


**ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный университет  
имени М.М. Джамбулатова»  
ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ**

Кафедра «Сельскохозяйственные машины и ТKM»



Утверждаю:

Первый проректор

 М.Д. Мукайлов

«26» марта 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины  
**«НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ»**

по направлению подготовки **35.03.06 «Агроинженерия»**

профиль **«Электрооборудование и электротехнологии»**

Квалификация (степень) – бакалавр

Форма обучения – очная, очно-заочная, заочная

**Махачкала, 2024 г.**

## ЛИСТ РАССМОТРЕНИЯ И СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа составлена на основании требований Федерального государственного образовательного стандарта к содержанию и уровню подготовки бакалавров по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» направленность «Электрооборудование и электротехнологии», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 813 от 23 августа 2017 г. и с учетом зональных особенностей Республики Дагестан.

Составитель: к.т.н, доцент



Г.Р. Гаджибабаев

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «Сельскохозяйственные машины и ТКМ» «14» марта 2024 г. протокол № 7.

Заведующий кафедрой: к.т.н., профессор



Шихсаидов Б.И.

Рабочая программа одобрена методической комиссией инженерного факультета «21» марта 2024 г. Протокол № 7.

Председатель методической  
комиссии факультета



И.И. Кузнецова

## СОДЕРЖАНИЕ:

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	7
4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу с обучающимися с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся.....	7
5. Содержание дисциплины.....	8
5.1. Разделы дисциплины и виды занятий в часах.....	8
5.2. Тематический план лекций.....	9
5.3. Тематический план практических (лабораторных, семинарских) занятий.....	11
5.4. Содержание разделов дисциплины.....	12
6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы.....	14
7. Фонды оценочных средств.....	17
7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.....	17
7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций.....	19
7.3. Типовые контрольные задания.....	27
7.4. Методика оценивания знаний, умений, навыков.....	34
8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	36
9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.....	37
10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	37
11. Информационные технологии и программное обеспечение.....	40
12. Описание материально-технической базы необходимой для осуществления образовательного процесса.....	41
13. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.....	41
Дополнения и изменения в рабочую программу дисциплины.....	43

## 1. Цели и задачи дисциплины

**Цель** дисциплины - является получение обучающимися необходимых знаний в области терминологии надежности систем электроэнергетики, теории надежности и методов расчета надежности систем электроснабжения, знакомство с экономическими факторами при обеспечении надежности систем электроснабжения, получение навыков синтеза систем электроснабжения с заданным или экономически обоснованным уровнем надежности.

**Задачами** являются:

- получение обучающимися необходимых знаний в области терминологии надежности систем электроэнергетики, теории надежности и методов расчета надежности систем электроснабжения;
- знакомство с экономическими факторами при обеспечении надежности систем электроснабжения;
- получение навыков синтеза систем электроснабжения с заданным или экономически обоснованным уровнем надежности.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций ОП ВО и овладение следующими результатами обучения по дисциплине:

Компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	Раздел дисциплины, обеспечивающий этапы формирования компетенций	В результате изучения раздела дисциплины, обеспечивающего формирование компетенций (или ее части) обучающийся должен:		
			Знать	Уметь	владеть
<b>ОПК-1. Способен решать типовые задачи профессиональной</b>	<b>ИД-1</b> опк-1. Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с	Надежность схем электроснабжения. Особенности расчета надежности схем электроснабжения	содержание и способы использования компьютерных и информационных технологий в системах электроснабжения	применять компьютерную технику и информационные технологии в своей профессиональной деятельности при	компьютерной техникой и информационными и сетевыми технологиями, применяемыми в

<b>деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационных технологий</b>	направленностью профессиональной деятельности		сельского хозяйства	обслуживании систем электроснабжения	электроснабжении
	<b>ИД-2</b> опк-1. Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в агроинженерии	Надежность схем электроснабжения. Особенности расчета надежности схем электроснабжения	современные методы и приборы, используемые в электрических сетях, методы вычисления погрешности измерений; современные системы автоматизированного технического и коммерческого учета электроэнергии.	применять современные методы и приборы в электрических сетях; рассчитывать погрешность результатов измерений; определять параметры качества электрической энергии	методами применения современных технологий в электроснабжении
<b>ОПК-4. Способен реализовывать современные технологии и обосновывать их применение в профессиональной деятельности</b>	<b>ИД-2</b> опк-4. Обосновывает и реализует современные технологии по обеспечению работоспособности машин и оборудования в сельскохозяйственном производстве	Надежность схем электроснабжения. Особенности расчета надежности схем электроснабжения	порядок получения экспериментальных данных параметров силового электрического оборудования в лабораторных и производственных условиях	обрабатывать результаты измерений параметров сетей электроснабжения, силового оборудования и оценивать их	навыками обработки и анализа экспериментальных данных
<b>ОПК-5. Способен участвовать в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности</b>	<b>ИД-1</b> опк-5. Использует современные методы экспериментальных исследований и испытаний в профессиональной деятельности	Надежность схем электроснабжения. Особенности расчета надежности схем электроснабжения	единичные и комплексные показатели надежности для восстанавливаемого и невосстанавливаемого электрооборудования и средств автоматики	решать инженерные задачи, направленные на сокращение числа отказов электрооборудования и средств автоматики	методами анализа структурных схем замещения по надежности для достижения заданного уровня показателей надежности электрооборудования и средств автоматики

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

«Надежность технических систем» входит в перечень *обязательных дисциплин* согласно ФГОС ВО Б1.О.37.

Дисциплина базируется на входных знаниях, умениях и компетенциях, полученных обучающимися в процессе изучения: «Теоретические основы электротехники», «Электрические аппараты».

Дисциплина создает теоретическую и практическую основу для изучения: «Проектирование систем электроснабжения», «Электропривод», «Эксплуатация электрооборудования».

**Разделы (модули) дисциплины и междисциплинарные связи  
с последующими дисциплинами**

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины, необходимых для изучения (последующих) обеспечиваемых дисциплин	
		1	2
1.	Эксплуатационная практика. Технологическая в электропредприятиях	+	+
2.	Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты	+	+

**4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу с обучающимися с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

**Очная форма обучения**

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		4
<b>Общая трудоемкость:</b> часы	<b>108</b>	<b>108</b>
зачетные единицы	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>Аудиторные занятия (всего), в т.ч.:</b>	<b>48</b>	<b>48</b>
лекции	16	16
практические занятия	32	32
<b>Самостоятельная работа (СРС), в т.ч.:</b>	<b>60</b>	<b>60</b>
подготовка к практическим занятиям	30	30
самостоятельное изучение тем	30	30
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>Зачет</b>	<b>Зачет</b>

**Очно – заочная форма обучения**

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		5
<b>Общая трудоемкость:</b> часы	<b>108</b>	<b>108</b>
зачетные единицы	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>Аудиторные занятия (всего), в т.ч.:</b>	<b>32</b>	<b>32</b>
лекции	10	10
практические занятия (ПЗ)	22	22
<b>Самостоятельная работа (СРС), в т.ч.:</b>	<b>76</b>	<b>76</b>
подготовка к практическим занятиям	26	26
самостоятельное изучение тем	26	26

подготовка к текущему контролю	24	24
<b>Промежуточная аттестация</b>		<b>Экзамен</b>

## Заочная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Курс
		3
<b>Общая трудоемкость:</b> часы	<b>108</b>	<b>108</b>
зачетные единицы	3	3
<b>Аудиторные занятия (всего), в т.ч.:</b>	<b>14</b>	<b>14</b>
лекции	6	6
практические занятия	8	8
<b>Самостоятельная работа (СРС), в т.ч.:</b>	<b>94</b>	<b>94</b>
подготовка к практическим занятиям	30	30
самостоятельное изучение тем	30	30
подготовка к текущему контролю	34	34
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>Зачет</b>	<b>Зачет</b>

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы (модули) дисциплины и виды занятий в часах

#### Очная форма обучения

№ п/п	Наименование разделов	Всего (часов)	Аудиторные занятия (час)		Самостоятельная работа
			Лекции	ПЗ	
1.	Раздел 1. Надежность схем электроснабжения.	64	10	24	30
2.	Раздел 2. Особенности расчета надежности схем электроснабжения	44	6	8	30
	<b>Всего</b>	<b>108</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>60</b>

#### Очно – заочная форма обучения

№ п/п	Наименование разделов	Всего (часов)	Аудиторные занятия (час)		Самостоятельная работа
			Лекции	ПЗ	
1.	Раздел 1. Надежность схем электроснабжения	64	6	10	38
2.	Раздел 2. Особенности расчета надежности схем электроснабжения	44	4	12	38
	<b>Всего</b>	<b>108</b>	<b>10</b>	<b>22</b>	<b>76</b>

#### Заочная форма обучения

№ п/п	Наименование разделов	Всего (часов)	Аудиторные занятия (час)		Самостоятельная работа
			Лекции	ПЗ	
1.	Раздел 1. Надежность схем электроснабжения.	50	4	6	40

2.	Раздел 2. Особенности расчета надежности схем электроснабжения	58	2	2	54
	<b>Всего</b>	<b>108</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>94</b>

## 5.2. Тематический план лекций

### Очная форма обучения

п/п	Темы лекций	Кол-во часов
	<b>Раздел 1. Надежность схем электроснабжения.</b>	
1	Общие понятия надежности систем электроснабжения	2
2	Отказы и их характеристики	2
3	Надежности восстанавливаемых объектов	2
4	Надежность элементов системы электроснабжения	2
5	Расчет надежности элементов системы электроснабжения	2
	<b>Раздел 2. Особенности расчета надежности схем электроснабжения</b>	
6	Разновидности расчета надежности схем электроснабжения	2
7	Влияние организации обслуживания, коммутационной аппаратуры и устройств релейной защиты и автоматики на надежность схем	2
8	Повышение надежности систем электроснабжения	2
	<b>Всего</b>	<b>16</b>

### Очно – заочная форма обучения

п/п	Темы лекций	Кол-во часов
	<b>Раздел 1. Надежность схем электроснабжения.</b>	
1.	Общие понятия надежности систем электроснабжения	2
2.	Отказы и их характеристики. Надежности восстанавливаемых объектов	2
3.	Надежность элементов системы электроснабжения. Расчет надежности элементов системы электроснабжения	2
	<b>Раздел 2. Особенности расчета надежности схем электроснабжения</b>	
4.	Разновидности расчета надежности схем электроснабжения. Повышение надежности систем электроснабжения	2
5.	Влияние организации обслуживания, коммутационной аппаратуры и устройств релейной защиты и автоматики на надежность схем	2
	<b>Всего</b>	<b>10</b>

### Заочная форма обучения

п/п	Темы лекций	Кол-во часов
	<b>Раздел 1. Надежность схем электроснабжения.</b>	
1	Общие понятия надежности систем электроснабжения	2
2	Отказы и их характеристики	
3	Надежности восстанавливаемых объектов	
4	Надежность элементов системы электроснабжения	2
5	Расчет надежности элементов системы электроснабжения	
	<b>Раздел 2. Особенности расчета надежности схем электроснабжения</b>	
6	Разновидности расчета надежности схем электроснабжения	2
7	Влияние организации обслуживания, коммутационной аппаратуры и устройств релейной защиты и автоматики на надежность схем	
8	Повышение надежности систем электроснабжения	



<b>Всего</b>	<b>6</b>
--------------	----------

### 5.3. Тематический план практических занятий

#### Очная форма обучения

п/п	Темы занятий	Кол-во часов
<b>Раздел 1. Надежность схем электроснабжения.</b>		
1.	Надежность неремонтируемых объектов	4
2.	Эксплуатационные характеристики электроэнергетического оборудования	4
3.	Соотношения основных показателей надежности	4
4.	Схемы замещения элементов по надежности	4
5.	Расчет надежности методом свертки	4
6.	Повышение надежности методом резервирования	4
<b>Раздел 2. Особенности расчета надежности схем электроснабжения</b>		
7.	Системы массового обслуживания (СМО)	4
8.	Надежность при использовании статистических рядов	4
<b>Всего</b>		<b>32</b>

#### Очно – заочная форма обучения

п/п	Темы занятий	Кол-во часов
<b>Раздел 1. Надежность схем электроснабжения.</b>		
1.	Надежность неремонтируемых объектов	2
2.	Эксплуатационные характеристики электроэнергетического оборудования	2
3.	Соотношения основных показателей надежности	2
4.	Схемы замещения элементов по надежности	2
5.	Расчет надежности методом свертки	2
6.	Повышение надежности методом резервирования	4
<b>Раздел 2. Особенности расчета надежности схем электроснабжения</b>		
7.	Системы массового обслуживания (СМО)	4
8.	Надежность при использовании статистических рядов	4
<b>Всего</b>		<b>22</b>

#### Заочная форма обучения

п/п	Темы занятий	Кол-во часов
Раздел 1. Надежность схем электроснабжения.		
1	Надежность неремонтируемых объектов	2
2	Эксплуатационные характеристики электроэнергетического оборудования	
3	Соотношения основных показателей надежности	2
4	Схемы замещения элементов по надежности	
5	Расчет надежности методом свертки	2
6	Повышение надежности методом резервирования	
	Раздел 2. Особенности расчета надежности схем электроснабжения	
7	Системы массового обслуживания (СМО)	2
8	Надежность при использовании статистических рядов	
Всего		8

## 5.4. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела	Компетенции
1.	Надежность схем электроснабжения	Введение. Общие понятия. Причины и характер повреждений основных элементов систем электроснабжения. Виды отказов. Классификация отказов. Типы отказов. Количественные характеристики основных показателей надежности. Интенсивность отказов. Экспоненциальный закон надежности. Надежность восстанавливаемых объектов. Теорема сложения вероятностей. Теорема умножения вероятностей. Надежность систем с последовательным соединением элементов. Надежность систем с параллельным соединением элементов. Виды резервирования. Надежность систем при постоянном общем резервировании. Надежность систем при постоянном раздельном резервировании. Надежность систем со смешанным соединением элементов. Приближенный метод преобразования треугольника в звезду и обратно. Приближенный метод исключения элементов	ИД-1 <sub>опк-1</sub> ИД-2 <sub>опк-1</sub> ИД-2 <sub>опк-4</sub> ИД-1 <sub>опк-5</sub>
2.	Особенности расчета надежности схем электроснабжения	Алгебра логики. Логические функции работоспособности и неработоспособности. Учет преднамеренных отключений. Преднамеренные отключения при последовательном соединении элементов. Преднамеренные отключения при параллельном соединении элементов. Влияние организации обслуживания на надежность схем. Влияние надежности коммутационной аппаратуры и устройств релейной защиты и автоматики на надежность схем. Расчет показателей надежности схем электроснабжения. Требования нормативных документов к надежности электроснабжения потребителей. Обеспечение надежности электроснабжения при проектировании. Способы повышения надежности электроснабжения потребителей	ИД-1 <sub>опк-1</sub> ИД-2 <sub>опк-1</sub> ИД-2 <sub>опк-4</sub> ИД-1 <sub>опк-5</sub>

## 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

### Тематический план самостоятельной работы

п/п	Тематика самостоятельной работы	Кол-во часов			Рекомендуемые источники информации (№ источника)		
		0	0-3	3	Основная (из п.8 РПД)	Дополнительная (из п.8 РПД)	(интернет-ресурсы) (из п.9 РПД)
1	Основные законы распределения наработки до отказа. Законы распределения дискретных величин. Законы распределения непрерывных случайных величин:	8	10	12	1,2,3	5,6	1-6

2	Процессы электрического разрушения твердых диэлектриков и полупроводников. Старение материалов. Влияние этих процессов на изменение свойств и параметров материалов элементов, на их долговечность и надежность	8	10	12	3	5,6	1-6
3	Основные понятия, термины и определения, применяемые в теории надежности. Связь терминов и определений. Термины и определения надежности электроэнергетических систем. Объекты и их типы. Состояния объектов и систем. Временные понятия и их определение. Показатели надежности и их типы.	8	10	12	1,2,3	4,7	1-6
4	Отказы электрооборудования в системах электроснабжения: классификация и основные факторы. Физические закономерности старения электрической изоляции. Физические закономерности износа силовых контактов. Причины повреждений основного оборудования систем электроснабжения	8	10	12	1,2	5	1-6
5	Общие понятия. Виды перерывов электроснабжения, их причины и последствия. Нарушения нормального режима электроснабжения: виды нарушения, продолжительность восстановления технологического процесса, ущерб от перерывов электроснабжения.	8	10	12	1,2,3	5	1-6
6	Общие сведения о технической диагностике. Основные определения и роль диагностики в системах электроснабжения. Процесс, задачи и виды технического состояния. Показатели и критерии эффективности диагностирования.	8	10	12	1,2,4	5,7	1-6
7	Человек-оператор как звено системы «человек – техническое устройство – окружающая среда». Основные понятия и определения надежности электротехнического персонала.	6	8	12	1,2,4	4,5,6	1-6
8	Классификация ошибок оперативного персонала. Инженерная психология и психология труда: основные задачи, характеристики человека как субъекта труда, основные составляющие психологического климата. Мероприятия по повышению надежности данной системы	6	8	10	1,2,4	5,6,7	1-6
<b>Всего</b>		<b>60</b>	<b>76</b>	<b>94</b>			

### **Учебно-методические материалы для самостоятельной работы:**

1. Беломестных В.А. «Надежность технических систем»: учебное пособие / В.А. Беломестных. Иркутск: Иркутский ГАУ, 2020 г. //Лань: электронно-библиотечная система. <https://e.lanbook.com/book/>.

2. Березкин Е.Ф. «Надежность и техническая диагностика систем»: учебное пособие /Е.Ф. Березкин. Санкт-Петербург: Лань, 2022 г. // Лань: электронно-библиотечная система. <https://e.lanbook.com/book/206369>

3. Лисунов Е.А. «Практикум по надежности технических систем»: учебное пособие /Е.А. Лисунов. 2-е изд., испр. и доп. Санкт-Петербург: Лань, 2021 г. //Лань: электронно-библиотечная система. <https://e.lanbook.com/book/168748>.

## **Методические рекомендации студенту к самостоятельной работе**

**Самостоятельная работа студентов**, предусмотренная учебным планом в объеме не менее 50-70% общего количества часов, соответствует более глубокому усвоению изучаемого курса, формирует навыки исследовательской работы и ориентирует студентов на умение применять теоретические знания на практике.

Самостоятельная работа носит систематический характер.

Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента (зачет, экзамен). При этом проводятся: тестирование, экспресс-опрос на семинарских и практических занятиях, заслушивание докладов, рефератов, проверка письменных работ и т.д.

Задания для самостоятельной работы составляются по разделам и темам, по которым не предусмотрены аудиторские занятия, либо требуется дополнительно проработать и проанализировать рассматриваемый преподавателем материал в объеме запланированных часов.

Для подготовки к занятиям и выполнения самостоятельной работы, студентам рекомендуются учебно-методические издания, а также методические материалы, выпущенные кафедрой своими силами и предоставляемые студентам во время занятий (приложения):

- наглядные пособия (плакаты, гербарий - на кафедре)
- глоссарий - словарь терминов по тематике дисциплины
- тезисы лекций.

**Самостоятельная работа с книгой.** В наше время книга существует в двух формах: традиционной и электронной. В интернете существуют целые библиотеки, располагающие десятками тысяч электронных текстов. Сегодня в обществе преобладает мнение, что печатная книга и ее компьютерный текст дополняют друг друга. Используя электронный вариант книги значительно быстрее подготовить на его базе реферат, контрольную работу, подогнать текст своей работы под требуемый учебным заданием объем. Печатные книги гораздо легче и удобнее читать.

Работа с книгой, студенты сталкиваются с рядом проблем. Одна из них – какая книга лучше. Целесообразно в первую очередь обратиться к литературе,

рекомендованной преподавателем. Целесообразно прочитать аннотацию к книге на ее страницах, в которой указано, кому и для каких целей она может быть полезна.

Другая проблема – как эффективно усвоить материал книги. Качество усвоения учебного материала существенно зависят от манера прочтения книги. Можно выделить пять основных приемов работы с литературой:

Чтение-просмотр используется для предварительного ознакомления с книгой, оценки ее ценности. Он предполагает ознакомление с аннотацией, предисловием, оглавлением, заключением книги, поиск по оглавлению наиболее важных мыслей и выводов автора произведения.

Выборочное чтение предполагает избирательное чтение отдельных разделов текста. Этот метод используется, как правило, после предварительного просмотра книги, при ее вторичном чтении.

Сканирование представляет быстрый просмотр книги с целью поиска фамилии, факта, оценки и др.

Углубленное чтение предполагает обращение внимания на детали содержания текста, его анализ и оценку. Скорость подобного вида чтения составляет ориентировочно до 7-10 страниц в час. Она может быть и выше, если читатель уже обладает определенным знанием по теме книги или статьи.

Углубленное чтение литературы предполагает:

- Стремление к пониманию прочитанного. Без понимания смысла, прочитанного информацию ее очень трудно запомнить.
- Обдумывание изложенной в книге информации. Тогда собственные мысли, возникшие в ходе знакомства с чужими работами, послужат основой для получения нового знания.
- Мысленное выделение ключевых слов, идей раздробление содержания текста на логические блоки, составление плана прочитанного. Если студент имеет дело с личной книгой, то ключевые слова и мысли можно подчеркнуть карандашом.
- Составление конспекта изученного материала. Если статья или раздел книги по объему небольшой, то целесообразно приступить к конспектированию, прочитав их полностью. В других случаях желательно прочитать 7-10 страниц.

## 7. Фонды оценочных средств

### 7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

	Семестр (курс)	Дисциплины /элементы программы (практики, ГИА), участвующие в формировании компетенции
		<b>ОПК-1. Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий</b>
		<b>ИД-1<sub>ОПК-1</sub>. Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности</b>
1.	1,2,3 (1,2)	Математика
2.	1,2 (1,2)	Физика
3.	1 (1)	Химия
4.	5 (4)	Теплотехника
5.	2,3 (1,2)	Материаловедение и технология конструкционных материалов
6.	7 (4)	Автоматика
7.	2,3 (1,2)	Информатика и цифровые технологии
8.	4 (3)	Техника и технологии в сельском хозяйстве
9.	3,4 (2,3)	Прикладная механика
10.	5 (5)	Электрические измерения
11.	4,5 (3,4)	Теоретические основы электротехники
12.	5 (4)	Электронная техника
13.	5,6 (3,4)	Электрические машины
14.	6 (4)	Светотехника
15.	6 (3)	Электротехнологии
16.	2 (1)	Электротехнические материалы
17.	7 (4)	Электропривод
18.	7 (4)	Электроснабжение
19.	7 (5)	Эксплуатация электрооборудования
20.	4 (3)	Надежность технических систем
21.	8 (5)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
		<b>ИД-2<sub>ОПК-1</sub>. Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в агроинженерии</b>
	1,2,3 (1,2)	Математика
2.	1,2 (1,2)	Физика
3.	1 (1)	Химия
4.	4 (4)	Гидравлика
5.	5 (4)	Теплотехника
6.	2,3 (1,2)	Материаловедение и технология конструкционных материалов
7.	5 (3)	Метрология, стандартизация и сертификация
8.	7 (4)	Автоматика
9.	3,4 (2,3)	Прикладная механика
10.	5 (5)	Электрические измерения
11.	4,5 (3,4)	Теоретические основы электротехники
12.	5 (4)	Электронная техника
13.	5,6 (3,4)	Электрические машины
14.	2 (1)	Электротехнические материалы
15.	7 (4)	Электропривод
16.	7 (4)	Электроснабжение

17.	4 (3)	Надежность технических систем
18.	8 (5)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
<b>ОПК-4. Способен реализовывать современные технологии и обосновывать их применение в профессиональной деятельности</b>		
<b>ИД-2<sub>ОПК-4</sub>. Обосновывает и реализует современные технологии по обеспечению работоспособности машин и оборудования в сельскохозяйственном производстве</b>		
	7 (4)	Автоматика
2.	2,3 (1,2)	Информатика и цифровые технологии
3.	4 (2)	Основы производства продукции животноводства
4.	4 (3)	Техника и технологии в сельском хозяйстве
5.	5 (5)	Электрические измерения
6.	5 (4)	Электронная техника
7.	5,6 (3,4)	Электрические машины
8.	6 (4)	Светотехника
9.	6 (3)	Электротехнологии
10.	2 (1)	Электротехнические материалы
11.	7 (4)	Электропривод
12.	7 (4)	Электроснабжение
13.	7 (5)	Эксплуатация электрооборудования
14.	4 (4)	Монтаж электрооборудования
15.	4 (3)	Основы микропроцессорной техники
16.	4 (3)	Надежность технических систем
17.	8 (5)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
<b>ОПК-5. Способен участвовать в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности</b>		
<b>ИД-1<sub>ОПК-5</sub>. Использует современные методы экспериментальных исследований и испытаний в профессиональной деятельности</b>		
	4 (4)	Гидравлика
2.	5 (4)	Теплотехника
3.	2,3 (1,2)	Материаловедение и технология конструкционных материалов
4.	5 (3)	Метрология, стандартизация и сертификация
5.	7 (4)	Автоматика
6.	3 (2)	Основы производства продукции растениеводства
7.	4 (2)	Основы производства продукции животноводства
8.	4 (3)	Техника и технологии в сельском хозяйстве
9.	5 (5)	Электрические измерения
10.	4,5 (3,4)	Теоретические основы электротехники
11.	5 (4)	Электронная техника
12.	5,6 (3,4)	Электрические машины
13.	6 (4)	Светотехника
14.	6 (3)	Электротехнологии
15.	2 (1)	Электротехнические материалы
16.	7 (4)	Электропривод
17.	7 (4)	Электроснабжение
18.	7 (5)	Эксплуатация электрооборудования
19.	4 (4)	Монтаж электрооборудования
20.	4 (3)	Основы микропроцессорной техники
21.	4 (3)	Надежность технических систем
22.	8 (5)	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

## 7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций

Показатели	Критерии оценивания			
	Шкала по традиционной пятибалльной системе			
	Допороговый («неудовлетворительно»)	Пороговый («удовлетворительно»)	Продвинутый («хорошо»)	Высокий («отлично»)
<b>ИД-1опк-1</b>				
<b>Знания</b>	Фрагментарные знания по основным законам естественно-научных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности	Знает основные законы естественно-научных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности <i>с существенными ошибками</i>	Знает основные законы естественно-научных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности <i>с несущественными ошибками</i>	Знает основные законы естественно-научных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности <i>на высоком уровне</i>
<b>Умения</b>	Отсутствие умений, предусмотренных данной компетенцией	Умеет использовать основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности <i>на низком уровне.</i>	Умеет использовать основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности <i>с несущественными ошибками</i>	Умеет использовать основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности <i>в полном объеме</i>
<b>Навыки</b>	Отсутствие или наличие фрагментарных навыков, предусмотренных данной компетенцией	Владеет основными законами естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности <i>на низком уровне.</i>	Владеет основными законами естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности <i>в достаточном объеме</i>	Владеет основными законами естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности <i>в полном объеме</i>
<b>ИД-2опк-1</b>				
<b>Знания</b>	Фрагментарные знания по основным законам математических и естественных наук для решения стандартных задач в агроинженерии	Знает основные законы математических и естественных наук для решения стандартных задач в агроинженерии <i>с существенными ошибками</i>	Знает основные законы математических и естественных наук для решения стандартных задач в агроинженерии <i>с несущественными ошибками</i>	Знает основные законы математических и естественных наук для решения стандартных задач в агроинженерии <i>на высоком уровне</i>
<b>Умения</b>	Отсутствие умений, предусмотренных данной компетенцией	Умеет использовать знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в агроинженерии <i>на низком уровне.</i>	Умеет использовать знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в агроинженерии <i>с несущественными ошибками</i>	Умеет использовать знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в агроинженерии <i>в полном объеме</i>
<b>Навыки</b>	Отсутствие или наличие фрагментарных навыков, предусмотренных данной компетенцией	Владеет знаниями основных законов математических и естественных наук для решения стандартных	Владеет знаниями основных законов математических и естественных наук для решения стандартных	Владеет знаниями основных законов математических и естественных наук для решения стандартных



		задач в агроинженерии <i>на низком уровне.</i>	задач в агроинженерии <i>в достаточном объеме</i>	задач в агроинженерии <i>в полном объеме</i>
<b>ИД-2опк-4</b>				
<b>Знания</b>	Фрагментарные знания по современным технологиям обеспечения работоспособности машин и оборудования в сельскохозяйственном производстве	Знает и реализует современные технологии по обеспечению работоспособности машин и оборудования в сельскохозяйственном производстве <i>с существенными ошибками</i>	Знает и реализует современные технологии по обеспечению работоспособности машин и оборудования в сельскохозяйственном производстве <i>с несущественными ошибками</i>	Знает и реализует современные технологии по обеспечению работоспособности машин и оборудования в сельскохозяйственном производстве <i>на высоком уровне</i>
<b>Умения</b>	Отсутствие умений, предусмотренных данной компетенцией	Умеет обосновывать и реализовать современные технологии по обеспечению работоспособности машин и оборудования в сельскохозяйственном производстве <i>на низком уровне.</i>	Умеет обосновывать и реализовать современные технологии по обеспечению работоспособности машин и оборудования в сельскохозяйственном производстве <i>с несущественными ошибками</i>	Умеет обосновывать и реализовать современные технологии по обеспечению работоспособности машин и оборудования в сельскохозяйственном производстве <i>в полном объеме</i>
<b>Навыки</b>	Отсутствие или наличие фрагментарных навыков, предусмотренных данной компетенцией	Владеет навыками обоснования и реализации современных технологий по обеспечению работоспособности машин и оборудования в сельскохозяйственном производстве <i>на низком уровне.</i>	Владеет навыками обоснования и реализации современных технологий по обеспечению работоспособности машин и оборудования в сельскохозяйственном производстве <i>в достаточном объеме</i>	Владеет навыками обоснования и реализации современных технологий по обеспечению работоспособности машин и оборудования в сельскохозяйственном производстве <i>в полном объеме</i>
<b>ИД-1опк-5</b>				
<b>Знания</b>	Фрагментарные знания по использованию современных методов экспериментальных исследований и испытаний в профессиональной деятельности	Знает современные методы экспериментальных исследований и испытаний в профессиональной деятельности <i>с существенными ошибками</i>	Знает современные методы экспериментальных исследований и испытаний в профессиональной деятельности <i>с несущественными ошибками</i>	Знает современные методы экспериментальных исследований и испытаний в профессиональной деятельности <i>на высоком уровне</i>
<b>Умения</b>	Отсутствие умений, предусмотренных данной компетенцией	Умеет использовать современные методы экспериментальных исследований и испытаний в профессиональной деятельности <i>на низком уровне.</i>	Умеет использовать современные методы экспериментальных исследований и испытаний в профессиональной деятельности <i>с несущественными ошибками</i>	Умеет использовать современные методы экспериментальных исследований и испытаний в профессиональной деятельности <i>в полном объеме</i>
<b>Навыки</b>	Отсутствие или наличие фрагментарных навыков, предусмотренных данной компетенцией	Владеет современными методами экспериментальных исследований и испытаний в профессиональной	Владеет современными методами экспериментальных исследований и испытаний в	Владеет современными методами экспериментальных исследований и испытаний в

		деятельности на низком уровне.	профессиональной деятельности в достаточном объеме	профессиональной деятельности в полном объеме
--	--	--------------------------------	--	---

### 7.3. Типовые контрольные задания

#### Тесты для текущего и промежуточного контроля

##### 1. Формула

$$Q(t_i) = 1 - e^{-\lambda t_i}$$

где  $e$  – основание натурального логарифма ( $\approx 2,72$ ),

$\lambda$  – интенсивность отказа изделия (1/ч),

$t_i$  – заданное время работы (ч).

служит для определения:

- 1) вероятности отказа прибора
- 2) вероятности безотказной работы прибора
- 3) эксплуатационной надёжности

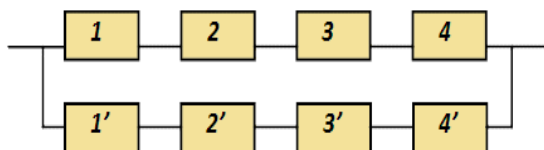
##### 2. Ремонтпригодность прибора не определяется:

- 1) временем, затраченным на поиск неисправности
- 2) временем, затраченным на устранение неисправности
- 3) временем, затраченным на настройку прибора после его ремонта
- 4) временем состояния неработоспособности

3. Методом повышения надёжности приборов и элементов на стадии эксплуатации является:

- 1) выбор режимов работы элементов
- 2) тренировка и отбраковка
- 3) усовершенствование методов испытаний серии образцов
- 4) своевременное (в соответствии с регламентом) техническое обслуживание

##### 4. На рисунке представлена схема:



- 1) последовательного резервирования
- 2) последовательно-параллельного резервирования
- 3) поэлементного резервирования
- 4) общего резервирования

##### 5. Кратность резервирования $m=1$ означает:

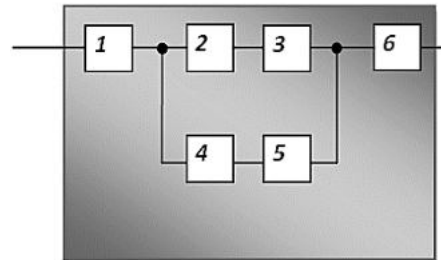
- 1) двойное резервирование
- 2) Дублирование
- 3) отсутствие резерва

**6. При последовательно соединённых элементах вероятность безотказной работы изделий равна:**

- 1) произведению вероятностей безотказной работы всех элементов
- 2) сумме вероятностей безотказной работы соединённых элементов
- 3)  $1/n$ -число элементов

**7. По представленной структурной схеме системы определите очерёдность расчёта надёжности данной системы**

- 1)  $P_{23} \rightarrow P_{45} \rightarrow P_{2345} \rightarrow P_{123456}$
- 2)  $P_{1236} \rightarrow P_{45} \rightarrow P_{123456}$
- 3)  $P_{23} \rightarrow P_{45} \rightarrow P_{1456} \rightarrow P_{123456}$
- 4)  $P_{45} \rightarrow P_{1236} \rightarrow P_{123456}$



**8. Наиболее сложным с точки зрения диагностики (выявления) является:**

- 1) постепенный отказ
- 2) неявный отказ
- 3) полный отказ
- 4) частичный отказ

**9. Формула**

$$P(t_i) = e^{-\lambda t_i},$$

где  $e$  – основание натурального логарифма ( $\approx 2,72$ ),  
 $\lambda$  – интенсивность отказа изделия ( $1/\text{ч}$ ),  
 $t_i$  – заданное время работы (ч).

**служит для определения:**

- 1) вероятности безотказной работы прибора
- 2) вероятности отказа прибора
- 3) эксплуатационной надёжности

**10. Коэффициент готовности изделия определяется:**

- 1) временем эксплуатации
- 2) во время простоя или ожидания
- 3) в произвольный момент времени

**11. Дестабилизирующим субъективным фактором в работе прибора не является:**

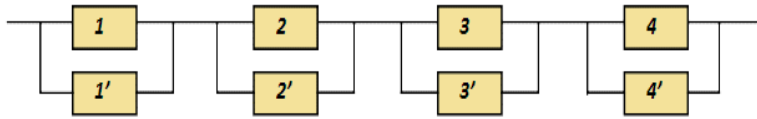
- 1) старение, износ
- 2) нарушение технологии производства
- 3) низкое качество технического обслуживания
- 4) ненадёжные элементы

**12. Полный расчёт надёжности изделия производится:**

- 1) на этапе проектирования

- 2) на этапе производства
- 3) на этапе эксплуатации
- 4) по окончании срока службы

**13. На рисунке представлена схема резервирования элемента системы**



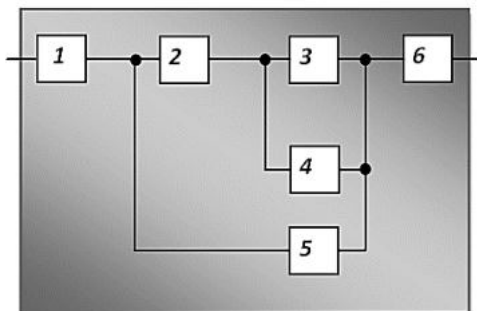
**Чему равна кратность резервирования?**

- 1)  $m=0$
- 2)  $m=1$
- 3)  $m=2$
- 4)  $m=4$

**14. При параллельно соединённых элементах вероятность безотказной работы изделий равна:**

- 1) произведению вероятностей безотказной работы всех параллельно соединенных элементов
- 2) сумме вероятностей безотказной работы всех параллельно соединенных элементов
- 3) произведению вероятностей отказа всех параллельно соединенных элементов
- 4) сумме вероятностей отказа всех параллельно соединенных элементов

**15. По представленной структурной схеме системы определите очерёдность расчёта надёжности данной системы**



- 1)  $P_{34} \rightarrow P_{345} \rightarrow P_{1236} \rightarrow P_{123456}$
- 2)  $P_{25} \rightarrow P_{2345} \rightarrow P_{123456}$
- 3)  $P_{34} \rightarrow P_{345} \rightarrow P_{2345} \rightarrow P_{123456}$
- 4)  $P_{34} \rightarrow P_{234} \rightarrow P_{2345} \rightarrow P_{123456}$

**16. Ресурс работы прибора – это ...**

- 1) свойство прибора сохранять работоспособность в течение заданного времени
- 2) свойство прибора сохранять работоспособность до достижения им предельного состояния
- 3) наработка в часах от момента начала эксплуатации прибора до его отказа

- 4) календарная продолжительность работы прибора от начала эксплуатации до достижения им предельного состояния

**17. Наилучшим показателем надёжности будет:**

- 1)  $Q(t_i) = 1$
- 2)  $Q(t_i) = 0$
- 3)  $Q(t_i) = -1$

**18. Эксплуатационную надёжность приборов определяют:**

- 1) на этапе их проектирования
- 2) при заводских испытаниях
- 3) при нормальных условиях эксплуатации
- 4) в полевых условиях

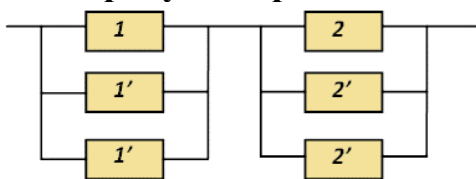
**19. Дестабилизирующими субъективными факторами в работе прибора являются:**

- 1) биологические факторы
- 2) переходные процессы
- 3) ненадёжные элементы
- 4) старение, износ

**20. Методом повышения надёжности приборов и элементов на стадии испытаний не является:**

- 1) выбор режимов работы элементов
- 2) тренировка и отбраковка
- 3) усовершенствование методов испытаний серии образцов
- 4) своевременное (в соответствии с регламентом) техническое обслуживание

**21. На рисунке представлена схема резервирования элемента системы.**



**Чему равна кратность резервирования?**

- 1)  $m=0$
- 2)  $m=1$
- 3)  $m=2$
- 4)  $m=3$

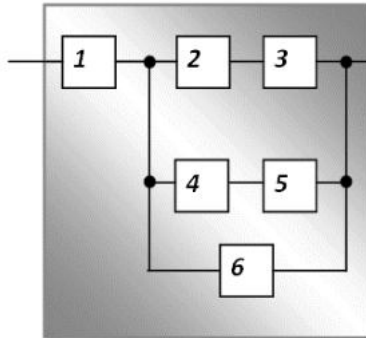
**22. Нагруженный резерв означает, что:**

- 1) резервные элементы включаются только после отказа работающего элемента
- 2) резервные элементы находятся в облегченных условиях работы
- 3) рабочие и резервные элементы находятся в одинаковых условиях работы

- 4) резервные элементы схемы или устройства включают (и нагружают) вместе с основными элементами

**23. По представленной структурной схеме системы определите очерёдность расчёта надёжности данной системы**

- 1)  $P_{23} \rightarrow P_{45} \rightarrow$
- 2)  $P_{23} \rightarrow P_{45} \rightarrow$
- 3)  $P_{23} \rightarrow P_{123} \rightarrow$
- 4)  $P_{24} \rightarrow P_{35} \rightarrow$



- $P_{23456} \rightarrow P_{123456}$
- $P_{23456} \rightarrow P_{123456}$
- $P_{12345} \rightarrow P_{123456}$
- $P_{23456} \rightarrow P_{123456}$

**24. Одним из отказов, требующих специальных измерений и лабораторного анализа является:**

- 1) постепенный отказ
- 2) частичный отказ
- 3) полный отказ
- 4) неявный отказ

**25. Дестабилизирующим объективным фактором в работе авиационного прибора является:**

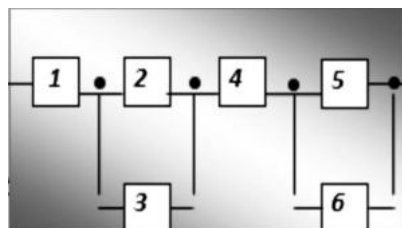
- 1) старение, износ
- 2) нарушение технологии производства
- 3) низкое качество технического обслуживания
- 4) ненадёжные элементы

**26. Постоянное резервирование означает, что:**

- 1) резервные элементы схемы или устройства включают (и нагружают) вместе с основными элементами
- 2) подключение резервных элементов происходит при отказе основных
- 3) рабочие и резервные элементы находятся в одинаковых условиях работы
- 4) резервные элементы находятся в облегченных условиях работы

**27. По представленной структурной схеме системы управления стабилизатором самолёта определите очерёдность расчёта надёжности данной системы**

- 1)  $P_{123} \rightarrow P_{456} \rightarrow P_{123456}$
- 2)  $P_{1245} \rightarrow P_{12345} \rightarrow P_{123456}$
- 3)  $P_{12} \rightarrow P_{45} \rightarrow P_{36} \rightarrow P_{123456}$
- 4)  $P_{23} \rightarrow P_{56} \rightarrow P_{123456}$



**28. Рассогласование работы**

-устраняются только во время ремонта и замены отказавшего элемента

- требуют настройки прибора
- требуют специальных измерений, лабораторного анализа или исследований
- связаны с плавным изменением параметров в результате изнашивания и старения

## **29. Устойчивые отказы**

- связаны с плавным изменением параметров в результате изнашивания и старения
- требуют настройки прибора
- требуют специальных измерений, лабораторного анализа или исследований
- устраняются только во время ремонта и замены отказавшего элемента

## **30. Производственные отказы**

- потребитель
- разработчик
- смежные предприятия (поставщики покупных изделий)
- изготовитель

## **31. Конструкционные отказы**

- потребитель
- разработчик
- смежные предприятия (поставщики покупных изделий)
- изготовитель

## **32. Долговечность**

- свойство прибора сохранять работоспособность в течение заданного времени
- свойство прибора сохранять работоспособность до достижения им предельного состояния
- наработка прибора в часах от момента начала эксплуатации до его отказа
- календарная продолжительность работы прибора от начала эксплуатации до достижения им предельного состояния

### **Контрольные вопросы для индивидуального задания:**

1. Назовите характерные нормальные и аварийные режимы работы технической системы.
2. Что является критерием отказа технической системы?
3. Как можно классифицировать отказы?
4. Что является критерием восстановления?
5. Какие системы являются восстанавливаемыми?

6. Приведите примеры восстанавливаемых и невосстанавливаемых технических изделий?
7. Дайте определение критического отказа и критичного элемента системы.
8. Раскройте смысл понятий устойчивости, режимной управляемости и живучести технической системы.
9. Какие специфические свойства описывают надежность энергетических объектов?
10. Дайте определения вероятности безотказной работы и вероятности отказа. Поясните их математический смысл.
11. Что называется, интенсивностью отказов? Сформулируйте математический и физический смысл этого понятия.
12. Дайте определение параметра потока отказов. Сформулируйте физический смысл этого понятия.
13. Как изменяется параметр потока отказов технической системы в течение ее срока службы.
14. Перечислите основные коэффициенты, характеризующие надежность технических систем.
15. Назовите статистические законы распределения, применяемые в теории надежности, и область их применения.
16. Сформулируйте алгоритм испытания надежности технической системы.
17. Поясните общий смысл статистических критериев согласия.
18. Для чего в исследованиях надежности используются статистические критерии однородности.
19. Что называется, моделью отказов и моделью надежности? В чем различие этих терминов?
20. Нарисуйте графы состояний и переходов для невосстанавливаемой системы с внезапными отказами и постепенным износом. Поясните их основные числовые параметры.
21. Покажите общий вид модели надежности для восстанавливаемых систем и поясните ее основные числовые характеристики.



- 22.** Запишите уравнения для расчета вероятности безотказной работы систем с последовательным и параллельным соединением элементов.
- 23.** Дайте определение резервированной системы. Перечислите виды резервирования энергетических систем.
- 24.** Дайте определение кратности резервирования и поясните ее влияние на надежность и экономичность технической системы.
- 25.** Назовите основные практические методы расчета надежности, применяемые в энергетике. Сформулируйте их область применения, достоинства и недостатки.
- 26.** Перечислите основные этапы аналитического расчета надежности и упрощения, допускаемые в расчетах.
- 27.** Запишите формулы эквивалентных преобразований структурной схемы надежности при последовательном, параллельном и смешанном соединении элементов.
- 28.** Каким образом преобразуются структурные схемы, содержащие поперечные связи?
- 29.** Запишите формулы эквивалентных преобразований структурной схемы из «треугольника» в «звезду» и обратно.
- 30.** Опишите алгоритм логико-вероятностного расчета надежности электроснабжения. Поясните порядок составления дерева отказов.
- 31.** Сформулируйте основные законы алгебры логики, используемые при анализе надежности технических систем.
- 32.** В чем особенность таблично-логического метода расчета надежности? Поясните порядок составления таблицы состояний и переходов.
- 33.** Перечислите основные технико-экономические показатели, характеризующие надежность системы электроснабжения.
- 34.** Сформулируйте определение экономического ущерба от нарушения режима электроснабжения. Назовите основные слагающие этой величины.
- 35.** Что такое основной ущерб и ущерб внезапности? Как они определяются на действующем производстве?

**36.** Запишите уравнения для практического расчета ущерба при проектировании системы электроснабжения.

**37.** Как зависит ущерб потребителя от качества электроэнергии?

**38.** Опишите порядок построения функций реакции электрической сети и потребителя при оценке последствий нарушения качества электроэнергии.

**39.** Из каких основных величин складывается ущерб энергоснабжающей организации при нарушении питания потребителей?

**40.** Как определяется оптимально-компромиссный вариант электроснабжения с точки зрения надежности

Утверждаю:

Зав. кафедрой

---

---

### **Вопросы к зачету**

- 1.** Характеристики надежности.
- 2.** Работоспособность и отказ.
- 3.** Показатели надежности: единичные и комплексные.
- 4.** Внезапные и постепенные отказы.
- 5.** Причины отказов элементов систем электроэнергетики.
- 6.** Модель внезапного отказа.
- 7.** Модель постепенного отказа.
- 8.** Анализ надежности системы из последовательно соединенных элементов по модели отказов электроустановок.
- 9.** Анализ надежности системы из резервируемых элементов по модели отказов электроустановок.
- 10.** Резервирование замещением.
- 11.** Постоянное резервирование.
- 12.** Резервирование релейно-контакторных схем.
- 13.** Модели выключателей, применяемые при расчете надежности в электроэнергетике.
- 14.** Расчета показателей надежности систем релейной защиты и автоматики.

15. Учет средств релейной защиты и автоматики при расчетах надежности.
16. Модель надежности системы из последовательно соединенных элементов.
17. Модель надежности схемы из параллельно соединенных элементов.
18. Анализ надежности системы из последовательно соединенных элементов с учетом преднамеренных отключений.
19. Анализ надежности системы из параллельно соединенных элементов с учетом преднамеренных отключений.
20. Аналитический метод расчета надежности систем электроэнергетики.
21. Метод путей и минимальных сечений сложных схем.
22. Топологические методы расчета надежности.
23. Логико-вероятностный метод расчета надежности систем электроэнергетики.
24. Таблично-аналитический метод расчета надежности.
25. Определение ущербов от перерывов в электроснабжении потребителей.
26. Анализ надежности типовых схем подстанций и главных схем РУ станций.
27. Марковские случайные процессы в теории надежности.
28. Модель состояний Маркова, применение графов в качестве моделей.
29. Ненагруженный резерв.
30. Выбор резерва генерируемой мощности.
31. Экономико-математические модели для оптимизации надежности.
32. Средства и методы повышения надежности систем электроэнергетики.
33. Надежность функционирования оперативных (диспетчерских) эргодических систем в электрических сетях.
34. Задачи надежности в условиях эксплуатации субъектов энергетики.

#### **7.4. Методика оценивания знаний, умений, навыков**

Оценка знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций по дисциплине проводятся в форме текущего контроля и промежуточной аттестации. Текущий контроль

проводится в течение семестра с целью определения уровня усвоения обучающимися знаний, формирования умений и навыков, своевременного выявления преподавателем недостатков в подготовке обучающихся и принятия необходимых мер по ее корректировке, а также для совершенствования методики обучения, организации учебной работы и оказания индивидуальной помощи обучающимся.

### **Критерии оценки знаний студентов при проведении тестирования**

**Оценка «отлично»** выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем 85% тестовых заданий.

**Оценка «хорошо»** выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем 70% тестовых заданий.

**Оценка «удовлетворительно»** выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем 50% тестовых заданий.

**Оценка «неудовлетворительно»** выставляется при условии правильного ответа студента менее чем 50% тестовых заданий.

### **Критерии оценки знаний студента при написании индивидуального задания**

**Оценка «отлично»** - выставляется студенту, показавшему всесторонние систематизированные, глубокие знания вопросов и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

**Оценка «хорошо»** - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и, по существу, излагает его, умеет применять полученные знания на практике. Но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности, которые может устранить с помощью дополнительных вопросов преподавателя.

**Оценка «удовлетворительно»** - выставляется студенту. Показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала. Но при этом он владеет основными понятиями выносимых на контрольную работу тем, необходимыми для

дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

**Оценка «неудовлетворительно»** - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания выносимых на контрольную работу вопросов тем.

### **Критерии оценки ответов на зачете**

**Оценки «зачтено»** заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умеющий свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной кафедрой, демонстрирующие систематический характер знаний по дисциплине и способные к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе учебы.

**Оценка «не зачтено»** выставляется студентам, обнаружившим пробелы в знаниях основного учебного материала, допускающим принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Такой оценки заслуживают ответы студентов, носящие несистематизированный, отрывочный, поверхностный характер, когда студент не понимает существа излагаемых им вопросов, что свидетельствует о том, что студент не может дальше продолжать обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### ***а) Основная литература:***

1. Беломестных В.А. «Надежность технических систем»: учебное пособие / В.А. Беломестных. Иркутск: Иркутский ГАУ, 2020 г. //Лань: электронно-библиотечная система. <https://e.lanbook.com/book/>.

2. Березкин Е.Ф. «Надежность и техническая диагностика систем»: учебное пособие /Е.Ф. Березкин. Санкт-Петербург: Лань, 2022 г. // Лань: электронно-библиотечная система. <https://e.lanbook.com/book/206369>.

3. Воробьев А.А., Карлов Г.П., Спицын И.Н. [и др.] «Надежность и диагностика технических систем»: учебное пособие /Красноярск: СибГУ им.

академика М.Ф. Решетнёва, 2018 г.//Лань: электронно-библиотечная система.  
<https://e.lanbook.com/book/147607>.

4. Дорохов А.Н., Керножицкий В.А., Миронов А.Н., Шестопалова О.Л. «Обеспечение надежности сложных технических систем»: учебник /3-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2017 г. // Лань: электронно-библиотечная система.  
<https://e.lanbook.com/book/93594>.

5. Лисунов Е.А. «Практикум по надежности технических систем»: учебное пособие /Е.А. Лисунов. 2-е изд., испр. и доп. Санкт-Петербург: Лань, 2021 г. //Лань: электронно-библиотечная система. <https://e.lanbook.com/book/168748>.

***б) Дополнительная литература:***

1. Алябьев В.А. «Основы теории и методика определения параметров надежности сельскохозяйственных машин»: учебное пособие / В.А. Алябьев, Е.И. Бердов, С.А. Барышников. Санкт-Петербург: Лань, 2018 г.  
<https://e.lanbook.com/book/108324>.

2. Бояршинов А.Л. «Надежность и техническая диагностика автотранспортных средств»: учебное пособие. Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2013 г.

3. Зубарев Ю.М. «Технологическое обеспечение надежности эксплуатации машин»: 2018-07-12 / Ю.М. Зубарев. Санкт-Петербург: Лань, 2018 г.  
<https://e.lanbook.com/book/107932>.

4. Музипов Х.Н. «Программно-технические комплексы автоматизированных систем управления»: учебное пособие / Х.Н. Музипов. Санкт-Петербург: Лань, 2018 г. <https://e.lanbook.com/book/108458>.

5. Музипов Х.Н. и др. «Интегрированные системы проектирования и управления. SCADA»: учебное пособие / Санкт-Петербург: Лань, 2018 г.  
<https://e.lanbook.com/book/110934>.

6. Никитенко Г.В. «Электрооборудование, электротехнологии и электроснабжение сельского хозяйства. Дипломное проектирование»: учебное пособие / Г.В. Никитенко, Е.В. Коноплев. Санкт-Петербург: Лань, 2018 г.  
<https://e.lanbook.com/book/108460>.

7. Резникова И.В. «Надежность технических систем и техногенный риск»: учебно-методическое пособие /И.В. Резникова. Тольятти: ТГУ, 2018 г.//Лань: электронно-библиотечная система. <https://e.lanbook.com/book/139930>.

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

1. Министерство сельского хозяйства РФ. [mcx.ru](http://mcx.ru).
2. Elibrary. ru (РИНЦ)- научная электронная библиотека. – Москва, 2000.  
<http://elibrary.ru>
3. Мировая цифровая библиотека - <https://www.wdl.org/ru/country/RU>
4. Научная библиотека МГУ имени М.В. Ломоносова - <http://nbmgu.ru>
5. Российская государственная библиотека - [rsl.ru](http://rsl.ru)
6. Бесплатная электронная библиотека - Единое окно доступа к образовательным ресурсам - <http://window.edu.ru>

### **Электронно-библиотечные системы**

	Наименование электронно-библиотечной системы (ЭБС)	Принадлежность	Адрес сайта	Наименование организации-владельца, реквизиты договора на использование
1.	Электронно-библиотечная система «Издательство Лань» («Инженерные науки» и «Информатика»)	сторонняя	<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>	ООО «Издательство Лань» Санкт-Петербург Договор № 115 от 17.03.2020 г. с 15.04.2020 г. до 14.04.2021 г.
2.	Доступ к коллекции «Единая профессиональная база для аграрных вузов «Издательство Лань» ЭБС Лань по направления: Инженерно-технические науки	сторонняя	<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>	ООО «Издательство Лань» Санкт-Петербург Договор № 80/22 от 22.03.2022 г. с 15.04.2022 г. до 15.04.2023 г.
3.	Электронно-библиотечная система «Издательство Лань». «Экономика и менеджмент-Издательство Дашков и К»	сторонняя	<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>	ООО «Издательство Лань» Санкт-Петербург Договор № 47 от 20.01.2020 с 01.02.2020 г. до 01.02.2021 г.
4.	Polpred.com	сторонняя	<a href="http://polpred.com">http://polpred.com</a>	ООО «Полпред справочники» Соглашение от 05.12.2017г. Без ограничения времени.
5.	Электронно-библиотечная система «Издательство Лань» (Журналы)	сторонняя	<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>	ООО «Издательство Лань» Санкт-Петербург Договор от 09.07.2013 г. Без ограничения времени

6.	ЭБС «Юрайт»	сторонняя	<a href="http://www.biblio-online.ru">http://www.biblio-online.ru</a>	ООО «Юрайт» Договор № 35 от 12.12.2017 г. к разделу «Легендарные книги» без ограничения времени
7.	ЭБС «Юрайт» СПО	сторонняя	<a href="http://www.biblio-online.ru/">http://www.biblio-online.ru/</a>	ООО «Электронное издательство Юрайт» Договор № 195 от 16.12.2021 г. С 18.02.2022 по 17.02.2023 г.

## 10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Изучение дисциплины «Надежность технических систем» осуществляется с использованием классических форм учебных занятий: лекций, практических занятий, самостоятельной работы во внеаудиторной обстановке.

**Рекомендации по подготовке к лекционным занятиям (теоретический курс).** Лекция является ведущей формой учебных занятий. Лекция предназначена для изложения преподавателем систематизированных основ научных знаний по дисциплине, аналитической информации о дискуссионных проблемах, состоянии и перспективах повышения качества пищевых продуктов. На лекции, как правило, поднимаются наиболее сложные, узловые вопросы учебной дисциплины.

Максимальный эффект лекция дает тогда, когда студент заранее готовится к лекционному занятию: знакомится с проблемами лекции по учебнику или по программе дисциплины. Рекомендуется просматривать записи предыдущего учебного занятия, исходя из логического единства тем учебной дисциплины.

В ходе лекции студенту целесообразно:

Стремиться не к дословной записи излагаемого преподавателем учебного материала, а к осмыслению услышанного и записи своими словами основных фактов, мыслей лектора; вырабатывать навыки тезисного изложения и написания учебного материала, вести записи «своими словами», вместе с тем, не допуская искажения или подмены смысла научных выражений. Определения, на которые обращает внимание преподаватель либо словами, либо интонацией, следует записывать четко, дословно. Как правило, такие определения преподаватель повторяет несколько раз или дает под запись.

1. Оставлять в тетради для конспекта лекции широкие поля, либо вести записи на одной странице. Это нужно для того, чтобы в дальнейшем можно было



бы вносить необходимые дополнения в содержание лекции из различных источников: монографий, учебных пособий, периодики и др.

2. Писать название темы, учебные вопросы лекции на новой странице тетради, чтобы легко можно было найти необходимые учебный материал.

3. Начинать каждую новую мысль, новый фрагмент лекции с красной строки; заголовки и подзаголовки, важнейшие положения, на которые обращает внимание преподаватель, а также определения выделять: буквами большего размера, чернилами другого цвета, либо подчеркивать.

4. Нумеровать Встречающиеся в лекции перечисления цифрами: 1, 2, 3 . . . , или буквами: а, б, в. . . . Перечисления лучше записывать столбцом. Такая запись придает конспекту большую наглядность и способствует лучшему запоминанию учебного материала.

5. Выработать удобную и понятную для себя систему сокращений и условных обозначений. Это экономит время, позволяет записывать материал каждой лекции почти дословно, дает возможность сконцентрировать внимание на содержании излагаемого материала, а не на механическом процессе конспектирования.

По окончании лекции целесообразно дорабатывать ее конспект во время самостоятельной работы в тот же день, в крайнем случае, не позднее, чем спустя 2-3 дня после ее прослушивания. Это важно потому, что еще не забыт учебный материал лекции, студент находится под ее впечатлением, как правило, ясно помнит указания преподавателя, хорошо осознает, что ему непонятно из материала лекции.

### **Рекомендации по подготовке к практическим занятиям.**

Студентам следует приносить с собой рекомендованную преподавателем литературу к конкретному занятию. Наиболее целесообразная стратегия самостоятельной подготовки студента к семинару заключается в том, чтобы на первом этапе усвоить содержание всех вопросов семинара, обращая внимания на узловые проблемы, выделенные преподавателем в ходе лекции либо консультации к семинару. Для этого необходимо, как минимум, прочитать конспект лекции и учебник, либо учебное пособие. Следующий этап подготовки заключается в выборе

вопроса для более глубокого изучения с использованием дополнительной литературы. По этому вопросу студент станет главным специалистом на семинаре. Ценность выступления студента на семинаре возрастет, если в ходе работы над литературой он сопоставит разные точки зрения на ту или иную проблему.

После изучения и обобщения информации, которую содержат источники и литература, составляется развернутый или краткий план выступления. Окончательный вариант плана выступления в идеале желательно иметь не только на бумаге, но и в голове, излагая на занятии подготовленный вопрос в свободной форме, наизусть, что поможет лучшему закреплению учебного материала, станет хорошей тренировкой уверенности в своих силах. При необходимости не возбраняется «подглядывать» в план на листке бумаги, чтобы не ошибиться в цифрах, точнее передать содержание цитат, не забыть какой-то важный сюжет темы выступления.

Студентам, пропустившим занятия (независимо от причин), не имеющие письменного решения задач или не подготовившиеся к данному практическому занятию, рекомендуется не позже, чем в 2-недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по теме, изучавшийся на занятии. Студенты, не отчитавшиеся по каждой не проработанной ими на занятиях теме к началу зачетной сессии, упускают возможность получить положенные баллы за работу в соответствующем семестре.

**Методические рекомендации по подготовке к зачету.** Изучение дисциплины завершается сдачей обучающимися зачета с оценкой. На дифференцированном зачете определяется качество и объем усвоенных студентами знаний. Подготовка к зачету с оценкой – процесс индивидуальный. Тем не менее, существуют некоторые правила, знания которых могут быть полезны для всех.

В ходе подготовки к зачету с оценкой обучающимся доводятся заранее подготовленные вопросы по дисциплине. Перечень вопросов для дифференцированного зачета содержится в данной рабочей программе.

В преддверии зачета с оценкой преподаватель заблаговременно проводит групповую консультацию и, в случае необходимости, индивидуальные

консультации с обучающимися. При проведении консультации обобщается пройденный материал, раскрывается логика его изучения, привлекается внимание к вопросам, представляющим наибольшие трудности для всех или большинства обучающихся, рекомендуется литература, необходимая для подготовки к зачету.

При подготовке к зачету с оценкой обучающиеся внимательно изучают конспект, рекомендованную литературу и делают краткие записи по каждому вопросу. Такая методика позволяет получить прочные и систематизированные знания, необходимые на зачете с оценкой. Залогом успешной сдачи дифференцированного зачета является систематическая работа над учебной дисциплиной в течение года. Накануне и в период экзаменационной сессии необходима и целенаправленная подготовка.

Начинать повторение рекомендуется за месяц-полтора до начала сессии. Подготовку к зачету желательно вести, исходя из требований программы учебной дисциплины.

Готовясь к зачету, лучше всего сочетать повторение по примерным контрольным вопросам с параллельным повторением по программе учебной дисциплины.

Если в распоряжении студента есть несколько дней на подготовку, то целесообразно определить график прохождения вопросов из расчета, чтобы осталось время на повторение наиболее трудных.

В ходе сдачи зачета учитывается не только качество ответа, но и текущая успеваемость обучающегося. Ведомость после сдачи зачета с оценкой закрывается и сдается в учебную часть факультета.

## **11. Информационные технологии и программное обеспечение**

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

- технические средства: компьютерная техника и средства связи (персональные компьютеры, проектор, интерактивная доска, видеокамеры, акустическая система и т.д.);

-методы обучения с использованием информационных технологий (демонстрация мультимедийных материалов и т.д.);

-перечень Интернет-сервисов и электронных ресурсов (поисковые системы, электронная почта, профессиональные, тематические чаты и форумы, системы аудио и видео конференций, онлайн энциклопедии и справочники; электронные учебные и учебно-методические материалы).

**Программное обеспечение  
(лицензионное и свободно распространяемое),  
используемое в учебном процессе**

Microsoft Windows 10 PRO	Операционная система
Microsoft Office (включает в себя Word, Excel, Power Point)	Пакет офисных программ
Visual Studio	Стартовая площадка для написания, отладки и сборки кода
Компас 3D	Система трехмерного проектирования
Adobe Reader	Программа для чтения и редактирования PDF документов
Adobe In Design	Программа компьютерной вёрстки (DTP)
Яндекс браузер	Браузер
7-Zip	Архиватор
Kaspersky Free Antivirus	Антивирус

Справочная правовая система Консультант Плюс. <http://www.consultant.ru>

**12. Описание материально-технической базы необходимой для  
осуществления образовательного процесса**

Стандартно-оборудованные лекционные аудитории, для проведения лекций. Для проведения занятий используются лекционная аудитория и практикум. Наличие ноутбука, телевизора, лабораторное оборудование для проведения лабораторно-практических занятий.

**13. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с  
ограниченными возможностями здоровья**

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники и учебные пособия, иная учебная литература, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь.

**а) для слабовидящих:**

- на зачете

присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку);

- задания для выполнения, а также инструкция о порядке проведения зачета/экзамена зачитываются ассистентом;

- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту;

- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

- студенту для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство.

**б) для глухих и слабослышащих:**

- на зачете присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку);

- зачет проводится в письменной форме;

- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного использования, при необходимости поступающим предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования.

- по желанию студента зачет/экзамен может проводиться в письменной форме.

**в) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата (тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствия верхних конечностей):**

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту.

- по желанию студента зачет проводится в устной форме.

# Дополнения и изменения в рабочую программу дисциплины

Внесенные изменения на 202\_\_/202\_\_ учебный год

**УТВЕРЖДАЮ**

Первый проректор

\_\_\_\_\_ М.Д. Мукайлов

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_г.

В программу дисциплины (модуля)

## «НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ»

по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия»

вносятся следующие изменения

.....;

.....;

.....;

**Программа пересмотрена на заседании кафедры**

Протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ г.

**Заведующий кафедрой**

/ \_\_\_\_\_ / / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
(фамилия, имя, отчество) (ученое звание) (подпись)

**Одобрено**

Председатель методической комиссии факультета

/ \_\_\_\_\_ / / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
(фамилия, имя, отчество) (ученое звание) (подпись)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_г.

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РПД

[illegible]