

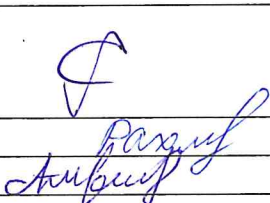
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИШЭ
Матвеев А.С.
«30» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Релейная защита электроэнергетических систем			
Направление подготовки/ специальность	13.04.02 Электроэнергетика и электротехника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	“Electric Power Generation and Transportation” (Производство и транспортировка электрической энергии)		
Специализация	“Electric Power Generation and Transportation” (Производство и транспортировка электрической энергии)		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	1	семестр	1
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		
	Практические занятия		16
	Лабораторные занятия		16
	ВСЕГО		48
Самостоятельная работа, ч			60
ИТОГО, ч			108

Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОЭЭ ИШЭ
------------------------------	---------	------------------------------	---------

И.о. заведующего кафедрой - руководителя ОЭЭ на правах кафедры		Ивашутенко А.С.
Руководитель ООП		Рахматуллин И.А.
Преподаватель		Андреев М.В.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся ООП (п. 5.4 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ПК(У)-3	Способен управлять передачей и распределением электрической энергии по электроэнергетическим системам и сетям	И.ПК(У)-3.3	Учитывает влияние режимов работы электроэнергетических систем на функционирование релейной защиты и противоаварийной автоматики	ПК(У)-3.3В1	работы с техническими средствами управления режимами электроэнергетических объектов/ работы с системами автоматизированного проектирования
				ПК(У)-3.3У1	применять компьютерную технику и информационные технологии в своей профессиональной деятельности
				ПК(У)-3.3З1	актуальных задач и проблем электроэнергетики и электротехники/ современных аналитических методов и моделей комплексного инженерного анализа
ПК(У)-6	Способен применять нормативно-техническую документацию для разработки проектной документации и при эксплуатации энергообъектов и электротехнических устройств	И.ПК(У)-6.5	Уметь разрабатывать в соответствии с общепринятыми стандартами проектную документацию по проектированию релейной защиты и противоаварийной автоматики	ПК(У)-6.5В1	разработки технической документации при решении определенных задач профессиональной деятельности
				ПК(У)-6.5У1	Разрабатывать рабочую техническую документацию в области своей профессиональной деятельности/ анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию/ использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации электроэнергетических и электротехнических объектов
				ПК(У)-6.5З1	основных требований, норм и правил оформления научно-технических отчетов, проектной, оперативной и другой технической документации в соответствии с отраслевыми стандартами/ порядка разработки и состава научно-технической, проектной, монтажной, наладочной и ремонтной документации/основ систем менеджмента качества (СМК) и технологии разработки документов для внедрения и поддержания СМК на предприятиях (организациях и учреждениях) электроэнергетического и электротехнического профилей
ПК(У)-7	Способен осваивать новое электроэнергетическое и электротехническое оборудование; проверять техническое состояние и остаточный ресурс оборудования и организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт.	И.ПК(У)-7.2	Применяет знания релейной защиты и противоаварийной автоматики для решения задач расчёта и анализа данных устройств	ПК(У)-7.2В1	освоения нового электроэнергетического и электротехнического оборудования
				ПК(У)-7.2У1	выбирать новое оборудование для замены существующего в процессе эксплуатации, оценивать его достоинства и недостатки/ проверять техническое состояние и остаточный ресурс электроэнергетического и электротехнического оборудования
				ПК(У)-7.2З1	состояния и тенденций развития современного отечественного и зарубежного электроэнергетического и электротехнического оборудования/ методов и способов проведения работ по техническому обслуживанию электроэнергетического и электротехнического оборудования/ методов и способов

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
					оценки технического состояния и остаточного ресурса электроэнергетического и электротехнического оборудования

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к базовой части модуля общепрофессиональных дисциплин 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	Применяет актуальную нормативно-техническую документацию в области проектирования релейной защиты и автоматики объектов электроэнергетических систем	И.ПК(У)-6.5
РД-2	Способен выполнять инженерное проектирование релейной защиты и автоматики объектов электроэнергетических систем	И. ПК (У)-3.3
РД-3	Способен обеспечить ввод в эксплуатацию и техническое обслуживание микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики объектов электроэнергетических систем	И.ПК(У)-7.2
РД-4	Способен обеспечить настройку микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики объектов электроэнергетических систем, а также программирование логики их работы	И.ПК(У)-7.2

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. Принципы построения микропроцессорных устройств релейной защиты. Основные алгоритмы функционирования.	РД-1	Лекции	2
	РД-2	Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	10
Раздел 2. Особенности функционирования и настройки микропроцессорной релейной защиты основного оборудования электроэнергетических систем	РД-2	Лекции	6
	РД-3	Практические занятия	6
	РД-4	Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	20
Раздел 3. Эксплуатация и настройка релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем: подключение, настройка, обслуживание.	РД-3	Лекции	4
	РД-4	Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	15
Раздел 4. Информационно-управляющая система микропро-	РД-4	Лекции	4
		Практические занятия	4

цессорных защит. Протоколы связи. Формат COMTRADE.		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	15

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Принципы построения микропроцессорных устройств релейной защиты. Основные алгоритмы функционирования.

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 принципов работы аналого-цифрового преобразования, цифровых фильтров, методов векторного преобразования.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование микропроцессорного терминала защиты MICOM P543 Agile. Ступенчатая токовая защита с зависимой и независимой время-токовыми характеристиками срабатывания.
2. Исследование микропроцессорного терминала защиты MICOM P543 Agile. Максимальная токовая защита с контролем снижения напряжения.
3. Исследование микропроцессорного терминала защиты MICOM P543 Agile. Автоматика повторного включения.

Раздел 2. Особенности функционирования и настройки микропроцессорной релейной защиты основного оборудования электроэнергетических систем

Темы лекций:

1. Особенности функционирования и настройки микропроцессорной релейной защиты воздушных линий электропередачи, синхронных генераторов, электрических двигателей, силовых трансформаторов и автотрансформаторов.

Темы практических занятий:

1. Изучение методов расчета уставок микропроцессорной релейной защиты воздушных линий электропередачи.
2. Изучение методов расчета уставок микропроцессорной релейной защиты синхронных генераторов и электрических двигателей.
3. Изучение методов расчета уставок микропроцессорной релейной защиты силовых трансформаторов и автотрансформаторов.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование микропроцессорного терминала защиты TOP 200. Ступенчатая токовая защита с зависимой и независимой время-токовыми характеристиками срабатывания.
2. Исследование микропроцессорного терминала защиты TOP 200. Максимальная токовая защита с контролем снижения напряжения.
3. Исследование микропроцессорного терминала защиты TOP 200. Автоматика повторного включения.

Раздел 3. Эксплуатация и настройка релейной защиты и автоматики электро-

энергетических систем: подключение, настройка, обслуживание.

Темы лекций:

1. Изучение схем подключения, особенностей эксплуатации и конфигурирования микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем. Программное обеспечение микропроцессорных устройств релейной защиты. Эксплуатационная эффективность микропроцессорных устройств релейной защиты.

Темы практических занятий:

1. Изучение современных методов и средств тестирования микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование микропроцессорного терминала защиты SEPAM 1000+ серии 40. Ступенчатая токовая защита с зависимой и независимой время-токовыми характеристиками срабатывания.
2. Исследование микропроцессорного терминала защиты SEPAM 1000+ серии 40. Максимальная токовая защита с контролем снижения напряжения.
3. Исследование микропроцессорного терминала защиты SEPAM 1000+ серии 40. Автоматика повторного включения.

Раздел 4. Информационно-управляющая система микропроцессорных защит. Протоколы связи. Формат COMTRADE.

Темы лекций:

1. Изучение основных принципов построения информационно-управляющей системы микропроцессорных защит. Информационный обмен цифровых релейных защит. Протоколы связи цифровых систем контроля и защиты. Стандарт МЭК 61850. Современные методы и средства испытания устройств релейной защиты. Формат COMTRADE.

Темы практических занятий:

1. Изучение особенностей информационного обмена в соответствии со стандартом МЭК 61850.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование микропроцессорного терминала защиты Siemens Siprotech 7SJ62. Ступенчатая токовая защита с зависимой и независимой время-токовыми характеристиками срабатывания.
2. Исследование микропроцессорного терминала защиты Siemens Siprotech 7SJ62. Максимальная токовая защита с контролем снижения напряжения.
3. Исследование микропроцессорного терминала защиты Siemens Siprotech 7SJ62. Автоматика повторного включения.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины 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;
- Выполнение курсовой работы или проекта, работа над междисциплинарным проектом;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература

1. Чернобровов, Н. В. Релейная защита энергетических систем: учебное пособие для техникумов / Н. В. Чернобровов, В. А. Семенов. – Екатеринбург: Юланд, 2016. – 800 с.
2. Дьяков, А. Ф. Микропроцессорная автоматика и релейная защита электроэнергетических систем: учебное пособие для вузов / А. Ф. Дьяков. – Москва: Издательский дом МЭИ, 2017. – Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента". – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011614.html> (дата обращения: 26.08.2019). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
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: 27.08.2019). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература

1. 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 (ТПУ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2011. – URL: <https://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m281.pdf> (дата обращения: 25.08.2019). – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. – Текст: электронный.
2. Релейная защита электроэнергетических систем: учебное пособие / М. В. Андреев, Н. Ю. Рубан, А. А. Суворов [и др.]; составители М.В. Андреев [и др.]. – Томск: ТПУ, 2018. – 167 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/113201> (дата обращения: 26.08.2019). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. 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: 26.08.2019). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Постановление правительства РФ от 13.08.2018 (ред. 08.12.2018) "Об утверждении Правил технологического функционирования электроэнергетических систем и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации "[Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru/popular/>.
5. ГОСТ Р 55105-2019 «Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Оперативно-диспетчерское управление. Автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Противоаварийная автоматика энергосистем. Нормы и требования» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru/popular/>.
6. РД 153-34.0-35.617-2001 Правила технического обслуживания устройств релейной защиты, электроавтоматики, дистанционного управления и сигнализации электростанций и подстанций 110-750 кВ. Утверждены РАО «ЕЭС России» 20.01.2001. Ред. 29.04.2004 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru/popular/>.

6.2 Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

Информационно-справочные системы:

1. Информационно-справочная система «Кодекс» – <http://kodeks.lib.tpu.ru/>

2. Правовая система КонсультантПлюс <http://www.consultant.ru/popular/> Электронно–библиотечная система «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/>
3. Электронно–библиотечная система «Лань» – <https://e.lanbook.com/>
4. Электронно–библиотечная система «Юрайт» – <https://urait.ru/>
5. Электронно–библиотечная система «ZNANIUM.COM» – <https://new.znanium.com/>
6. Сайт Федеральной служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.gks.ru> (содержит все макроэкономические показатели)

Профессиональные Базы данных:

1. Научно–электронная библиотека eLIBRARY.RU – <https://elibrary.ru/defaultx.asp>

Лицензионное программное обеспечение:

1. Microsoft Office 2016 Standard Russian Academic.
2. Document Foundation LibreOffice.

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее оборудование для практических и занятий:

№	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, д. 7 312	Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт. Доска аудиторная настенная - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 56 посадочных мест;
2	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, д. 7 316	Комплект учебной мебели на 40 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.
3	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (научная лаборатория) . 634034 Томская область, г. Томск, улица Усова, д.7 320	Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест; Шкаф для документов - 2 шт.; Проектор - 2 шт.; Компьютер - 31 шт. Модуль мониторинга температуры TUG416B/SU серии Multifunction relays - 1 шт.; Комплекс "НЕБА" - 1 шт.; Лабораторный комплекс "Передача команд противоаварийной автоматики в энергосистемах" - 1 шт.; Woodward EASYLITE 100 (контроллер наблюдения за генераторными агрегатами) - 1 шт.; Распределительный шкаф RAL 7035 - 5 шт.; Лаборат.учебный стенд для проверки оборудования передачи команд релейной защиты - 1 шт.; Устройство релейной защиты, контроля и управления выключателем DTSC-200 - 1 шт.; Устройство релейной защиты воздушных и кабельных линий CSP2-L с панелью контроля и управления CMP1 серии System Line - 2 шт.; Синхронизатор SPM-D10/YB - 1 шт.; Устройство релейной защиты фидера MRA4A0AB серии HighPROTEC - 2 шт.; Устройство релейной защиты двигателя DTSC-50-50B - 1 шт.; Конвейер ленточный (прямой) 1400/300 - 1 шт.; Электропривод "Гусар" П,И5,300,1,8,Э32,УХЛ1 в комплекте с дисковымповоротным затвором ГРАНВЭЛ Ду150Ру16 и КПЭ - 1 шт.; Устройство релейной защиты и управления генератором MFR15/SYN-1 серии Multifunction relays - 1 шт.; Лабораторный стенд № 1 Испытание режимов работы ленточного конвейера - 1 шт.; Woodward

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
		EASYGEN 3000 (контроллер управления генераторными агрегатами) - 3 шт.; Лабораторный стенд № 2 Исследование режимов управления электромеханическими устройствами на базе программируемых логических контроллеров - 1 шт.; Woodward LS-5 (контроллер для управления и защиты выключателя) - 1 шт.; Устройство релейной защиты по напряжению и частоте MRU4A0AB серии HighPROTEC - 1 шт.; Устройство релейной защиты фидера MFR11/SC+N серии Multifunction relays - 1 шт.; Устройство дифференциальной релейной защиты трансформатора MRDT4 серии HighPROTEC - 1 шт.; Woodward EASYGEN 1000 (контроллер управления генераторными агрегатами) - 1 шт.; Устройство дифференциальной релейной защиты блока генератора трансформатор ESDR4T серии Multifunction relays - 1 шт.;
3	Аудитория для самостоятельной работы: 634034, Томская область, г. Томск, Белинского улица, 53а, 210	Комплект учебной мебели на 25 посадочных мест; Компьютер - 15 шт.; Принтер - 4 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы “Electric Power Generation and Transportation” (Производство и транспортировка электрической энергии) приема 2019 г., очная форма обучения.

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент ОЭЭ		Андреев М.В.

Программа одобрена на заседании Отделения электроэнергетики и электротехники (протокол от «27» июня 2019 г. № 6).

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

 /Ивашутенко А.С./
подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОЭЭ (протокол)
2019/2020 учебный год	1. Изменено содержание разделов рабочей программы дисциплины «Релейная защита электро-энергетических систем» 2. Обновлено программное обеспечение.	От 27.06.2019 г. № 6.