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 надежности и диагностики в релейной защите и автоматике

Образовательная программа: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, магистерская программа: Электроэнергетические системы и сети

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. | 0 |
| **6** | Лабораторные занятия, час. | 18 |
| **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:

доцент Фролов М. Ю.

## 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, разрабатывать и использовать средства автоматизации при проектировании объектов и технологий профессиональной деятельности |
| | ПК-3.В/ПР. 1 Демонстрирует знание объектов и технологий профессиональной деятельности |
| | ПК-3.В/ПР. 2 Формулирует техническое задание на проектирование |
| 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 |

## 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 | |
| **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 | |
| **Дидактическая единица: Избыточность и диагностика в релейной защите.** | | | | |
| 3. Модель функционирования релейной защиты. | 2 | 0 | 0 | |
| **Дидактическая единица: Методы расчета показателей надёжности** | | | | |
| 4. Составление формального описания системы релейной защиты и расчет показателей надёжности. Метод "дерева отказов". | 2 | 0 | 0 | |
| 5. Методы расчета показателей надёжности. Логико-вероятностный метод расчета показателей надёжности. | 2 | 0 | 0 | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 6. Метод цепей Маркова. Метод имитационного моделирования процесса функционирования релейной защиты. Таблично-логический метод. | 2 | 0 | 0 | |
| **Дидактическая единица: Определение мест повреждения на воздушных ЛЭП.** | | | | |
| 7. Методы и средства отыскания мест повреждения на воздушных ЛЭП. | 2 | 0 | 0 | |
| **Дидактическая единица: Диагностика релейной защиты энергосистем.** | | | | |
| 8. Диагностика релейной защиты. Пути повышения надёжности РЗА. Диагностика логической части релейной защиты. | 2 | 0 | 0 | |
| **Дидактическая единица: Функциональная и тестовая диагностика логической части релейной защиты.** | | | | |
| 9. Функциональная и тестовая диагностика логической части ТЗНП. | 2 | 0 | 0 | |

| 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 | | 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. | 4 | 1 | 2 | | 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. | 4 | 1 | 2 | | Построение алгоритма вероятностного полинома. Пример расчета показателей надёжности максимальной токовой защиты ЛЭП логико-вероятностным методом. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 4. Метод цепей Маркова. | 4 | 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 | | 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. | 4 | 1 | 4 | | Построение диагностических устройств для РЗА, сигналы на контрольных точках которой изменяются в режиме дежурства. |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 7. Релейная защита как диагностическая система. | 2 | 1 | 2 | | 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. | 4 | 0 | 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 | Контрольные работы | | 1 | 2 |
| 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 | | | | |
| 2 | РГЗ/Реферат | | 23 | 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 | | | | |
| 3 | Подготовка к занятиям | | 13 | 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 | | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 4 | Подготовка к аттестации | | 20 | 2 |
| 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:* | 9 | 18 |
| *Практические занятия:* | 9 | 18 |
| *Контрольные работы:* | 2 | 6 |
| *РГЗ/Реферат:* | 10 | 18 |
| *Экзамен:* | 0 | 40 |

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

Таблица 4.2

| Коды компетенций | Индикаторы достижения компетенций | Формы контроля |
|---|---|---|
| **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 знание объектов и технологий профессиональной деятельности | |
| | ПК-3.В/ПР 2. Формулирует техническое задание на проектирование | |

| | |
|---|---|
| **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 |