МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКИЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ – ФИЛИАЛ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» В Г. ЗЕРНОГРАДЕ

Бутенко Александр Федорович
Подписано цифровой подписью: Бутенко Александр Федорович
Дата: 2024.04.18 11:17:16 +03'00'

УТВЕРЖДАЮ
Директор
_____**А.Ф. Бутенко**

«18» апреля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины Б1.В.02«Управление надежностью электроснабжения»

Направление подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Направленность «Электроснабжение»

Факультет «Энергетический»

Кафедра «Электроэнергетика и теплоэнергетика»

Форма обучения очная, заочная

Квалификация выпускника – магистр

Зерноград-2024

При разработке рабочей программы учебной дисциплины в основу положены:

1. ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от «28» февраля 2018 г. № 147.

2. Учебный план по направленности «Электроснабжение» (год начала подготовки 2024 г.), одобрен Ученым советом Азово-Черноморского инженерного института ФГБОУ ВО Донской ГАУ.
Протокол № 7 от «29» февраля 2024 г.

Рабочая программа учебной дисциплины «Управление надежностью электроснабжения» одобрена на заседании кафедры «Электроэнергетика и теплоэнергетика».
Протокол № 7 от «12» марта 2024 г.

Заведующий кафедрой
к.т.н., доцент О.Б. Забродина

Рабочая программа учебной дисциплины «Управление надежностью электроснабжения» рекомендована к использованию в учебном процессе на заседании методической комиссии по направлениям подготовки 13.03.02 и 13.04.02 – «Электроэнергетика и электротехника» энергетического факультета.
Протокол № 5 от «29» марта 2024 г.

Председатель методической комиссии
к.т.н., доцент О.Б. Забродина

Разработчик:

к.т.н., доцент А.М. Королев
к.т.н., доцент О.В. Кобзистый

Содержание

1. Вводная часть……... 4
1.1 Цели освоения учебной дисциплины……..... 4
1.2 Место учебной дисциплины в структуре ОПОП ……..……..... 4
1.3 Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесённые с индикаторами достижения компетенций ……. 5
2.Основная часть……..... 6
2.1 Объем учебной дисциплины и виды учебной работы……..... 6
2.2. Содержание учебной дисциплины……..... 7
2.2.1.Разделы учебной дисциплины (модуля) виды учебной деятельности и формы контроля…… 8
2.2.2. Лабораторный практикум …….. 9
2.2.3. Практические занятия ……. 9
2.3. Самостоятельная работа студента…….. 10
3. Образовательные технологии……. 11
4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и результатов освоения учебной дисциплины (модуля)……. 12
4.1. Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств…… 12
4.2. Типовые задачи текущего контроля……..…… 12
4.3. Темы рефератов (докладов) …… 13
4.4. Типовые задачи к зачету …… 13
4.5. Вопросы к зачету……..……. …….. 16
5. Учебно-методическое обеспечение дисциплины ……..…… 18
5.1. Основная литература…… 18
5.2. Дополнительная литература…… 19
5.3. Профессиональные базы данных, информационные справочные системы и Интернет-ресурсы …… 20
5.4. Требования к программному обеспечению учебного процесса ……. 21
5.5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся …… 21
6. Материально-техническое обеспечение дисциплины……..... 22
7. Методические указания для обучающихся по освоению учебной дисциплины... 23
Приложение 1 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации…….
Приложение 2 Лист переутверждения рабочей программы дисциплины…..……

1. ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Цели освоения учебной дисциплины (модуля)

Целями освоения учебной дисциплины является теоретическая и практическая подготовка будущих магистров в области управления надежностью электроснабжения.

1.2. Место учебной дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Учебная дисциплина «Управление надежностью электроснабжения» относится к дисциплинам вариативной части профессионального цикла.

Изучение данной дисциплины базируется на освоении студентами дисциплин: «Теория принятий решений», «Электросберегающие технологии в электроснабжении сельского хозяйства», «Современные проблемы электроэнергетики и электротехники».

Освоение данной дисциплины необходимо для эффективного участия в научных семинарах, научно-исследовательской работе, прохождения тематических практик и выполнения разделов выпускной квалификационной работы.

1.3 Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесённые с индикаторами достижения компетенций

Изучение дисциплины направлено на формирование профессиональных компетенций, необходимых для решения задач профессиональной деятельности и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы.

Код компетенции	Содержание компетенции	Планируемые результаты обучения	
		Код и наименование индикатора достижения компетенции	Формируемые знания, умения и навыки
ПК-2	Способен применять методы моделирования и исследования объектов системы электроснабжения.	ПК-2.3 Разрабатывает математические модели надежности систем электроснабжения.	Знать: математические модели надежности систем электроснабжения. Уметь: разрабатывать математические модели надежности систем электроснабжения. Владеть: навыками применения методов моделирования и исследования надежности систем электроснабжения.
ПК-3	Способен обосновывать текущий и прогнозируемый электроэнергетический режим системы электроснабжения.	ПК-3.4 Оценивает показатели надежности системы электроснабжения.	Знать: показатели надежности и мероприятия по обеспечению надежности системы электроснабжения. Уметь: оценивать показатели надежности и разрабатывать мероприятия по обеспечению надежности систем электроснабжения. Владеть: навыками оценки показателей надежности и разработки мероприятий по обеспечению надежности систем электроснабжения.
		ПК-3.5 Разрабатывает мероприятия по обеспечению надежности систем электроснабжения.	

2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Очная форма обучения

Вид работы		**Всего часов/ зач. единиц**	**Семестры**
			№
			3
Аудиторные занятия (всего)		**34**	**34**
В том числе:			
Лекции (Л)		18	18
Практические занятия (ПЗ)		16	16
Лабораторные работы		-	-
Самостоятельная работа студента(СРС) (всего)		**110**	**110**
В том числе			
Реферат		30	30
Другие виды СРС		80	80
Вид аттестации	Зачет с оценкой (ЗО)	**(ЗО)**	**(ЗО)**
ИТОГО:	часов	**144**	**144**
Общая трудоемкость	зач. единиц	**4**	**4**

Заочная форма обучения

Вид работы		**Всего часов/ зач. единиц**	**Семестры**
			№
			3
Аудиторные занятия (всего)		**8**	**8**
В том числе:			
Лекции (Л)		4	4
Практические занятия (ПЗ)		4	4
Лабораторные работы			
Самостоятельная работа студента(СРС) (всего)		**132**	**132**
В том числе			
Реферат		50	50
Другие виды СРС		82	82
СРС в период промежуточной аттестации		**4**	**4**
Вид аттестации	Зачет с оценкой (ЗО)	**(ЗО)**	**(ЗО)**
ИТОГО:	часов	**144**	**144**
Общая трудоемкость	зач. единиц	**4**	**4**

2.2. Содержание учебной дисциплины (модуля)

Содержание разделов учебной дисциплины (модуля)

№ семестра очн.(заоч.)	Наименование раздела учебной дисциплины	Содержание раздела в дидактических единицах	Коды индикаторов достижения компетенций
3 (3)	Раздел 1. Общие вопросы управления надежностью. Структурная, балансовая и режимная надежность.	Системы стандартов, классификация стандартов, стандарты «Надежность в технике. Общие вопросы управления надежностью: терминология и определения, основные положения, область применения. Понятие о качестве оборудования и устройств. Качество и надежность.	ПК-3.4 ПК-3.5
	Раздел 2. Математические методы оценки, анализа и контроля надежности.	Показатели надежности восстанавливаемых и невосстанавливаемых элементов. Математические методы расчета и анализа надежности систем электроснабжения. Экономико-математические модели надежности систем электроснабжения.	ПК-2.3
	Раздел 3. Задачи анализа и синтеза надежности.	Система управления надежностью (СУН): основные положения, область применения, терминология и определения. Требования к системам управления надежностью, общий состав, объекты систем управления надежностью, элементы систем управления надежностью, общие требования к разработке. Программа обеспечения надежности (ПОН): основные положения, область применения, терминология и определения.	ПК-3.4 ПК-3.5

2.2.1. Разделы учебной дисциплины (модуля), виды учебной деятельности и формы контроля

Очная форма обучения

№ се-местра	Наименование раздела учебной дисциплины	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов (в часах)					Формы текущего контроля успевае-мости (*по неделям семестра)*
		Л	ЛР	ПЗ	СРС	все-го	
3	Раздел 1. Общие вопросы управления надежностью. Структурная, балансовая и режимная надежность.	4	-	4	32	40	Рейтинг (6) Устный опрос (8,15)
	Раздел 2. Математические методы оценки, анализа и контроля надежности.	8	-	8	39	55	
	Раздел 3. Задачи анализа и синтеза надежности.	6	-	4	39	49	
	Промежуточная аттестация:						Зачет с оценкой
	ИТОГО:	18	-	16	110	144	

Заочная форма обучения

№ се-местра	Наименование раздела учебной дисциплины	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов (в часах)					Формы текущего контроля успевае-мости (*по неделям семестра)*
		Л	ЛР	ПЗ	СРС	все-го	
3	Раздел 1. Общие вопросы управления надежностью. Структурная, балансовая и режимная надежность.	1	-	-	42	43	
	Раздел 2. Математические методы оценки, анализа и контроля надежности.	2	-	3	42	47	
	Раздел 3. Задачи анализа и синтеза надежности.	1	-	1	48	50	
	Промежуточная аттестация:				4	4	Зачет с оценкой
	ИТОГО:	4	-	4	136	144	

2.2.2. Лабораторный практикум

Лабораторный практикум не предусмотрен

2.2.3. Практические занятия

Очная форма обучения

№ семестра	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Наименование практических занятий	Всего часов
3	Раздел 1. Общие вопросы управления надежностью. Структурная, балансовая и режимная надежность.	Анализ вариантов резервирования в сетях 10 кВ	2
		Разработка мероприятий по обеспечению надежности реальной сети 10 кВ	2
	Раздел 2. Математические методы оценки, анализа и контроля надежности.	Расчет показателей надежности нерезервированных сетей. Анализ отказов и неисправностей	2
		Расчет показателей надежности резервированных сетей	2
		Оценка надежности реальной сети 10 кВ . Анализ дерева неисправностей	2
		Технико-экономическое сравнение вариантов повышения надежности	2
	Раздел 3. Задачи анализа и синтеза надежности.	Разработка СУН на примере реального сетевого предприятия	2
		Разработка программы обеспечения надежности по исходным данным решенных задач	2
	ИТОГО		**16**

Заочная форма обучения

№ семестра	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Наименование практических занятий	Всего часов
3	Раздел 2. Математические методы оценки, анализа и контроля надежности.	Расчет показателей надежности нерезервированных сетей. Анализ отказов и неисправностей	1
		Расчет показателей надежности резервированных сетей	1
		Технико-экономическое сравнение вариантов повышения надежности	1
	Раздел 3. Задачи анализа и синтеза надежности.	Разработка СУН на примере реального сетевого предприятия	1
	ИТОГО		**4**

2.3. Самостоятельная работа студента

Очная форма обучения

№ семестра	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Виды СРС	Всего часов
1	2	3	4
3	Раздел 1. Общие вопросы управления надежностью. Структурная, балансовая и режимная надежность.	проработка конспекта лекций - 12 ч. подготовка к практическим занятиям - 10 ч. выполнение реферата – 10 ч.	32
	Раздел 2. Математические методы оценки, анализа и контроля надежности.	проработка конспекта лекций - 13 ч. подготовка к практическим занятиям - 16ч выполнение реферата – 10 ч.	39
	Раздел 3. Задачи анализа и синтеза надежности.	проработка конспекта лекций - 13 ч. подготовка к практическим занятиям - 16ч выполнение реферата –10 ч.	39
ИТОГО часов в семестре:			**110**

Заочная форма обучения

№ семестра	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Виды СРС	Всего часов
3	Раздел 1. Общие вопросы управления надежностью. Структурная, балансовая и режимная надежность.	проработка конспекта лекций - 6 ч. подготовка к практическим занятиям - 8 ч. подготовка к зачету – 8 ч. выполнение реферата – 20 ч.	42
	Раздел 2. Математические методы оценки, анализа и контроля надежности.	проработка конспекта лекций - 6 ч. подготовка к практическим занятиям – 8 ч подготовка к зачету – 8 ч выполнение реферата – 20 ч.	42
	Раздел 3. Задачи анализа и синтеза надежности.	проработка конспекта лекций - 6 ч. подготовка к практическим занятиям – 16 ч подготовка к зачету – 16 ч выполнение реферата – 10 ч.	48
ИТОГО часов в семестре:			**132**

3. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Очная форма обучения

№ семестра	Виды учебной работы	Образовательные технологии	Особенности проведения занятий (индивидуальные/ групповые)
3	Лекционное занятие	Лекция, мультимедийная лекция	групповые
	Практическое занятие	Решение практико-ориентированных задач	групповые

Занятия в интерактивной форме в объеме: практические занятия – 16 часов.

Заочная форма обучения

№ семестра	Виды учебной работы	Образовательные технологии	Особенности проведения занятий (индивидуальные/ групповые)
3	Лекционное занятие	Лекция, мультимедийная лекция	групповые
	Практическое занятие	Решение практико-ориентированных задач	групповые

Занятия в интерактивной форме в объеме: практические занятия – 4 часа.

В исключительных случаях применяется электронное обучение и дистанционные образовательные технологии (ЭО и ДОТ), включая проведение текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации. Реализация программы дисциплины с использованием ЭО и ДОТ осуществляется по усмотрению ведущего преподавателя с учетом технических возможностей обучающихся с использованием программных средств, обеспечивающих применение элементов ЭО и ДОТ в Институте, путем синхронного и асинхронного взаимодействия, к которым могут относиться:

- электронная информационно-образовательная среда Института;
- групповая голосовая конференция в мессенджерах (Яндекс.Мессенджер, VK Teams);
- групповой чат в мессенджерах Яндекс.Мессенджер, социальной сети ВКонтакте;
- онлайн видеоконференция в Яндекс.Телемост;
- видеозаписи лекций педагогических работников Института, размещённые на различных видеохостингах (например, на каналах преподавателей) и/или облачных хранилищах (например, Яндекс.Диск).

4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств

Очная форма обучения

№ семестра	Виды контроля и аттестации (ВК, Тат, ПрАт*)	Коды индикаторов достижения компетенций	Наименование раздела учебной дисциплины	Оценочные средства		
				Форма	Количество вопросов и заданий	Кол-во независимых вариантов
3	Тат	ПК-2.3	Математические методы оценки, анализа и контроля надежности.	Рейтинг	Задача	15
	ПрАт	ПК-2.3 ПК-3.4 ПК-3.5	Разделы 1-3	Зачет с оценкой	Вопросы – 1 Задача – 1	15

Заочная форма обучения

№ семестра	Виды контроля и аттестации (ВК, Тат, ПрАт*)	Коды индикаторов достижения компетенций	Наименование раздела учебной дисциплины	Оценочные средства		
				Форма	Количество вопросов и заданий	Кол-во независимых вариантов
	ПрАт	ПК-2.3 ПК-3.4 ПК-3.5	Разделы 1-3	Зачет с оценкой	Вопросы – 1 Задача – 1	15

4.2 Типовые задачи текущего контроля

1. Система релейной защиты и автоматики состоит из 8000 элементов, отказ каждого из них ведет к отказу системы. Средняя интенсивность отказов элементов равна $0{,}38 \cdot 10^{-6}$ 1/ч. Определить среднюю наработку до отказа и вероятность безотказной системы в течение 250 ч. Справедливо экспоненциальное распределение вероятности безотказной работы.
2. Определить среднюю повреждаемость изоляторов в год и за пять лет, если вероятность безотказной работы изоляторов за пять лет составила 0,86. В эксплуатации находится 4 тыс. изоляторов, интенсивность отказов которых внутри срока эксплуатации постоянна. Справедливо экспоненциальное распределение вероятности безотказной работы.
3. За период наблюдения за работой трёх устройств однотипной аппаратуры установлено:
   - по первому устройству зафиксировано 8 отказов;
   - по второму – 14 отказов;
   - по третьему – 6 отказов.

   Наработка первого устройства составила 180 ч., второго – 330 ч., а третьего – 240 ч. Определить среднее время наработки аппаратуры на отказ.
4. Электроустановка состоит из высоковольтной линии 10 кВ, трансформатора, распределительного устройства, низковольтной сети. Вероятности безотказной работы узлов $P_1 = 0{,}93$; $P_2 = 0{,}94$; $P_3 = 0{,}89$; $P_4 = 0{,}9$. Закон распределения наработки до отказа экспоненциальный. Определить вероятность безотказной работы за время 2000 час и наработку до отказа электроустановки при общем и раздельном резервировании. Рассмотреть варианты

нагруженного и ненагруженного резерва с m =1. Контрольная аппаратура и система коммутации идеально надежны.

5. Вероятность безотказной работы генератора на этапе приработки подчиняется распределению Вейбулла-Гнеденко с параметрами b=1,2; $\lambda=4\cdot10^{-4}$1/ч. Определить вероятность безотказной работы за время t = 300ч и среднюю наработку до первого отказа.
6. Время исправной работы электронного изделия подчинено закону Вейбулла-Гнеденко с параметрами b=2; a=6000. Определить среднюю наработку до первого отказа и вероятность безотказной работы за время t = 400ч.

4.3 Темы рефератов (докладов)

1. Планирование, организация и выполнение технического обслуживания ВЛ и ВЛИ до1 кВ;
2. Порядок проведения, объем, нормативы, состав документации приемо-сдаточных испытаний ВЛ и ВЛЗ 10 кВ;
3. Объем, нормативы, состав документации, порядок проведения приемо-сдаточных испытаний электроустановок до 1 кВ;
4. Планирование, организация и выполнение технического обслуживания масляных выключателей 10 кВ;
5. Порядок проведения, объем, нормативы, состав документации приемо-сдаточных испытаний электроустановок 10 кВ;
6. Планирование, организация и выполнение технического обслуживания воздушных и элегазовых выключателей;
7. Техническое обслуживание заземляющих устройств: планирование, организация, общие требования к выполнению;
8. Планирование, организация и выполнение технического обслуживания трансформаторов 10/0,4 кВ;
9. Объем, нормативы, состав документации, порядок проведения приемо-сдаточных испытаний кабельных линий 10 кВ, проложенных в земле;
10. Планирование, организация и выполнение технического обслуживания кабельных линий до 35 кВ;
11. Порядок проведения, объем, нормативы, состав документации приемо-сдаточных испытаний трансформаторных подстанций 10/0,4 кВ;
12. Техническое обслуживание распределительных устройств 10 кВ: планирование, организация, общие требования к выполнению;
13. Объем, нормативы, состав документации, порядок проведения приемо-сдаточных испытаний вводно-учетных распределительных устройств до 1 кВ;
14. Планирование, организация и выполнение технического обслуживания вводно-учетных распределительных устройств до 1 кВ;
15. Порядок проведения, объем, нормативы, состав документации приемо-сдаточных испытаний заземляющих устройств 1-10 кВ.
16. Техническое обслуживание ВЛ и ВЛЗ 10 кВ: планирование, организация, общие требования к выполнению;
17. Объем, нормативы, состав документации, порядок проведения приемо-сдаточных испытаний ВЛ и ВЛИ до1 кВ;

4.4 Типовые задачи к зачету

Задача. Выбрать рациональное техническое решение по обеспечению нормативных уровней надежности электроснабжения сельскохозяйственных потребителей, схема питания которых приведена на рисунке 1.

Исходные данные:

К линии 10 кВ, получающей питание от существующей подстанции 110/10 кВ присоединены:

- потребитель Iкатегории –Г - комплекс по откорму свиней на 12 тыс. голов 105 кВт;
- потребитель II категории -6.1-Д птицеферма для выращивания 25 тыс. гусят мощностью 120 кВт;
- коммунально-бытовые и производственные потребители

(длины участков указаны на рисунке в км, расчетные нагрузки указаны на рисунке в кВт).

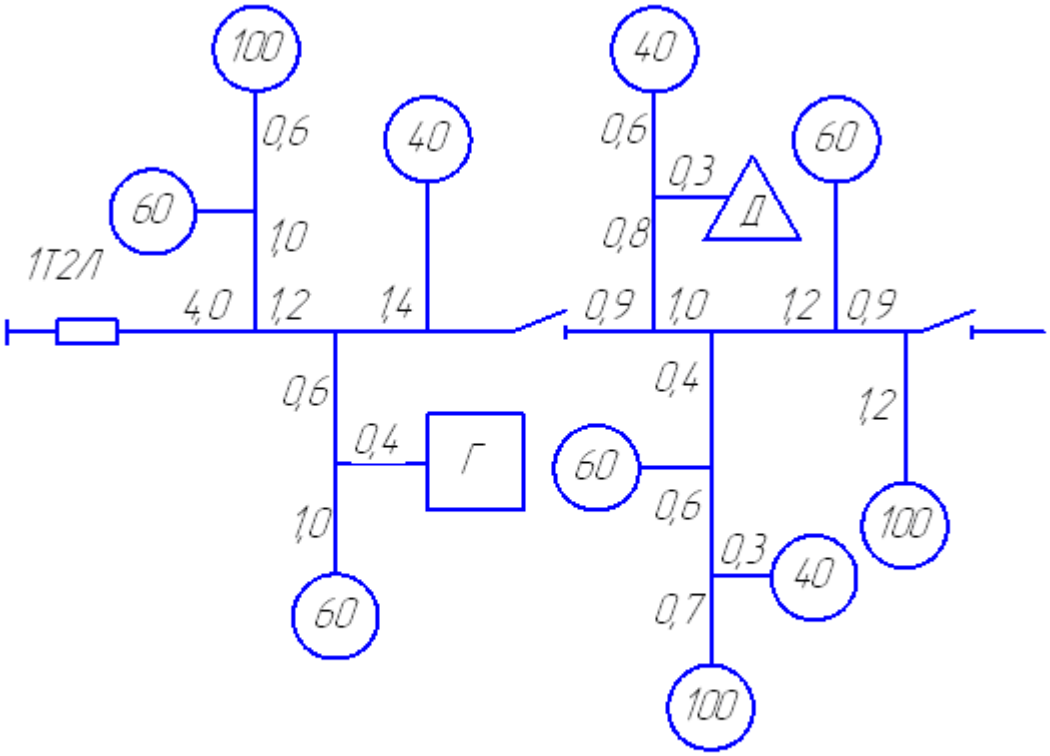


Рисунок 1 – Исходные схемы электроснабжения

Задача. По исходным данным и результатам решения предыдущей задачи разработать программу обеспечения надежности (ПОН) для рассчитанной сети.

Задача. Рассчитать показатели надежности трансформатора подстанции 35/10 кВ на основании статистических данных об отказах и времени восстановления. Распределение времени безотказной работы при внезапных отказах принять показательным, а постепенные отказы – законом распределения Вейбулла–Гнеденко.

Исходные данные:

Статистический ряд внезапных отказов силового трансформатора – Y, ч:
58130,59830,52980,51830,53140,54180,59190,60130,
61230,59180,52130,51180,52980,59630,61160,52320,54120,56830,59860,54630,52820,51190,
59340,60120,54180

Задача. Статистический ряд постепенных отказов силового трансформатора – X, ч:
39876,41268,42360,44280,45360,46140,41864,39186,43386,44866,36388,38468,39376,42386,4478
4,40346,37842,36476,39484,42176,45876,43746,41644,39136,40026.

Статистический ряд времени восстановления внезапных и постепенных отказов силового трансформатора ,ч:

16,2;17,6;20,3;21,8;20,6;25,4;26,4;19,6;18,4;17,2;20,8;25,4;23,8;20,6;19,8;17,8;16,6;15,4;22,6;23,4.

Задача. По исходным данным и результатам решения предыдущей задачи разработать дерево неисправностей и представит его анализ.

Задача Для повышения надежности электроснабжения фермы КРС на 200 голов произвести выбор резервной электростанции и разработать мероприятия по ее вводу в эксплуатацию при следующих исходных данных:

- расчетная мощность потребителей 1 категории – 28кВт;
- расчетная мощность потребителей 2 категории – 33 кВт;
- расчетная мощность потребителей 3 категории – 48кВт;
- рабочее освещение – 4,5 кВт;
- дежурное освещение – 0,9 кВт

Задача. Электроустановка состоит из высоковольтной линии 10 кВ, трансформатора, распределительного устройства, низковольтной сети. Интенсивности отказов узлов $\lambda_1 = 0{,}2\cdot10^{-3}$ ч$^{-1}$, $\lambda_2 = 0{,}3\cdot10^{-3}$ ч$^{-1}$, $\lambda_3 = 0{,}35\cdot10^{-3}$ ч$^{-1}$, $\lambda_4 = 0{,}1\cdot10^{-3}$ ч$^{-1}$. Закон распределения наработки до отказа экспоненциальный. Определить вероятность безотказной работы за время 1500 час и наработку до отказа электроустановки при общем и раздельном резервировании. Рассмотреть варианты нагруженного и ненагруженного резерва с m =1. Контрольная аппаратура и система коммутации идеально надежны.

Задача. Для энергетической системы, состоящей из 2-х неравнонадежных устройств (1 и 2) определить вероятность безотказной работы при известных вероятностях безотказной работы ее элементов, приведенных в таблице 1.
Структурная схема системы приведена на рис.2

Таблица 1 –Вероятности безотказной работы элементов системы

$P_1(t)$	$P_2(t)$	$P(t)$	$P_4(t)$	$P_5(t)$	$P_6(t)$	$P_7(t)$	$P_8(t)$	$P_9(t)$	$P_{10}(t)$	$P_{11}(t)$	$P_{12}(t)$	$P_{13}(t)$
0.81	0.87	0.82	0.8	0.84	0.86	0.86	0.8	0,9	0,85	0,78	0,76	0,73

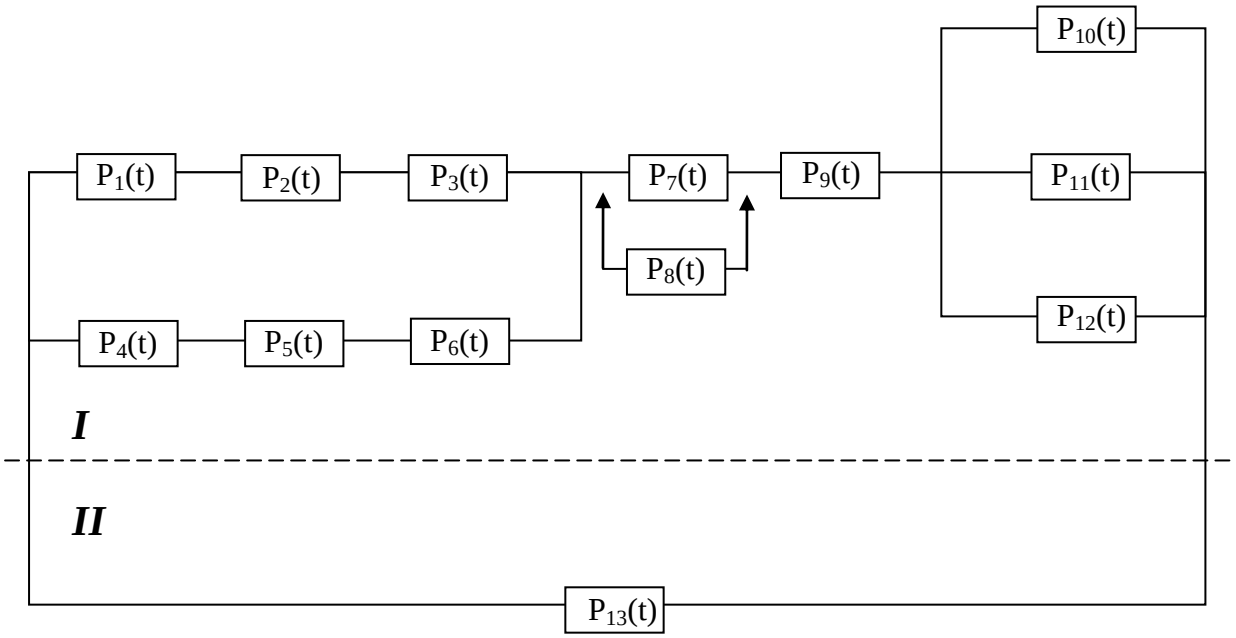


Рисунок 2 – Схема системы с параллельно-последовательной структурой

Задача. Система передачи электрической энергии состоит из одного повышающего трансформатора, трех линий (Л1, Л2, Л3) и 4-х понижающих трансформаторов.

Показатели	Элементы системы					
	Л1	Л2	Л3	Т1	Т2	Т3
Пропускная способность, МВт						
Вероятность повреждения, q	0.07	0.06	0.09	0.001	$\frac{0,002}{0,002}$	$\frac{0,003}{0,003}$

Требуется определить вероятность потери потребителями:
1) 30 МВт мощности;
2) не более 30 МВт мощности.
Передаваемые по линиям и подстанциям мощности указаны на рисунке.

4.5 Вопросы к зачету

№ во-проса	Вопросы	Коды индикаторов достижения компетенций
1	2	3
1	Система стандартов надёжности в технике, структура, классификация.	ПК-3.4
2	Понятие надёжности в технике. Надежность электроснабжения. Исходные положения.	
3	Что называют надежностью технической системы?	
4	Какие бывают свойства надежности? Дать определения.	
5	Какая техническая система называется восстанавливаемой?	
6	Какая техническая система называется ремонтируемой?	
7	Что называют повреждением?	

8	Какие виды отказов бывают?	
9	Показатели структурной надежности невосстанавливаемых элементов (интенсивность отказов, параметр потока отказов).	ПК-2.3 ПК-3.4
10	Показатели структурной надежности восстанавливаемых элементов (интенсивность отказов, параметр потока отказов).	
11	Категории надежности электроснабжения.	
12	Понятие структурной надежности (основные законы распределения).	
13	Задачи управления надежностью энергосистем.	ПК-3.4 ПК-3.5
14	Ущербы потребителей от перерывов электроснабжения.	
15	Ущербы энергоснабжающих организаций от перерывов электроснабжения.	
16	Виды балансовой и режимной надежности ЭЭС.	
17	Система управления надежностью (СУН): термины и определения.	
18	Основные требования к СУН и ответственность руководства.	
19	Обеспечение надежности на стадиях жизненного цикла.	
20	Требование к методам оценки надежности технологических систем.	
21	Состав и общие правила задания требований по надежности.	
22	Порядок задания требований по надежности.	
23	Правила установления критериев отказов и предельных состояний.	
24	Дерево неисправностей: построение и оценка.	
25	Анализ дерева неисправностей.	
26	Идентификация и классификация элементов дерева неисправностей.	ПК-3.5
27	Программа обеспечения надежности (ПОН).	
28	Структура программы обеспечения надежности, составные элементы. Правила оформления программы обеспечения надежности.	
29	Основные требования к программе обеспечения надежности.	
30	Эффективные производственно-технологические режимы работы объектов электроэнергетики и электротехники.	

5 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

5. 1 Основная литература

№ п\п	Авторы	Наименование	Год и место издания	Используется при изучении разделов (модулей)	Количество экземпляров	
					в библиотеке	на кафедре
1	Хорольский В.Я. Таранов М.А. Шемякин В.Н.	Электроэнергетика Учебное пособие	Зерноград: ВПО АЧГАА, 2010.	3	100	-
2	Меликов А.В.	Теория надежности электроснабжения: [Электронный ресурс]: учебное пособие. Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/119925.	Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2018.	1-3	+	+
3	Малафеев С.И.	Надежность электроснабжения [Электронный ресурс]: учебное пособие Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/183737.– Загл. с экрана.	Санкт-Петербург: Лань, 2022.	1-3	+	+

5.2 Дополнительная литература

№ п\п	Авторы	Наименование	Год и место издания	Используется при изучении разделов (модулей)	Количество экземпляров	
					в библиотеке	на кафедре
1	Хорольский В.Я. Таранов М.А.	Надежность электроснабжения	Рост.-на-Дону: Терра-Принт, 2007.	1-3	165	-
2	Секретарев Ю.А.	Надежность электроснабжения: учебное пособие [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228760	Новосибирск: НГТУ, 2010.	1-3	+	+
3	Аполлонский С.М., Куклев Ю.В.	Надежность и эффективность электрических аппаратов [Электронный ресурс]: учебное пособие. Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/210692.	СПб.: Лань, 2022.	1-2	+	+
4	Лещинская Т.Б., Наумов И.В.	Электроснабжение сельского хозяйства	М.: КолоС, 2008.	3	10	-

5.3. Профессиональные базы данных, информационные справочные системы и Интернет-ресурсы

Периодические издания (журналы)

1. Электричество: Ежемес. теоретический и научно-практический журн. / РАН. Отделение энергетики. – М.: Ред. журн. «Электричество», – Выходит ежемесячно.
2. Электрические станции: Ежемес. производственно-технический журнал// М.: НТФ «Энергопрогресс».
3. Релейная защита и автоматизация: Научно-практическое издание / ООО «РИЦ «СРЗАУ» – Выходит 4 раза в год.
4. Релейщик – Издательскй дом «Вся электротехника» Выходит 4 раза в год.
5. Промышленная энергетика: Ежемес. производственно-массовый журн. / М.: НТФ «Энергопрогресс», – Выходит ежемесячно.
6. Энергетик: Ежемес. производственно-массовый журн. / Министерство промышленности и энергетики РФ, РАО «ЕЭС России». – М.: НТФ «Энергопрогресс», – Выходит ежемесячно.
7. Новости электротехники: Информационно-справочное издание. / СПб.: «ПО ЛЭМЗ», – Выходит 2 раза в месяц.
8. Электротехника: Ежемес. научно-технический журнал. /М.: ЗАО «Знак», – выходит ежемесячно.
9. Энергетика: Реферативный журнал. /М.: ВИНИТИ РАН, – выходит ежемесячно.
10. Вести в электроэнергетике: Информационно-аналитический журнал. / М.: НТФ «Энергопрогресс», – выходит ежемесячно.

Интернет ресурсы

1.Электронная электротехническая библиотека (http://electrolibrary.info).
2.Министерство науки и высшего образования (http://minobrnauki.gov.ru).
3.Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (http://elibrary.ru).
4.ЭБС «Лань» (http:// www.e.lanbook.com).
5.ЭБС «Университетская библиотека онлайн» (http://www.biblioclub.ru).
6.Электронный журнал «Новости электротехники» (http://www.news.elteh.ru).
7.Моделирование в электроэнергетике (http://www.simenergy.ru).

Информационные справочные системы и базы данных

1. Информационно-аналитический Портал-энерго (http://www.portal-energo.ru).
2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»(http://window.edu.ru).
3. Некоммерческая интернет-версия системы КонсультантПлюс (http://base.consultant.ru/).
4. Информационный портал «Энергетика и промышленность России» - http://www.eprussia.ru/
5. Центральный электротехнический портал - https://elektroportal.ru/page/5

Информационные технологии

Электронная информационная образовательная среда института обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), программам практик, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах дисциплин (модулей), программах практик; формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы. Предусмотрена возможность взаимодействия студентов и преподавателей посредством технологий по пересылке и получению электронных сообщений.

5.4. Программное обеспечение учебного процесса

1. LibreOffice.

5.5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

№ п\п	№ семест-ра	Вид самостоя-тельной работы	Авторы	Наименование	Год и место издания
1	**3**	Подготовка к практическим занятиям, рей-тингам	Хорольский В.Я. Таранов М.А.	Надежность электро-снабжения	2007 Рост.-на-Дону Терра-Принт
2	**3**	Подготовка к зачету, подг. реферата,	Хорольский В.Я. Таранов М.А. Шемякин В.Н.	Электроэнергетика Учебное пособие	2010 ВПО АЧГАА Зерноград
3	**3**	Подготовка к зачету, реферата, самостоят. изучение	Васильева Т.Н.	Надежность электро-оборудования и систем электроснабжения [Электронный ресурс] : учебное пособие.	Электрон. дан. – М. : Горячая линия-Телеком, 2015. –152 с.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1-223 Аудитория для лекционных, семинарских, практических занятий и консультаций. Лаборатория систем электроснабжения. 347740, Ростовская обл., Зерноградский район, г. Зерноград, ул. им. Ленина, дом №19.	Доска меловая. Посадочных мест 24. Комплект учебной мебели.
1-324. Аудитория для лекционных, семинарских, практических занятий и консультаций. Аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации. Лаборатория электропитающих систем и электрических сетей. 347740, Ростовская обл., Зерноградский район, г. Зерноград, ул. им. Ленина, дом №19.	Мультимедийный проектор переносной BenQ PB2250, ноутбук ACER Aspire 3692WLMi. Плакатное хозяйство. Доска меловая. Посадочных мест 18. Комплект учебной мебели.
1-225. Аудитория для лекционных, практических занятий, курсового проектирования и самостоятельной работы. Лаборатория теоретических основ электротехники. 347740, Ростовская обл., Зерноградский район, г. Зерноград, ул. им. Ленина, дом №19.	Мониторы Samsung 920 NW – 10 штук. С2,8Ггц, 512MB, 80Gb HDD – 8 штук. Доска меловая. Посадочных мест 30. Комплект учебной мебели.
2-252. Читальный зал для самостоятельной работы. 347740, Ростовская обл., Зерноградский район, г. Зерноград, ул. Советская, дом №28/30.	15 рабочих мест для самостоятельной работы, объединенные в локальную сеть с выходом в сеть Internet. Системный блок Core i3 3,06 Ггц , 2Gb, 250Gb HDD – 5 шт. Системный блок Celeron J3060 1,6 Ггц, 4 Gb, 128 Gb SSD - 10 шт. Монитор Phillips 2205– 5 шт, Монитор Samsung Sync Master 923m - 10шт. Посадочных мест 114.

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Указания по видам учебных занятий приведены в виде таблицы

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Уделить внимание следующим понятиям: отказ (виды,типы), вероятность безотказной работы, наработка на (до) отказа, интенсивность отказов и др.
Практические занятия	Работа с конспектом лекций, решение типовых задач по методике, рассмотренной на занятиях, просмотр рекомендуемой литературы, работа с нормативной литературой; выполнение реферата. На занятии студент должен иметь калькулятор и выполнять все рассматриваемые расчеты самостоятельно. Внеаудиторные время самостоятельно решать типовые задачи, рассмотренные в аудитории, в том числе с использованием программного обеспечения на ПК. Перед рейтингом самостоятельно решать типовые задачи к соответствующему рейтингу.
Реферат	Подготовку реферата следует начать с изучения научной, учебной, нормативной и другой литературы. Произвести отбор необходимого материала, иллюстраций, нормативных указаний. Разработать концепцию реферата и составить примерное оглавление, выделив главные моменты для раскрытия выбранной темы. Сформулировать основные выводы. Разработать текстовую часть со ссылками на использованные источники. Рекомендуется оформить слайды по предложенной теме и представить реферат в форме презентации. Инструкция по выполнению требований к оформлению реферата изложена в методических указаниях по дисциплине.
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, решение типовых задач, проработку контрольных вопросов и др.