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
Цифровые двойники релейной защиты: разработка и анализ

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.	
Проводит анализ полученных результатов	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК-3.В/ПР. 1 Демонстрирует знания объектов профессиональной деятельности	
Умеет осуществлять физические или математические эксперименты	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК-3.В/ПР. 2 Формулирует техническое задание для реализации проекта	
Умеет формировать план реализации поставленной задачи с выполнением каждого этапа	Практические занятия; Самостоятельная работа
УК-1. 1 Анализирует проблемную ситуацию и осуществляет её декомпозицию на отдельные задачи.	
Умеет разрабатывать план проводимого эксперимента	Лекции; Самостоятельная работа
УК-1. 2 Вырабатывает стратегию решения поставленной задачи	
Определяет последовательность решения задач	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
УК-1. 3 Формирует возможные варианты решения задач	
Вырабатывает стратегию решения поставленной задачи	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	Учебная деятельность
Семестр: 3					
Дидактическая единица: Обзор программного обеспечения					

1. Программное обеспечение для решения электроэнергетических задач	4	0	0	УК-1.3	Лекция
2. Расчет нагрузочных и аварийных режимов	6	0	3	ПК-3.В/ПР.1 ,УК-1.2	Лекция
3. Краткий анализ существующего программного обеспечения	2	0	0	УК-1.3	Лекция
Дидактическая единица: Обзор применяемых МП устройств РЗиА и реализованных в них алгоритмов					
4. Обзор комплекса применяемых МП устройств РЗА и алгоритмов	4	0	0	ПК-1.В/ПР.2 ,УК-1.1	Лекция
Дидактическая единица: Структурная схема МП устройства РЗА					
5. Структурная схема МП устройства РЗА	2	0	0	УК-1.1	Лекция

Темы практических занятий	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 3					
Дидактическая единица: Математический аппарат для записи алгоритмов РЗА					
6. Математический аппарат для записи алгоритмов РЗиА	2	0	2	ПК-3.В/ПР.1 ,ПК-3.В/ПР. 2,УК-1.2	Практическое занятие
7. Особенности записи алгоритмов измерительных органов	2	0	2	ПК-1.В/ПР.2 ,ПК-3.В/ПР. 2	Практическое занятие
Дидактическая единица: Реализация алгоритмов РЗиА					
8. Реализация сложных функциональных зависимостей	2	0	2	ПК-3.В/ПР.2 ,УК-1.2	Практическое занятие
9. Алгоритмы ортогонализации по мгновенным значениям	3	2	3	ПК-3.В/ПР.1 ,ПК-3.В/ПР. 2,УК-1.2	Практическое занятие
10. Алгоритм Фурье	2	0	2	ПК-1.В/ПР.2 ,ПК-3.В/ПР. 1	Практическое занятие
11. Алгоритмы выделения аварийных составляющих	1	1	1	ПК-1.В/ПР.2 ,ПК-3.В/ПР. 1,ПК-3.В/ПР .2	Практическое занятие
12. Алгоритмы реле тока	1	0	1	ПК-1.В/ПР.2 ,ПК-3.В/ПР. 1	Практическое занятие
13. Алгоритмы реле направления мощности	2	0	0	ПК-1.В/ПР.2 ,ПК-3.В/ПР. 1,УК-1.3	Практическое занятие
14. Алгоритмы реле сопротивления	3	2	0	ПК-1.В/ПР.2 ,ПК-3.В/ПР. 1,ПК-3.В/ПР .2,УК-1.2	Практическое занятие

Темы для самостоятельного изучения	Часы	Из них в форме практ. подг., час.	Активные формы, час.	Индикаторы достижения компетенций	Учебная деятельность
Семестр: 3					
Дидактическая единица: Реализация алгоритмов РЗиА					
15. Алгоритмы дифференциальной защиты генератора	4	2	0	ПК-1.В/ПР.2,ПК-3.В/ПР.1,УК-1.1,УК-1.2	Практическое занятие

3.1 Практическая подготовка

Таблица 3.2

№	Темы занятий	Формы организации занятий	Содержание практической подготовки (виды работ)
1	Алгоритмы ортогонализации по мгновенным значениям	Пр	Выполняет следующие виды работ: получение практических навыков выделения ортогональных составляющих контролируемых величин
2	Алгоритмы выделения аварийных составляющих	Пр	Выполняет следующие виды работ: практические навыки выделения симметричных составляющих
3	Алгоритмы реле сопротивления	Пр	Выполняет следующие виды работ: формирование навыков реализации характеристик срабатывания дистанционной защиты в виде окружности, эллипса, многоугольника. Его проверка с использованием РЕТОМа-61.
4	Алгоритмы дифференциальной защиты генератора	Самост.	Выполняет следующие виды работ: навыки реализации дифференциальной защиты. Её проверка с использованием РЕТОМа-61.

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-1.2,УК-1.3	15	1
Разработка цифрового двойника отдельного вида ил фрагмента релейной защиты (задаётся преподвателем): Автоматическая частотная разгрузка : методические указания к выполнению лабораторной работы для магистрантов направления 13.04.02 (140400.68) "Электроэнергетика и электротехника" по курсу "Автоматика энергосистем" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. И. П. Тимофеев]. - Новосибирск, 2015. - 27, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221502 Осинцев А. А. Локальные устройства противоаварийной автоматики : учебно-методическое пособие / А. А. Осинцев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2019. - 65, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000240669 Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042			

2	Подготовка к занятиям	ПК-1.В/ПР.2,ПК-3.В/ПР.1,УК-1.1,УК-1.2,УК-1.3	30	0
: Автоматическая частотная разгрузка : методические указания к выполнению лабораторной работы для магистрантов направления 13.04.02 (140400.68) "Электроэнергетика и электротехника" по курсу "Автоматика энергосистем" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. И. П. Тимофеев]. - Новосибирск, 2015. - 27, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221502 Осинцев А. А. Локальные устройства противоаварийной автоматики : учебно-методическое пособие / А. А. Осинцев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2019. - 65, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000240669 Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042			
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	19	1
: Автоматическая частотная разгрузка : методические указания к выполнению лабораторной работы для магистрантов направления 13.04.02 (140400.68) "Электроэнергетика и электротехника" по курсу "Автоматика энергосистем" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. И. П. Тимофеев]. - Новосибирск, 2015. - 27, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221502 Осинцев А. А. Локальные устройства противоаварийной автоматики : учебно-методическое пособие / А. А. Осинцев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2019. - 65, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000240669 Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042			
4	Самостоятельное изучение теоретического материала	ПК-1.В/ПР.2,ПК-3.В/ПР.1,УК-1.1,УК-1.2	4	0
Студент изучает темы, приведенные в таблице 3.1 : Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042				

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; Портал НГТУ; Социальные сети
Консультирование	e-mail; Социальные сети; Среда электронного обучения НГТУ
Контроль	Среда электронного обучения НГТУ
Размещение учебных материалов	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		
Практические занятия:	40	80
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. Глазырин В. Е. Выполнение продольных дифференциальных защит электрооборудования электрических станций и подстанций : [учебное пособие] / В. Е. Глазырин, А. А. Осинцев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2017. - 68, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000237335

2. Глазырин В. Е. Расчет уставок релейной защиты блока генератор-трансформатор : [учебное пособие] / В. Е. Глазырин, А. А. Осинцев, Е. И. Фролова ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2018. - 76, [3] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000238771

Дополнительная литература

1. 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

2. Глазырин В. Е. Функциональные устройства РЗА на операционных усилителях : [учебное пособие] / В. Е. Глазырин, А. А. Осинцев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2018. - 80, [2] с.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000240186

Интернет-ресурсы

1. Моделирование релейной защиты / FaultAn.ru. Просто РЗА : сайт. – Чебоксары, 5 августа 2020. – URL: https://faultan.ru/category/simulation/relay_protection/ (дата обращения: 15.02.2021). – Текст : электронный.

2. Типовые функции цифровых устройств противоаварийной автоматики ФСМ, ФТКЗ, АЧР, ЧАПВ, ЧДА, КПР, САОН, АОПО, АРПМ [Электронный ресурс] : стандарт организации. СТО 56947007- 33.040.20.204-2015 ; дата введения: 03.11.2015. – [Москва] : ФСК ЕЭС, 2015. – www.fsk-ees.ru/upload/docs/STO_56947007-33.040.20.204-2015.pdf. – Загл. с экрана.

6. Методическое и программное обеспечение, информационные технологии

6.1 Методическое обеспечение

1. Осинцев А. А. Локальные устройства противоаварийной автоматики : учебно-методическое пособие / А. А. Осинцев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2019. - 65, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000240669

2. Автоматическая частотная разгрузка : методические указания к выполнению лабораторной работы для магистрантов направления 13.04.02 (140400.68) "Электроэнергетика и электротехника" по курсу "Автоматика энергосистем" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. И. П. Тимофеев]. - Новосибирск, 2015. - 27, [2] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000221502

3. Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042

6.2 Специализированное программное обеспечение

1 Создание отчётов для лабораторных работ. Microsoft Microsoft Office

2 Моделирование электромагнитных процессов MathWorks Matlab Simulink

3 Программный комплекс моделирования энергосистем Manitoba Hydro International LTD PSCAD

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

Лабораторный стенд

№	Наименование	Назначение
1	Комплекс программно-технический РЕТОМ-61	Проверка правильности моделирования отдельных устройств РЗиА
2	Компьютерный класс №37	Моделирование режимов и алгоритмов РЗиА
3	Ноутбук hp ProBook 4535s (к.2,каб.210)	Используется для управления комплексом РЕТОМ-61
4	Проектор №4 BenQ Projector MX514 (DLP, 2700люмен, 10000:1, 1024x768, D-Sub, HDMI, RCA, S-Video,USB, ПДУ)	Использование для краткой демонстрации выбора уставок АЛАР на дистанционном Использование для демонстрации особенностей моделирования алгоритмов РЗиА