

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Апатенко Алексей Сергеевич  
Должность: И.о. директора института механики и энергетики имени В.П. Горячкина  
Дата подписания: 30.10.2023 11:27:19  
Уникальный программный ключ:  
966df42f20792acade08f7f8f984d66d010981da

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института механики и  
энергетики имени В.П. Горячкина

А.С. Апатенко

« 29 » августа 2023 г.

### Лист актуализации рабочей программы дисциплины

#### Б1.О.41 «Надежность технических систем»

Для подготовки бакалавров

Направление: 35.03.06 Агроинженерия

Направленность: Автоматизация и роботизация технологических процессов,  
Электрооборудование и электротехнологии

Форма обучения: очная.

Год начала подготовки: 2022.

Курс – 2.

Семестр – 4.

В рабочую программу изменения не вносятся. Программа актуализирована для 2023 года начала подготовки.

Разработчик: Меликов А.В., к.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

« 28 » августа 2023 г.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена и одобрена на заседании кафедры автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина, протокол № 1 от « 28 » августа 2023 г.

Заведующий кафедрой: Сторчевой В.Ф., д.т.н., профессор  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

подпись

Заведующий выпускающей кафедры  
автоматизации и роботизации технологических  
процессов имени академика И.Ф. Бородина

Сторчевой В.Ф., д.т.н., профессор  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

« 28 » августа 2023 г.




МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»  
(ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт механики и энергетики имени В.П. Горячкина  
Кафедра автоматизации и роботизации технологических процессов  
имени академика И.Ф. Бородина

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института механики  
и энергетики имени В.П. Горячкина

 Е.П. Парлюк  
« 31 » октября 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.О.41 «НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ»**

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО


Направление: 35.03.06 – Агроинженерия

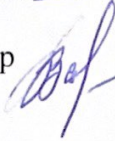
Направленности: Автоматизация и роботизация технологических процессов,  
Электрооборудование и электротехнологии

Курс 2  
Семестр 4

Форма обучения: очная  
Год начала подготовки: 2022

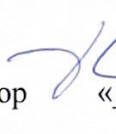
Москва, 2022

Разработчик: Меликов А.В., к.т.н., доцент  «29» августа 2022 г.

Рецензент: Загинайлов В.И., д.т.н., профессор  «29» августа 2022 г.

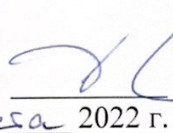
Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки 35.03.06 – Агроинженерия.

Программа обсуждена на заседании кафедры автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина протокол № 1 от «29» августа 2022 г.

Зав. кафедрой: Сторчевой В.Ф., д.т.н., профессор  «29» августа 2022 г.

**Согласовано:**

1 / Председатель учебно-методической комиссии  
Института механики и энергетики  
имени В.П. Горячкина Дидманидзе О.Н.  
протокол № 2 от «15» 09 2022 г.

Заведующий выпускающей кафедрой автоматизации  
и роботизации технологических процессов  
имени академика И.Ф. Бородина Сторчевой В.Ф., д.т.н., профессор  «29» августа 2022 г.

/ Заведующий отделом комплектования ЦНБ

  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>АННОТАЦИЯ</b> .....	4
<b>1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	5
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ</b> .....	5
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЁННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>	5
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	7
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ В СЕМЕСТРЕ	7
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	7
4.3 ЛЕКЦИИ, ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ .....	8
4.4 ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ..	11
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</b> .....	11
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	12
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	13
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ.....	14
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	16
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	16
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	17
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ .....	17
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ .....	17
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	18
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ</b> .....	18
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....	18
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	20
Виды и формы отработки пропущенных занятий .....	21
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....	21

## АННОТАЦИЯ

### рабочей программы учебной дисциплины Б1.О.41 «Надежность технических систем»

для подготовки бакалавра по направлению 35.03.06 Агроинженерия, направленности автоматизация и роботизация технологических процессов, электрооборудование и электротехнологии

**Цель освоения дисциплины:** получение знаний о современной теории надежности в технике и применении ее методов в системах электроснабжения объектов сельского хозяйства, а также практическое использование ее основ при создании и проектировании информационно-измерительных систем различного назначения.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в обязательную часть Блока 1. «Дисциплины (модули)» учебного плана по направлению 35.03.06 Агроинженерия, направленности автоматизация и роботизация технологических процессов, электрооборудование и электротехнологии.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индикаторы достижений компетенций): ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-4 (ОПК-4.2), ОПК-5 (ОПК-5.1).

#### **Краткое содержание дисциплины:**

История развития теории надежности. Основные понятия и показатели надежности.

Статистические методы оценки, анализа и контроля надежности. Вероятностные показатели надежности невосстанавливаемых элементов. Статистические показатели надежности восстанавливаемых элементов. Проверка статистических гипотез. Определение количественных характеристик изделия на основе сбора данных об отказах объекта.

Математический аппарат теории вероятностей. Основные математические модели, используемые в расчетах надежности. Решение задач надежности технических систем с помощью теорем теории вероятностей. Случайные величины и законы их распределения. Аналитическое определение количественных характеристик надежности объекта на основе законов распределения случайных величин.

Математические модели надежности технических систем. Модели отказов невосстанавливаемых элементов. Модели надежности восстанавливаемых элементов. Модели надежности для резервирования систем. Имитационные модели исследования надежности систем автоматизации. Оценка точности результатов расчета и моделирования. Расчет надежности систем с последовательным соединением элементов и постоянным резервированием.

Точечные и интервальные оценки показателей надежности. Экономическая эффективность технических систем с учетом их надежности. Организация работ по обеспечению надежности. Эксплуатация и ремонт.

**Общая трудоемкость дисциплины:** 2 зачетные единицы (72 часа).

**Промежуточный контроль:** зачет с оценкой.

## **1. Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Надежность технических систем» является:

- овладение обучающимися методологией научного познания в категории надежности технических систем;
- изучение теоретических и методических основ оценки безотказности, долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости и других свойств надежности технических систем;
- формирование профессиональной готовности к выполнению работ по оценке надежности технических объектов с целью обеспечения их работоспособности в сельскохозяйственном производстве.

## **2. Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Надежность технических систем» относится к обязательной части Блока 1. «Дисциплины (модули)» учебного плана.

Дисциплина «Надежность технических систем» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 35.03.06 Агроинженерия, направленности автоматизация и роботизация технологических процессов, электрооборудование и электротехнологии.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Надежность технических систем» являются курсы: математика (1 курс, 1-2 семестр; 2 курс, 3 семестр), физика (1 курс, 2 семестр; 2 курс, 2-3 семестры), информатика и цифровые технологии (1 курс, 2 семестр, 2 курс, 3 семестр), компьютерное проектирование (2 курс, 3 семестр).

Дисциплина «Надежность технических систем» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: электронная техника (3 курс, 5 семестр), основы робототехники (3 курс, 6 семестр), эксплуатация контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации (3 курс 6 семестр), сервис систем автоматики (4 курс, 7 семестр), эксплуатация электрооборудования (4 курс, 7 семестр).

Освоение дисциплины «Надежность технических систем» необходимо для прохождения эксплуатационной, производственной преддипломной практики; при выполнении выпускной квалификационной работы и для практической профессиональной деятельности.

Рабочая программа дисциплины «Надежность технических систем» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

## **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся представлены в таблице 1.

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1	ОПК-1	Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникативных технологий	ОПК-1.1 Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности	основные понятия и показатели надежности, контроль технического состояния, техническую терминологию, законы естественнонаучных дисциплин, необходимых для решения стандартных задач по расчету показателей надежности технического объекта	применять основные теоретические положения, подробные решения типовых упражнений и осуществлять выбор методик для оценки надежности технических систем с использованием автоматизированной системы расчета надежности (АСРН)	навыками выбора и применения инструментов оценивания надежности технических систем в АСРН
			ОПК-1.2 Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в агроинженерии	основные законы математических наук, необходимых для расчета количественных характеристик показателей надежности технических систем, прикладную теорию надежности применительно к техническим объектам, используемым в агроинженерии	использовать основные законы математических и естественных наук для решения задач по оценке надежности технических систем в области агроинженерии с использованием АСРН	методами расчета количественных характеристик показателей надежности технических систем для решения стандартных задач с целью усовершенствования сельскохозяйственной техники и обслуживания
2	ОПК-4	Способен реализовывать современные технологии и обосновывать их применение в профессиональной деятельности	ОПК-4.2 Обосновывает и реализует современные технологии по обеспечению работоспособности машин и оборудования в сельскохозяйственном производстве	способы моделирования отказов при испытаниях на ремонтпригодность с целью оценки и контроля ее установленных показателей, имеющих значения при обеспечении работоспособности технических систем в сельскохозяйственном производстве с использованием АСРН	использовать современные технологии моделирования отказов технического объекта в АСРН для статистической обработки результатов хронометражных наблюдений по восстановлению его работоспособности	методами проведения испытаний на ремонтпригодность с моделированием отказов в работе технических систем, задействованных в сельскохозяйственном производстве, в АСРН
3	ОПК-5	Способен участвовать в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности	ОПК-5.1 Использует современные методы экспериментальных исследований и испытаний в профессиональной деятельности	факторы, влияющие на техническое состояние объекта, а также параметры, по которым выполняется оценка свойств надежности технической системы в АСРН	использовать современные методы экспериментальных исследований и испытаний для принятия решений в АСРН, способствующих повышению надежности технического объекта	навыками измерения показателей надежности, а также имитационного моделирования в АСРН для решения задач в области повышения надежности технических систем

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ в семестре

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зач. ед. (72 часа), их распределение по видам работ в семестре № 4 представлено в таблице 2.

Таблица 2

#### Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ в семестре

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	час.	в т.ч. семестре № 4
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
<b>1. Контактная работа</b>	<b>60,35</b>	<b>60,35</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>60,35</b>	<b>60,35</b>
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	30	30
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>	30	30
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,35	0,35
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>11,65</b>	<b>11,65</b>
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекций, материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным работам)</i>	2,65	2,65
<i>Подготовка к зачету с оценкой (контроль)</i>	9	9
Вид промежуточного контроля:	зачет с оценкой	

### 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

#### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнено)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ЛР	ПКР	
<b>Раздел 1.</b> История развития теории надежности. Основные понятия и показатели надежности	8	4	4		
<b>Раздел 2.</b> Статистические методы оценки, анализа и контроля надежности	13	6	6		1
<b>Раздел 3.</b> Математический аппарат теории вероятностей	15	8	6		1
<b>Раздел 4.</b> Случайные величины и законы их распределения	16,65	8	8		0,65
<b>Раздел 5.</b> Математические модели надежности технических систем	10	4	6		
<i>Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,35			0,35	
<i>Подготовка к зачету с оценкой (контроль)</i>	9				9
<b>Всего за 4 семестр</b>	<b>72</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>0,35</b>	<b>11,65</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>72</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>0,35</b>	<b>11,65</b>



**Раздел 1.** История развития теории надежности. Основные понятия и показатели надежности.

**Тема 1.** Этапы становления и развития теории надежности. Терминология. Общая и прикладные теории надежности. Словарь терминов. Список сокращений. Состояния технического объекта. Мероприятия по минимизации наступления отказов.

**Раздел 2.** Статистические методы оценки, анализа и контроля надежности.

**Тема 1.** Единичные и комплексные показатели надежности в технике.

Вероятностные показатели надежности невосстанавливаемых элементов: вероятность безотказной работы, вероятность отказа, интенсивность отказов, средняя наработка до отказа. Статистические показатели надежности восстанавливаемых систем: плотность вероятности отказа, наработка на отказ, среднее время восстановления, коэффициент готовности, коэффициент вынужденного простоя, коэффициент отказов, коэффициент относительного простоя. Проверка статистических гипотез: критерии Смирнова, Колмогорова, Пирсона и др.

**Раздел 3.** Математический аппарат теории вероятностей.

**Тема 1.** Теоретический экскурс по теории вероятностей.

Вероятность достоверного события. Статистическая вероятность. Свойство «устойчивости частот». Дискретные и непрерывные случайные величины. Практически невозможное и достоверное события.

**Тема 2.** Основные теоремы теории вероятностей.

Теоремы сложения и умножения вероятностей и их следствия.

**Раздел 4.** Случайные величины и законы их распределения.

**Тема 1.** Случайная величина и ее описание с вероятностной точки зрения.

Закон распределения случайной величины и его формы. Математическое ожидание, мода, медиана и дисперсия случайной величины.

**Тема 2.** Законы распределения случайных величин.

Нормальный, экспоненциальный и универсальный (по-Вейбуллу) законы распределения случайных величин.

**Раздел 5.** Математические модели надежности технических систем.

**Тема 1.** Модель надежности и модель отказов.

Модели отказов невосстанавливаемых элементов. Модели надежности восстанавливаемых элементов. Модели надежности для резервированных систем.

### 4.3 Лекции, лабораторные работы

Таблица 4

#### Содержание лекций, лабораторных работ и контрольных мероприятий

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1	<b>Раздел 1. История развития теории надежности. Основные понятия и показатели надежности</b>				8

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	Тема 1. Этапы становления и развития теории надежности. Терминология	Лекция №1. Общие сведения о теории надежности в технике	ОПК-1 (ОПК-1.1)		4
		Лабораторная работа №1. Определение факторов, влияющих на состояние технического объекта	ОПК-1 (ОПК-1.1)	Защита лабораторной работы	4
2	<b>Раздел 2. Статистические методы оценки, анализа и контроля надежности</b>				<b>12</b>
	Тема 1. Единичные и комплексные показатели надежности в технике	Лекция №2. Показатели надежности в технике	ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2) ОПК-4 (ОПК-4.2)		6
		Лабораторная работа №2-4. Определение количественных характеристик надежности изделия (на основе сбора данных об отказах объекта) с использованием АСРН	ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2) ОПК-4 (ОПК-4.2)	Защита комплекса лабораторных работ (по окончании последней) Решение типовых задач	6
3	<b>Раздел 3. Математический аппарат теории вероятностей</b>				<b>14</b>
	Тема 1. Теоретический экскурс по теории вероятностей	Лекция №3. Вероятность наступления события	ОПК-1 (ОПК-1.2) ОПК-5 (ОПК-5.1)		4
		Лабораторная работа № 5-6. Исследование свойств надежности технических систем с вероятностной точки зрения в АСРН	ОПК-1 (ОПК-1.2) ОПК-4 (ОПК-4.2) ОПК-5 (ОПК-5.1)	Защита лабораторных работ (по окончании последней) Тест Решение типовых задач	4
	Тема 2. Основные теоремы теории вероятностей	Лекция №4. Теоремы сложения и умножения вероятностей	ОПК-1 (ОПК-1.2)		4
		Лабораторная работа № 7. Определение количественных характеристик надежности с помощью теорем теории вероятностей	ОПК-1 (ОПК-1.2) ОПК-5 (ОПК-5.1)	Защита лабораторной работы Тест	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
4	<b>Раздел 4. Случайные величины и законы их распределения</b>				<b>16</b>
	Тема 1. Случайная величина и ее описание с вероятностной точки зрения	Лекция № 5. Формы распределения случайных величин	ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2)		4
		Лабораторная работа №8-9. Исследование свойств надежности технических систем с вероятностью наступления каждого из возможных событий посредством АСРН	ОПК-1 (ОПК-1.1) ОПК-4 (ОПК-4.2) ОПК-5 (ОПК-5.1)	Защита лабораторных работ (по окончании последней) Тест Решение типовых задач	4
	Тема 2. Законы распределения случайных величин	Лекция № 6. Нормальный, экспоненциальный и универсальный законы распределения случайных величин	ОПК-1 (ОПК-1.2) ОПК-4 (ОПК-4.2)		4
		Лабораторная работа №10-11. Аналитическое определение количественных характеристик надежности объекта (на основе законов распределения случайных величин) посредством MS Excel	ОПК-1 (ОПК-1.2) ОПК-4 (ОПК-4.2) ОПК-5 (ОПК-5.1)	Защита лабораторных работ (по окончании последней) Решение типовых задач	4
5	<b>Раздел 5. Математические модели надежности технических систем</b>				<b>10</b>
	Тема 1. Модель надежности и модель отказов	Лекция №7. Модель отказов невосстанавливаемых и модели надежности восстанавливаемых элементов	ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2) ОПК-4 (ОПК-4.2)		4
		Лабораторная работа №12-15. Исследование свойств надежности технических систем с последовательным соединением элементов и постоянным резервированием с использованием АСРН	ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2) ОПК-4 (ОПК-4.2) ОПК-5 (ОПК-5.1)	Защита комплекса лабораторных работ (по окончании последней) Тест Решение типовых задач	6

#### 4.4 Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

Таблица 5

##### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1. История развития теории надежности. Основные понятия и показатели надежности</b>		
1.	<b>Тема 1.</b> Этапы становления и развития теории надежности. Терминология	Предмет теории надежности. ГОСТ 27.002-2015 «Надежность в технике. Термины и определения» ОПК-1 (ОПК-1.1)
<b>Раздел 2. Статистические методы оценки, анализа и контроля надежности</b>		
2.	<b>Тема 1.</b> Единичные и комплексные показатели надежности в технике	Экспериментальный и эксплуатационный показатели надежности ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-4 (ОПК-4.2)
<b>Раздел 3. Математический аппарат теории вероятностей</b>		
3.	<b>Тема 1.</b> Теоретический экскурс по теории вероятностей	Случайные события ОПК-1 (ОПК-1.2), ОПК-5 (ОПК-5.1)
4	<b>Тема 2.</b> Основные теоремы теории вероятностей	Теоремы вероятностей ОПК-1 (ОПК-1.2)
<b>Раздел 4. Случайные величины и законы их распределения</b>		
5.	<b>Тема 1.</b> Случайная величина и ее описание с вероятностной точки зрения	Одномерные случайные величины ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2)
6.	<b>Тема 2.</b> Законы распределения случайных величин	Многомерные случайные величины ОПК-1 (ОПК-1.2), ОПК-4 (ОПК-4.2)
<b>Раздел 5. Математические модели надежности технических систем</b>		
7.	<b>Тема 1.</b> Модель надежности и модель отказов	Математические модели теории надежности и их примеры ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-4 (ОПК-4.2)

### 5. Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Надежность технических систем» в совокупности с традиционной (объяснительно-иллюстративной) технологией обучения используются элементы инновационных технологий.

Для организации процесса освоения студентами дисциплины используются формы теоретического и практического обучения, соответствующие традиционной (объяснительно-иллюстративной) и активные и интерактивные технологии (технология контекстного обучения).

Основные формы теоретического обучения: лекция, конференц-лекция, лекция-визуализация, консультация, зачет (с оценкой).

Основная форма практического обучения: лабораторная работа.

Дополнительные формы организации обучения: контрольная и самостоятельная работа студентов.

**Применение активных и интерактивных образовательных технологий**

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
1	Общие сведения о теории надежности в технике	Л	Информационно-коммуникативная технология (мультимедиа-лекция)
	Определение факторов, влияющих на состояние технического объекта	ЛР	Игровая форма
2	Показатели надежности в технике	Л	Информационно-коммуникативная технология (мультимедиа-лекция)
	Определение количественных характеристик надежности изделия (на основе сбора данных об отказах объекта)	ЛР	Частично-поисковая форма
3	Вероятность наступления события	Л	Технология проблемного обучения (конференц-лекция)
	Исследование свойств надежности технических систем с вероятностной точки зрения	ЛР	Проблемно-задачный подход
4	Теоремы сложения и умножения вероятностей	Л	Технология проблемного обучения (конференц-лекция)
	Определение количественных характеристик надежности с помощью теорем теории вероятностей	ЛР	Проблемно-задачный подход
5	Формы распределения случайных величин	Л	Технология проблемного обучения (лекция-визуализация)
	Исследование свойств надежности технических систем с вероятностью наступления каждого из возможных событий	ЛР	Исследовательская форма обучения
6	Нормальный, экспоненциальный и универсальный законы распределения случайных величин	Л	Технология проблемного обучения (лекция-визуализация)
	Аналитическое определение количественных характеристик надежности объекта (на основе законов распределения случайных величин)	ЛР	Исследовательская форма обучения
7	Модель отказов невосстанавливаемых и модели надежности восстанавливаемых элементов	Л	Информационно-коммуникативная технология (мультимедиа-лекция)
	Исследование свойств надежности технических систем с последовательным соединением элементов и постоянным резервированием	ЛР	Компьютерная симуляция

### **6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины**

При изучении разделов дисциплины «Надежность технических систем» в течение семестра используются следующие виды контроля:

- текущий,
- промежуточный.

**Текущий контроль** знаний предполагает устные ответы студентов на вопросы, выполнения тестов, решения типовых задач, защита лабораторных работ.

**Промежуточный контроль знаний:** зачет с оценкой.

## **6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности**

- 1) При изучении дисциплины «Надежность технических систем» учебным планом предусмотрено выполнение контрольной работы.

Контрольной работой проверяется уровень самостоятельности и активности обучающегося в учебном процессе, эффективность методов, форм и способов учебной деятельности, объем усвоенных знаний, полученных в ходе прохождения образовательного процесса.

Контрольная работа выполняется студентом во внеурочное время с использованием любых информационных материалов. Оформляется работа в текстовом редакторе Microsoft Word. Контрольная работа должна содержать титульный лист, аннотацию, содержание, основной текст, список используемых источников, возможно, приложения. Объем контрольной работы, в среднем, составляет 15 страниц формата А4, шрифт Times New Roman, кегль 14 пт, межстрочный интервал – 1,5. Список использованных источников – не менее 3-х, полное указание выходных данных для книжных и периодических изданий, представление адресов сайтов, с которых заимствован материал.

Примерная тема контрольной работы: «Расчет надежности технических систем контроля состояния почвы».

- 2) Пример тестового задания для текущего контроля знаний обучающихся:

Тестовые задания по разделу 1. «История развития теории надежности. Основные понятия и показатели надежности» теме 1. «Этапы становления и развития теории надежности. Терминология»

**Выбрать правильный ответ: Состояние, при котором устройство способно выполнять заданные функции, сохраняя значения определяющих параметров в пределах установленных нормативно-технологической документацией**

- А) повреждение
- Б) отказ
- В) работоспособное
- Г) исправное

- 3) Пример типовых задач для текущего контроля знаний обучающихся:

Задача по разделу 2. «Статистические методы оценки, анализа и контроля надежности» теме 1. «Единичные и комплексные показатели надежности в технике»

Из наблюдений за 30 образцами электрооборудования получены данные до первого отказа всех объектов. Для удобства результаты эксперимента представлены в табличном виде. Требуется определить статистическую оценку среднего времени безотказной работы изделия.

- 4) Пример контрольных вопросов при защите лабораторной работы для текущего контроля знаний обучающихся.

Вопросы по разделу 5. «Математические модели надежности технических систем» по теме 1. «Модель надежности и модель отказов» при защите лабораторной работы:

1. Методы определения показателей надежности систем.
2. Математические модели для оценки их надежности.
3. Аналитические методы расчета показателей надежности.
4. Методы и модели для расчета показателей надежности восстанавливаемых объектов.
5. Методы для расчета показателей надежности при использовании процессов Маркова.
6. Расчет вероятностей состояний уединенного элемента в потоке отказов и восстановлений.
- 5) Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (зачет с оценкой):
  1. Методы расчета надежности нерезервированных систем при внезапных и постепенных отказах.
  2. Методы расчета надежности резервированных систем.
  3. Общее раздельное резервирование.
  4. Оценка надежности программного обеспечения.
  5. Особенности оценки надежности программного обеспечения.
  6. Показатели надежности программного обеспечения.
  7. Модели надежности программного обеспечения.
  8. Назначение и виды испытаний.
  9. Методы и планы испытаний на надежность
  10. Аппаратура для испытаний на надежность.
  11. Точечные и интервальные оценки показателей надежности.
  12. Экономическая эффективность технических систем с учетом их надежности.
  13. Организация работ по обеспечению надежности.
  14. Эксплуатация и ремонт.
  15. Надежность комплекса технических средств.
  16. Классификация отказов.
  17. Надежность программного обеспечения.
  18. Надежность оперативного персонала.
  19. Функция распределения.
  20. Функция надежности.
  21. Плотность распределения отказов.
  22. Вероятности отказа и безотказной работы.
  23. Интенсивность отказов.
  24. Средняя наработка до отказа.
  25. Определение основных объектов в надежности машин – изделия, элемента и системы.
  26. В чем состоит различие между восстанавливаемыми и невосстанавливаемыми изделиями?
  27. Определения основных состояний и событий в надежности машин – работоспособности, исправности и неисправности, отказа.
  28. Классификация отказов.
  29. Что представляет собой кривая изменения интенсивности отказов во времени?

30. Определение основных показателей надежности – безотказности, долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости.
31. Определения показателей для оценки безотказности – вероятности безотказной работы и вероятности отказа, параметра потока отказов, средней наработки на отказ (между отказами), средней наработки до отказа, интенсивности отказов. Их единицы измерения.
32. Физический смысл параметра потока отказов.
33. Определение показателей для оценки долговечности – технического ресурса, срока службы, гамма-процентных ресурса и срока службы. Единицы их измерения.
34. Определения показателей для оценки ремонтпригодности – времени восстановления, среднего времени восстановления работоспособности, вероятности восстановления работоспособности в заданные сроки, интенсивности восстановления.
35. Определения показателей для оценки сохраняемости – среднего и гамма-процентного сроков сохраняемости.
36. Определение комплексных показателей надежности – коэффициента технического использования, коэффициента готовности и коэффициента оперативной готовности.
37. Основные показатели надежности для невосстанавливаемого и восстанавливаемого изделий.
38. Основные показатели надежности для изделия.
39. Основные методы нормирования показателей надежности.
40. Понятие гистограммы, методика построения гистограммы и кривой эмпирического распределения.
41. Определение характеристик распределений случайных величин.
42. Понятие о законах распределения случайных величин. Пояснить их назначение.
43. Назначение критериев согласия экспериментальных и теоретических распределений.
44. Определения независимых, функционально зависимых и связанных вероятностной зависимостью случайных величин.
45. Понятие сложной системы.

## **6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания**

Для допуска к зачету с оценкой по дисциплине «Надежность технических систем» необходимо выполнить учебный план по дисциплине, включающий в себя посещение лекций, выполнение и защиту контрольной и лабораторных работ.

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине «Надежность технических систем» применяется **традиционная** система контроля и оценки успеваемости студентов.

Критерии оценки знаний устанавливаются в соответствии с требованиями к профессиональной подготовке, исходя из действующих учебных планов и про-



грамм с учетом характера конкретной дисциплины, а также будущей практической деятельности выпускника. Критерии выставления оценок по четырехбалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно», представлены в таблице 7.

Таблица 7

### Критерии оценки результатов обучения (зачет с оценкой)

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « <b>отлично</b> » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. <b>Компетенции</b> , закрепленные за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – высокий.</b>
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку « <b>хорошо</b> » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. <b>Компетенции</b> , закрепленные за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – хороший (средний).</b>
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку « <b>удовлетворительно</b> » заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. <b>Компетенции</b> , закрепленные за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – достаточный.</b>
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку « <b>неудовлетворительно</b> » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. <b>Компетенции</b> , закрепленные за дисциплиной, <b>не сформированы.</b>

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Шишмарев, В.Ю. Надежность технических систем: учебник для вузов / В.Ю. Шишмарев. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2021. – 289 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-09368-1. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/473175>.
2. Лисунов, Е.А. Практикум по надежности технических систем: учебное пособие / Е.А. Лисунов. – 2-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 240 с. – ISBN 978-5-8114-1756-8. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/168748>.
3. Тимошенко, С.П. Надежность технических систем и техногенный риск: учебник и практикум для вузов / С.П. Тимошенко, Б.М. Симонов, В.Н. Го-

рошко. – Москва: Издательство Юрайт, 2021. – 502 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-9916-8582-5. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/468852>.

## **7.2 Дополнительная литература**

1. Малафеев, С.И. Надежность электроснабжения: учебное пособие для вузов / С.И. Малафеев. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 368 с. – ISBN 978-5-8114-9036-3. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/183737>.
2. Магомедов, Ф.М. Основы работоспособности технических систем: учебное пособие / Ф.М. Магомедов, И.М. Меликов. – Махачкала: ДагГАУ имени М.М. Джамбулатова, 2021. – 194 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/175385>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Сапожников, В.В. Основы теории надежности и технической диагностики: учебник / В.В. Сапожников, В.В. Сапожников, Д.В. Ефанов. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 588 с. – ISBN 978-5-8114-3453-4. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/115495>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Иванов, А.С. Основы надежности и диагностики: учебное пособие / А.С. Иванов. – Пенза: ПГАУ, 2018. – 100 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/131213>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Надежность технических систем: учебник / А.В. Чепурин [и др.]. – М.: РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2015. – 361 с. – Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. – Систем. Требования: Режим доступа: свободный. Режим доступа: <http://elib.timacad.ru/dl/local/3067.pdf>.

## **7.3 Нормативные правовые акты**

1. ГОСТ 27.002-2015 Надежность в технике. Термины и определения. – М.: ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 2016. – 29 с.
2. Правила устройства электроустановок. – 7-е изд. – СПб.: ДЕАН, 2015. – 701 с.: ил.

## **7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

Формами организации учебного процесса по дисциплине «Надежность технических систем» являются лекции, лабораторные занятия, консультации, самостоятельная работа студентов. Лекции проводятся на потоке, лабораторные работы в подгруппах.

Изучение дисциплины должно вестись систематически и сопровождаться составлением подробного конспекта. В конспект рекомендуется включать все виды учебной работы: лекции, самостоятельную проработку учебника, выполнение лабораторных работ, выполнение контрольной работы, ответы на вопросы самопроверки.

После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспекту лекции рекомендуется по памяти записать в тетрадь определения, выводы формул, начертить схемы, графики и ответить на вопросы для самопроверки.

После усвоения теории по одной теме следует закрепить теоретические знания самостоятельной работой, рассматривая ее не как дополнительную нагрузку, а как одну из форм изучения и повторения курса.

При изучении теории, а также методов расчета надежности технических систем главное внимание следует уделять разбору этапов расчета надежности. Простое запоминание формул, характеристик, уравнений недостаточно для понимания принципов экспертизы. Многие законы при расчете надежности являются следствием более общих законов и принципов. Ряд таких примеров и иллюстраций приводится на лекциях и лабораторных работах. Их следует включать в свой конспект, во время самостоятельной работы в них следует разбираться, понять и усвоить.

Все темы программы являются в равной мере важными. Не следует приступать к изучению последующих глав, не усвоив предыдущий материал. Теоретический материал каждой темы имеет существенное практическое назначение.

Контроль текущих знаний проводится в виде ответов на контрольные вопросы, решения задач, тестирования, проверки выполнения заданий на самоподготовку. По курсу предусмотрено выполнение контрольной работы.

### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

В учебном процессе рекомендуется использовать следующее программное обеспечение: АСПН, Microsoft Office, и такие интернет-ресурсы, как:

1. [www.library.timacad.ru/](http://www.library.timacad.ru/) (Центральная научная библиотека им. Н.И. Железнова) (открытый доступ).
2. <http://window.edu.ru/window/> (Федеральный центр электронно-образовательных ресурсов) (открытый доступ).
3. <http://www.electrolibrary.info> (Электронная электротехническая библиотека) (открытый доступ).
4. <http://www.rsl.ru> (Российская государственная библиотека) (открытый доступ).

### **9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Таблица 8

#### **Перечень программного обеспечения**

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1.	Раздел 1. «История развития теории надежности. Основные понятия и показатели надежности»	Word Power Point	Оформительская Презентация	Microsoft Microsoft	2016 2016

2.	Раздел 2. «Статистические методы оценки, анализа и контроля надежности»	Word Excel	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм	Microsoft Microsoft	2016 2016
3.	Раздел 3. «Математический аппарат теории вероятностей»	Word Excel  Power Point	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Презентация	Microsoft Microsoft  Microsoft	2016 2016  2016
4.	Раздел 4. «Случайные величины и законы их распределения»	Word Excel  АСРН	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Автоматизированная система расчета надежности	Microsoft Microsoft  РНИИ	2016 2016  2010
5.	Раздел 5. «Математические модели надежности технических систем»	Word Excel  АСРН  Power Point	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Автоматизированная система расчета надежности Презентация	Microsoft Microsoft  РНИИ  Microsoft	2016 2016  2010  2016

### 10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 9

#### Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
Корпус № 24, аудитория № 201	Лекционный класс: проектор Acer H 6517ST – 1 шт.
Корпус № 24, аудитория № 304	Компьютерный класс: компьютеров – 11 шт. (инв. № 210134000002649, инв. № 210134000003202, инв. № 210134000003200, инв. № 210134000002928, инв. № 210134000003201, инв. № 210134000003204, инв. № 210134000003208, инв. № 210134000003206, инв. № 210134000003203, инв. № 210134000003207, инв. № 210134000003205)
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, включающая 9 читальных залов (в том числе 5	

компьютеризированных), организованных по принципу открытого доступа и оснащенных Wi-Fi, Интернет-доступом	
Комнаты для самоподготовки в общежитиях № 4, № 5 и № 11	

## 11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

В учебном курсе «Надежность технических систем» по направлению 35.03.06 Агроинженерия, направленности автоматизация и роботизация технологических процессов, электрооборудование и электротехнологии студенты получают знания о современных научно-инженерных решениях, используемых при определении надежности технических систем. Полученные знания необходимы студенту для успешной работы на производстве по направлению подготовки.

Образовательный процесс по дисциплине организован в форме учебных занятий (контактная работа (аудиторной и внеаудиторной) обучающихся с преподавателем и самостоятельная работа обучающихся). Учебные занятия представлены следующими видами, включая проведение текущего контроля успеваемости:

- лекции (занятия лекционного типа);
- лабораторные работы (занятия семинарского типа);
- групповые консультации;
- индивидуальные консультации и иные учебные занятия, предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимся;
- самостоятельная работа обучающихся;
- занятия иных видов и проведение текущего контроля успеваемости.

На учебных занятиях обучающиеся выполняют запланированные настоящей программой отдельные виды учебных работ, в том числе отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Методические рекомендации для успешного освоения студентом дисциплины «Надежность технических систем» сводятся к следующему:

1. Активно изучать теоретический материал, излагаемый на **лекциях**. Самостоятельно производить расчеты элементов систем управления с использованием электронных таблиц, математических пакетов и моделирующих программ. Используя информационные технологии, знакомиться с существующими системами автоматизированного управления. Организовать электронное хранилище информации по своему направлению подготовки и заносить туда собранную информацию и выполненные работы.

2. При подготовке к выполнению **лабораторной** работы необходимо дома изучить по учебникам теоретический материал, а также по методическим указаниям подготовить протокол для проведения экспериментальных исследований. На лабораторных работах необходимо обдуманно выполнять задания, произвести расчеты, построить характеристики, начертить схемы и проанализировать полученные результаты. Защищать лабораторную работу по возможности следует в день ее выполнения или ближайшее время.

**Самостоятельная работа студентов** предполагает проработку лекционного материала, подготовку к самостоятельным работам по

рекомендуемой литературе, изучение дополнительной литературы, дополнительное конспектирование некоторых разделов курса, подготовку докладов и сообщений на секции студенческой научной конференции, выполнение домашнего задания (контрольной работы).

При самостоятельной работе следует рекомендовать студентам использовать электронные учебные пособия.

**Контрольную работу** выполнять последовательно и систематически по мере изучения соответствующего раздела дисциплины. При возникновении трудностей следует обращаться к преподавателю.

### **Виды и формы отработки пропущенных занятий**

Студент, пропустивший лекционное занятие, обязан самостоятельно проработать пропущенную тему и ответить в устной форме на вопросы, задаваемые преподавателем по теме лекции.

Студент, пропустивший лабораторную работу, должен самостоятельно изучить теоретический материал по теме лабораторной работы, порядок ее проведения и отработать ее в соответствии с установленным кафедрой графиком отработок лабораторных работ.

## **12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине**

Формами организации учебного процесса по дисциплине являются лекции, контрольная и лабораторные работы, консультации и самостоятельная работа студентов.

На *лекциях* излагается теоретический материал: дается оценка роли дисциплины в учебном процессе, рассматриваются основные понятия и определения. Рассматриваются общие вопросы надежности технических систем и устройств, ее количественные характеристики, модели. Изучаются современные программные средства для выбора электронных элементов систем и расчета их надежности. Излагается порядок расчета надежности технических систем. Чтение лекций целесообразно сопровождать демонстрацией презентаций, видеоклипов и т.п. Для этого в лекционной аудитории рекомендуется иметь проекционное оборудование, интерактивную доску и т.п.

На *лабораторных работах* целесообразно использовать электронные образовательные ресурсы (инженерные калькуляторы, рекомендованные компьютерные программы, тестовые задания и др.).

Занятия целесообразно проводить в интерактивной форме – участие в дискуссиях, совместная работа студентов в группе при выполнении лабораторных работ, междисциплинарное обучение – подготовка студенческих докладов. Преподаватель оценивает решения и проводит анализ результатов. По наиболее сложным темам и возникшим при этом вопросам могут быть проведены собеседования и консультации.

Для успешного аудиторного и самостоятельного изучения дисциплины на занятиях целесообразно информировать студентов о наличии и возможности использования различных отраслевых баз данных, информационно-справочных и

клипов и т.п. Для этого в лекционной аудитории рекомендуется иметь проекционное оборудование, интерактивную доску и т.п.

На **лабораторных работах** целесообразно использовать электронные образовательные ресурсы (инженерные калькуляторы, рекомендованные компьютерные программы, тестовые задания и др.).

Занятия целесообразно проводить в интерактивной форме – участие в дискуссиях, совместная работа студентов в группе при выполнении лабораторных работ, междисциплинарное обучение – подготовка студенческих докладов. Преподаватель оценивает решения и проводит анализ результатов. По наиболее сложным темам и возникшим при этом вопросам могут быть проведены собеседования и консультации.

Для успешного аудиторного и самостоятельного изучения дисциплины на занятиях целесообразно информировать студентов о наличии и возможности использования различных отраслевых баз данных, информационно-справочных и поисковых ресурсов по надежности технических систем, эксплуатации контрольно-измерительных приборов, техническому сервису в АПК.

Рекомендуется посещение тематических и агропромышленных выставок с последующей групповой дискуссией по результатам посещения.

По результатам выполнения контрольной работы выставляется отметка, а по результатам ответа на вопросы по промежуточной аттестации ставится зачет с оценкой.

**Программу разработал:**

Меликов А.В., к.т.н., доцент



**РЕЦЕНЗИЯ**  
**на рабочую программу дисциплины**  
**Б1.О.41 «Надежность технических систем»**  
**ОПОП ВО по направлению – 35.03.06 - Агроинженерия,**  
**направленности Автоматизация и роботизация технологических**  
**процессов, Электрооборудование и электротехнологии**  
**(квалификация выпускника – бакалавр)**

Загинайловым Владимиром Ильичом, профессором кафедры электро-снабжения и электротехники имени академика И.А. Будзко ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, д.т.н. (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Надежность технических систем» ОПОП ВО по направлению 35.03.06 – Агроинженерия, направленности Автоматизация и роботизация технологических процессов, Электрооборудование и электротехнологии (квалификация выпускника – бакалавр), разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» на кафедре автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородин (разработчик – Меликов А.В., к.т.н., доцент).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Надежность технических систем» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 35.03.06 – Агроинженерия. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе **актуальность** учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к дисциплине, включенной в обязательную часть Блока 1 – Б1.О.

3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 35.03.06 – Агроинженерия.

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Надежность технических систем» закреплено **три компетенции**. Дисциплина «Надежность технических систем» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях **знать, уметь, владеть** соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

5. Общая трудоемкость дисциплины «Надежность технических систем» составляет 2 зачетные единицы (72 часа).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Надежность технических систем» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 35.03.06 – Агроинженерия и возможность дублирования в содержании отсутствует.

7. Представленная Программа предполагает использование современных



образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

8. Программа дисциплины «Надежность технических систем» предполагает занятия в интерактивной форме.

9. Виды, содержание и трудоемкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 35.03.06 – Агроинженерия.

10. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (устный опрос и выполнение контрольной работы), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета с оценкой, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины, включенной в обязательную часть – Б1 ФГОС ВО направления 35.03.06 – Агроинженерия.

11. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

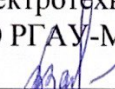
12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 3 источника (базовый учебник), дополнительной литературой – 5 наименований, нормативно-правовыми актами – 2 источника и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 35.03.06 – Агроинженерия.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Надежность технических систем» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Надежность технических систем».

### **ОБЩИЕ ВЫВОДЫ**

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Надежность технических систем» ОПОП ВО по направлению 35.03.06 – Агроинженерия, направленности Автоматизация и роботизация технологических процессов, Электрооборудование и электротехнологии (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Меликовым А.В., к.т.н., доцентом соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при ее реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Загинайлов Владимир Ильич, профессор кафедры  
электроснабжения и электротехники имени академика  
И.А. Будзко ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени  
К.А. Тимирязева, д.т.н.  « 29 » августа 2022 г.