

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Лысьвенский филиал
федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

Н. В. Лобов

« 29 » 04 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Диагностика и надёжность электротехнических и электроэнергетических систем
(наименование)

Форма обучения: очная/очно-заочная/заочная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: бакалавриат
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 108 (3)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
(код и наименование направления)

Направленность: Автоматизированный электропривод и робототехнические КОМПЛЕКСЫ
(наименование образовательной программы)

Разработчик
Старший преподаватель
кафедры



А.Н. Селиванов

Доцент с обязанностями
зав.кафедрой ОД,
канд.пед.наук



Е.Н. Хаматнурова

Согласовано

Начальник управления
образовательных программ,
канд.техн.наук, доцент



Д.С. Репецкий

Начальник
учебно-методического отдела
ЛФ ПНИПУ
Разработчик



Т.В. Пашкина

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины – освоение дисциплинарных компетенций и формирование у студентов знаний об анализе и синтезе систем электроснабжения с заданным уровнем надежности, их диагностирования, а также формирование навыков расчёта основных показателей надежности объекта, которые позволят студентам успешно решать теоретические и практические задачи в профессиональной деятельности, связанной с проектированием, испытаниями и эксплуатацией электроэнергетических и электротехнических объектов и систем.

Задачи изучения дисциплины:

- **изучение** студентами методического подхода и процедур, необходимых для создания надежных технических (технологических), включая системы электроснабжения;
- **изучение** методик анализа надежности систем энергоснабжения и их подсистем, основных методов достижения заданного уровня надежности, экономических аспектов надежности систем энергоснабжения;
- **освоение** основных методов расчета структурной и функциональной надежности, проектирования элементов и подсистем систем энергоснабжения с учетом современных требований по надежности и энергетической безопасности;
- **формирование** навыков освоения средств и методов диагностической информации;
- **формирование** умения разработки методов и правил диагностирования систем электроснабжения.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- комплектующие элементы систем электроснабжения;
- структурные звенья (блоки) энергетических систем;
- автоматизированные системы управления системами электроснабжения.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.1	ИД-1 _{ПК-2.1}	Знать: - методы расчета надежности электротехнического оборудования.	Знает: - основы электроники, схемы, состав оборудования, режим работы электротехнических и электроэнергетических установок различного назначения	Теоретические вопросы зачета.
	ИД-2 _{ПК-2.1}	Уметь: - составлять схемы сложных объектов для их диагностирования.	Умеет: - проектировать схемы, электротехнические и электроэнергетические установки.	Отчёт по практическому занятию. Практические задания зачета.

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
	ИД-3 _{ПК-2.1}	Владеть: - навыками расчета надежности схем электроэнергетических систем.	Владеет: навыками расчета схем и режимов работы электронных и электротехнических установок	Отчёт по практическому занятию. Практические задания зачета.
ПК-2.3	ИД-1 _{ПК-2.3}	Знать: - основы теории надежности, основы теории булевой алгебры, теорию множеств; - методы анализа (расчета) надежности энергетических систем; - принципы определения по результатам испытаний и наблюдений оценки показателей надежности и ремонтпригодности систем электроснабжения; - принципы составления схем надежности и анализировать надежность энергетических систем; - принципы диагностирования показателей надежности энергетических объектов; - основы определения эффективности диагностирования энергетических систем; - основы разработки технических заданий по оценке надежности энергетических систем.	Знает: состав, этапы, последовательность и особенности предпроектного обследования и проектирования объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Теоретические вопросы зачета.
	ИД-2 _{ПК-2.3}	Уметь: - определять эффективность диагностирования энергетических систем; - использовать на практике основы теории надежности, основы теории булевой алгебры, теорию множеств; - пользоваться средствами вычислительной техники и имеющимися прикладными программами для решения задач надежности систем электроснаб-	Умеет: - применять основные подходы и методики, программные и технические средства предпроектного обследования и проектирования объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологи-	Отчёт по практическому занятию. Практические задания зачета.

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		жения; - разрабатывать технические задания по оценке надежности энергетических систем; - определять показатели надежности электроэнергетических систем.	ческие требования	
	ИД-ЗПК-2.3	Владеть: - навыками расчета надежности энергетических систем. - навыками использования методов и способов проектирования, монтажа, наладки и эксплуатации различных электромеханических систем; - навыками использования справочной литературы и оформления специальной технической документации при проектировании электроэнергетических систем; - навыками определения показателей надежности для проектируемых систем электроснабжения	Владеет навыками использования основных программных и технических средств предпроектного обследования и проектирования объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Отчёт по практическому занятию. Практические задания зачета.

3. Объем и виды учебной работы очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		7
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:		
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:	54	54
- лекции (Л)	18	18
- лабораторные работы (ЛР)		
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	32	32
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4
- контрольная работа		
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	54	54
2. Промежуточная аттестация		
Экзамен		
Дифференцированный зачет		

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	
Зачет	+	+	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

4. Содержание дисциплины очная форма обучения

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем вне-аудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
7 семестр				
Введение. Основные понятия, термины и определения. Предмет и задачи дисциплины.	2			
Раздел 1. Теория вероятностей и надежность электроснабжения	6		16	16
Тема 1. Задачи и исходные положения оценки надежности. Функция распределения и плотность распределения случайной величины. Меры положения и рассеивания кривой распределения. Интервальные оценки истинного значения. Методы оценки точности результатов. Точечные диаграммы и практические кривые распределения размеров. Теоретические законы распределения. Проверка статистических гипотез. Композиция законов распределения и суммирование погрешностей.	2		4	4
Тема 2. Надежность систем электроснабжения. Основные понятия и определения теории надежности. Задачи и исходные положения оценки надёжности. Показатели надежности объекта. Теоретические распределения наработки до отказа. Построение эмпирической функции распределения. Расчет проектной надежности систем с учетом восстановления резервных элементов. Метод распределения требований по надежности с учетом относительной уязвимости элементов. Определение вида и параметров закона распределения времени до отказа. Связь между количественными характеристиками надежности. Установление надежности работоспособности изделий.	2		6	6
Тема 3. Расчет надежности сложных систем. Целевое назначение и классификация методов расчета надежности. Факторы, нарушающие надёжность системы и их математические описания. Математические модели и количественные описания. Математические модели и количественные расчёты надёжности систем. Последовательность расчета надежности объектов. Определение признаков отказа объекта его функциональных блоков. Объекты с последовательным соединением элемен-	2		6	6

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем вне-аудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
тов. Объекты с параллельным соединением элементов. Сочетание параллельного и последовательного соединений элементов в объекте. Метод перебора состояний. Расчет надежности мостиковой структуры. Расчет надежности избирательных схем. Методы обеспечения надежности объектов.				
Раздел 2. Техническое диагностирование и диагностические модели.	10		16	38
Тема 4. Теоретические основы технического диагностирования систем Общая характеристика технического диагностирования объектов. Основные понятия и определения технической диагностики. Структура системы технического диагностирования. Понятие об алгоритмах диагностирования. Постановка задач технического диагностирования. Логико-вероятностные основы диагностирования. Логические основы диагностирования.	2		4	8
Тема 5. Диагностические модели объектов Общие сведения о диагностических моделях объектов. Аналитические модели объектов диагностирования. Функциональные модели объектов диагностирования. Логические модели объектов диагностирования. Общие сведения о логических моделях. Примеры технической реализации логических функций. Логические модели аналоговых объектов.	2		4	10
Тема 6. Методы диагностирования сложных объектов Общие сведения о методах диагностирования. Количественно-допусковый контроль параметров объекта. Допусковый контроль параметров. Количественный контроль параметров. Тестовое диагностирование сложных объектов. Основные понятия и определения тестового диагностирования. Основные теоремы поиска места дефекта. Простейшие методы поиска дефектов. Методы поиска дефектов с одиночной проверкой компонентов. Методы поиска дефектов с групповой проверкой компонентов. Табличные методы построения тестов. Порядок построения тестов диагностирования дискретных объектов. Порядок построения тестов диагностирования аналоговых объектов.	3		4	10
Тема 7. Технико-экономическая оценка недоотпуска электроэнергии и эффективности надёжного электроснабжения. Ошибки диагностирования. Показатели и характеристики диагностирования. Достоверность диагностирования. Вероятность ложного отказа. Вероятность необнаруженного отказа. Полнота диагностирования и глубина поиска места отказа. Продолжительность диагностирования. Эффективность диагностирования энергетических систем. Эффективность как наиболее общая характеристика средств диагностирования. Критерии оценки эффективности диагностиро-	3		4	10

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем вне-аудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
вания. Критерий минимакса достоверности диагностирования.				
ИТОГО по 7-му семестру	18		32	54
ИТОГО по дисциплине	18		32	54

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического занятия
1.	Применение методов теории вероятностей для анализа надежности в простейших схемах
2.	Использование математических моделей для анализа надежности элементов, схем, систем.
3.	Определение надежности сложных схем с помощью различных методов.
4.	Решение практических задач анализа надежности систем энергоснабжения.
5.	Расчет недоотпуска электроэнергии и ущерб от перерывов в электроснабжении.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний и креативных методов для решения расчетных задач; отработка у обучающихся навыков взаимодействия в составе коллектива; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

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

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1.1.	Кудрин, Б.И. Системы электроснабжения : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Б.И. Кудрин. - М. : Академия, 2011. - 352 с.	5
1.2.	Колесов, С.Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов: учебник для студентов электротехнических и электромеханических специальностей высших учебных заведений / С.Н. Колесов, И.С. Колесов. - М. : Высшая школа, 2004. - 519 с. : ил.	35
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
2.1.	Аветисян, Д.А. Автоматизация проектирования электротехнических систем и устройств : учеб. пособие / Д.А. Аветисян. - М.: Высшая школа, 2005. - 511 с.	10
2.2.	Киреева, Э.А. Электроснабжение и электрооборудование цехов промышленных предприятий: учеб. пособие для вузов / Э.А. Киреева. - М. : КНОРУС, 2011. - 368 с.	1
2.3	Киреева, Э.А. Электроснабжение и электрооборудование цехов промышленных предприятий: учеб. пособие для вузов / Э.А. Киреева. - М. : КНОРУС, 2017. - 368 с.	10
2.4	Сибикин, Ю.Д. Электроснабжение промышленных предприятий и установок: учебник для проф. учеб. заведений / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин, В.А. Яшков. - М.: Высшая школа, 2001. - 336 с.	40
2.5	Электротехнический справочник: В 4т. Т.1. Общие вопросы. Электротехнические материалы / под общ. ред. В.Г. Герасимова. - 9-е изд., стер. - М. : МЭИ, 2003. - 440 с.	2
2.2. Периодические издания		
1	Электро. Электротехника. Электроэнергетика. Электротехническая промышленность: научно-технический журнал/ Учредитель ОАО «Электрозавод». – Архив номеров в фонде ОНБ ЛФ ПНИПУ 2012-2017 гг.	
2	Электрооборудование: эксплуатация и ремонт / Учредитель ООО «ИЕДЕПЕНДЕНТ МАСС МЕДИА» - Архив номеров 2018-2021 г.	
3	Электрик Международный Электротехнический Журнал/Учредитель ДП «Издательство Радиоматор» Киев,, «Радиоматор». Архив номеров 2018 г.	
4	Информационно-аналитический журнал Электроэнергетика: сегодня, завтра. ООО «Издательский Дом « Деловая Пресса», ИП ЛевлюхЮ.А.Архив номеров 2019 -2021 г.	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
	3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины	
	Не используется	
	4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента	
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность ЭБС (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный дос- туп)
Основная литература	Аполлонский, С. М. Надежность и эффективность электрических аппаратов : учебное пособие / С. М. Аполлонский, Ю. В. Куклев. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 448 с.	https://e.lanbook.com/book/167900	сеть Интернет /авторизованный
Основная литература	Бочкарев, С.В. Диагностика и надежность автоматизированных систем/ С.В. Бочкарев, А.И. Цаплин; Перм. гос. техн. ун-т. - 2-е изд., перераб. и доп. – Электрон. версия учебного пособия. – Пермь: изд-во ПГТУ, 2008. – 485 с. Режим доступа:	https://elib.pstu.ru/docview.?fDocumentId=853	сеть Интернет /авторизованный
Основная литература	Гиберт Д.П. Надежность электрической изоляции: конспект лекций/ Д.П. Гиберт; Перм. гос. техн. ун-т. – Электрон. версия учебного пособия. – Пермь: Изд-во ПГТУ, 2006. – 61с.	https://elib.pstu.ru/docview.?fDocumentId=2575	сеть Интернет /авторизованный
Основная литература	Долгов, А.П. Устойчивость электрических систем / А.П.Долгов.— Электрон. версия учебного пособия .— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010.— 177 с	http://www.iprsbookshop.ru/45182html	сеть Интернет /авторизованный
Основная литература	Секретарев, Ю.А. Надежность электроснабжения / Ю.А. Секретарев.— Электрон. версия учебного пособия.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010.— 105 с	https://www.iprsbookshop.ru/45118html	сеть Интернет /авторизованный

Основная литература	Калинин В.Ф. Надёжность систем электроснабжения [Электронный ресурс]: Учебное пособие/ Калинин В.Ф., Кобелев А.В., Кочергин С.В.— Электрон. текстовые данные.— Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2011.— 81 с.	https://www.iprsbooks.ru/64126.html	сеть Интернет /авторизованный
Дополнительная литература	Хрущев, Ю.В. Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах / Ю.В. Хрущев, К.И. Заповодников, А.Ю. Юшков.— Электрон. версия учебного пособия.— Томск: Томский политехнический университет, 2012.— 154 с.	https://www.iprsbooks.ru/34740.html	сеть Интернет /авторизованный
Дополнительная литература	Бочкарев, С. В. Интегрированная логистическая поддержка эксплуатации электротехнических изделий/С.В. Бочкарев, А.Б. Петрученков, А.В. Ромодин; – Электрон. версия учебного пособия. – Пермь: изд-во ПГТУ, 2009. – 398 с.	httpS://elib.pstu.ru/document/view.?fDocumentId=495	сеть Интернет /авторизованный
Периодические издания	Вестник ПНИПУ. Электротехника, информационные технологии, системы управления [Текст]: научный рецензируемый журнал. Архив номеров 2010-2021 гг.	http://vestnik.pstu.ru/elinf/about/inf/	<i>Сеть Интернет /авторизованный</i>
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ основной профессиональной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ по организации практических занятий	\\mserv\elcat\Электронные пособия	<i>Локальная сеть/свободный</i>
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента	УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ основной профессиональной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ по организации, выполнению и контролю самостоятельной работы студентов	\\mserv\elcat\Электронные пособия	<i>Локальная сеть/свободный</i>

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Не требуется	

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование БД	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	http://e.lanbook.ru/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекции и практические занятия	доска аудиторная для написания мелом	2
	лабораторное оборудование "Электропривод"	2
	лабораторное оборудование "Электрические машины"	2
	лабораторный стенд	2
	ЛС Автоматизированное управление электроприводом	
	макет выставочный тяжелого электродвигателя ВАСО	
	стенд лабораторный «Трансформаторы» стенд «Разновидности двигателей постоянного тока»	

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Приложение 1

3. Объем и виды учебной работы (очно-заочная форма обучения)

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		9	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:			
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:	36	36	
- лекции (Л)	18	18	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	14	14	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	72	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	+	+	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

4. Содержание дисциплины (очно-заочная форма обучения)

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем вне-аудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	
9 семестр				
Введение. Основные понятия, термины и определения. Предмет и задачи дисциплины.	2			
Раздел 1. Теория вероятностей и надежность электроснабжения	6		6	22
Тема 1. Задачи и исходные положения оценки надежности. Функция распределения и плотность распределения случайной величины. Меры положения и рассеивания кривой распределения. Интервальные оценки истинного значения. Методы оценки точности результатов. Точечные диаграммы и практические кривые распределения размеров. Теоретические законы распределения. Проверка статистических гипотез. Композиция законов распределения и суммирование погрешностей.	2		2	6
Тема 2. Надежность систем электроснабжения. Основные понятия и определения теории надежности. Задачи и исходные положения оценки надёжности. Показатели надежности объекта. Теоретические распределения нара-	2		2	8

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем вне-аудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
ботки до отказа. Построение эмпирической функции распределения. Расчет проектной надежности систем с учетом восстановления резервных элементов. Метод распределения требований по надежности с учетом относительной уязвимости элементов. Определение вида и параметров закона распределения времени до отказа. Связь между количественными характеристиками надежности. Установление надежности работоспособности изделий.				
Тема 3. Расчет надежности сложных систем. Целевое назначение и классификация методов расчета надежности. Факторы, нарушающие надёжность системы и их математические описания. Математические модели и количественные описания. Математические модели и количественные расчёты надёжности систем. Последовательность расчета надежности объектов. Определение признаков отказа объекта его функциональных блоков. Объекты с последовательным соединением элементов. Объекты с параллельным соединением элементов. Сочетание параллельного и последовательного соединений элементов в объекте. Метод перебора состояний. Расчет надежности мостиковой структуры. Расчет надежности избирательных схем. Методы обеспечения надежности объектов.	2		2	8
Раздел 2. Техническое диагностирование и диагностические модели.	10		8	50
Тема 4. Теоретические основы технического диагностирования систем Общая характеристика технического диагностирования объектов. Основные понятия и определения технической диагностики. Структура системы технического диагностирования. Понятие об алгоритмах диагностирования. Постановка задач технического диагностирования. Логико-вероятностные основы диагностирования. Логические основы диагностирования.	2		2	8
Тема 5. Диагностические модели объектов Общие сведения о диагностических моделях объектов. Аналитические модели объектов диагностирования. Функциональные модели объектов диагностирования. Логические модели объектов диагностирования. Общие сведения о логических моделях. Примеры технической реализации логических функций. Логические модели аналоговых объектов.	2		2	14
Тема 6. Методы диагностирования сложных объектов Общие сведения о методах диагностирования. Количественно-допусковый контроль параметров объекта. Допусковый контроль параметров. Количественный контроль параметров. Тестовое диагностирование сложных объектов. Основные понятия и определения тестового диагностирования. Основные теоремы поиска места дефекта. Простейшие ме-	3		2	14

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем вне-аудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
тоды поиска дефектов. Методы поиска дефектов с одиночной проверкой компонентов. Методы поиска дефектов с групповой проверкой компонентов. Табличные методы построения тестов. Порядок построения тестов диагностирования дискретных объектов. Порядок построения тестов диагностирования аналоговых объектов.				
Тема 7. Техничко-экономическая оценка недоотпуска электроэнергии и эффективности надёжного электроснабжения. Ошибки диагностирования. Показатели и характеристики диагностирования. Достоверность диагностирования. Вероятность ложного отказа. Вероятность необнаруженного отказа. Полнота диагностирования и глубина поиска места отказа. Продолжительность диагностирования. Эффективность диагностирования энергетических систем. Эффективность как наиболее общая характеристика средств диагностирования. Критерии оценки эффективности диагностирования. Критерий минимакса достоверности диагностирования.	3		2	14
ИТОГО по 9-му семестру	18		14	72
ИТОГО по дисциплине	18		14	72

Тематика примерных практических занятий (очно-заочная форма обучения)

№ п.п.	Наименование темы практического занятия
1.	Применение методов теории вероятностей для анализа надежности в простейших схемах
2.	Использование математических моделей для анализа надежности элементов, схем, систем.
3.	Определение надежности сложных схем с помощью различных методов.
4.	Решение практических задач анализа надежности систем энергоснабжения.
5.	Расчет недоотпуска электроэнергии и ущерб от перерывов в электроснабжении.

3. Объем и виды учебной работы (заочная форма обучения)

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		9	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:			
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:	12	12	
- лекции (Л)	4	4	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	6	6	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа	+	+	
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	92	92	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	4	4	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

4. Содержание дисциплины (заочная форма обучения)

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем вне-аудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
9 семестр				
Введение. Основные понятия, термины и определения. Предмет и задачи дисциплины.	0,5			
Раздел 1. Теория вероятностей и надежность электроснабжения	1,5		2	28
Тема 1. Задачи и исходные положения оценки надежности. Функция распределения и плотность распределения случайной величины. Меры положения и рассеивания кривой распределения. Интервальные оценки истинного значения. Методы оценки точности результатов. Точечные диаграммы и практические кривые распределения размеров. Теоретические законы распределения. Проверка статистических гипотез. Композиция законов распределения и суммирование погрешностей.	0,5		0,5	8
Тема 2. Надежность систем электроснабжения. Основные понятия и определения теории надежности. Задачи и исходные положения оценки надёжности. Показатели надежности объекта. Теоретические распределения наработки до отказа. Построение эмпирической функции рас-	0,5		0,5	10

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем вне-аудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
пределения. Расчет проектной надежности систем с учетом восстановления резервных элементов. Метод распределения требований по надежности с учетом относительной уязвимости элементов. Определение вида и параметров закона распределения времени до отказа. Связь между количественными характеристиками надежности. Установление надежности работоспособности изделий.				
Тема 3. Расчет надежности сложных систем. Целевое назначение и классификация методов расчета надежности. Факторы, нарушающие надёжность системы и их математические описания. Математические модели и количественные описания. Математические модели и количественные расчёты надёжности систем. Последовательность расчета надежности объектов. Определение признаков отказа объекта его функциональных блоков. Объекты с последовательным соединением элементов. Объекты с параллельным соединением элементов. Сочетание параллельного и последовательного соединений элементов в объекте. Метод перебора состояний. Расчет надежности мостиковой структуры. Расчет надежности избирательных схем. Методы обеспечения надежности объектов.	0,5		1	10
Раздел 2. Техническое диагностирование и диагностические модели.	2		4	64
Тема 4. Теоретические основы технического диагностирования систем Общая характеристика технического диагностирования объектов. Основные понятия и определения технической диагностики. Структура системы технического диагностирования. Понятие об алгоритмах диагностирования. Постановка задач технического диагностирования. Логико-вероятностные основы диагностирования. Логические основы диагностирования.	0,5		1	16
Тема 5. Диагностические модели объектов Общие сведения о диагностических моделях объектов. Аналитические модели объектов диагностирования. Функциональные модели объектов диагностирования. Логические модели объектов диагностирования. Общие сведения о логических моделях. Примеры технической реализации логических функций. Логические модели аналоговых объектов.	0,5		1	16
Тема 6. Методы диагностирования сложных объектов Общие сведения о методах диагностирования. Количественно-допусковый контроль параметров объекта. Допусковый контроль параметров. Количественный контроль параметров. Тестовое диагностирование сложных объектов. Основные понятия и определения тестового диагностирования. Основные теоремы поиска места дефекта. Простейшие методы поиска дефектов. Методы поиска дефектов с одиноч-	0,5		1	16

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем вне-аудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
ной проверкой компонентов. Методы поиска дефектов с групповой проверкой компонентов. Табличные методы построения тестов. Порядок построения тестов диагностирования дискретных объектов. Порядок построения тестов диагностирования аналоговых объектов.				
Тема 7. Технико-экономическая оценка недоотпуска электроэнергии и эффективности надёжного электроснабжения. Ошибки диагностирования. Показатели и характеристики диагностирования. Достоверность диагностирования. Вероятность ложного отказа. Вероятность необнаруженного отказа. Полнота диагностирования и глубина поиска места отказа. Продолжительность диагностирования. Эффективность диагностирования энергетических систем. Эффективность как наиболее общая характеристика средств диагностирования. Критерии оценки эффективности диагностирования. Критерий минимакса достоверности диагностирования.	0,5		1	16
ИТОГО по 9-му семестру	4		6	92
ИТОГО по дисциплине	4		6	92


Тематика примерных практических занятий (заочная форма обучения)

№ п.п.	Наименование темы практического занятия
1.	Применение методов теории вероятностей для анализа надежности в простейших схемах
2.	Использование математических моделей для анализа надежности элементов, схем, систем.
3.	Определение надежности сложных схем с помощью различных методов.
4.	Решение практических задач анализа надежности систем энергоснабжения.
5.	Расчет недоотпуска электроэнергии и ущерб от перерывов в электроснабжении.

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменений	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	Считать целесообразным применение данного элемента УМКД в 2022-2023 уч. году, в связи с этим на титульном листе строку «Лысьва 2021» изложить в следующей редакции «Лысьва 2022»	« <u>29</u> » <u>08</u> 20 <u>22</u> г., протокол № <u>1</u> Доцент с и.о. зав. каф. ОНД  Е.Н. Хаматнурова

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменений	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	Считать целесообразным применение данного элемента УМКД в 2023-2024 уч. году, в связи с этим на титульном листе строку «Лысьва 2022» изложить в следующей редакции « Лысьва 2023 »	<p style="text-align: center;">«03» июля 2023 г., протокол № 39</p> <p style="text-align: center;">Доцент с и.о. зав. каф. ОНД</p> <p style="text-align: center;"> Е.Н. Хаматнурова</p>
2	Пункт 6.1. Печатная учебно-методическая литература раздела 6 Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине, заменить на новый (Приложение 2)	
3	Пункт 6.2. Электронная учебно-методическая литература раздела 6 Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине, заменить на новый (Приложение 2)	

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине Диагностика и надёжность электротехнических и электроэнергетических систем

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1.1.	Кудрин, Б.И. Системы электроснабжения : учеб.пособие для студ. высш. учеб. заведений / Б.И. Кудрин. - М. : Академия, 2011. - 352 с.	5
1.2.	Колесов, С.Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов: учебник для студентов электротехнических и электромеханических специальностей высших учебных заведений / С.Н. Колесов, И.С. Колесов. - М. : Высшая школа, 2004. - 519 с. : ил.	35
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
2.1.	Аветисян, Д.А. Автоматизация проектирования электротехнических систем и устройств : учеб.пособие / Д.А. Аветисян. - М.: Высшая школа, 2005. - 511 с.	10
2.2.	Киреева, Э.А. Электроснабжение и электрооборудование цехов промышленных предприятий: учеб.пособие для вузов / Э.А. Киреева. - М. : КНОРУС, 2011. - 368 с.	1
2.3	Киреева, Э.А. Электроснабжение и электрооборудование цехов промышленных предприятий: учеб.пособие для вузов / Э.А. Киреева. - М. : КНОРУС, 2017. - 368 с.	10
2.4	Сибикин, Ю.Д. Электроснабжение промышленных предприятий и установок: учебник для проф. учеб.заведений / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин, В.А. Яшков. - М.: Высшая школа, 2001. - 336 с.	40
2.5	Электротехнический справочник: В 4т. Т.1. Общие вопросы. Электротехнические материалы / под общ.ред. В.Г. Герасимова. - 9-е изд., стер. - М. : МЭИ, 2003. - 440 с.	2
2.2. Периодические издания		
1	Электро. Электротехника. Электроэнергетика. Электротехническая промышленность: научно-технический журнал/ Учредитель ОАО «Электрозавод». – Архив номеров в фонде ОНБ ЛФ ПНИПУ 2012-2017 гг.	
2	Электрооборудование: эксплуатация и ремонт / Учредитель ООО «ИЕДЕПЕНДЕНТ МАСС МЕДИА» - Архив номеров 2018-2021 г.	
3	Электрик Международный Электротехнический Журнал/Учредитель ДП «Издательство Радиоматор» Киев, «Радиоматор». Архив номеров 2018 г.	
4	Информационно-аналитический журнал Электроэнергетика: сегодня, завтра. ООО «Издательский Дом « Деловая Пресса», ИП ЛевлюхЮ.А.Архив номеров 2019-2023 гг.	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
	3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины	
	Не используется	
	4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента	
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность ЭБС (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Бочкарев, С.В. Диагностика и надежность автоматизированных систем/ С.В. Бочкарев, А.И. Цаплин; Перм. гос. техн. ун-т. - 2-е изд., перераб. и доп. – Электрон. версия учебного пособия. – Пермь: изд-во ПГТУ, 2008. – 485 с.	http://elib.pstu.ru/docview/853	сеть Интернет /авторизованный
Основная литература	Гиберт Д.П. Надежность электрической изоляции: конспект лекций/ Д.П. Гиберт; Перм. гос. техн. ун-т. – Электрон. версия учебного пособия. – Пермь: Изд-во ПГТУ, 2006. – 61с.	http://elib.pstu.ru/docview/2575	сеть Интернет /авторизованный
Дополнительная литература	Хрущев, Ю.В. Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах / Ю.В. Хрущев, К.И. Заповодников, А.Ю. Юшков.— Электрон. версия учебного пособия.— Томск: Томский политехнический университет, 2012.— 154 с.	https://www.iprsbookshop.ru/34740html	сеть Интернет /авторизованный
Дополнительная литература	Диагностика и прогнозирование технического состояния электротехнических систем энергетики : монография / О. В. Крюков, Н. И. Сычев, М. Н. Сычев [и др.]. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. — 184 с.	https://e.lanbook.com/book/192781	сеть Интернет /авторизованный

Дополнительная литература	Малозёмов, Б. В. Диагностика и надёжность электротехнических комплексов : монография / Б. В. Малозёмов, М. Е. Вильбергер ; под редакцией Б. В. Малозёмова. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. — 224 с.	https://www.iprbookshop.ru/91194.html	сеть Интернет /авторизованный
Дополнительная литература	Бочкарев, С. В. Интегрированная логистическая поддержка эксплуатации электротехнических изделий/С.В. Бочкарев, А.Б. Петроченков, А.В. Ромодин; – Электрон.версия учебного пособия. – Пермь: изд-во ПГТУ, 2009. – 398 с.	https://elib.pstu.ru/docview/495	сеть Интернет /авторизованный
Периодические издания	Вестник ПНИПУ. Электротехника, информационные технологии, системы управления [Текст]: научный рецензируемый журнал. Архив номеров 2010-2023 гг.	http://vestnik.pstu.ru/elinf/about/inf/	Сеть Интернет /авторизованный
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	Учебно-методический комплекс дисциплины «Диагностика и надёжность электротехнических и электроэнергетических систем» основной профессиональной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению «13.03.02 Электротехника и электроэнергетика» Методические указания по организации практических занятий. Лысьва 2019 г.	\\mserv\elcat\Электронные пособия\	Локальная сеть/свободный
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента	Учебно-методический комплекс дисциплины «Диагностика и надёжность электротехнических и электроэнергетических систем» основной профессиональной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению «13.03.02 Электротехника и электроэнергетика» Методические указания по организации , выполнению и контролю самостоятельной работы студентов. Лысьва 2022 г.	\\mserv\elcat\Электронные пособия\	Локальная сеть/свободный