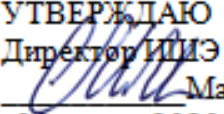


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИИЭ

Матвеев А.С.
«30» июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2018 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ заочная

Настройка и эксплуатация устройств микропроцессорной релейной защиты и автоматики			
Направление подготовки	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника		
Образовательная программа	Электроэнергетика		
Специализация	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	5	семестр	10
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	12	
	Практические занятия	14	
	Лабораторные занятия	10	
	ВСЕГО	36	
Самостоятельная работа, ч			180
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект)			Курсовой проект
ИТОГО, ч			216
Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОЭЭ
И.о. заведующего кафедрой – руководителя отделения на правах кафедры			Ивашутенко А.С.
Руководитель ООП			Шестакова В.В.
Преподаватель			Юдин С.М.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ПК(У) - 3.	Способен проводить проектирование в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных методов	И.ПК(У) -3.1.	Способен проводить проектирование электроустановок и аппаратов различных типов в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных методов	ПК(У)- 3.1В1	Владеет навыками использования профессионального программного комплекса для проектирования систем релейной защиты и автоматики
				ПК(У)- 3.1У1	Умеет подготавливать исходные данные в соответствии с правилами профессионального программного комплекса для проектирования систем релейной защиты и автоматики
				ПК(У)- 3.1З1	Знает назначение и требования к устройствам РЗА и сетевой автоматики
				ПК(У)- 3.1В2	Владеет навыками чтения схем релейной защиты, выполненной на электромеханической базе и на микропроцессорной базе
				ПК(У)- 3.1У2	Умеет рассчитывать параметры срабатывания релейной защиты различных типов и оценивать их на соответствие нормативным требованиям
				ПК(У)- 3.1З2	Знает характеристики и основные отличия устройств релейной защиты и автоматики от разных производителей
ПК(У) - 4.	Способен контролировать техническое состояние объектов профессиональной деятельности, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт по имеющейся технической документации	И.ПК(У) -4.2.	Применяет методы и технические средства для испытаний и диагностики электроустановок и аппаратов различных типов	ПК(У)- 4.2В1	Владеет навыками работы с испытательными комплексами для тестирования устройств РЗА
				ПК(У)- 4.2У1	Умеет собирать испытательные схемы для проверки и наладки устройств РЗА
				ПК(У)- 4.2З1	Знает методику определения параметров технического состояния устройств РЗА

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД 1	Применять знания о конструкции и физических основах работы электроустановок электроэнергетических систем (ЭЭС) для составления схем замещения и расчета установившихся режимов и переходных процессов ЭЭС	И.ПК(У)-3.1.
РД 2	Рассчитывать параметры срабатывания устройств микропроцессорных РЗА с применением профессиональных программных комплексов	И.ПК(У)-3.1.
РД3	Применять экспериментальные методы определения характеристик устройств микропроцессорных РЗА с применением профессиональных испытательных	И.ПК(У)-4.2.

	комплексов	
РД4	Выполнять обработку и анализ параметров срабатывания микропроцессорных устройств РЗА, полученных при теоретических расчетах и экспериментах, и оценивать их на соответствие нормативным требованиям	И.ПК(У)-3.1. И.ПК(У)-4.2.

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1. Микропроцессорные (цифровые) устройства защиты	РД1, РД2, РД3, РД4	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	45
Раздел 2. Микропроцессорная релейная защита силовых трансформаторов и автотрансформаторов	РД1, РД2, РД3, РД4	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	45
Раздел 3. Микропроцессорная релейная защита воздушных линий электропередачи	РД1, РД2, РД3, РД4	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	45
Раздел 4. Микропроцессорная релейная защита синхронных генераторов и электрических двигателей	РД1, РД2, РД4	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	45

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Микропроцессорные (цифровые) устройства защиты

Основные принципы построения микропроцессорных (цифровых) устройств защиты. Основные элементы микропроцессорных устройств защиты: промежуточные преобразователи, аналоговые частотные фильтры, аналого-цифровой преобразователь, микропроцессор. Принципы обработки входной информации: дискретизация, квантование, цифровая фильтрация, преобразование в вектор и т.д.

Темы лекций:

1. Изучение основных элементов микропроцессорных (цифровых) устройств защиты: промежуточные преобразователи, аналоговые частотные фильтры, аналого-цифровой преобразователь, микропроцессор.
2. Изучение принципов обработки входной информации: дискретизация, квантование, цифровая фильтрация, преобразование в вектор и т.д. Изучение основных алгоритмов функционирования микропроцессорных (цифровых) устройств защиты: защиты, реагирующие на изменение одного, двух и более параметров оборудования.
3. Алгоритмы функционирования цифровой релейной защиты: максимальные токовые защиты, защиты с контролем напряжения, защиты контроля симметричных составляющих, дистанционные защиты, дифференциальные защиты.

Темы практических занятий:

1. Изучение структуры типового проекта по настройке релейной защиты, с учетом особенностей применения микропроцессорных устройств. Средства проектирования релейной защиты объектов энергосистемы.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование микропроцессорного терминала защиты MICOM P543 Agile. Ступенчатая токовая защита с зависимой и независимой время-токовыми характеристиками срабатывания.

Раздел 2. Микропроцессорная релейная защита силовых трансформаторов и автотрансформаторов
--

Основные повреждения и ненормальные режимы работы силовых трансформаторов и автотрансформаторов. Принципы действия устройств микропроцессорной релейной защиты, обеспечивающих защиту оборудования от них. Методики и особенности настройки устройств защиты силовых трансформаторов и автотрансформаторов в соответствии с применяемой нормативной документацией.

Темы лекций:

1. Основные повреждения и ненормальные режимы работы силовых трансформаторов и автотрансформаторов.
2. Особенности функционирования и настройки микропроцессорных устройств релейной защиты силовых трансформаторов и автотрансформаторов.

Темы практических занятий:

1. Расчет настроек микропроцессорной релейной защиты силовых трансформаторов и автотрансформаторов.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование микропроцессорного терминала защиты TOP 200. Максимальная токовая защита с контролем снижения напряжения.

Раздел 3. Микропроцессорная релейная защита воздушных линий электропередачи
--

Особенности функционирования микропроцессорных дистанционных защит линий электропередачи: принципы построения, особенности функционирования, схемы подключения, характеристики срабатывания. Особенности совместной работы защит с относительной селективностью, установленных по концам линии электропередачи.

Темы лекций:

1. Основные повреждения и ненормальные режимы работы линий электропередачи.
2. Особенности функционирования и настройки микропроцессорных устройств релейной защиты линий электропередачи.

Темы практических занятий:

1. Расчет параметров срабатывания устройств релейной защиты воздушных линий электропередачи.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование микропроцессорного терминала защиты SEPAM 1000+ серии 40. Автоматика повторного включения.

Раздел 4. Микропроцессорная релейная защита синхронных генераторов и электрических двигателей

Основные повреждения и ненормальные режимы работы синхронных генераторов. Принципы действия устройств релейной защиты, обеспечивающих защиту оборудования от них. Основные повреждения и ненормальные режимы работы электрических двигателей. Принципы действия микропроцессорных устройств релейной защиты, обеспечивающих защиту оборудования электроэнергетических систем.

Темы лекций:

1. Основные повреждения и ненормальные режимы работы синхронных генераторов и электрических двигателей.
2. Особенности функционирования и настройки устройств релейной защиты электрических двигателей.
3. Особенности функционирования и настройки устройств релейной защиты синхронных генераторов.

Темы практических занятий:

1. Расчет параметров срабатывания устройств релейной защиты синхронных генераторов.
2. Расчет параметров срабатывания устройств релейной защиты электрических двигателей.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование микропроцессорного терминала защиты Siemens Siprotech 7SJ62. Ступенчатая токовая защита с зависимой и независимой время-токовыми характеристиками срабатывания.

Тематики курсового проекта

Номер варианта курсового проекта определяется номером ФИО студента в списке группы.

Курсовые проекты выполняются с использованием профессионального ПК «АРМ СРЗА» по реальным базам данных для энергосистем, входящих в состав Объединенной энергосистемы Сибири.

1. Проектирование релейной защиты линии 110 кВ ПС «Чулымская» – ПС «Груздевка» Новосибирской энергосистемы.
2. Проектирование релейной защиты линии 110 кВ ПС «Чулымская» – ПС «Дупленская» Новосибирской энергосистемы.
3. Проектирование релейной защиты линии 220 кВ ПС «Урожай» – ПС «Мыкуль» Новосибирской энергосистемы.
4. Проектирование релейной защиты линии 220 кВ ПС «Урожай» – ПС «Зубково» Новосибирской энергосистемы.
5. Проектирование релейной защиты автотрансформатора 220 кВ ПС «Тулинская» Новосибирской энергосистемы.
6. Проектирование релейной защиты автотрансформатора 220 кВ ПС «Дружная» Новосибирской энергосистемы.
7. Проектирование релейной защиты автотрансформатора 220 кВ ПС «Груздевка» Новосибирской энергосистемы.

8. Проектирование релейной защиты автотрансформатора 220 кВ ПС «Чулымская» Новосибирской энергосистемы.
9. Проектирование релейной защиты линии 220 кВ ПС «Ново-Анжерская» – ПС «Крохалевская» Кузбасской энергосистемы.
10. Проектирование релейной защиты линии 220 кВ ПС «Заискитимская» – ПС «Крохалевская» Кузбасской энергосистемы.
11. Проектирование релейной защиты линии 110 кВ ТЭЦ «Ново-Кемеровская» – ПС «Заискитимская» Кузбасской энергосистемы.
12. Проектирование релейной защиты линии 110 кВ ТЭЦ «Ново-Кемеровская» – ПС «Азот» Кузбасской энергосистемы.
13. Проектирование релейной защиты линии 110 кВ ПС «Кемеровская» – ПС «Краснополянская» Кузбасской энергосистемы.
14. Проектирование релейной защиты линии 110 кВ ПС «Краснополянская» – ПС «Торсьма» Кузбасской энергосистемы.
15. Проектирование релейной защиты автотрансформатора 220 кВ ПС «Азот» Кузбасской энергосистемы.
16. Проектирование релейной защиты автотрансформатора 220 кВ ПС «Кемеровская» Кузбасской энергосистемы.
17. Проектирование релейной защиты автотрансформатора 220 кВ ПС «Крохалевская» Кузбасской энергосистемы.
18. Проектирование релейной защиты автотрансформатора 220 кВ ПС «Заискитимская» Кузбасской энергосистемы.
19. Проектирование релейной защиты автотрансформатора 220 кВ ПС «Ново-Анжерская» Кузбасской энергосистемы.
20. Проектирование релейной защиты линии 110 кВ ПС «Таежная» – ПС «Анжерская» Кузбасской энергосистемы.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Выполнение индивидуальных заданий;
- Работа над курсовым проектом;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим занятиям;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Чернобровов, Николай Васильевич. Релейная защита энергетических систем : учебное пособие для техникумов / Н. В. Чернобровов, В. А. Семенов. — Екатеринбург: Юланд, 2016. — 800 с.: ил. - Текст : непосредственный 47 экз.
2. Дьяков А.Ф., Микропроцессорная автоматика и релейная защита электроэнергетических систем: учеб. пособие для вузов / Дьяков А.Ф. - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011614.html> (дата обращения: 31.08.2019). - Режим доступа: по подписке.
3. Гуревич, В. И. Микропроцессорные реле защиты: устройство, проблемы, перспективы / В. И. Гуревич. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2011. — 336 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/65083> (дата обращения: 31.08.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Стандарт ПАО «ФСК ЕЭС». Технические требования к микропроцессорным устройствам РЗА. СТО 29.120.70.241-2017. Дата введения 28.02.2017. Схема доступа: https://fsk-ees.ru/about/standards_organization/
2. Гуревич, В. И. Уязвимости микропроцессорных реле защиты: проблемы и решения / В. И. Гуревич. — 2-е изд. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2017. — 256 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/95769> (дата обращения: 31.08.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Испытательные системы серии "РЕТОМ" и их применение для проверки устройств релейной защиты и автоматики: учебное пособие / С. М. Юдин, В. В. Шестакова, С. Н. Пашковский, Е. А. Понамарев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. — Томск: Изд-во ТПУ, 2011. — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m281.pdf> (дата обращения: 31.08.2019) Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст: электронный.
4. Захаров, О. Г. Надежность цифровых устройств релейной защиты. Показатели. Требования. Оценки: учебное пособие / О. Г. Захаров. — Вологда: Инфра-Инженерия, 2014. — 128 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/65084> (дата обращения: 31.08.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.2. Информационное и программное обеспечение

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке:

<https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>

1. Сайт АО «СО ЕЭС», Технологические основы деятельности. Стандарты, правила, нормы и требования. URL: <http://so-ups.ru/?id=1090>
2. Сайт «ФСК ЕЭС» Стандарты организации URL: https://fsk-ees.ru/about/standards_organization/

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

1. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Microsoft Office 2013 Standard Russian Academic;
2. Document Foundation LibreOffice;
3. Cisco Webex Meetings\$
4. Zoom Zoom.
5. Google Chrome
6. Mathcad 15 Academic Floating
7. ПВК «АРМ СРЗА»

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее оборудование:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7 327	Компьютер - 1 шт.; Телевизор - 1 шт. Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 42 посадочных мест.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034 г. Томская область, Томск, Усова улица, д.7 241	Компьютер - 11 шт.; Принтер - 1 шт. Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест; Тумба подкатная - 3 шт.; Стойка технологическая к лабораторному столу - 3 шт.; Комплекс программно-технический измерительный Ретом-51 с комплектами ЗИП - 1 шт.; Универсальный комплекс для оценки параметров средств релейной защиты и автоматики Ретом-11М с комплектами ЗИП - 1 шт.; Лабораторный стенд по релейной защите - 1 шт.; Комплекс микропроцессорных защит типа SIPROTEC - 1 шт.; Терминал релейной защиты Р40 Agile P54391KA7M5750M - 1 шт.;
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория) 634034 г. Томская область, Томск, Усова улица, д.7 320	Компьютер - 31 шт.; Проектор - 2 шт. Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест; Шкаф для документов - 2 шт.;

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы «Электроэнергетика» по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и

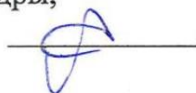
электротехника» / специализация «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» (прием 2018 г., заочная форма обучения).

Разработчик:

Должность	Степень, звание	ФИО
Доцент ОЭЭ	к.т.н., доцент	Юдин С.М.

Программа одобрена на заседании отделения Электроэнергетики и электротехники ИШЭ (протокол от 22.06.2018 г. № 7)

И.о. заведующего кафедрой –
руководителя отделения на правах кафедры,
к.т.н., доцент

 А.С. Ивашутенко

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОЭЭ протокол
2018/2019 учебный год	1. Изменена система оценивания.	От 27.08.18 №4/1

3.