

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

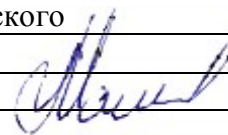
**СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан электроэнергетического  
Факультета

Мастепаненко М.А.

«20» мая 2022 г.



**Рабочая программа дисциплины**

**Б1.О.38 Надежность технических систем**

Шифр и наименование дисциплины по учебному плану

35.03.06 Агроинженерия

Код и наименование направления подготовки/специальности

Электрооборудование и электротехнологии

Наименование профиля подготовки/специализации/магистерской программы

**бакалавр**

Квалификация выпускника

**очная, заочная**

Форма обучения

2022

год набора на ОП

Ставрополь, 2022

## 1. Цель дисциплины

Целью освоения дисциплины Надежность технических систем является формирование у студентов бакалавриата компетенций, направленных на получение теоретических знаний и практических навыков по анализу, синтезу и использованию систем автоматики на базе современных технических средств, применяемых для автоматизации сельскохозяйственного производства.

## 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:

Код и наименование компетенции*	Код(ы) и наименование (ия) индикатора(ов) достижения компетенций**	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-1 Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий;	ОПК-1.1 Демонстрирует знание основных законов математических, естественных и общепрофессиональных дисциплин, необходимых для решения типовых задач в области агроинженерии	Знания: основных законов математических, естественных и общепрофессиональных дисциплин
		Умения: использовать знание основных законов математических, естественных и общепрофессиональных дисциплин, необходимых для решения типовых задач в области агроинженерии
		Навыки и/или трудовые действия: решение типовых задач в области агроинженерии
	ОПК-1.2 Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в агроинженерии	Знания: основных законов математических и естественных наук
		Умения: использования знаний основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в агроинженерии
		Навыки и/или трудовые действия: решения стандартных задач в агроинженерии
ОПК-4 Способен реализовывать современные технологии и обосновывать их применение в профессиональной деятельности	ОПК-4.1 Использует материалы научных исследований по совершенствованию энергетического оборудования, средств автоматизации и электрификации сельского хозяйства	Знания: использование материалы научных исследований по совершенствованию энергетического оборудования
		Умения: использования материалы научных исследований по совершенствованию энергетического оборудования, средств автоматизации и электрификации сельского хозяйства
		Навыки и/или трудовые действия: применения материалы научных исследований по совершенствованию энергетического оборудования, средств автоматизации и электрификации сельского хозяйства.
	ОПК-4.2 Обосновывает применение современного энергетического оборудования, средств автоматизации и электрификации сельского хозяйства	Знания: современного энергетического оборудования
		Умения: применение современного энергетического оборудования, средств автоматизации и электрификации сельского хозяйства
		Навыки и/или трудовые действия: применение современного энергетического оборудования
ОПК-5 Способен участвовать в проведении	ОПК-5.1 Под руководством специалиста более высокой ква-	Знания: методы проведения экспериментальных исследований в области электрификации и автоматизации сельского хозяйства

экспериментальных исследований в профессиональной деятельности	лификации участвует в проведении экспериментальных исследований в области электрификации и автоматизации сельского хозяйства	Умения: проведение экспериментальных исследований в области электрификации и автоматизации сельского хозяйства
		Навыки и/или трудовые действия: под руководством специалиста более высокой квалификации участие в проведении экспериментальных исследований
	ОПК-5.2 Использует классические и современные методы исследования в области электрификации и автоматизации сельского хозяйства	Знания: методы исследования в области электрификации и автоматизации сельского хозяйства
		Умения: проводить исследования в области электрификации и автоматизации сельского хозяйства
		Навыки и/или трудовые действия: использования классических и современных методов исследования в области электрификации и автоматизации сельского хозяйства

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.О.38 «Надежность технических систем» является дисциплиной обязательной части программы.

Изучение дисциплины осуществляется:

- для студентов очной формы обучения – в 4 семестре;
- для студентов заочной формы обучения – на 3 курсе.

Для освоения дисциплины «Надежность технических систем» студенты используют знания, умения и навыки, сформированные в процессе изучения дисциплин бакалавриата «Введение в специальность», «Теоретические основы электротехники», «Технология ремонта электрооборудования».

Освоение дисциплины «Надежность технических систем» является необходимой основой для последующего изучения следующих дисциплин:

- Автоматизированный электропривод
- Эксплуатация электрооборудования и средств автоматики
- Монтаж электрооборудования и средств автоматики
- Проектирование систем электрификации и автоматизации технологических процессов
- и т.д.

### 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

Общая трудоемкость дисциплины «Надежность технических систем» в соответствии с рабочим учебным планом и ее распределение по видам работ представлены ниже.

#### Очная форма обучения

Се- местр	Трудоем- кость час/з.е.	Контактная работа с преподавателем, час			Самостоя- тельная ра- бота, час	Контроль, час	Форма проме- жуточной атте- стации (форма контроля)
		лек- ции	практические занятия	лаборатор- ные занятия			
4	108/3	18	-	36	54	-	зачет с оценкой
в т.ч. часов: в интерактивной форме		4	-	6	-	-	-
практической подготов- ки (при наличии)		-	-	-	-	-	-

Се-	Трудоем-	Внеаудиторная контактная работа с преподавателем, час/чел
-----	----------	---

местр	кость час/з.е.	Курсовая работа	Курсовой проект	Зачет	Дифференцированный зачет	Консультации перед экзаменом	Экзамен
4	108/3				0,12		

#### Заочная форма обучения

Курс	Трудоемкость час/з.е.	Контактная работа с преподавателем, час			Самостоятельная работа, час	Контроль, час	Форма промежуточной аттестации (форма контроля)
		лекции	практические занятия	лабораторные занятия			
3	108/3	4	-	8	92	4	Зачет с оценкой, контрольная работа
в т.ч. часов: в интерактивной форме		2	-	2	-	-	-
практической подготовки (при наличии)		-	-	-	-	-	-

Курс	Трудоемкость час/з.е.	Внеаудиторная контактная работа с преподавателем, час/чел						
		Контрольная работа	Курсовая работа	Курсовой проект	Зачет	Дифференцированный зачет	Консультации перед экзаменом	Экзамен
3	108/3	0,2				0,12		

**5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием ответственного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

#### Очная форма обучения

№ пп	Темы (и/или разделы) дисциплины	Количество часов					Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Оценочное средство проверки результатов достижения индикаторов компетенций**	Код индикаторов достижения компетенций
		Всего	Лекции	Семинарские занятия		Самостоятельная работа			
				Практические	Лабораторные				
1	Раздел 1 Общие сведения о теории надежности технических систем и систем электроснабжения.	10	2	-	4	4	Устный опрос, тестирование	Тест, задачи	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2
2	Раздел 2 Математический аппарат теории надежности технических систем и систем электроснабжения.	14	2	-	4	8	Устный опрос, тестирование	Тест, задачи	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2
3	Раздел 3 Определение параметров и характеристик надёжности по статистическим данным об отказах электрооборудования.	18	6	-	4	8	Устный опрос, тестирование	Тест, задачи	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2

№ пп	Темы (и/или разделы) дисциплины	Количество часов					Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Оценочное средство проверки результатов достижения индикаторов компетенций**	Код индикаторов достижения компетенций
		Всего	Лекции	Семинарские занятия		Самостоятельная работа			
				Практические	Лабораторные				
	Контрольная точка № 1	8	-	-	2	6	Устный опрос, тестирование	Тест, задачи	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2
4	Раздел 4 Математические модели надёжности систем электроснабжения.	10	2	-	4	4	Аудиторная письменная контрольная работа	Тест, задачи	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2
5	Раздел 5 Методы расчета надёжности систем электроснабжения.	18	2	-	6	10	Устный опрос, тесты, решение практико-ориентированных задач, реферат	Тест, задачи	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2
6	Раздел 6 Экономические аспекты надёжности.	12	2	-	6	4	Устный опрос, тестирование	Тест, задачи	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2
7	Раздел 7 Синтез систем электроснабжения по уровню надёжности.	10	2	-	4	4	Устный опрос, тестирование	Тест, задачи	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2
	Контрольная точка № 2	8	-	-	2	6	Аудиторная письменная контрольная работа	Тест, задачи	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2
	<b>Промежуточная аттестация</b>						<b>Зачет</b>		ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2
	<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>18</b>		<b>36</b>	<b>54</b>			

**Заочная форма обучения**

№ пп	Темы (и/или разделы) дисциплины	Количество часов				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Оценочное средство проверки результатов достижения индикаторов компетенций**	Код индикаторов достижения компетенций
		Всего	Лекции	Семинарские занятия					
				Практические	Лабораторные				
1	Раздел 1 Общие сведения о теории надежности технических систем и систем электроснабжения.	16	0,5	-		15	Устный опрос	Тест, задачи	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2
2	Раздел 2 Математический аппарат теории надежности технических систем и систем электроснабжения.	15,5	0,5	-		15	Устный опрос	Тест, задачи	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2
3	Раздел 3 Определение параметров и характеристик надёжности по статистическим данным об отказах электрооборудования.	16	2	-		14	Устный опрос	Тест, задачи	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2
4	Раздел 4 Математические модели надёжности систем электроснабжения.	12,5	0,5	-	2	10			ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2
5	Раздел 5 Методы расчета надежности систем электроснабжения.	12,5	0,5	-	2	10	Решение практико-ориентированных задач	Тест, задачи	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2
6	Раздел 6 Экономические аспекты надежности.	17	-	-	2	15	Устный опрос, тестирование	Тест, задачи	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2
7	Раздел 7 Синтез систем электроснабжения по уровню надежности.	15	-	-	2	13	Устный опрос	Тест, задачи	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2
	<b>Промежуточная аттестация</b>	4					<b>Зачет с оценкой</b>		ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1 ОПК-5.2
	<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>4</b>		<b>6</b>	<b>92</b>			

\*\* Оценочное средство выбирается из таблицы «Оценочные средства результатов обучения» шаблона ФОС

### 5.1. Лекционный курс с указанием видов интерактивной формы проведения занятий\*

Тема лекции (и/или наименование раздел) (вид интерактивной формы проведения занятий)/(практическая подготовка)	Содержание темы (и/или раздела)	Всего, часов / часов интерактивных занятий/ практическая подготовка		
		очная форма	заочная форма	очно-заочная форма
Раздел 1 Общие сведения о теории надежности технических систем и систем электроснабжения. / (практическая подготовка)	Терминология общей теории надёжности. Особенности терминологии в теории надежности электроэнергетических систем и систем электроснабжения. Нормативные документы в области надежности электроэнергетических систем. Интегральные и дифференциальные показатели надежности. Показатели надежности систем электроснабжения и их нормативные значения, их значение для потребителей.	2/-/-	0,5/-/-	
Раздел 2 Математический аппарат теории надежности технических систем и систем электроснабжения. / (практическая подготовка)	Виды надежности электроэнергетических систем. Структурная, балансовая и режимная надежности их характеристики. Понятие критериев отказа. Элементы теории вероятностей. Распределение вероятностей по экспоненциальному закону, закон Вейбулла, нормальному закону, закону Пуассона. Стационарное значение интегральной функции надёжности.	2/-/-	0,5/-/-	
Раздел 3 Определение параметров и характеристик надёжности по статистическим данным об отказах электрооборудования. / (практическая подготовка)	Классификация методов определения надежности. Характеристики расчетных методов определения надежности. Методы на основе логических схем. Метод наименьших путей и сечений, метод декомпозиции, методы дерева отказов. Методы на основе пространства состояний. Объединение состояний. Расчеты вероятности безотказной работы методом пространства состояний.	6/2/6-	2/2/-	

Раздел 4 Математические модели надёжности систем электроснабжения. / (практическая подготовка)	Показатели и характеристики ремонтпригодности. Показатели и характеристики долговечности. Показатели и характеристики сохраняемости. Комплексные показатели и характеристики надёжности. Коэффициент готовности. Коэффициент оперативной готовности. Источники статистических данных в системах электроснабжения и их обработка.	2/-/-	0,5/-/-	
Раздел 5 Методы расчета надёжности систем электроснабжения. / (практическая подготовка)	Понятие критериев отказа. Критерии отказа для балансовой, режимной и структурной надёжности. Методы оценки параметров системы электроснабжения критериям отказа. Допустимые режимы работы элементов системы электроснабжения. Влияния резервирования и устройств релейной защиты на надёжность систем электроснабжения	2/-/-	0,5/-/-	
Раздел 6 Экономические аспекты надёжности. Лекция беседа / (практическая подготовка)	Экономические основы надёжности. Определение оптимальных затрат на резервирование.	2/2/-		
Раздел 7 Синтез систем электроснабжения по уровню надёжности. / (практическая подготовка)	Резервирование в зависимости от надёжности элементов системы электроснабжения. Экономические последствия прорывов в электроснабжении. Решение задач определения оптимального резервирования различными методами.	2/-/-		
<b>Итого</b>		<b>18/4/-</b>	<b>4/2/-</b>	

### 5.2. Семинарские (лабораторные) занятия с указанием видов проведения занятий в интерактивной форме\*

Наименование раздела дисциплины	Формы проведения и темы занятий (вид интерактивной формы проведения занятий)/(практическая подготовка)	Всего часов / часов интерактивных занятий/ практическая подготовка					
		очная форма		заочная форма		очно-заочная форма	
		прак	лаб	прак	лаб	прак	лаб
Раздел 1 Общие сведения о теории надёжности технических систем и систем электроснабжения.	<u>Лабораторная работа</u> Определение показателей надёжности элементов систем электроснабжения.		4/-/-				
Раздел 2 Математический аппарат теории надёжности технических систем и систем электроснабжения.	<u>Лабораторная работа</u> Определение закона распределения вероятности безотказной работы элементов систем электроснабжения.		6/-/-				



троснабжения.	мы электроснабжения						
Раздел 3 Определе-ние параметров и характеристик на-дёжности по стати-стическим данным об отказах элек-трооборудования.	<u>Лабораторная работа</u> Определение надёжно-сти систем электро-снабжения с приме-нением методов на основе логических схем		6/-/-				
Раздел 4 Матема-тические модели надёжности систем электроснабжения.	<u>Лабораторная работа</u> Определение надёжно-сти систем электро-снабжения с приме-нением методов на основе пространства состоя-ний ( <i>мастер-класс</i> )		4/2/-		2/2/-		
Раздел 5 Методы расчёта надёжно-сти систем элек-троснабжения.	<u>Лабораторная работа</u> Определения показате-лей надёжности элек-трооборудования по статистическим дан-ным ( <i>мастер-класс</i> )		2/2/-		2/2/-		
Раздел 6 Экономиче-ские аспекты на-дёжности.	<u>Лабораторная работа</u> Определение критериев отказа для структурной и балансовой надёжно-сти		4/-/-		2/-/-		
Раздел 7 Синтез систем электро-снабжения по уровню надёжно-сти.	<u>Лабораторная работа</u> Определение критериев отказа для режимной надёжности		6/-/-		2/-/-		
	Контрольная работа (аудиторная)				<b>6</b>		
<b>Итого</b>			<b>36/4/-</b>		<b>6/4/-</b>		

\*Интерактивные формы проведения занятий, предусмотренные рабочей программой дисциплины, проводятся в соответствии с Положением об интерактивных формах обучения в ФГБОУ ВО Ставропольский ГАУ.

### 5.3. Курсовой проект (работа) учебным планом не предусмотрен.

### 5.4. Самостоятельная работа обучающегося

Виды самостоятельной работы	Очная форма, часов		Заочная форма, часов		Очно-заочная форма, часов	
	к текущему контролю	к промежуточной аттестации	к текущему контролю	к промежуточной аттестации	к текущему контролю	к промежуточной аттестации
Подготовка к устному опросу, изучение учебной литературы, ответы на вопросы и тестовые задания самоконтроля.	18		40	4		
Подготовка к написанию реферата	10		10	х		

Подготовка к написанию коллоквиума	10		10	x		
Подготовка к тестированию	10		10	x		
Решение практико-ориентируемых задач	6		20	x		
<b>ИТОГО</b>	<b>54</b>		<b>90</b>	<b>2</b>		

### 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающегося по дисциплине «Надежность технических систем» размещено в электронной информационно-образовательной среде Университета и доступно для обучающегося через его личный кабинет на сайте Университета. Учебно-методическое обеспечение включает:

1. Рабочую программу дисциплины «Надежность технических систем».
2. Методические рекомендации по освоению дисциплины «Надежность технических систем».
3. Методические рекомендации для организации самостоятельной работы обучающегося по дисциплине «Надежность технических систем».
4. Методические рекомендации по выполнению письменных работ - реферата.
5. Методические рекомендации по выполнению контрольной работы студентами заочной формы обучения.

Для успешного освоения дисциплины, необходимо самостоятельно детально изучить представленные темы по рекомендуемым источникам информации:

№ п/п	Темы для самостоятельного изучения	Рекомендуемые источники информации (№ источника)		
		основная (из п.8 РПД)	дополнительная (из п.8 РПД)	интернет-ресурсы (из п.9 РПД)
1	Раздел 1 Общие сведения о теории надежности технических систем и систем электроснабжения.	1-3	1-3	1-4
2	Раздел 2 Математический аппарат теории надежности технических систем и систем электроснабжения.	1-3	1-9	2,3
3	Раздел 3 Определение параметров и характеристик надёжности по статистическим данным об отказах электрооборудования.	1-3	2, 6	2,4
4	Раздел 4 Математические модели надёжности систем электроснабжения.	1-3	3,4	1-4
5	Раздел 5 Методы расчета надёжности систем электроснабжения.	1-3	1-9	4,5
6	Раздел 6 Экономические аспекты надёжности.	1-3	2-9	1-3, 5
7	Раздел 7 Синтез систем электроснабжения по уровню надёжности.	1-3	5-8	5

### 7. Фонд оценочных средств (оценочных материалов) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Надежность технических систем»





Индикатор компетенции (код и содержание)	Дисциплины/элементы программы (практики, ГИА), участвующие в формировании индикатора компетенции	Семестры									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Индикатор компетенции (код и содержание) ний в области электрификации и автоматизации сельского хозяйства	Теоретические основы электротехники			■	■	■					
	Электронная техника						■				
	Электрические машины					■	■				
	Светотехника					■					
	Электротехнологии							■			
	Электропривод							■	■		
	Основы микропроцессорной техники						■				
	Надежность технических систем				■						
	Ознакомительная практика (в том числе получение первичных навыков научно-исследовательской работы)		■								
	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена									■	
ОПК-5.2 Использует классические и современные методы исследования в области электрификации и автоматизации сельского хозяйства	Гидравлика					■					
	Теплотехника				■						
	Материаловедение и технология конструкционных материалов		■	■	■						
	Метрология, стандартизация и сертификация				■						
	Автоматика							■			
	Основы производства продукции растениеводства	■									
	Электротехнические материалы		■								
	Механизация технологических процессов в АПК				■						
	Теоретические основы электротехники			■	■	■					
	Электронная техника						■				
	Электрические машины					■	■				
	Светотехника					■					
	Электротехнологии							■			
	Электропривод							■	■		
	Электроснабжение							■			
	Надежность технических систем				■						
	Ознакомительная практика (в том числе получение первичных навыков научно-исследовательской работы)		■								
Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена									■		

### Заочная форма обучения

Индикатор компетенции (код и содержание)	Дисциплины/элементы программы (практики, ГИА), участвующие в формировании индикатора компетенции	Курс				
		1	2	3	4	5
ОПК-1.1 Демонстрирует знание основных законов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, необходи-	Математика	■	■			
	Физика	■	■			
	Химия	■				
	Начертательная геометрия и инженерная графика	■				
	Гидравлика			■		
	Теплотехника			■		
	Материаловедение и технология конструкционных материалов	■	■			
	Метрология, стандартизация и сертификация		■			
	Автоматика			■		

Индикатор компетенции (код и содержание)	Дисциплины/элементы программы (практики, ГИА), участвующие в формировании индикатора компетенции	Курс				
		1	2	3	4	5
Индикатор компетенции (код и содержание) мых для решения типовых задач в области агроинженерии	Прикладная механика					
	Электротехнические материалы					
	Механизация технологических процессов в АПК					
	Электрические измерения					
	Теоретические основы электротехники					
	Электронная техника					
	Электрические машины					
	Светотехника					
	Электротехнологии					
	Электропривод					
	Электроснабжение					
	Надежность технических систем					
	Ознакомительная практика (в том числе получение первичных навыков научно-исследовательской работы)					
	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена					
ОПК-1.2 Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в агроинженерии	Математика					
	Физика					
	Химия					
	Начертательная геометрия и инженерная графика					
	Гидравлика					
	Теплотехника					
	Материаловедение и технология конструкционных материалов					
	Прикладная механика					
	Механизация технологических процессов в АПК					
	Электрические измерения					
	Теоретические основы электротехники					
	Электротехнологии					
	Электроснабжение					
	Надежность технических систем					
Ознакомительная практика (в том числе получение первичных навыков научно-исследовательской работы)						
Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена						
ОПК-4.1 Использует материалы научных исследований по совершенствованию энергетического оборудования, средств автоматизации и электрификации сельского хозяйства	Автоматика					
	Информационные технологии					
	Компьютерное проектирование					
	Прикладная механика					
	Электротехнические материалы					
	Механизация технологических процессов в АПК					
	Электрические измерения					
	Электронная техника					
	Электрические машины					
	Светотехника					
	Электротехнологии					
	Электропривод					
	Электроснабжение					
	Основы микропроцессорной техники					
Надежность технических систем						
Ознакомительная практика (в том числе получение первичных навыков научно-исследовательской работы)						
ОПК-4.2 Обосновывает	Автоматика					
	Информационные технологии					

Индикатор компетенции (код и содержание)	Дисциплины/элементы программы (практики, ГИА), участвующие в формировании индикатора компетенции	Курс				
		1	2	3	4	5
применение современного энергетического оборудования, средств автоматизации и электрификации сельского хозяйства	Компьютерное проектирование					
	Прикладная механика					
	Основы производства продукции растениеводства					
	Основы производства продукции животноводства					
	Электронная техника					
	Электрические машины					
	Электротехнологии					
	Электропривод					
	Электроснабжение					
	Надежность технических систем					
	Ознакомительная практика (в том числе получение первичных навыков научно-исследовательской работы)					
	Технологическая практика					
	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена					
ОПК-5.1 Под руководством специалиста более высокой квалификации участвует в проведении экспериментальных исследований в области электрификации и автоматизации сельского хозяйства	Гидравлика					
	Теплотехника					
	Материаловедение и технология конструкционных материалов					
	Метрология, стандартизация и сертификация					
	Автоматика					
	Основы производства продукции животноводства					
	Электротехнические материалы					
	Электрические измерения					
	Теоретические основы электротехники					
	Электронная техника					
	Электрические машины					
	Светотехника					
	Электротехнологии					
	Электропривод					
	Основы микропроцессорной техники					
	Надежность технических систем					
	Ознакомительная практика (в том числе получение первичных навыков научно-исследовательской работы)					
	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена					
ОПК-5.2 Использует классические и современные методы исследования в области электрификации и автоматизации сельского хозяйства	Гидравлика					
	Теплотехника					
	Материаловедение и технология конструкционных материалов					
	Метрология, стандартизация и сертификация					
	Автоматика					
	Основы производства продукции растениеводства					
	Электротехнические материалы					
	Механизация технологических процессов в АПК					
	Теоретические основы электротехники					
	Электронная техника					
	Электрические машины					
	Светотехника					
	Электротехнологии					
	Электропривод					
	Электроснабжение					
	Надежность технических систем					
	Ознакомительная практика (в том числе получение первичных навыков научно-исследовательской работы)					

Индикатор компетенции (код и содержание)	Дисциплины/элементы программы (практики, ГИА), участвующие в формировании индикатора компетенции	Курс				
		1	2	3	4	5
	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена					

## 7.2. Критерии и шкалы оценивания уровня усвоения индикатора компетенций, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Оценка знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций по дисциплине «Надежность технических систем» проводится 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 её корректировке, а также для совершенствования методики обучения, организации учебной работы и оказания индивидуальной помощи обучающемуся.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Надежность технических систем» проводится в виде зачета.

За знания, умения и навыки, приобретенные студентами в период их обучения, выставляются оценки «ОТЛИЧНО», «ХОРОШО», «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО», «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО».

Для оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в университете применяется балльно-рейтинговая система оценки качества освоения образовательной программы. Оценка проводится при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций обучающихся. Рейтинговая оценка знаний является интегрированным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине.

### Состав балльно-рейтинговой оценки студентов очной формы обучения

Для студентов очной формы обучения знания по осваиваемым компетенциям формируются на лекционных и практических занятиях, а также в процессе самостоятельной подготовки.

В соответствии с балльно-рейтинговой системой оценки, принятой в Университете студентам начисляются баллы по следующим видам работ:

№ контрольной точки	Оценочное средство результатов индикаторов достижения компетенций***	Максимальное количество баллов
1.	Опрос	5
	Тестирование	10
2.	Тестирование	5
3.	Задачи	10
4.	Опрос	5
5.	Задачи	10
6.	Опрос	5
7.	Тестирование	10
<b>Сумма баллов по итогам текущего контроля</b>		<b>60</b>
Активность на лекционных занятиях		10
Результативность работы на практических занятиях		15
Поощрительные баллы (написание статей, участие в конкурсах, победы на олимпиадах, выступления на конференциях и т.д.)		15
<b>Итого</b>		<b>100</b>

\*\*\* Оценочное средство результатов индикаторов достижения компетенций – совпадает с теми, что даны в п. 5.1.



## Критерии и шкалы оценивания уровня усвоения индикатора компетенций

### Состав балльно-рейтинговой оценки студентов заочной формы обучения

Результат текущего контроля для студентов заочной формы обучения складывается из оценки результатов обучения по всем разделам дисциплины и включает, контрольную точку в виде контрольной работы (аудиторной) по всем разделам дисциплины (**маx 30 баллов**), посещение лекций (**маx 10 баллов**), результативность работы на практических занятиях (**маx 15 баллов**), поощрительные баллы (**маx 15 баллов**).

В соответствии с балльно-рейтинговой системой оценки, принятой в Университете студентам начисляются баллы по следующим видам работ:

№ контрольной точки	Оценочное средство результатов индикаторов достижения компетенций***	Максимальное количество баллов
1.	Опрос, тестирование	6
2.	тестирование	6
4.	опрос	6
6.	опрос	6
7.	тестирование	6
	Контрольная работа по всем темам дисциплины	30
<b>Сумма баллов по итогам текущего контроля</b>		<b>60</b>
Активность на лекционных занятиях		10
Результативность работы на практических занятиях		15
Поощрительные баллы (написание статей, участие в конкурсах, победы на олимпиадах, выступления на конференциях и т.д.)		15
Итого		100

\*\*\* Оценочное средство результатов достижения компетенций – совпадает с теми, что даны в п. 5.1.

## Критерии и шкалы оценивания уровня усвоения индикатора компетенций

При проведении итоговой аттестации «зачет» преподавателю с согласия студента разрешается выставлять оценки («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «зачет») по результатам набранных баллов в ходе текущего контроля успеваемости в семестре по выше приведенной шкале.

В случае отказа – студент сдает зачет по приведенным выше вопросам и заданиям. Итоговая успеваемость (*зачет*) не может оцениваться ниже суммы баллов, которую студент набрал по итогам текущей и промежуточной успеваемости.

При сдаче зачета к заработанным в течение семестра студентом баллам прибавляются баллы, полученные на (*зачете, дифференцированном зачете, экзамене*) и сумма баллов переводится в оценку.

### Критерии и шкалы оценивания ответа на зачете

По дисциплине «Введение в специальность» к зачету допускаются студенты, выполнившие и сдавшие практические работы по дисциплине, имеющие ежемесячную аттестацию и наличие по текущей успеваемости более 45 баллов. Студентам, набравшим более 55 баллов, зачет выставляется по результатам текущей успеваемости, студенты, набравшие от 45 до 54 баллов, сдают зачет по вопросам, предусмотренным РПД.

### ***Теоретический вопрос***

**5 баллов** выставляется студенту, полностью освоившему материал дисциплины или курса в соответствии с учебной программой, включая вопросы рассматриваемые в рекомендованной программой дополнительной справочно-нормативной и научно-технической литературы, свободно владеющему основными понятиями дисциплины. Требуется полное понимание и четкость изложения ответов по заданию (билету) и дополнительным вопросам, заданных экзаменатором. Дополнительные вопросы, как правило, должны относиться к материалу дисциплины или курса, не отраженному в основном задании (билете) и выявляют полноту знаний студента по дисциплине.

**4 балла** заслуживает студент, ответивший полностью и без ошибок на вопросы задания и показавший знания основных понятий дисциплины в соответствии с обязательной программой курса и рекомендованной основной литературой.

**3 балла** дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Студент может конкретизировать обобщенные знания, доказав на примерах их основные положения только с помощью преподавателя. Речевое оформление требует поправок, коррекции.

**2 балла** дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

**1 балл** дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

**0 баллов** - при полном отсутствии ответа, имеющего отношение к вопросу.

### ***Оценивание задачи***

**5 баллов** Задачи решены в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности.

**4 балла** Задачи решены с небольшими недочетами.

**3 балла**

**2 балла** Задачи решены не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы.

**1 балл** Задачи решены частично, с большим количеством вычислительных ошибок, объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.

**0 баллов** Задачи не решены или работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.

## **7.3. Примерные оценочные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины «Надежность электроснабжения»**

### **Контрольная точка № 1 (темы 1-3)**

#### **Типовые вопросы (оценка знаний):**

1. Основные определения надежности в области электроэнергетики
1. Основные законы распределения случайной величины
2. Расчет показателей надежности методом логических схем

#### **Типовые задания (оценка умений и навыков):**

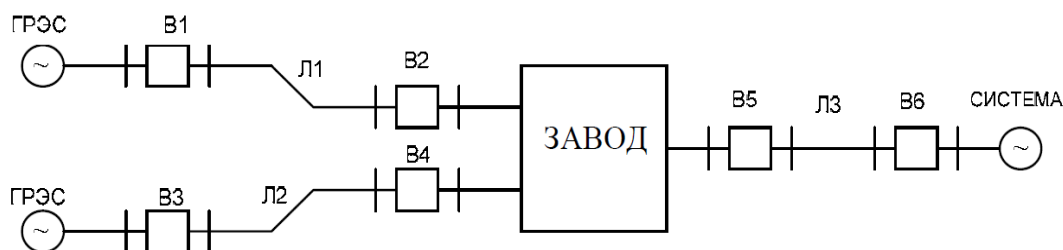
**Дано:** Распределение экспериментальных данных об длительности отказов заданного типа оборудования.

$\Delta t_i$	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8
$\Delta n_i$	66	41	30	18	9	6	4	2
$P_i^*$	0.38	0.23	0.17	0.1	0.051	0.034	0.022	0.011

**Требуется определить:** Требуется проверить гипотезу о экспоненциальном распределении с применением критерия  $\chi^2$  Пирсона

**Дано:** Для заданной схемы электроснабжения завода, приведенной на рисунке, составить логическую схему для расчета надежности и вычислить вероятность безотказной работы методом логических схем, методом минимальных путей и сечений, методом пространства состояний по заданным параметрам надежности элементов системы электроснабжения. Средняя годовая мощность завода составляет величину  $P_{зсп} = 5$  МВт.

**Требуется определить:** вероятность безотказной работы системы электроснабжения и недоотпуск электроэнергии.



Элемент	В1, В3	Л1	В2, В4	Л2	В5	Л3	В6
$T_{откл}$ , час в год	30	48	25	52	12	60	10

### Контрольная точка № 2 (темы 4-6)

Типовые вопросы (оценка знаний):

1. Определение показателей надежности электрооборудования на основе данных об его эксплуатации
1. Принципы расчета балансовой надежности
2. Экономические аспекты обеспечения надежности

Типовые задания (оценка умений):

**Дано:** информация об отказах определённых линии электропередач Л-19, Л-30, Л-25 напряжением 110 кВ ставропольской энергосистемы за 2004-2010 годы.

**Определить:** коэффициент готовности, коэффициент технического использования, параметр потока отказов заданных линий.

**Дано:** Пусть система состоит из элементов с разными показателями надежности, причем для повышения надежности применяются различные способы резервирования на различных участках (рисунок). Общая стоимость системы без резерва 22 ед.

**Требуется определить** оптимальный резерв на каждом участке для двух случаев: 1) общая стоимость системы должна быть не более 50 ед.; 2) вероятность безотказной работы системы должна быть не менее 0,85.

### **Тематика докладов по дисциплине «Надежность электроснабжения»**

1. Нормативная документация в области надежности систем электроэнергетики

2. Определение надёжности электроэнергетического оборудования по статистическим данным об его эксплуатации
3. Методы расчета режимов электрических сетей
4. Методы оценки критериев отказа структурной надежности
5. Методы оценки критериев отказа балансовой надежности
6. Методы оценки критериев отказа режимной надежности
7. Основы устойчивости энергосистем
8. Баланс активной и реактивной мощностей
9. Обзор информации производителей электрооборудования о его надежности
10. Влияние различных факторов на надежность систем электроснабжения
11. Учет коммутационной аппаратуры при расчете надежности
12. Учет действия релейной защиты и автоматики при расчетах надежности
13. Типовые показатели надежности систем электроснабжения
14. Методики определения закона распределения случайной величины
15. Обзор программного обеспечения для расчета надежности технических систем
16. Принципы работы программного обеспечения для расчета режимов электроэнергетических систем
17. Модели генерирующей части энергосистемы для расчет надежности
18. Модели нагрузки для расчета надежности энергосистем
19. Решение задач оптимального резервирования методом динамического программирования
20. Решение задач оптимального резервирования методом наискорейшего спуска
21. Экономические аспекты надежности систем электроснабжения
22. Надежность резервируемых систем
23. Вопрос надежности оборудования резерва
24. Методики выявления скрытых отказов
25. Надёжность систем электроснабжения при наличии резервных генераторов различных типов
26. Анализ надежности схему РУ 10 кВ
27. Оценка надежности электроэнергетического оборудования
28. Анализ показателей надежности устройство релейной защиты и автоматики
29. Анализ надежности систем оперативного тока на подстанциях
30. Применение численного моделирования при анализе надежности
31. Применение методов пространства состояний при оценке надежности систем электроснабжения
32. Расчет надежности устройств контроля и учета электрической энергии.

В процессе освоения дисциплины «Надежность электроснабжения» студентами, обучающимися **по заочной форме**, в качестве самостоятельной подготовки, предусмотрено выполнение контрольной работы. Контрольная работа разработана в 50 вариантах. Вариант назначается студенту по последним цифрам зачетной книжки, при этом цифра «51» соответствует варианту № 1.

Целью контрольной работы является оценка самостоятельного освоения материала студентами-заочниками. Контрольная работа включает: практико-ориентированное задание и два теоретических вопроса.

#### **Типовая контрольная работа для студентов заочной формы обучения**

##### Теоретические вопросы:

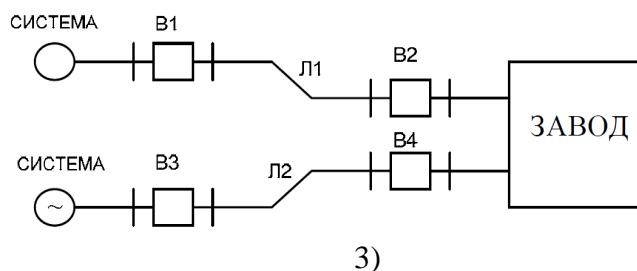
1. Основные понятия, термины и определения теории надежности в электроэнергетике.
2. Нормативные требования к надёжности электроснабжения потребителей.

##### **Практико-ориентированные задания:**

Для заданной схемы электроснабжения завода, приведенной на рисунке (номер рисунка в таблице 1), составить логическую схему для расчета надежности и вычислить вероятность безотказной работы методом логических схем, методом минимальных путей и сечений, методом пространства состояний по заданным параметрам надежности элементов системы электроснабжения (время простоя элемента в год  $T_{откл}$ , по причине отказов, ремонтов и т.д., таблица 1; если элемента нет в схеме электроснабжения, то его показатели надёжности и не использовать). Средняя годовая мощность завода составляет величину  $P_{зсп}$  (указана в таблице 1).

**Требуется определить:** вероятность безотказной работы системы электроснабжения и недоотпуск электроэнергии.

№ Вар	№ Вопросов	№ рисунка	$P_{зср},$ МВт	$T_{откл},$ час в год для элемента													
				B1	B2	B3	B4	B5	B6	Л1	Л2	Л3	T1	T2	T3	T4	
1.	3	36	1	0.7	34	61	31	28	19	65	65	51	45	28	27	29	89



## Вопросы к зачету

### Раздел 1.

1. Основные понятия, термины и определения теории надежности в электроэнергетике.
2. Нормативные требования к надёжности электроснабжения потребителей.
3. Задачи надежности при проектировании и эксплуатации систем электроснабжения.
4. Понятие отказа. Критерии отказа.
5. Виды надежности электроэнергетических систем.
6. Показатели надёжности систем электроснабжения.
7. Понятие средней наработки на отказ, вероятности безотказной работы
8. Случайные величины и их характеристики. Законы распределения случайных величин, используемые в теории надежности.
12. Показатели надёжности неремонтируемого электрооборудования.
13. Показатели надёжности ремонтируемого электрооборудования.
14. Взаимосвязь между показателями надёжности.
15. Ремонтопригодность электрооборудования.
16. Долговечность и сохраняемость электрооборудования.
17. Комплексные показатели надёжности.
18. Статистическая оценка показателей надёжности.
19. Законы распределения случайных величин, используемые в теории надёжности.
20. Расчетные методы определения надежности систем электроснабжения
- 21 Экспериментальные методы определения надежности
22. Методы расчета надёжности на основе логических схем
23. Методы расчета надёжности на основе минимальных путей и сечений
24. Методы расчета надёжности на основе дерева отказов
25. Методы расчета надёжности с использованием пространства состояний
26. Методы расчета балансовой надежности

### Раздел 2

27. Определение надёжности элементов систем электроснабжения по данным об их эксплуатации
28. Коэффициент готовности и коэффициент технического использования
29. Обработка статистических данных при определении надёжности электрооборудования
30. Оценка критериев отказа для режимной надежности
31. Оценка критериев отказа для режимной балансовой
32. Оценка критериев отказа для режимной структурной
33. Оптимальное резервирование. Решение задачи оптимального резервирования методом наискорейшего спуска.

34. Принципы составления систем дифференциальных уравнений для описания процессов отказов и восстановления элементов и систем.

35. Приемы формализации при формировании систем дифференциальных уравнений для описания процессов отказов и восстановления элементов и систем.

36. Расчёт надёжности системы внешнего электроснабжения при питании от одного источника электроэнергии.

37. Расчёт надёжности системы внешнего электроснабжения при питании от двух независимых источников электроэнергии.

38. Основные схемы внутреннего электроснабжения. Характеристика надёжности.

39. Системы гарантированного электроснабжения и характеристика её надёжности.

40. Современные методы расчета надежности.

41. Методы расчета недоотпуска электроэнергии на различных интервалах времени и при переменных коммутационных состояниях систем.

42. Влияние резервирования на надежность систем электроснабжения.

43. Экономические последствия перерывов в электроснабжении.

44. Современные методы обеспечения надежности в системах внешнего электроснабжения.

45. Влияние принципов построения и особенностей управления систем электроснабжения на уровень надежности электроснабжения различных электроприемников и потребителей.

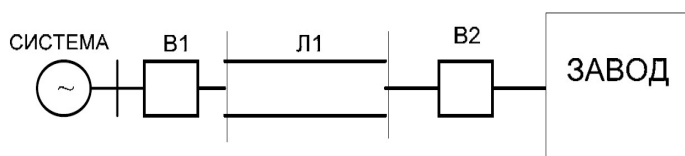
46. Основные приемы синтеза схем электроснабжения с заданным уровнем надежности.

### Типовые задания к зачету

**Пример 1.** Расчет вероятности безотказной работы системы электроснабжения завода.

Для заданной схемы электроснабжения завода, приведенной на рисунке, составить логическую схему для расчета надежности и вычислить вероятность безотказной работы методом логических схем, методом минимальных путей и сечений, методом пространства состояний по заданным параметрам надежности элементов системы электроснабжения. Средняя годовая мощность завода составляет величину  $P_{зср} = 1$  МВт.

**Требуется определить:** вероятность безотказной работы системы электроснабжения и недоотпуск электроэнергии.



Элемент	В1	Л1	В2
$T_{откл}$ , час	30	48	25

### Пример 2

Солнечная батарея состоит из 100 функционально необходимых равнона-дёжных элементов. Определить, какой величиной интенсивности отказов должны обладать элементы, чтобы вероятность безотказной работы батареи в течении 100 часов была не менее 0,9.

### Пример 3

Генерирующая часть системы состоит из 3 генераторов одинаковой мощности 20 кВт. Зная данные об их вынужденных (24 часа) и плановых (72 часа) простоях, определить вероятности состояний системы генерации с различными мощностями и рассчитать вероятность потери нагрузки для случаев, когда средняя нагрузка системы за рассматриваемый период составляла величину 0,9, 0,65, 0, 5 от номинальной системы генерации (при всех работающих генераторах)

### Пример 4

**Дано:** Пусть система состоит из элементов с разными показателями надежности, причем для повышения надежности применяются различные способы резервирования на различных участках (риунок). Общая стоимость системы без резерва 25 ед.

**Требуется определить** оптимальный резерв на каждом участке для двух случаев, когда общая стоимость системы должна быть не более 30 ед.

В данном разделе РПД приведены типовые задания для проведения текущего контроля успеваемости студентов. Полный перечень заданий содержится в учебно-методическом комплексе по дисциплине «Надежность электроснабжения», который размещен в личном кабинете Шарипова И.К.

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

а) Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

### **основная**

1. ЭБС Лань: Обеспечение надёжности сложных технических систем : учебное пособие / Дорохов А.Н., Керножитский В.А., Миронов А.Н., Шестопалова О.А. – СПб: Изд. ЛАНЬ, 2010.- 352 с.
2. Хорольский, В. Я. Надежность электроснабжения : учеб. пособие для студентов аграрных вузов по специальности 140211 - "Электроснабжение" / В. Я. Хорольский, М. А. Таранов ; СтГАУ. - Ставрополь : АГРУС, 2013. - 108 с. - (Гр. МСХ РФ).
3. Хорольский, В. Я. Техничко-экономические расчеты распределительных электрических сетей : учеб. пособие для студентов аграрных вузов по направлению 140200 "Электроэнергетика", специальности 140211 "Электроснабжение" / В. Я. Хорольский, М. А. Таранов, Д. В. Петров ; СтГАУ. - Ставрополь : АГРУС, 2010. - 108 с. - (Гр. МСХ РФ). АГРУС, 2016. - 240 с.

### **дополнительная**

1. ЭБС «Лань»: Аполлонский, С.М. Надежность и эффективность электрических аппаратов [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.М. Аполлонский, Куклев Ю. В. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2011. — 444 с.
2. ЭБС «Лань»: Дорохов, А.Н. Обеспечение надежности сложных технических систем. [Электронный ресурс] : Учебники / А.Н. Дорохов, В.А. Керножицкий, А.Н. Миронов, О.Л. Шестопалова. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 352 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/86013> — Загл. с экрана.
3. ЭБС "Znanium": Антонов А. В. Теория надежности. Статистические модели: Учебное пособие/А.В.Антонов, М.С.Никулин, А.М.Никулин и др. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 528 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат)
4. ЭБС "Znanium": Долгин В. П. Надежность технических систем: Учебное пособие/Долгин В.П., Харченко А.О. - М.: Вузовский учебник, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 167 с.
5. Хорольский, В. Я. Техничко-экономические расчеты распределительных электрических сетей : учеб. пособие для студентов аграрных вузов по направлению 140200 ""Электроэнергетика"", специальности 140211 ""Электроснабжение"" / В. Я. Хорольский, М. А. Таранов, Д. В. Петров ; СтГАУ. - Ставрополь : АГРУС, 2010. - 108 с. - (Гр. МСХ РФ).
6. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей [Текст] : (обязательны для всех потребителей электроэнергии независимо от их ведомственной принадлежности и форм собственности) / Госэнергонадзор Минэнерго России. - М. : Энергосервис, 2003. - 392 с.
7. Киреева, Э. А. Справочник энергетика предприятий, учреждений и организаций / Э. А. Киреева, Г. Ф. Быстрицкий. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Колос, 2010. - 804 с.
8. Правила устройства электроустановок . - 7-е изд. - М. : Омега-Л, 2008. - 268 с.
9. Электрооборудование: эксплуатация и ремонт (периодическое издание).

б) Методические материалы, разработанные преподавателями кафедры по дисциплине, в соответствии с профилем ОП.

1. Курс лекций по дисциплине.
2. Учебное пособие по дисциплине.

3. Пособие для практических занятий по дисциплине.

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

1. <https://electrono.ru> - Электротехника
2. <https://www.radioingener.ru> – Радиоэлектроника и электротехника
3. <http://www.electrolibrary.info> – Электронная электротехническая библиотека

### **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Профессиональный уровень бакалавриата инженерного профиля во много зависит от того освоил ли он процессы и явления, которые происходят в электроустановках, принципы построения и функционирования отдельных элементов и электроэнергетической системы в целом.

**Работа на лекции** Умение достаточно полно записать содержание лекции – важнейший навык, без которого нельзя успешно учиться. Навык конспектирования легко поддается формированию. Конспекты имеют свои особенности:

1. Конспект требует быстрой записи.
2. Конспект должен легко читаться и хорошо запоминаться.
3. В конспекте допускаются такие формы, которые понятны только автору.
4. Конспект – это запись смысла лекции.

**Работа с литературой.** Овладение методическими приемами работы с литературой - одна из важнейших задач студента. Углубленная работа с книгой – гарантия того, что студент станет хорошим специалистом и в будущей профессиональной деятельности будет способен самостоятельно овладевать новыми знаниями.

Работа с книгой включает следующие этапы.

1. Предварительное знакомство с содержанием всей книги или какого-то ее раздела.
2. Углубленное чтение текста книги должно преследовать следующие цели: усвоить основные положения; усвоить фактический материал; логическое обоснование главной мысли и выводов.
3. Составление плана прочитанного текста. Это необходимо тогда, когда работа не конспектируется, но отдельные положения могут пригодиться на занятиях, при выполнении курсовых, дипломных работ, для участия в научных исследованиях.
4. Составление тезисов или конспекта книги или ее части.
5. Написание реферата.

Тезисы надо писать своими словами, но наиболее важные положения изучаемой работы лучше записать в виде цитаты. Цитат или выписки из книги можно рассматривать как дополнение к тезисам.

Конспект - это краткий пересказ своими словами содержания работы или ее части. Правильно составленный конспект определяет уровень, степень понимания и усвоения изучаемой работы. Оформление конспекта должно включать следующее: название работы, главы, сам текст конспекта.

Текст следует писать аккуратно и разборчиво. Это значительно облегчит использование конспекта, т.к. при последующем изучении все усилия будут направлены на осмысление содержания, а не на расшифровку. Каждая фраза в конспекте должна быть наполнена смысловым содержанием. Объем конспектов должен быть в 10-15 раз меньше объема конспектируемого текста. Многословие конспекта – не просто его недостаток, а свидетельство недостаточной четкости и ясности мышления. Конспектирование учебника следует начинать после изучения записей лекций, проработки учебных пособий. В таком случае, конспектирование станет логическим продолжением и развитием известных студенту положений.

Очень важно не ограничиваться одним изложением текста, в конспект следует вносить собственные мысли, комментарии к содержанию изучаемой работы. Это наиболее существенный показатель творческого отношения к изучаемому разделу, ценнейший результат самостоятельного труда.

### **Как подготовиться к лабораторному занятию**



Главная цель лабораторного занятия – закрепление теоретических положений на практике и формирование практического опыта экспериментальной работы. Для её реализации студенту перед выполнением лабораторной работы необходимо:

1) самостоятельно подготовиться к ней по конспектам лекций и рекомендованной литературе изучить теоретический материал, познакомиться с методикой проведения эксперимента и подготовить бланк отчета (тема, цель, оборудование, схема эксперимента, таблицы, формулы и др.);

2) познакомиться с оборудованием лабораторных стендов, которое приведено в Приложении 1[4, с.182-198] основной литературы.

Выполнение вышеперечисленного свидетельствует о готовности студента к выполнению экспериментальной части работы в аудитории. Получив допуск к работе, студент под контролем преподавателя проводит запланированные эксперименты. По полученным данным строит необходимые зависимости, диаграммы, рассчитывает требуемые величины, погрешности измерений, делает выводы и отвечает на контрольные вопросы.

**Написание докладов.** Доклад – это краткое изложение содержания научных трудов, литературных источников по определенной теме или лекции, которая была пропущена студентом в силу объективных, субъективных причин и подлежащая самостоятельной проработке. **Целью** доклада является приобретение навыков работы с литературой, обобщения литературных источников и практического материала по теме, способности грамотно излагать вопросы темы, делать выводы. Объем доклада зависит от степени раскрытия содержания темы и поэтому не имеет строгого регламента и колеблется в пределах от 10 до 20 страниц. Подготовка доклада подразумевает самостоятельное изучение студентом определённой темы по нескольким источникам информации (учебникам, научным статьям, технической и справочной литературы в бумажной и электронной форме, электронным ресурсам Интернета), систематизацию найденного материала и краткое его изложение. Помимо четко изложенного и структурированного материала, обязательно наличие выводов. Недопустимо простое копирование текста из книги, либо же скачивание из сети Интернет готовой работы. Нормативные требования к написанию доклада основываются на следующих принципах: Начать рекомендуется с обоснования актуальности темы и постановки задач для её раскрытия. Отобрать необходимый материал. Самое главное - "не жадничать" и убирать те данные, которые не смогут раскрыть сущность темы. В основной части доклад обязательно разбить на параграфы, в конце сделать заключение с изложением своей точки зрения. Является недопустимым наличие нечетких формулировок, а также речевых и орфографических ошибок Подготовка реферата должна осуществляться на базе тех научных материалов, которые актуальны на сегодняшний день. Естественно, это касается списка используемой литературы. Оформлять его рекомендуется согласно ГОСТа 2008 года.

Доклад должен содержать:

- титульный лист,
- оглавление,
- введение,
- основную часть (разделы, параграфы),
- выводы (заключительная часть),
- приложения,
- пронумерованный список использованной литературы (не менее 5-и источников) с указанием автора, названия, места издания, издательства, года издания.

В оглавлении указываются номера страниц по отдельным разделам или параграфам.

Во введении следует отразить место рассматриваемого вопроса в естественнонаучной проблематике, его теоретическое и прикладное значение.

Основная часть должна излагаться в соответствии с планом, четко и последовательно, желательно своими словами. Особое внимание должно быть уделено оформлению цитат, которые включаются в текст в кавычках, а далее в квадратных скобках дается порядковый номер первоисточника из списка литературы и через точку с запятой номер страницы. Также следует учитывать общие правила оформления текста (см. [http://comp-science.narod.ru/pr\\_nab.htm](http://comp-science.narod.ru/pr_nab.htm)).

Текст доклада выполняется на компьютере: выравнивание по ширине, междустрочный интервал – полтора, шрифт – Times New Roman (14 пт.), параметры полей - нижнее и верхнее - 15 мм, левое - 25, а правое - 10 мм, а отступ абзаца - 1,5 см.

В тексте обязательно акцентировать внимание на определенных терминах, понятиях и формулах при помощи подчеркивания, курсива и жирного шрифта. В основной части в логической после-

довательности излагается материал темы. Помимо этого, должны выделяться наименования разделов или параграфов. Имеющиеся перечисления оформляются в виде нумерованного или маркированного списка.

Выступление с докладом сопровождается презентацией и завершается ответами на вопросы аудитории слушателей.

Презентация оформляется согласно правилам:

Презентация предполагает сочетание информации различных типов: текста, графических изображений, музыкальных и звуковых эффектов, анимации и видеофрагментов. Для текстовой информации важен выбор шрифта, для графической — яркость и насыщенность цвета, для наилучшего их совместного восприятия необходимо оптимальное взаиморасположение на слайде.

#### *Текстовая информация*

- размер шрифта: 24–54 пункта (заголовки), 18–36 пунктов (обычный текст);
- цвет шрифта и цвет фона должны контрастировать (текст должен хорошо читаться), но не резать глаза;
- тип шрифта: для основного текста гладкий шрифт без засечек (Arial, Tahoma, Verdana), для заголовка можно использовать декоративный шрифт, если он хорошо читаем;
- курсив, подчеркивание, жирный шрифт, прописные буквы рекомендуется использовать только для смыслового выделения фрагмента текста.

#### *Графическая информация*

- рисунки, фотографии, диаграммы призваны дополнить текстовую информацию или передать ее в более наглядном виде;
- желательно избегать в презентации рисунков, не несущих смысловой нагрузки, если они не являются частью стилевого оформления;
- цвет графических изображений не должен резко контрастировать с общим стилевым оформлением слайда;
- иллюстрации рекомендуется сопровождать пояснительным текстом;
- если графическое изображение используется в качестве фона, то текст на этом фоне должен быть хорошо читаем.

#### *Анимация*

Анимационные эффекты используются для привлечения внимания слушателей или для демонстрации динамики развития какого-либо процесса. В этих случаях использование анимации оправдано, но не стоит чрезмерно насыщать презентацию такими эффектами, иначе это вызовет негативную реакцию аудитории.

#### *Звук*

- звуковое сопровождение должно отражать суть или подчеркивать особенность темы слайда, презентации;
- необходимо выбрать оптимальную громкость, чтобы звук был слышен всем слушателям, но не был оглушительным;
- если это фоновая музыка, то она должна не отвлекать внимание слушателей и не заглушать слова докладчика. Чтобы все материалы слайда воспринимались целостно, и не возникало диссонанса между отдельными его фрагментами, необходимо учитывать общие правила оформления презентации.

#### *Единое стилевое оформление*

- стиль может включать: определенный шрифт (гарнитура и цвет), цвет фона или фоновый рисунок, декоративный элемент небольшого размера и др.;
- не рекомендуется использовать в стилевом оформлении презентации более 3 цветов и более 3 типов шрифта;
- оформление слайда не должно отвлекать внимание слушателей от его содержательной части;
- все слайды презентации должны быть выдержаны в одном стиле;

#### *Содержание и расположение информационных блоков на слайде*

- информационных блоков не должно быть слишком много (3–6);
- рекомендуемый размер одного информационного блока — не более 1/2 размера слайда;
- желательно присутствие на странице блоков с разнотипной информацией (текст, графики, диаграммы, таблицы, рисунки), дополняющей друг друга;
- ключевые слова в информационном блоке необходимо выделить;

- информационные блоки лучше располагать горизонтально, связанные по смыслу блоки — слева направо;
- наиболее важную информацию следует поместить в центр слайда;
- логика предъявления информации на слайдах и в презентации должна соответствовать логике ее изложения.

После создания презентации и ее оформления, необходимо отрепетировать ее показ и свое выступление, проверить, как будет выглядеть презентация в целом (на экране компьютера или проекционном экране), насколько адекватно она воспринимается.

## **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства и информационных справочных систем (при необходимости).**

### **11.1 Перечень лицензионного программного обеспечения**

При осуществлении образовательного процесса студентами и преподавателем используются следующее программное обеспечение: Microsoft Windows, Office (Номер соглашения на пакет лицензий для рабочих станций: V5910852 от 15.11.2017); Kaspersky Total Security (№ заказа/лицензии: 1B08-171114-054004-843-671 от 14.11.2017), PTC Mathcad 14.0 (Лицензионное соглашение № 400625 от 07.12.2007)

### **11.2 Перечень свободно распространяемого программного обеспечения**

ElectronicsWorkbench

### **11.3 Перечень программного обеспечения отечественного производства**

При осуществлении образовательного процесса студентами и преподавателем используются следующие информационно справочные системы: СПС «Консультант плюс», СПС «Гарант».

## **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине Надежность электроснабжения**

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>
1	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий (ауд. № 206, площадь – 90,0 м <sup>2</sup> ).	Специализированная мебель на 117 посадочных мест, персональный компьютер – 1шт., телевизор телевизор LG 65UH LED -1 шт., Звуковая аппаратура – 1 шт., документ-камера портативная Aver Vision – 1 шт., коммутатор Compex DS – 1 шт., магнитно-маркерная доска 90x180 – 1шт
2	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий (ауд. № 310 площадь – 54,0 м <sup>2</sup> ).	Специализированная мебель на 25 посадочных мест, белая электронная доска Hitacni – 1 шт, магнито-маркерная доска – 1 шт, проектор Sanyo PLS – 1 шт., персональный компьютер Dell – 9 шт., персональный компьютер ARM IRU City – 7 шт,
3	Учебные аудитории для самостоятельной работы студентов:	
	1. Читальный зал научной библиотеки (площадь 177 м <sup>2</sup> )	1. Специализированная мебель на 100 посадочных мест, персональные компьютеры – 56 шт., телевизор – 1шт., принтер – 1шт., цветной принтер – 1шт., копировальный аппарат – 1шт., сканер – 1шт., Wi-Fi оборудование, подключение к сети «Интернет», доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.
	2. Учебная аудитория № 308 (площадь – 54,0 м <sup>2</sup> )	2. Оснащение: стол-парта 5-ти местная – 6 шт, стол преподавателя – 1 шт, трибуна – 1 шт, проектор Epson LSD – 1шт, доска магнито-маркерная - 1 шт, интерактивная доска SMARTBord – 1 шт, персональный компьютер ARM IRU City – 4 шт, вольтметр универсальный GOODWILL – 8 шт., генератор сигналов специальной формы GOOD WILL – 5 шт., измеритель полного сопротивления линии и тока

		METREL – 8 шт, измеритель сопротивления изоляции Metrel MA2060 - 4 шт., осциллограф цифровой GOODWILL GRS – 5 шт, лабораторный блок питания MASTECH HY3005 - 6 шт., частотомер электронно-счетный- 5 шт.,
4	<b>Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций</b> (ауд. № 308, площадь – 54,0 м <sup>2</sup> ).	Обнащение: стол-парта 5-ти местная – 6 шт, стол преподавателя – 1 шт, трибуна – 1 шт, проектор Epson LSD – 1шт, доска магнито-маркерная - 1 шт, интерактивная доска SMARTBord – 1 шт, персональный компьютер ARM IRU City – 4 шт, вольтметр универсальный GOODWILL – 8 шт., генератор сигналов специальной формы GOOD WILL – 5 шт., измеритель полного сопротивления линии и тока METREL – 8 шт, измеритель сопротивления изоляции Metrel MA2060 - 4 шт., осциллограф цифровой GOODWILL GRS – 5 шт, лабораторный блок питания MASTECH HY3005 - 6 шт., частотомер электронно-счетный- 5 шт.,
5	<b>Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации</b> (ауд. № 310 площадь – 54,0 м <sup>2</sup> ).	Специализированная мебель на 25 посадочных мест, белая электронная доска Hitachi – 1 шт, магнито-маркерная доска – 1 шт, проектор Sanyo PLS – 1 шт., персональный компьютер Dell – 9 шт., персональный компьютер ARM IRU City – 7 шт,

### **13. Особенности реализации дисциплины лиц с ограниченными возможностями здоровья**

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

#### **а) для слабовидящих:**

- на промежуточной аттестации присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую 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 промежуточной аттестации оформляются увеличенным шрифтом;

- задания для выполнения на промежуточной аттестации 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;

#### **в) для глухих и слабослышащих:**

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

- промежуточная аттестация проводится в письменной форме;

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

- по желанию студента промежуточная аттестация может проводиться в письменной форме;

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

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


- по желанию студента промежуточная аттестация проводится в устной форме.


Рабочая программа дисциплины «Надежность технических систем» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия и учебного плана по профилю «Электрооборудование и электротехнологии»

Автор (ы)

 \_\_\_\_\_ к.т.н., доцент Шарипов И.К.

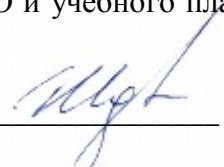
Рецензенты

 \_\_\_\_\_ к.т.н., доцент Воротников И.Н.

 \_\_\_\_\_ к.т.н., доцент Антонов С.Н.


Рабочая программа дисциплины «Надежность технических систем» рассмотрена на заседании кафедры Электроснабжения и эксплуатации электрооборудования протокол № 10 от «12» мая 2022 г. и признана соответствующей требованиям ФГОС ВО и учебного плана по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия.

Зав. кафедрой

 \_\_\_\_\_ к.т.н., доцент Шарипов И.К.

Рабочая программа дисциплины «Надежность технических систем» рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии электроэнергетического факультета протокол № 5 от «20» мая 2022 г. и признана соответствующей требованиям ФГОС ВО и учебного плана по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия.

Руководитель ОП

 \_\_\_\_\_ к.т.н., доцент Лысаков А.А.

**Аннотация рабочей программы дисциплины**  
**«Надежность технических систем»**  
 по подготовке обучающегося по программе бакалавриата  
 по направлению подготовки

<b>35.03.06</b>	<b>Агроинженерия</b>
код	Наименование направления подготовки/специальности
	Электрооборудование и электротехнологии
	Профиль
<b>Форма обучения – очная, заочная.</b>	
<b>Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 3 ЗЕТ, 108 час.</b>	
<b>Программой дисциплины предусмотрены следующие виды занятий</b>	<p><b><u>Очная форма обучения:</u></b>                  лекции – 18 ч.,                  практические (лабораторные) занятия – 36ч.,                  самостоятельная работа – 54 ч.</p> <p><b><u>Заочная форма обучения:</u></b>                  лекции – 4 ч.,                  практические (лабораторные) занятия – 8ч.,                  самостоятельная работа – 92 ч.                  контроль – 4 ч.</p>
<b>Цель изучения дисциплины</b>	формирование у студентов бакалавриата компетенций, направленных на получение теоретических знаний и практических навыков по анализу, синтезу и использованию систем автоматики на базе современных технических средств, применяемых для автоматизации сельскохозяйственного производства.
<b>Место дисциплины в структуре ОП ВО</b>	Дисциплина Б1.О.38 «Надежность технических систем» является дисциплиной обязательной части программы.
<b>Компетенции и индикатор (ы) достижения компетенций, формируемые в результате освоения дисциплины</b>	<p><b>Общепрофессиональные компетенции (ОПК):</b>                  ОПК-1.1 Демонстрирует знание основных законов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, необходимых для решения типовых задач в области агроинженерии                  ОПК-1.2 Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в агроинженерии                  ОПК-4.1 Использует материалы научных исследований по совершенствованию энергетического оборудования, средств автоматизации и электрификации сельского хозяйства                  ОПК-4.2 Обосновывает применение современного энергетического оборудования, средств автоматизации и электрификации сельского хозяйства                  ОПК-5.1 Под руководством специалиста более высокой квалификации участвует в проведении экспериментальных исследований в области электрификации и автоматизации сельского хозяйства                  ОПК-5.2 Использует классические и современные методы исследования в области электрификации и автоматизации сельского хозяйства</p>
<b>Знания, умения и навыки, получаемые в процессе изучения дисциплины</b>	<p><b>Знания:</b>                  основных законов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин (ОПК-1.1)</p>

	<p>основных законов математических и естественных наук (ОПК-1.2)  использование материалы научных исследований по совершенствованию энергетического оборудования (ОПК-4.1)  современного энергетического оборудования (ОПК-4.2)  методы проведения экспериментальных исследований в области электрификации и автоматизации сельского хозяйства (ОПК-5.1)  методы исследования в области электрификации и автоматизации сельского хозяйства (ОПК-5.2)</p> <p><b>Умения:</b>  использовать знание основных законов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, необходимых для решения типовых задач в области агроинженерии (ОПК-1.1)  использования знаний основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в агроинженерии (ОПК-1.2)  использования материалы научных исследований по совершенствованию энергетического оборудования, средств автоматизации и электрификации сельского хозяйства (ОПК-4.1)  применение современного энергетического оборудования, средств автоматизации и электрификации сельского хозяйства (ОПК-4.2)  проведение экспериментальных исследований в области электрификации и автоматизации сельского хозяйства (ОПК-5.1)  проводить исследования в области электрификации и автоматизации сельского хозяйства (ОПК-5.2)</p> <p><b>Навыки и/или трудовые действия:</b>  решение типовых задач в области агроинженерии (ОПК-1.1)  решения стандартных задач в агроинженерии (ОПК-1.2)  применения материалы научных исследований по совершенствованию энергетического оборудования, средств автоматизации и электрификации сельского хозяйства (ОПК-4.1)  применение современного энергетического оборудования (ОПК-4.2)  под руководством специалиста более высокой квалификации участие в проведении экспериментальных исследований (ОПК-5.1)  использования классических и современных методов исследования в области электрификации и автоматизации сельского хозяйства (ОПК-5.2)</p>
<p><b>Краткая характеристика учебной дисциплины (основные разделы и темы)</b></p>	<p>Раздел 1 Общие сведения о теории надежности технических систем и систем электроснабжения.  Раздел 2 Математический аппарат теории надежности технических систем и систем электроснабжения.  Раздел 3 Определение параметров и характеристик надёжности по статистическим данным об отказах электрооборудования.  Раздел 4 Математические модели надёжности систем электроснабжения.  Раздел 5 Методы расчета надежности систем электроснабжения.  Раздел 6 Экономические аспекты надежности.  Раздел 7 Синтез систем электроснабжения по уровню надежности.</p>
<p><b>Форма контроля</b></p>	<p><u>Очная форма обучения:</u> семестр 4 - зачет с оценкой  <u>Заочная форма обучения:</u> курс 3 – контрольная работа, зачет с оценкой</p>
<p><b>Автор(ы):</b></p>	<p>к.т.н., доцент Шарипов И.К.</p>