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
«01» 04 2021г.

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)

Лысьва 2021

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 ремонтопригодности 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-3$_{ПК-2.3}$	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 внеаудиторных 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 внеаудиторных 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 внеаудиторных 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 расчётных 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 доступ)
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.iprsbookshop.ru/64126html	сеть Интернет /авторизованный
Дополнительная литература	Хрущев, Ю.В. Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах / Ю.В. Хрущев, К.И. Заподовников, А.Ю. Юшков.— Электрон. версия учебного пособия.— Томск: Томский политехнический университет, 2012.— 154 с.	https://www.iprsbookshop.ru/34740html	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.	http://elib.pstu.ru/docview.?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/	*Сеть Интернет /авторизованный*
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\	*Локальная сеть/свободный*
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\	*Локальная сеть/свободный*

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 лабоборуд "Электропривод" лабораторное оборудование "Электрические машины" лабораторный стенд ЛС Автоматизированное управление электроприводом макет выставочный тяжелого электродвигателя ВАСО стенд лабораторный «Трансформаторы» стенд «Разновидности двигателей постоянного тока»	 2 2 2

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 внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
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 внеаудиторных 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 внеаудиторных 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. 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.	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 внеаудиторных 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 внеаудиторных 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 внеаудиторных 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**»	«29» 08 2022г., протокол № 1 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**»	«03» июля 2023 г., протокол № 39 Доцент с и.о. зав. каф. ОНД Е.Н. Хаматнурова
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)**	

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-методическаялитература

№ 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	ГибертД.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. Заподовников, 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 надѐжность 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 надѐжность 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

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменений	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	Считать целесообразным применение рабочей программы дисциплины Диагностика и надежность электротехнических и электроэнергетических систем в 2024-2025 уч. году, в связи с этим на титульном листе строку «Лысьва 2023» изложить в следующей редакции «Лысьва 2024»	«03» июля 2024 г., протокол № 41 Доцент с и.о.зав.каф. ОНД _____ Е.Н. Хаматнурова
2	Пункт 6.1 Печатная учебно-методическая литература 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 3)	

Приложение 3

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

6.1. Печатная учебно-методическаялитература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
	1. Основная литература	
1	Кудрин, Б.И. Системы электроснабжения : учеб.пособие для студ. высш. учеб. заведений / Б.И. Кудрин. - М. : Академия, 2011. - 352 с.	5
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	
1	Аветисян, Д.А. Автоматизация проектирования электротехнических систем и устройств : учеб.пособие / Д.А. Аветисян. - М.: Высшая школа, 2005. - 511 с.	10
2	Киреева, Э.А. Электроснабжение и электрооборудование цехов промышленных предприятий: учеб.пособие для вузов / Э.А. Киреева. - М. : КНОРУС, 2011. - 368 с.	1
3	Киреева, Э.А. Электроснабжение и электрооборудование цехов промышленных предприятий: учеб.пособие для вузов / Э.А. Киреева. - М. : КНОРУС, 2017. - 368 с.	10
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
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 2019-2024 гг.	
	2.3. Нормативно-технические издания	
	Не используется	
	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	ГибертД.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. Заподовников, А.Ю. Юшков.— Электрон.версия учебного пособия.— Томск: Томский политехнический университет, 2012.— 154 с.	https://www.iprsbookshop.ru/34740.html	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
Периодические издания	ЭЛЕКТРОТЕХНИКА Холдинговая компания "Электрозавод" ОАО "Электровыпрямитель" НТА «Прогрессэлектро» ООО "Русэлпром" Всероссийский	https://elibrary.ru/org_profile.asp?id=11497	Сеть Интернет /авторизованный

	научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт электровозостроения (Москва) Арх. номеров 2024		
Периодические издания	ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И КОМПЛЕКСЫ Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова (Магнитогорск) Арх. номеров 2010-2024гг.	https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=28997	Сеть Интернет /авторизованный
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	Учебно-методический комплекс дисциплины «Диагностика и надѐжность 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 надѐжность 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