

- сформированность компетенции полностью соответствует требованиям;
- имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач.

Уровень сформированности компетенций: высокий.

### **8.3. Типовые вопросы, задания текущего контроля**

Раздел 1: Термины, определения и показатели надежности

УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла

1. Взаимосвязь качества и надежности машин. Определение надежности. Обосновать необходимость применения в теории надежности аппарата математической статистики и теории вероятностей.

2. Сущность и причины обострения проблемы надежности.

3. Понятие об эксплуатации и системе технического обслуживания и ремонта

4. Понятие о технической системе, ее элементах и объекте. Техническое состояние объекта, дефекты.

5. Виды состояний, их определения и соотношения между ними.

6. Виды объектов, их определения и соотношения между ними.

7. Повреждение, отказ, переход в предельное состояние, восстановление и ремонт. Их определения и соотношения между ними.

8. Классификация отказов.

9. Надежность, как комплексное свойство объектов. Структура надежности.

10. Показатели надежности, их классификация и определения.



## Раздел 2: Физические основы надежности машин

УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла

1. Причины нарушения работоспособности машин.
2. Классификация видов трения и смазки.
3. Понятие об изнашивании и износе.
4. Классификация видов изнашивания деталей и их краткая характеристика.
5. Сущность, механизм абразивного изнашивания и методы его снижения.
6. Сущность, механизм усталостного изнашивания и методы его снижения.
7. Сущность, механизм кавитационного изнашивания и методы борьбы с ним.
8. Сущность и механизм изнашивания при заедании (молекулярно-механического изнашивания), его разновидности и методы борьбы с ним.
9. Сущность и механизм протекания фреттинг-коррозии, методы борьбы с ней.
10. Сущность, механизм усталостного разрушения и методы борьбы с ним.

## Раздел 3: Оценка надежности машин по результатам испытаний и наблюдений

УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла

1. Назначение и классификация испытаний на надежность.
2. Виды испытаний на надежность.
3. Планы испытаний на надежность.
4. Характеристики, оцениваемые при испытании на надежность.
5. Определение числа испытываемых объектов.
6. Ускоренные испытания. Методы и средства ускоренных испытаний.
7. Испытания машин на полигонах и машиноиспытательных станциях.
8. Испытания машин на износостойкость, усталостную и коррозионную стойкость.
9. Контрольные испытания на надежность.
10. Методы и средства диагностирования технического состояния машин.

### 8.4. Вопросы промежуточной аттестации

#### Третий семестр (Экзамен, УК-2)

1. Взаимосвязь качества и надежности машин. Определение надежности. Обосновать необходимость применения в теории надежности аппарата математической статистики и теории вероятностей.
2. Сущность и причины обострения проблемы надежности.
3. Понятие об эксплуатации и системе технического обслуживания и ремонта.
4. Понятие о технической системе, ее элементах и объекте. Техническое состояние объекта, дефекты.
5. Виды состояний, их определения и соотношения между ними.
6. Виды объектов, их определения и соотношения между ними.
7. Повреждение, отказ, переход в предельное состояние, восстановление и ремонт. Их определения и соотношения между ними.
8. Классификация отказов.
9. Надежность, как комплексное свойство объектов. Структура надежности.
10. Показатели надежности, их классификация и определения.
11. Определение безотказности, единицы измерения наработки. Виды законов распределения наработки и графики плотности их распределения.
12. Вероятность безотказной работы, вероятность отказа, плотность вероятности отказа. Их определения, взаимосвязи и зависимости для статистических оценок.
13. Интенсивность отказов - определение и зависимость для статистической оценки. Основной закон надежности.
14. Аналитический вид основного закона надежности для экспоненциального распределения и распределения Вейбулла.

15. Аналитический вид основного закона надежности для нормального распределения.
16. Средняя наработка до отказа: определение, аналитические зависимости для ее вычисления в условиях ЭЗР, НЗР, ЗРВ и зависимость для ее статистической оценки.
17. Гамма-процентная наработка до отказа: определение, аналитические зависимости для ее вычисления в условиях ЭЗР, НЗР и ЗРВ.
18. Параметр потока отказов: определение, аналитическая и статистическая зависимости для его вычисления.
19. Понятие о простейшем потоке отказов, его свойства. Вычисление параметра потока отказов для простейшего потока.
20. Средняя наработка на отказ: определение, аналитическая и статистическая зависимости для ее вычисления.
21. Вероятность безотказной работы восстанавливаемых объектов: определение, аналитическая и статистическая зависимости.
22. Дать определения долговечности и предельного состояния объекта. Установить различие в понятиях долговечность и безотказность.
23. Дать определения ресурсу и сроку службы. Привести статистические и аналитические зависимости для среднего ресурса и среднего срока службы.
24. Гамма-процентные показатели долговечности: определения, аналитические зависимости для нормального закона и закона распределения Вейбулла.
25. Порядок определения статистической оценки гамма-процентных показателей долговечности. Понятие о назначенном ресурсе и назначенном сроке службы.
26. Сохраняемость, срок сохраняемости, показатели сохраняемости, зависимости для их определения
27. Дать определение ремонтпригодности. Дать характеристику свойств ремонтпригодности: контролепригодности, легкоъемности, доступности, блочности, взаимозаменяемости.
28. Дать определение ремонтпригодности. Установить связь показателей ремонтпригодности с показателями процессов ТО и Р.
29. Определение вероятности восстановления, аналитическая и статистическая зависимости для вычисления этого показателя.
30. Интенсивность восстановления: дать определение и вывести общую аналитическую зависимость, устанавливающую связь вероятности с интенсивностью восстановления.
31. Привести аналитические зависимости вероятности восстановления и плотности вероятности восстановления для ЭЗР и ЗРВ.
32. Среднее и гамма-процентное время восстановления: определения, аналитические и статистические зависимости для вычисления их значений.
33. Коэффициент готовности, коэффициент оперативной готовности: определения, аналитические и статистические зависимости для вычисления их значений. Оцениваемые ими свойства надежности.
34. Коэффициент технического использования, коэффициент сохранения эффективности: определения, аналитические и статистические зависимости для вычисления их значений. Оцениваемые ими свойства надежности.
35. Причины нарушения работоспособности машин.
36. Классификация видов трения и смазки.
37. Понятие об изнашивании и износе.
38. Классификация видов изнашивания деталей и их краткая характеристика.
39. Сущность, механизм абразивного изнашивания и методы его снижения.
40. Сущность, механизм усталостного изнашивания и методы его снижения.
41. Сущность, механизм кавитационного изнашивания и методы борьбы с ним.
42. Сущность и механизм изнашивания при заедании (молекулярно-механического изнашивания), его разновидности и методы борьбы с ним.
43. Сущность и механизм протекания фреттинг-коррозии, методы борьбы с ней.

44. Сущность, механизм усталостного разрушения и методы борьбы с ним.
45. Методы и средства определения износов.
46. Методы снижения интенсивности изнашивания.
47. Методы повышения усталостной прочности деталей.
48. Критерии и методы обоснования предельного состояния деталей и соединений.
49. Допустимые при ремонте значения параметров деталей и соединений.
50. Порядок определения остаточного и полного ресурсов деталей.
51. Назначение и классификация испытаний на надежность.
52. Виды испытаний на надежность.
53. Планы испытаний на надежность.
54. Характеристики, оцениваемые при испытании на надежность.
55. Определение числа испытываемых объектов.
56. Ускоренные испытания. Методы и средства ускоренных испытаний.
57. Испытания машин на полигонах и машиноиспытательных станциях.
58. Испытания машин на износостойкость, усталостную и коррозионную стойкость.
59. Контрольные испытания на надежность.
60. Методы и средства диагностирования технического состояния машин.
61. Прогнозирование показателей надежности.
62. Организация и проведение испытаний.
63. Задачи сбора и обработки информации, содержание донесений об отказах машин. Несчетные отказы.
64. Генеральная и выборочная статистические совокупности. Требования к выборочной совокупности. Полная, усеченная и многократно усеченная информация о надежности объектов.
65. Общая методика обработки полной информации при оценке показателей надежности.
66. Анализ исходной статистической информации о надежности, составление вариационного и статистического рядов.
67. Определение числовых характеристик показателей надежности (среднего значения, среднеквадратического отклонения и коэффициента вариации) по вариационному и статистическому рядам.
68. Определение однородности статистической информации о надежности объектов.
69. Построение гистограммы, полигона опытных вероятностей и кривой накопленных опытных вероятностей при оценке показателей надежности объектов.
70. Выдвижение гипотезы о нормальном законе распределения и выравнивание опытной информации теоретическим законом при оценке показателей надежности объектов.
71. Выдвижение гипотезы о предполагаемом законе распределения и выравнивание опытной информации теоретическим законом распределения Вейбулла при оценке показателей надежности объектов.
72. Проверка правдоподобия выдвинутой гипотезы о предполагаемом законе распределения: сущность и критерии согласия.
73. Интервальная оценка и оценка ошибки переноса показателей надежности.
74. Сущность графических методов обработки информации о надежности объектов.
75. Определение условных порядковых номеров объектов и накопленных опытных вероятностей достижения ими предельного состояния при оценке надежности графическим методом.
76. Вычисление координат опытных точек в миллиметрах, соответствующих значениям наработки и функции нормального распределения при оценке надежности графическим методом.
77. Вычисление координат опытных точек в миллиметрах, соответствующих значениям наработки и функции распределения Вейбулла при оценке надежности графическим методом.

78. Определение параметров распределения Вейбулла при оценке надежности графическим методом.
79. Определение параметров нормального распределения при оценке надежности графическим методом.
80. Определение качества восстановления деталей по среднему межремонтному ресурсу.

### **8.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Контроль знаний студентов по дисциплине проводится в устной и письменной форме, предусматривает текущий и промежуточный контроль. Методы контроля: - тестовая форма контроля; - устная форма контроля – опрос и общение с аудиторией по поставленной задаче в устной форме; - решение определенных заданий (задач) по теме практического материала в конце практического занятия, в целях эффективности усвояемости материала на практике. - поощрение индивидуальных заданий, в которых студент проработал самостоятельно большое количество дополнительных источников литературы. Текущий контроль предусматривает устную форму опроса студентов и письменный экспресс-опрос по окончании изучения каждой темы.

### **9. Перечень учебной литературы**

1. Тельнов Н. Ф., Ачкасов К. А., Курчаткин В. В., Савченко В. И., Бугаев В. Н., Батищев А. Н., Богачев Б. А., Очковский Н. А. Надежность и ремонт машин: ред. Курчаткин В. В. - Москва: Колос, 2000. - 772 с. (54 экз.)
2. Ефремов И. В. Надежность технических систем и техногенный риск [Электронный ресурс]: учебное пособие, - Оренбург: ОГУ, 2013. - 163 с. - Режим доступа: <https://lib.rucont.ru/efd/227437/info>
3. Махутов А. А. Надежность машин [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов вузов по направлению подготовки 110800 Агроинженерия, - Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2011. - 192 с. - Режим доступа: <https://lib.rucont.ru/efd/640645/info>

### **10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет**

1. <http://lib.rucont.ru> - ЭБС «Руконт»
2. <http://elib.udsau.ru/> - библиотека электронных учебных пособий Удмуртского ГАУ
3. [portal.udsau.ru](http://portal.udsau.ru) - Портал Удмуртского ГАУ с библиотекой учебных пособий, информацией об успеваемости, ВКР, расписаниями учебных занятий и преподавателей
4. <http://elibrary.ru/> - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU

### **11. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины (модуля)**

Перед изучением дисциплины студенту необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, изучить перечень рекомендуемой литературы, приведенной в рабочей программе дисциплины. Для эффективного освоения дисциплины рекомендуется посещать все виды занятий в соответствии с расписанием и выполнять все домашние задания в установленные преподавателем сроки. В случае пропуска занятий по уважительным причинам, необходимо

получить у преподавателя индивидуальное задание по пропущенной теме. Полученные знания и умения в процессе освоения дисциплины студенту рекомендуется применять для решения задач, не обязательно связанных с программой дисциплины. Владение компетенциями дисциплины в полной мере будет подтверждаться Вашим умением ставить конкретные задачи, выявлять существующие проблемы, решать их и принимать на основе полученных результатов оптимальные решения. Основными видами учебных занятий для студентов по учебной дисциплине являются: занятия лекционного типа, занятия семинарского типа и самостоятельная работа студентов.

Формы работы	Методические указания для обучающихся
Лекционные занятия	<p>Работа на лекции является очень важным видом деятельности для изучения дисциплины, т.к. на лекции происходит не только сообщение новых знаний, но и систематизация и обобщение накопленных знаний, формирование на их основе идейных взглядов, убеждений, мировоззрения, развитие познавательных и профессиональных интересов.</p> <p>Краткие записи лекций (конспектирование) помогает усвоить материал. Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Конспект лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Принципиальные места, определения, формулы следует сопровождать замечаниями: «важно», «особо важно», «хорошо запомнить» и т.п. Прослушивание и запись лекции можно производить при помощи современных устройств (диктофон, ноутбук, нетбук и т.п.).</p> <p>Работая над конспектом лекций, всегда следует использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор, в том числе нормативно-правовые акты соответствующей направленности. По результатам работы с конспектом лекции следует обозначить вопросы, термины, материал, который вызывают трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на занятии семинарского типа.</p> <p>Лекционный материал является базовым, с которого необходимо начать освоение соответствующего раздела или темы.</p>
Лабораторные занятия	<p>При подготовке к занятиям и выполнении заданий студентам следует использовать литературу из рекомендованного списка, а также руководствоваться указаниями и рекомендациями преподавателя.</p> <p>Перед каждым занятием студент изучает план занятия с перечнем тем и вопросов, списком литературы и домашним заданием по вынесенному на занятие материалу.</p> <p>Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к занятию и выполнению домашних заданий:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проработать конспект лекций;</li> <li>- проанализировать литературу, рекомендованную по изучаемому разделу (модулю);</li> <li>- изучить решения типовых задач (при наличии);</li> <li>- решить заданные домашние задания;</li> <li>- при затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.</li> </ul> <p>В конце каждого занятия типа студенты получают «домашнее задание» для закрепления пройденного материала. Домашние задания необходимо выполнять к каждому занятию. Сложные вопросы можно вынести на обсуждение на занятии семинарского типа или на индивидуальные консультации.</p>
Самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа студентов является составной частью их учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков, поиск и приобретение новых знаний.</p>

	<p>Самостоятельная работа студентов включает в себя освоение теоретического материала на основе лекций, рекомендуемой литературы; подготовку к занятиям семинарского типа в индивидуальном и групповом режиме. Советы по самостоятельной работе с точки зрения использования литературы, времени, глубины проработки темы и др., а также контроль за деятельностью студента осуществляется во время занятий.</p> <p>Целью преподавателя является стимулирование самостоятельного, углублённого изучения материала курса, хорошо структурированное, последовательное изложение теории на занятиях лекционного типа, отработка навыков решения задач и системного анализа ситуаций на занятиях семинарского типа, контроль знаний студентов.</p> <p>Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь на текущей консультации или на ближайшей лекции за помощью к преподавателю.</p> <p>Помимо самостоятельного изучения материалов по темам к самостоятельной работе обучающихся относится подготовка к практическим занятиям, по результатам которой представляется отчет преподавателю и проходит собеседование.</p> <p>При самостоятельной подготовке к практическому занятию обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- организует свою деятельность в соответствии с методическим руководством по выполнению практических работ;</li> <li>- изучает информационные материалы;</li> <li>- подготавливает и оформляет материалы практических работ в соответствии с требованиями.</li> </ul> <p>В результате выполнения видов самостоятельной работы происходит формирование компетенций, указанных в рабочей программы дисциплины (модуля).</p>
<p>Практические занятия</p>	<p>Формы организации практических занятий определяются в соответствии со специфическими особенностями учебной дисциплины и целями обучения. Ими могут быть: выполнение упражнений, решение типовых задач, решение ситуационных задач, занятия по моделированию реальных условий, деловые игры, игровое проектирование, имитационные занятия, выездные занятия в организации (предприятия), занятия-конкурсы и т.д. При устном выступлении по контрольным вопросам семинарского занятия студент должен излагать (не читать) материал выступления свободно.</p> <p>Необходимо концентрировать свое внимание на том, что выступление должно быть обращено к аудитории, а не к преподавателю, т.к. это значимый аспект формируемых компетенций.</p> <p>По окончании семинарского занятия обучающемуся следует повторить выводы, полученные на семинаре, проследив логику их построения, отметив положения, лежащие в их основе. Для этого обучающемуся в течение семинара следует делать пометки. Более того, в случае неточностей и (или) непонимания какого-либо вопроса пройденного материала обучающемуся следует обратиться к преподавателю для получения необходимой консультации и разъяснения возникшей ситуации.</p> <p>При подготовке к занятиям студентам следует использовать литературу из рекомендованного списка, а также руководствоваться указаниями и рекомендациями преподавателя.</p>

Перед каждым занятием студент изучает план занятия с перечнем тем и вопросов, списком литературы и домашним заданием по вынесенному на занятие материалу.

Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к занятию и выполнению домашних заданий:

- проработать конспект лекций;
- проанализировать литературу, рекомендованную по изучаемому разделу (модулю);
- изучить решения типовых задач (при наличии);
- решить заданные домашние задания;
- при затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.

В конце каждого занятия студенты получают «домашнее задание» для закрепления пройденного материала. Домашние задания необходимо выполнять к каждому занятию. Сложные вопросы можно вынести на обсуждение на занятии или на индивидуальные консультации.

### **Описание возможностей изучения дисциплины лицами с ОВЗ и инвалидами**

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, услуги ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано совместно с другими обучающимися, а так же в отдельных группах.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимся с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

В целях доступности получения высшего образования по образовательной программе лицами с ограниченными возможностями здоровья при освоении дисциплины (модуля) обеспечивается:

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
- письменные задания, а также инструкции о порядке их выполнения оформляются увеличенным шрифтом,
- специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы (имеющие крупный шрифт или аудиофайлы),
- индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс,
- при необходимости студенту для выполнения задания предоставляется увеличивающее устройство;

2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающемуся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- обеспечивается надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата (в том числе с тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
- по желанию обучающегося задания могут выполняться в устной форме.

## **12. Перечень информационных технологий**

Информационные технологии реализации дисциплины включают

### **12.1 Программное обеспечение**

1. Операционная система: Microsoft Windows 10 Professional. По подписке для учебного процесса. Последняя доступная версия программы. Astra Linux Common Edition. Договор №173-ГК/19 от 12.11.2019 г.
2. Базовый пакет программ Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint). Microsoft Office Standard 2016. Бессрочная лицензия. Договор №79-ГК/16 от 11.05.2016. Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия. Договор №0313100010014000038-0010456-01 от 11.08.2014. Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия. Договор №26 от 19.12.2013. Microsoft Office Professional Plus 2010. Бессрочная лицензия. Договор №106-ГК от 21.11.2011. P7-Офис. Договор №173-ГК/19 от 12.11.2019 г.

### **12.2 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. Информационно-справочная система (справочно-правовая система) «Консультант плюс». Соглашение № ИКП2016/ЛСВ 003 от 11.01.2016 для использования в учебных целях бессрочное. Обновляется регулярно. Лицензия на все компьютеры, используемые в учебном процессе.
2. Профессиональные базы данных на платформе 1С: Предприятие с доступными конфигурациями (1С: ERP Агропромышленный комплекс 2, 1С: ERP Энергетика, 1С: Бухгалтерия молокозавода, 1С: Бухгалтерия птицефабрики, 1С: Бухгалтерия элеватора и комбикормового завода, 1С: Общепит, 1С: Ресторан. Фронт-офис). Лицензионный договор № Н8775 от 17.11.2020 г.

## **13. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Оснащение аудиторий

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории
2. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (практических занятий). Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории
3. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (лабораторных занятий). Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории
4. Помещение для самостоятельной работы. Помещение оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.
5. Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.