Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра электрических станций

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН ФЭН
д.т.н. Русина А. Г.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ПРОСТОЙ НЕКВАЛИФИЦИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
31.08.2026
Владелец: д.т.н. Русина А. Г.
Срок действия: не ограничен
Адрес хранения электронного документа:
https://www.nstu.ru/university/info/sveden/education

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Теория надёжности и диагностики в релейной защите

Образовательная программа: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, магистерская программа: Техника и электрофизика высоких напряжений

Курс: 2, семестр : 3

Факультет энергетики,

		Семестр
№	**Вид деятельности**	**3**
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	3
2	Всего часов	108
3	Всего занятий в контактной форме, час.	40
4	Лекции, час.	18
5	Практические занятия, час.	18
6	Лабораторные занятия, час.	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	16
8	из них практической подготовки, час.	7
9	Аттестация, час.	2
10	Консультации, час.	2
11	Самостоятельная работа, час.	68
12	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ(Р)/реферат, подготовка к контрольной работе)	Р
13	Вид аттестации	3

Новосибирск 2026

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

ФГОС введен в действие приказом №147 от 28.02.2018 г. , дата утверждения: 22.03.2018 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, формируемая участниками образовательных отношений, по выбору студента

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ЭлСт, 31.08.2026

Утверждена на совете факультета энергетики, протокол № 8 от 31.08.2026

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Русина А. Г.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Трофимов А. С.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Группа	Компетенции
	Индикаторы достижения компетенций
Профессиональные компетенции	ПК-1.В/ПР Способен осуществлять профессиональную деятельность с учетом региональных особенностей и потребностей работодателей.
	ПК-1.В/ПР. 2 Умеет решать профессиональные задачи на предприятиях и в организациях профильной отрасли своего региона.
Профессиональные компетенции	ПК-3.В/ПР Способен формулировать технические задания и использовать средства автоматизации при проектировании объектов профессиональной деятельности
	ПК-3.В/ПР. 1 Демонстрирует знания объектов профессиональной деятельности
	ПК-3.В/ПР. 2 Формулирует техническое задание для реализации проекта
Универсальные компетенции	УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
	УК-1. 1 Анализирует проблемную ситуацию и осуществляет её декомпозицию на отдельные задачи.
	УК-1. 2 Вырабатывает стратегию решения поставленной задачи
	УК-1. 3 Формирует возможные варианты решения задач

2. Требования НГТУ к планируемым результатам обучения, соотнесенным с индикаторами достижения компетенций

Таблица 2.1

Индикаторы достижения компетенций	Формы организации занятий
Результаты обучения	
ПК-1.В/ПР. 2 Умеет решать профессиональные задачи на предприятиях и в организациях профильной отрасли своего региона.	
Построить расчётную схему для оценки показателей надёжности.	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК-3.В/ПР. 1 Демонстрирует знания объектов профессиональной деятельности	
Рассчитать показатели надёжности силовой схемы. Рассчитать показатели надёжности устройств РЗА.	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК-3.В/ПР. 2 Формулирует техническое задание для реализации проекта	
Определять основные показатели надёжности релейной защиты и основного оборудования электроэнергетических систем.	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
УК-1. 1 Анализирует проблемную ситуацию и осуществляет её декомпозицию на отдельные задачи.	
О роли надёжности в процессе функционирования электроэнергетической системы.	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
УК-1. 2 Вырабатывает стратегию решения поставленной задачи	
Методы повышения надёжности силовых схем в энергетике. Методы повышения надёжности схем РЗА.	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
УК-1. 3 Формирует возможные варианты решения задач	
Методы оптимизации схем распределительных устройств.	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций
Семестр: 3				

Дидактическая единица: Надёжность в релейной защите - основные понятия и определения.				
1. Основные понятия и определения теории надёжности. Задачи, связанные с оценкой надёжности в релейной защите.	2	0	0	ПК-3.В/ПР.2,УК-1.1
Дидактическая единица: Виды отказов в релейной защите				
2. Понятие об исправном и неисправном изделии. Отказ и условия его возникновения. Классификация отказов. Отказы полные и частичные. Дефекты и аварии. Отказы параметрические и катастрофические. Отказы зависимые и независимые, устойчивые и неустойчивые. График жизни элемента.	2	0	0	УК-1.1,УК-1.2
Дидактическая единица: Избыточность и диагностика в релейной защите.				
3. Модель функционирования релейной защиты.	2	0	0	ПК-1.В/ПР.2,УК-1.1,УК-1.3
Дидактическая единица: Методы расчета показателей надёжности				
4. Составление формального описания системы релейной защиты и расчет показателей надёжности. Метод "дерева отказов".	2	0	0	ПК-1.В/ПР.2,УК-1.2
5. Методы расчета показателей надёжности. Логико-вероятностный метод расчета показателей надёжности.	2	0	0	ПК-1.В/ПР.2,ПК-3.В/ПР.1,УК-1.2
6. Метод цепей Маркова. Метод имитационного моделирования процесса функционирования релейной защиты. Таблично-логический метод.	2	0	0	ПК-3.В/ПР.1,УК-1.1,УК-1.2,УК-1.3
Дидактическая единица: Определение мест повреждения на воздушных ЛЭП.				
7. Методы и средства отыскания мест повреждения на воздушных ЛЭП.	2	0	0	УК-1.1
Дидактическая единица: Диагностика релейной защиты энергосистем.				
8. Диагностика релейной защиты. Пути повышения надёжности РЗА. Диагностика логической части релейной защиты.	2	0	0	УК-1.1,УК-1.3
Дидактическая единица: Функциональная и тестовая диагностика логической части релейной защиты.				
9. Функциональная и тестовая диагностика логической части ТЗНП.	2	0	0	УК-1.2

Темы практических занятий	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 3					
Дидактическая единица: Надёжность в релейной защите - основные понятия и определения.					

1. Элементы логических цепей релейной защиты и автоматики энергосистем.	2	1	2	ПК-1.В/ПР.2,УК-1.1	Ознакомление с принципом действия основных элементов логических цепей релейной защиты и автоматики энергосистем, а также с основными понятиями теории релейных цепей. Изображение контактных и бесконтактных схем, реализующие логические функции РЗА.
Дидактическая единица: Методы расчета показателей надёжности					
2. Расчет показателей надёжности схемы максимальной токовой защиты линии электропередачи в режимах дежурства, внешних и внутренних КЗ. Определение единичных и комплексных показателей надёжности.	2	1	2	ПК-1.В/ПР.2,ПК-3.В/ПР.1,ПК-3.В/ПР.2,УК-1.1	Анализ поведения защиты в режимах дежурства, внешних и внутренних КЗ. Составление расчетных схем для режимов дежурства, внешних и внутренних КЗ. Расчет единичных и комплексных показателей надёжности.
3. Логико-вероятностный метод расчета показателей надёжности.	2	1	2	ПК-1.В/ПР.2,ПК-3.В/ПР.2,УК-1.2	Построение алгоритма вероятностного полинома. Пример расчета показателей надёжности максимальной токовой защиты ЛЭП логико-вероятностным методом.
4. Метод цепей Маркова.	4	1	2	ПК-3.В/ПР.1,ПК-3.В/ПР.2,УК-1.2	Исследование потока восстановлений устройств РЗ. Построение графа состояний и переходов. Составление системы дифференциальных уравнений на основе графа состояний и переходов для системы РЗ. Решение системы дифференциальных уравнений с помощью преобразования Лапласа. Определение функций неготовности системы РЗ.
Дидактическая единица: Определение мест повреждения на воздушных ЛЭП.					
5. Определение места повреждение на ЛЭП по показателям приборов.	2	1	2	ПК-1.В/ПР.2,ПК-3.В/ПР.1	Ознакомление с принципом действия приборов фиксирующих параметры аварийного режима. Определение рассояния до места повреждения на линиях электропередач. Расчет зоны обхода с учетом погрешности приборов.
Дидактическая единица: Диагностика релейной защиты энергосистем.					

6. Алгоритмы работы и структурные схемы ДУ, предназначенных для диагностики РЗА, сигналы на контрольных точках которых представляют собой в режиме дежурства защиты неизменные по величине напряжения.	2	1	2	ПК-3.В/ПР.1 ,УК-1.3	Построение диагностических устройств для РЗА, сигналы на контрольных точках которой изменяются в режиме дежурства.
7. Релейная защита как диагностическая система.	2	1	2	ПК-3.В/ПР.2 ,УК-1.1	Решение задач диагностической системы. Анализ пространства состояний, первичное и вторичные пространства признаков, алгоритмическое пространство. Изучение каналов передачи и обработки информации. Задача диагностики в пространстве признаков. Проблемы диагностики в пространстве признаков. Признаки собственные и общие. Образы исправных и неисправных состояний объекта в пространстве общих признаков. Построение границ, разделяющих группы состояний. Пример эволюции токовой защиты линии с точки зрения технической диагностики. Алгоритмы работы некоторых видов релейной защиты с точки зрения диагностики.
Дидактическая единица: Функциональная и тестовая диагностика логической части релейной защиты.					
8. Тестовая и функциональная диагностика устройств релейной защиты.	2	0	2	УК-1.2	Диагностика логической части ступенчатой защиты нулевой последовательности. Составление таблицы дефектов. Заполнение таблиц контрольных сигналов в режимах дежурства и тревоги. Определение эффективных контрольных точек. Составление алгоритма диагностического устройтсва.

3.1 Практическая подготовка

Таблица 3.2

№	Темы занятий	Формы организации занятий	Содержание практической подготовки (виды работ)
1	Элементы логических цепей релейной защиты и автоматики энергосистем.	Пр	Выполняет следующие виды работ: разарботка схем надёжности релейной защиты.
2	Расчет показателей надёжности схемы максимальной токовой защиты линии электропередачи в режимах дежурства, внешних и внутренних КЗ. Определение единичных и комплексных показателей надёжности.	Пр	Выполняет следующие виды работ: расчет показателей надёжности схемы максимальной токовой защиты линии электропередачи в режимах дежурства, внешних и внутренних КЗ.
3	Логико-вероятностный метод расчета показателей надёжности.	Пр	Выполняет следующие виды работ: расчет показателей надёжности релейной защиты логико-вероятностным методом.
4	Метод цепей Маркова.	Пр	Выполняет следующие виды работ: составление графа состояний и переходов между ними, расчёт показателей надёжности методом цепей Маркова.
5	Определение места повреждение на ЛЭП по показателям приборов.	Пр	Выполняет следующие виды работ: расчёт расстояния до места повреждения на ЛЭП и определение зоны обхода.
6	Алгоритмы работы и структурные схемы ДУ, предназначенных для диагностики РЗА, сигналы на контрольных точках которых представляют собой в режиме дежурства защиты неизменные по величине напряжения.	Пр	Выполняет следующие виды работ: определение информативных контрольных точек для разработки логической схемы диагностических устройств релейной защиты.
7	Релейная защита как диагностическая система.	Пр	Выполняет следующие виды работ: разработка логических схем диагностики отказов релейной защиты.

3.2 Самостоятельная работа обучающегося

Таблица 3.3

№	Виды самостоятельной работы	Индикаторы достижения компетенций	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 3				
1	РГЗ/Реферат	ПК-1.В/ПР.2,ПК-3.В/ПР.1,ПК-3.В/ПР.2,УК-1.1,УК-1.3	30	1
Определить показатели надёжности заданного типа РЗ. Привести схему токовых цепей и оперативные цепи РЗ. Провести анализ работы рассматриваемой системы РЗ в режимах дежурства, внешних КЗ и внутренних КЗ (КЗ на защищаемом объекте). Составить формальное описание схемы РЗ с точки зрения надёжности в виде расчетных схем, графа состояний и переходов. Рассчитать коэффициент неготовности и математическое ожидание снижения эффективности из-за неидеальной надёжности системы РЗ.: Расчет дистанционной защиты линии электропередачи : методические указания по курсу "Релейная защита электрических сетей" для специальности "Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем" (140203) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. А. Давыдов, А. И. Щеглов]. - Новосибирск, 2012. - 24, [3] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000172505			
2	Подготовка к занятиям	УК-1.1,УК-1.2,УК-1.3	18	0

Решение задач. : Расчет дистанционной защиты линии электропередачи : методические указания по курсу "Релейная защита электрических сетей" для специальности "Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем" (140203) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. А. Давыдов, А. И. Щеглов]. - Новосибирск, 2012. - 24, [3] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000172505				
3	Подготовка к аттестации	ПК-1.В/ПР.2,ПК-3.В/ПР.1,ПК-3.В/ПР.2,УК-1.1,УК-1.2,УК-1.3	20	1
Подготовка к экзамену.: Расчет дистанционной защиты линии электропередачи : методические указания по курсу "Релейная защита электрических сетей" для специальности "Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем" (140203) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. А. Давыдов, А. И. Щеглов]. - Новосибирск, 2012. - 24, [3] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000172505				

3.3 Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 3.4).

Таблица 3.4

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail; Социальные сети; Среда электронного обучения НГТУ
Консультирование	e-mail; Социальные сети; Чат
Контроль	e-mail; Социальные сети; Среда электронного обучения НГТУ
Размещение учебных материалов	Портал НГТУ; Среда электронного обучения НГТУ

4. Правила аттестации обучающихся по дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставлять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 3		
Лекция:	10	20
Практические занятия:	10	20
РГЗ/Реферат:	20	40
Зачет:	10	20

В таблице 4.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 4.2

Коды компетенций	Индикаторы достижения компетенций	Формы контроля	
		Защита РГЗ/Р	Зачет
ПК-1.В/ПР	ПК-1.В/ПР 2. Умеет решать профессиональные задачи на предприятиях и в организациях профильной отрасли своего региона.		+
ПК-3.В/ПР	ПК-3.В/ПР 1. Демонстрирует знания объектов профессиональной деятельности		+
	ПК-3.В/ПР 2. Формулирует техническое задание для реализации проекта		+
УК-1	УК-1 1. Анализирует проблемную ситуацию и осуществляет её декомпозицию на отдельные задачи.	+	+
	УК-1 2. Вырабатывает стратегию решения поставленной задачи		+
	УК-1 3. Формирует возможные варианты решения задач		+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

5. Литература

Основная литература

1. Атапин В. Г. Основы теории надежности : [учебное пособие] / В. Г. Атапин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2017. - 92, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235440

2. Примеры расчета релейной защиты : [учебное пособие / В. А. Давыдов и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2018. - 90, [1] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000240181

Дополнительная литература

1. Китушин В. Г. Надежность энергетических систем. Ч. 1 : [учебное пособие] / В. Г. Китушин ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2003. - 254 с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000020379

2. ЭБС Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : электронно-библиотечная система. - [Россия], 1993. - Режим доступа: http://e.lanbook.com. - Загл. с экрана.

Интернет-ресурсы

1. Проект «РЗА» : современная релейная защита и цифровые технологии в энергетике : сайт. – 2014 – .– URL: https://pro-rza.ru/ (дата обращения: 26.01.2021). – Загл. с экрана. – Режим доступа: свободный. – Текст : электронный.

2. Микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматики. Методические указания по расчёту надёжности : стандарт организациии. Дата введения: 28.04.2018 / Публичное акционерное общество «Россети». Стандарт организации ПАО «Россети». СТО 34.01-4.1-008-2018. – Текст : электронный. – URL: https://www.rosseti.ru/investment/standart/corp_standart/doc/34.01-4.1-008-2018.pdf (дата обращения: 11.02.2021).

6. Методическое и программное обеспечение, информационные технологии

6.1 Методическое обеспечение

1. Расчет дистанционной защиты линии электропередачи : методические указания по курсу "Релейная защита электрических сетей" для специальности "Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем" (140203) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. А. Давыдов, А. И. Щеглов]. - Новосибирск, 2012. - 24, [3] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000172505

2. Испытание дифференциальной защиты трансформатора : методические указания к лабораторным работам / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: В. А. Давыдов, О. В. Танфильев]. - Новосибирск, 2016. - 33, [3] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233506

6.2 Специализированное программное обеспечение

1 MathCAD - это интегрированная система программирования, ориентированная на проведение математических и инженерно-технических расчетов. PTC MathCAD

2 Операционная система Microsoft Windows

3 Пакет офисных приложений Microsoft Office

4 Среда графического программирования средств автоматизации NI LabVIEW

6.3 Информационные технологии

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине применяются элементы дистанционных образовательных технологий, а также синхронного и асинхронного взаимодействия в электронной информационно-образовательной среды НГТУ.

7. Материально-техническое обеспечение

Презентационное оборудование

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Демонстрация лекционного материала