

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I»



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине Б1.В.ДВ.10.1 «Надежность систем электроснабжения» для направления  
35.03.06.«Агроинженерия» академический бакалавриат

квалификация (степень) выпускника бакалавр,

Факультет Агроинженерный

Кафедра Электрификации сельского хозяйства

Форма обучения	Всего зач.ед./ часов	Курс	Семестр	Лекции	Семинарские занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Курсовая работа (проект), (указать семестр)	Самостоятельная работа	Зачет (указать семестр)	Экзамен (указать семестр/часы)
очная	3/108	4	8	28	-	26	-	-	54	8	-
заочная	3/108	5	8	10	-	-	-	-	98	8	-

Преподаватель: доцент Помогаев Ю.М.

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки (специальности) 35.03.06 «Агроинженерия», утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 20 октября 2015г. № 1172.

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры протокол № 3 от 16 ноября 2015г.

**Заведующий кафедрой**



**доц.Картавцев В.В.**

Рабочая программа рекомендована к использованию в учебном процессе методической комиссией агроинженерного факультета протокол №3 от 18 ноября 2015г.

**Председатель методической комиссии**



**доц.Костиков О.М.**

## **1. Предмет. Цели и задачи дисциплины, её место в структуре образовательной программы**

Целью дисциплины является получение знаний о современной теории надежности в технике и применении её методов в электроэнергетических системах.

По завершению освоения данной дисциплины студент способен и готов:

- способностью проявлять инициативу, в том числе в ситуациях риска, брать на себя всю полноту ответственности за свои решения в рамках профессиональной компетенции, способностью разрешать проблемные ситуации
- способностью и готовностью использовать углубленные знания в области естественнонаучных и гуманитарных дисциплин в профессиональной деятельности (
- способностью находить творческие решения профессиональных задач, готовностью принимать нестандартные решения
- способностью анализировать естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности
- готовностью применять методы анализа вариантов, разработки и поиска компромиссных решений
- готовностью применять основы инженерного проектирования технических объектов
- способностью применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности
- способностью определять эффективные производственно-технологические режимы работы объектов электроэнергетики и электротехники
- способностью оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемых новых технологий, электроэнергетических объектов и электротехнических изделий

Задачи дисциплины-изучить экономику фактора надежности электроэнергетических систем; дать информацию о теоретических основах анализа надежности электроэнергетических систем; научить синтезу электроэнергетических систем и сетей по заданному уровню надежности.

Место дисциплины в структуре ОП Б1.В.ДВ.10.1

Данная дисциплина относится к дисциплинам по выбору в вариативном блоке.

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

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
(ПК-1);	готовностью изучать и использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований	<p>В результате изучения дисциплины обучающийся должен знать-физические основы анализа надежности электроэнергетических систем</p> <p>уметь -рассчитывать показатели уровня надежности электроэнергетических систем; владеть-навыками составления расчетных схем замещения для расчета показателей надежности электроэнергетических систем и сетей</p>
(ПК-2);	готовностью к участию в проведении исследований рабочих и технологических процессов машин	<p>знать-методы расчета показателей надежности электроэнергетических систем уметь-синтезировать схемы электроэнергетических систем по заданному уровню надежности владеть -навыками составления расчетных схем замещения для расчета показателей надежности электроэнергетических систем и сетей</p>
(ПК-3);	готовностью к обработке результатов экспериментальных исследований	<p>знать-методы синтеза электроэнергетических систем и сетей по заданному уровню надежности уметь-синтезировать схемы электроэнергетических систем по заданному уровню надежности владеть-навыками оценки недоотпуска электроэнергии потребителям -навыками оценки вероятности отказа электроэнергетических систем и сетей</p>

### 3. Объём дисциплины и виды учебной работы

Виды учебной работы	Очная форма обучения		Заочная форма обучения
	всего зач.ед./ часов	всего часов	всего часов
		5 семестр	9 семестр
Общая трудоёмкость дисциплины	3/108	3/108	3/108
Контактная работа * обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) всего, в т.ч.	54	54	10
Аудиторная работа: **	54	54	10
Лекции	28	28	10
Практические занятия	26	26	-
Семинары	-	-	-
Лабораторные работы	-	-	-
Другие виды аудиторных занятий			-
Самостоятельная работа обучающихся, час, в т.ч.	54	54	98
Подготовка к аудиторным занятиям	20	20	20
Выполнение курсовой работы (курсового проекта)	-	-	-
Подготовка и защита рефератов, расчетно-графических работ	20	20	20
Другие виды самостоятельной работы	14	14	58
Экзамен/часы	-	-	-
Формы промежуточной аттестации (зачёт, экзамен)	зачет	зачет	зачет

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план).

№ п/п	Раздел дисциплины	Л	СЗ	ПЗ	ЛР	СР
<b>Очная форма обучения</b>						
1	Общие сведения о теории надежности электроэнергетических систем	4		4		10
2	Физическая природа отказов электрооборудования причины и закономерности	4		4		10
3	Элементы теории вероятности и их применение в расчетах параметров надежности	6		4		10
4	Математические модели отказов и восстановления электроэнергетических систем	6		4		10
5	Методы расчета надежности электроэнергетических систем	4		4		5
6	Синтез электроэнергетических систем по уровню надежности	4		6		9
	Всего часов	28		26		54
<b>Заочная форма обучения</b>						
1	Общие сведения о теории надежности электроэнергетических систем	2				20
2	Физическая природа отказов электрооборудования причины и закономерности	2				20
3	Элементы теории вероятности и их применение в расчетах	2				20
4	Математические модели отказов и восстановления электроэнергетических систем	2				10
5	Методы расчета надежности электроэнергетических систем	1				10
6	Синтез электроэнергетических систем по уровню надежности	1				18
	Всего часов	10				98

### 4.2. Содержание разделов учебной дисциплины.

4.2.1. Общие сведения о теории надежности электроэнергетических систем  
 Надежность в технике и энергетике. Исторические сведения о надежности. Развитие науки о надежности электроэнергетических систем. Задачи надежности при проектировании и эксплуатации электроэнергетических систем. Основные особенности электроэнергетических систем с точки зрения теории надежности.  
 Причины и физические основы возникновения и развития аварий в электроэнергетических системах. Классификация аварий.

Практические методы и средства обеспечения надежности в технических и энергетических системах. Основные понятия, термины и определения теории надежности в технике и энергетике. Относительность понятия "элемент" и "система" при анализе надежности сложных технических систем.

4.2.2. Физическая природа отказов электрооборудования, причины и закономерности их появления. Понятие отказа. Причины отказов основных элементов электроэнергетических систем: воздушных линий электропередачи, кабельных линий электропередачи, трансформаторов, коммутационных аппаратов, устройств релейной защиты и автоматики. Классификация отказов. Поток отказов элементов и их свойства.

4.2.3. Элементы теории вероятностей и их применение в расчетах надежности. Основные понятия теории вероятностей. Событие. Вероятность события. Классификация случайных событий. Основы теории множеств. Алгебра событий. Аксиомы теории вероятностей. Основные законы и правила теории вероятностей. Формула полной вероятности и формула Байеса. Случайные величины и их характеристики. Законы распределения случайных величин, используемые в теории надежности.

Случайные процессы. Марковские процессы как модели функционирования элементов систем электроснабжения. Пуассоновский процесс и его применение для описания вероятностных характеристик отказов и восстановлений элементов систем электроснабжения. Теория массового обслуживания. Модель «гибели и размножения». Формула Литла.

4.2.4. Математические модели отказов и восстановления электроэнергетических систем. Показатели надежности невосстанавливаемых и восстанавливаемых элементов и систем. Комплексные показатели надежности восстанавливаемых элементов электрических систем. Процессы отказов и восстановлений одноэлементной схемы. Процессы отказов и восстановления в простейших и сложных системах. Принципы составления систем дифференциальных уравнений для описания процессов отказов и восстановления элементов и систем. Приемы формализации при формировании систем дифференциальных уравнений. Асимптотические методы при анализе надежности простейших систем. Модели процессов преднамеренных отключений, ремонтных состояний в реальных системах электроснабжения. Асимптотические методы при анализе надежности простейших и сложных систем.

4.2.5. Методы расчета надежности электроэнергетических систем

Практические методы расчета надежности схем электрических соединений при последовательном, параллельном и последовательно-параллельном соединении элементов в системе. Основные приемы и методы структурного анализа при расчетах надежности электроэнергетических систем. Метод минимальных путей и сечений. Методы определения минимальных путей и сечений относительно расчетных объектов (узлов нагрузки, узлов генерации, передающих элементов) в электроэнергетических системах. Понятия об основных и дополнительных сечениях. Составление расчетных схем по надежности электроэнергетических систем с учетом оперативных переключений. Понятия о структурной и функциональной надежности. Методы учета ограничений пропускной способности элементов и их групп при анализе структурной и функциональной надежности. Использование интегральных характеристик режимов в расчетах показателей надежности.

4.2.6. Синтез электроэнергетических систем по уровню надежности

Основные приемы синтеза схем электрических соединений с заданным уровнем надежности. Требования нормативных материалов, предъявляемые к уровню надежности электроэнергетических систем и сетей. Сведения о современных методах расчета надежности. Влияние принципов построения и особенностей управления систем электроснабжения на уровень надежности электроснабжения различных электроприемников и потребителей.

**4.3. Перечень тем лекций.**

№ п/п	Тема лекции	Объём, ч	
		форма обучения	
		очная	заочная
1	Общие сведения о теории надежности электроэнергетических систем.	4	2
2	Основные особенности электроэнергетических систем с точки зрения теории надежности.	4	2
3	Причины и закономерности появления отказов в системах электроснабжения	4	2
4	Элементы теории вероятностей и их применение в расчетах надежности	4	1
5.	Математические модели отказов и восстановления электроэнергетических систем	4	1
6	Методы расчета надежности электроэнергетических систем	4	1
7	Синтез электроэнергетических систем по уровню надежности	4	1
Всего часов:		28	10

**4.4. Перечень тем практических занятий (семинаров).**

№ п/п	Тема практической работы	Объём, ч	
		Форма обучения	
		Очная	Заочная
1	Экспериментальный и простейшие методы расчета показателей надежности	2	-
2	Показатели надежности невосстанавливаемых объектов	2	-
3	Показатели надежности восстанавливаемых объектов	2	-
4	Определение вероятностей отказов элементов и системы любой конфигурации в целом	4	-
5	Применение формулы полной вероятности при определении вероятности нормальной работы схемы	4	-
6	Применение методов структурного анализа к вопросам определения вероятностей отказа и безотказной работы электроэнергетических систем	4	-
7	Определение показателей надежности схем сетей различной конфигурации с различным соединением по надежности оборудования электрических сетей	4	-
8	Определение показателей структурной и функциональной надежности	4	-
Всего		26	-

**4.5. Перечень тем лабораторных работ. «Не предусмотрены»****4.6. Виды самостоятельной работы студентов и перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся.**

#### **4.6.1. Подготовка к аудиторным занятиям**

Перечень методических рекомендаций обучающимся по закреплению и углублению полученных на аудиторных занятиях знаний и навыков, подготовке к предстоящим занятиям:

1. Сравнительный анализ сведений по изучаемой теме, полученных из различных источников.
2. Устный пересказ изученного материала.
3. Выполнение домашнего задания, предложенного в рабочей тетради.
4. Взаимоконтроль и взаимопроверка знаний обучающихся.
5. Применение полученных знаний при анализе практических ситуаций.
6. Репетиционное выступление перед обучающимися.
7. Подбор материалов периодической печати по изучаемой теме.

Для подготовки к конкретным темам занятий обучающимся могут быть даны иные рекомендации.

#### **4.6.2. Перечень тем курсовых проектов «Не предусмотрены»**

#### **4.6.3. Перечень тем рефератов, расчетно-графических работ. «Не предусмотрены»**

#### 4.6.4. Перечень тем и учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся.

№ п/п	Тема самостоятельной работы	Учебно-методическое обеспечение	Объём, ч	
			форма обучения	
			очная	заочная
1	Статистические методы оценки, анализа и контроля надежности	Помогаев Ю.М. Картавец В.В. Серебровский В.И. Надежность систем электроснабжения .Учебное пособие Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2014. -143 с. Гриф УМО с.13-40	8	20
2	Математические модели надежности систем электроснабжения	Помогаев Ю.М. Картавец В.В. Серебровский В.И. Надежность систем электроснабжения .Учебное пособие Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2014. -143 с. Гриф УМО с.41-54	8	20
3	Анализ и количественные расчеты надежности систем электроснабжения	Помогаев Ю.М. Картавец В.В. Серебровский В.И. Надежность систем электроснабжения .Учебное пособие Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2014. -143 с. Гриф УМО с.55-70	8	20
4	Технико-экономическая оценка недоотпуска электроэнергии потребителям	Помогаев Ю.М. Картавец В.В. Серебровский В.И. Надежность систем электроснабжения .Учебное пособие Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2014. -143 с. Гриф УМО с.71-77	8	10
5	Мероприятия по повышению надежности электроснабжения	Помогаев Ю.М. Картавец В.В. Серебровский В.И. Надежность систем электроснабжения .Учебное пособие Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2014. -143 с. Гриф УМО с.79-83	12	10
6	Решение задач надежности при проектировании и эксплуатации систем электроснабжения	Помогаев Ю.М. Картавец В.В. Серебровский В.И. Надежность систем электроснабжения .Учебное пособие Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2014. -143 с. Гриф УМО с.89-104	10	18
Всего часов:			54	98

**4.6.5. Другие виды самостоятельной работы обучающихся. «Не предусмотрены»****4.7. Перечень тем и видов занятий, проводимых в интерактивной форме**

№ п/п	Форма занятия	Тема занятия	Интерактивный метод	Объем, ч
1	Лекция	Основные особенности электроэнергетических систем с точки зрения теории надежности.	Дискуссия	2
2	Лекция	Причины и закономерности появления отказов в системах электроснабжения	Дискуссия	2
3	Лекция	Методы расчета надежности электроэнергетических систем	Дискуссия	2
4	Лекция	Синтез электроэнергетических систем по уровню надежности	Анализ конкретных ситуаций	2
5	Практическое занятие	Экспериментальный и простейшие методы расчета показателей надежности	Анализ конкретных ситуаций	4
6	Практическое занятие	Определение показателей структурной и функциональной надежности	Анализ конкретных ситуаций	4

**5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

Полное описание фонда оценочных средств для промежуточной аттестации обучающихся с перечнем компетенций, описанием показателей и критериев оценивания компетенций,

шкал оценивания, типовые контрольные задания и методические материалы представлены в соответствующем разделе УМК.

## 6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

### 6.1. Рекомендуемая литература.

#### 6.1.1. Основная литература.

№ п/п	Автор	Заглавие	Гриф издания	Издательство	Год издания	Кол-во экз. в библи.
1.	Помогаев Ю. М.	Надежность систем электроснабжения: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Агроинженерия"	УМО	Воронеж. гос. аграр. ун-т - Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2014 - 143 с. [ЦИТ 10218] [ПТ]	2014	91
2.	Хорольский В. Я.	Надежность электроснабжения: Учебное пособие	УМО	Москва: Издательство "ФОРУМ", 2017 - 128 с. [ЭИ] [ЭБС Знаниум]	2017	-

#### 6.1.2. Дополнительная литература.

№ п/п	Автор	Заглавие	Издательство	Год издания
1.	Вентцель Е.С.	Исследование операций : задачи, принципы, методология: учеб. пособие для студентов вузов	- М.: Дрофа, 2004 - 208 с.	2004
2.	Вентцель Е.С.	Теория случайных процессов и ее инженерные приложения: Учеб.пособие для студентов высш.техн.учеб.заведений	М.: Высш. шк., 2000 - 383с.	2000
Периодические издания				
3.		Вестник Воронежского государственного аграрного университета: теоретический и научно-практический журнал /	Воронеж. гос. аграр. ун-т - Воронеж: ВГАУ, 1998-	
4.		Механизация и электрификация сельского хозяйства	- Москва: Б.и., 1980-	

#### 6.1.3. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

№ п/п	Автор	Заглавие	Издательство	Год издания
1	Помогаев Ю.М.	Надежность систем электроснабжения	Воронеж, ВГАУ	2014

**6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»** (далее – сеть «Интернет»), **необходимых для освоения дисциплины.**

<http://window.edu.ru/resource/177/77177/files/ulstu2012-3.pdf>

<http://www.maksim-llc.ru/statya-94.html>

<http://padabum.com/d.php?id=20275>

<http://www.dissercat.com>

<http://el-sn.ru/articles-elektroproekt/50-other/262-nadegnost>

[http://www.szma.com/nir\\_02.pdf](http://www.szma.com/nir_02.pdf)

<http://www.ngpedia.ru/id170179p1.html>

Электронные полнотекстовые ресурсы Научной библиотеки ВГАУ (<http://library.vsau.ru/>)

Наименование ресурса	Сведения о правообладателе	Адрес в сети Интернет
ЭБС «Znanium.com»	ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М»	<a href="http://znanium.com">http://znanium.com</a>
ЭБС издательства «Лань»	ООО «Издательство Лань»	<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>
ЭБС издательства «Перспектива»	ООО «Перспектива»	<a href="http://www.prospektnauki.ru">www.prospektnauki.ru</a>
ЭБС «Национальный цифровой ресурс РУКОНТ»	ООО «ТРАНСЛОГ»	<a href="http://rucont.ru/">http://rucont.ru/</a>
Электронные информационные ресурсы ФГБНУ ЦНСХБ (терминал удаленного доступа)	Федеральное гос. бюджетное учреждение «Центральная научная сельскохозяйственная библиотека»	<a href="http://www.cnsnb.ru/terminal/">http://www.cnsnb.ru/terminal/</a>
Научная электронная библиотека ELIBRARY.RU	ООО «РУНЭБ»	<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>
Электронный архив журналов зарубежных издательств	НП «Национальный Электронно-Информационный Консорциум»	<a href="http://archive.neicon.ru/">http://archive.neicon.ru/</a>
Национальная электронная библиотека	Российская государственная библиотека	<a href="https://нэб.рф/">https://нэб.рф/</a>

**6.3. Средства обеспечения освоения дисциплины (\*).**

**6.3.1. Компьютерные обучающие и контролирующие программы.**

№ п/п	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Функция программного обеспечения		
			контроль	моделирующая	обучающая
1.	Лабораторные занятия, лекции	PowerPoint, Word, Excel, ИСС Кодекс"/"Техэксперт"			+
2.	Самостоятельная работа	Internet Explorer, ИСС "Кодекс"/"Техэксперт"			+
3.	Промежуточный контроль	АСТ-Тест	+		

**6.3.2. Аудио- и видеопособия. «Не предусмотрены»**

**6.3.3. Компьютерные презентации учебных курсов. «Не предусмотрены»**

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения занятий	Перечень основного оборудования, приборов и материалов
1	Лекционные аудитории (№124 , №128, №205 мод.)	№124 мод. и №205 мод, а также аудитории главного корпуса и модуля, оснащенные: - видеопроекционным оборудованием для презентаций; - средствами звуковоспроизведения; - экраном; - выходом в локальную сеть и Интернет. Для проведения занятий лекционного типа используются учебно-наглядные пособия и тематические иллюстрации для соответствующей дисциплины в соответствии с учебным планом и рабочими программами дисциплин.
2	Аудитории для проведения лабораторных и практических занятий (№128,мод.)	Лаборатория №128 мод: стенд для проверки и исследования режимов работы водонагревателей; стенд для проверки и исследования режимов работы калориферов; стенд для проверки и исследования режимов работы устройств защиты УЗО, УВТЗ; стенд для проверки и исследования режимов работы холодильных агрегатов; стенд для проверки и исследования режимов работы электроприемников при отклонении напряжения от номинального; стенд для проверки и исследования режимов работы водонапорных башен; стенд для проверки и исследования режимов работы фотогенераторов; стенд для проверки и исследования режимов работы сварочного трансформатора; устройство микропроцессорной защиты (Сириус- 2Л); комплект приборов (тестеры, мегаомметры, импульсные выпрямители, соединительные провода и зажимы).
3	Аудитории для текущего контроля и промежуточной аттестации (№219 м.к. и №309 м.к.)	15 компьютеров в каждой аудитории с программой промежуточного и текущего тестирования AST-TestPlayer 3.1.3
4	Аудитории для групповых и индивидуальных консультаций (ауд. №223 мод., №308 м.к.)	5 компьютеров, 2 принтера, сканер;
5	Помещение для самостоятельной работы обучающихся (№219 м.к. и №321 м.к., читальный зал ауд. 232а, читальный зал научной библиотеки)	50 компьютеров с выходом в локальную сеть и Интернет, с доступом в электронную информационно-образовательную среду Университета, профессиональным базам данных ИСС "Кодекс"/"Техэксперт", Гарант, Консультант+, Компас, электронным учебно-методическим материалам, библиотечному электронному каталогу.
6	Помещение для хранения и	- 2 компьютера, сканер, два принтера;

	профилактического обслуживания учебного оборудования (лаборантские ауд. №122 мод. и №310а м.к., отдел оперативного обеспечения учебного процесса ауд. 115а)	- специализированное оборудование для ремонта компьютеров и оргтехники
--	---	--

## 8. Междисциплинарные связи

### Протокол

согласования рабочей программы с другими дисциплинами

Наименование дисциплины, с которой проводилось согласование	Кафедра, с которой проводилось согласование	Предложения об изменениях в рабочей программе. Заключение об итогах согласования	Подпись зав. кафедрой
Автоматика	Электротехники и автоматике	<i>Согласовано</i>	

## Приложение 1

### Лист периодических проверок рабочей программы

Должностное лицо, проводившее проверку: Ф.И.О., должность, подпись	Дата	Перечень компонентов рабочей программы, требующих корректировки	Вид корректировки
Зав. нар. электрификации сельского хозяйства Узбеков Э.А. 	06.08.16	нет	нет
Зав. нар. электрификации сельского хозяйства Узбеков Э.А. 	31.08.16	нет	нет
Зав. нар. электрификации и автотранса Артамонов Д.Н. 	16.07.17	Технический нет	Улучшить качество материалов

