

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИИПЭ

 Матвеев А.С.

« 26 » июля 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ПРИЕМ 2020 г.

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Проектирование и эксплуатация релейной защиты и автоматики энергосистем

Направление подготовки/ специальность	13.04.02 Электроэнергетика и электротехника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Управление режимами электроэнергетических систем		
Специализация	Управление режимами электроэнергетических систем		
Уровень образования	высшее образование-магистратура		
Курс	2	семестр	3
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	16	
	Практические занятия	16	
	Лабораторные занятия	16	
	ВСЕГО	48	
Самостоятельная работа, ч		60	
ИТОГО, ч		108	

Вид промежуточной
аттестации

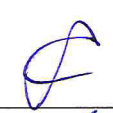
Экзамен

Обеспечивающее
подразделение

ОЭЭ

И.о. заведующего кафедрой –
руководителя ОЭЭ
на правах кафедры
Руководитель ООП

Преподаватель

	Ивашутенко А.С.
	Прохоров А.В.
	Шестакова В.В.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного 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 компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ОПК(У)-1	Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	И.ОПК(У)-1.2	Применяет на практике современные технологии сбора, обработки и интерпретации данных	ОПК(У)- 1.2У2	Умеет: применять на практике современные технологии сбора, обработки и интерпретации данных
				ОПК(У)- 1.2З2	Знает: технологии сбора, обработки и интерпретации данных
ПК(У)-1	Способен обосновано применять математические модели, численные методы и отраслевые методические указания для решения задач расчета установившихся режимов и переходных процессов в электроэнергетических системах	И.ПК(У)-1.1	Создает расчетные модели электроэнергетических систем и обеспечивает их работоспособность	ПК(У)- 1.1В2	Владеет: методиками подготовки исходных данных по заданному объекту моделирования
				ПК(У)- 1.1У2	Умеет: собирать и анализировать информацию об объекте моделирования, подготавливать исходные данные в соответствии с формальными правилами программных комплексов для моделирования электроэнергетических систем
				ПК(У)- 1.1З2	Знает: способы и источники получения информации об объекте моделирования
				ПК(У)- 1.1В3	Владеет: методиками создания, актуализации и верификации расчетных моделей электроэнергетических систем
				ПК(У)- 1.1У3	Умеет: задавать топологию и параметры модели, выявлять и устранять ошибки в расчетной модели, оценивать ее адекватность
				ПК(У)- 1.1З3	Знает: методики создания, актуализации и верификации расчетных моделей электроэнергетических систем
ПК(У)-2	Способен анализировать и прогнозировать условия работы отдельных компонентов электроэнергетической системы, их взаимное влияние и совокупное воздействие, оказываемое на состояние и показатели работы системы в целом	И.ПК(У)-2.2	Анализирует и прогнозирует условия работы энергосистемы и её отдельных компонентов на основании результатов измерений электрических величин	ПК(У)- 2.2У1	Умеет: осуществлять количественную и качественную оценку условий работы энергосистемы с помощью векторных диаграмм, трендов изменения телеметрии, осциллограмм регистраторов аварийных событий
				ПК(У)- 2.2З1	Знает: функциональные возможности и требования к системам синхронизированных векторных измерений, телемеханики, регистрации аварийных сигналов и событий

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
				ПК(У)- 2.2У2	Умеет: оценивать правильность и достаточность действий и настроек устройств и систем релейной защиты и автоматики на основании анализа изменения электрических параметров режима работы энергосистемы во времени
ПК(У)-3	Способен разрабатывать мероприятия и принимать решения по управлению электроэнергетическим режимом работы энергосистемы	И.ПК(У)-3.3	Принимает решения об изменении параметров настройки режимной, противоаварийной и сетевой автоматики с целью обеспечения требований к технологическому функционированию электроэнергетических систем	ПК(У)- 3.331	Знает: назначение, принципы выполнения, порядок обслуживания устройств (комплексов) релейной защиты и автоматики
				ПК(У)- 3.3В2	Владеет: методиками выбора настроек устройств релейной защиты и автоматики
				ПК(У)- 3.3У2	Умеет: выполнять расчет уставок устройств релейной защиты

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 технологии сбора, обработки и интерпретации данных для моделирования электроэнергетических систем	И.ОПК(У)-1.2
РД 2	Создавать и актуализировать модели электроэнергетических систем в программных комплексах для расчетов электрических величин при повреждениях сети и уставок релейной защиты	И.ПК(У)-1.1
РД3	Анализировать действия и оценивать правильность настроек устройств релейной защиты и автоматики на основании результатов регистрации аварийных событий и сигналов	И.ПК(У)-2.2
РД4	Рассчитывать параметры срабатывания устройств релейной защиты и сетевой автоматики с целью обеспечения требований к технологическому функционированию электроэнергетических систем	И.ПК(У)-3.3

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 (модуль) 1. Релейная защита и автоматика (РЗА) – общие сведения	РД1	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	–
		Самостоятельная работа	7
Раздел (модуль) 2. Применение программно-технических комплексов для проектирования и наладки устройств релейной защиты ЭЭС	РД2	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	–
		Самостоятельная работа	20
Раздел (модуль) 3. Комплексы РЗА в ЭЭС	РД2, РД3, РД4	Лекции	8
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	16
		Самостоятельная работа	25
Раздел (модуль) 4. Оперативные цепи постоянного тока (ОЦПТ). Сигнализация	РД3, РД4	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	–
		Самостоятельная работа	8

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Релейная защита и автоматика (РЗА) – общие сведения

Классификация систем релейной защиты и автоматики (РЗА). Общие требования к устройствам РЗА. Принятие решения по составу комплекса РЗА для заданных объектов в соответствии с нормативными требованиями. Структурная схема РЗА.

Темы лекций:

1. Классификация систем РЗА.

Темы практических занятий:

1. Выбор измерительных трансформаторов тока и трансформаторов напряжения для высоковольтной ЛЭП.

Раздел 2. Применение программно-технических комплексов для проектирования и наладки устройств релейной защиты ЭЭС

Общие сведения о ПК «Автоматизированное рабочее место служб расчетов уставок релейной защиты» (АРМ СРЗА). Решаемые прикладные задачи, возможности и ограничения АРМ СРЗА. Программа расчета токов короткого замыкания (КЗ) «АРМ СРЗА». Принципы формирования схемы района с точки зрения РЗА заданного объекта. Дополнительные возможности нового программно-вычислительного комплекса «Автоматизированный расчет уставок РЗА» (ПВК АРУ).

Темы лекций:

1. ПК Автоматизированное рабочее место служб расчетов уставок релейной защиты (АРМ СРЗА).

2. Программа расчета токов короткого замыкания (КЗ) «АРМ СРЗА».

Темы практических занятий:

1. Расчет электрических величин при различных видах продольной и поперечной несимметрии, формирование протоколов в программе расчета токов КЗ в ПК АРМ СРЗА.
2. Формирование схемы района для РЗА заданного объекта и протоколов для расчета параметров срабатывания РЗ в ПК АРМ СРЗА.

Раздел 3. Комплексы РЗА в ЭЭС

Комплексы РЗА линий электропередачи. Принципы выбора параметров срабатывания защит: токовые ступенчатые защиты нулевой последовательности, дистанционные защиты. Дифференциально-фазная высокочастотная защита. Комплексы РЗА автотрансформаторов, трансформаторов и шунтирующих реакторов. Особенности выполнения защит трансформаторов.

Темы лекций:

1. Комплексы РЗА линий электропередач.
2. Комплексы РЗА трансформаторов и шунтирующих реакторов.

Темы практических занятий:

1. Расчет влияния промежуточной подпитки и топологии сети на измерение сопротивления дистанционной защитой линии.
2. Расчет влияния доаварийной загрузки линии на измерение сопротивления дистанционной защитой.
3. Анализ и сопоставление схем РЗ, выполненных на электромеханической и микропроцессорной базах.
4. Анализ схем релейной защиты АТ. Определение защит, которые приходят в действие при заданных повреждениях.

Названия лабораторных работ:

1. Расчет параметров срабатывания и проверка чувствительности цифровой токовой защиты нулевой последовательности высоковольтной линии.
2. Расчет параметров срабатывания и проверка чувствительности цифровой дистанционной защиты высоковольтной линии.
3. Расчет параметров срабатывания и проверка чувствительности цифровой дифференциальной токовой защиты АТ связи.
4. Расчет параметров и проверка чувствительности цифровой токовой защиты нулевой последовательности АТ связи.

Раздел 4. Оперативные цепи постоянного тока (ОЦПТ). Сигнализация

Типовые схемы ОЦПТ. Способы контроля изоляции ОЦПТ. Методы поиска повреждения ОЦПТ. Аварийная и предупредительная сигнализация. Назначение и виды сигнализации. Схемы сигнализации.

Темы лекций:

1. Оперативные цепи постоянного тока.

Темы практических занятий:

1. Расчет перекосов напряжений при снижении сопротивления изоляции в ОЦПТ.

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:
 - 1) Аварийная и предупредительная сигнализация. Назначение и виды сигнализации. Схемы сигнализации.
 - 2) Оперативное обслуживание комплексов релейной защиты.
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям;

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Шнеерсон, Эдуард Менделевич. Цифровая релейная защита / Э. М. Шнеерсон. — Москва: Энергоатомиздат, 2007. — 548 с.: ил. — Библиогр.: с. 540-541. — ISBN 978-5-283-03256-6. Текст : непосредственный 3 экз. (+2 экз. чит. зал)
2. Дьяков, А.Ф. Микропроцессорная автоматика и релейная защита электроэнергетических систем : учебное пособие / Дьяков А.Ф. / Овчаренко Н.И.. — Москва: МЭИ, 2017. — ISBN 978-5-383-01161-4. URL : <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011614.html> (дата обращения: 17.06.2020). — Режим доступа: по подписке. — Текст: электронный.
3. Уязвимости микропроцессорных реле защиты: проблемы и решения: учебник / 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: 17.06.2020) — Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература:

1. Стандарт АО «СО ЕЭС». Релейная защита и автоматика. Система мониторинга переходных режимов. Нормы и требования. СТО 59012820.29.020.001-2019. Утвержден и введен в действие 18.03.2019. — Схема доступа: <http://so-ups.ru/?id=1090> (дата обращения: 17.06.2020). — Режим доступа: свободный доступ из сети Интернет. — Текст: электронный.
2. Стандарт АО «СО ЕЭС». Релейная защита и автоматика. Автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Устройства фиксации отключения и фиксации состояния линий электропередачи электросетевого и генерирующего оборудования. Нормы и требования. СТО 59012820.29.020.008-2018. Утвержден и введен в действие 29.12.2018. Схема доступа: <http://so-ups.ru/?id=1090> (дата обращения: 17.06.2020). — Режим доступа: свободный доступ из сети Интернет. — Текст: электронный.
3. Стандарт АО «СО ЕЭС». Релейная защита и автоматика. Автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Противоаварийная автоматика. Нормы и требования. СТО 59012820.29.020.004-2018. Утвержден и введен в действие 30.03.2018. Схема доступа: <http://so-ups.ru/?id=1090> (дата обращения: 17.06.2020). — Режим доступа: свободный доступ из сети Интернет. — Текст: электронный.

4. Стандарт ОАО «СО ЕЭС». Релейная защита и автоматика. Взаимодействие субъектов электроэнергетики, потребителей электрической энергии при создании (модернизации) и организации эксплуатации. СТО 59012820.29.020.002-2012. Утвержден и введен в действие 28.04.2012. С изменениями от 05.04.2019. Схема доступа: <http://so-ups.ru/?id=1090> (дата обращения: 17.06.2020). – Режим доступа: свободный доступ из сети Интернет. – Текст: электронный.
5. Стандарт ОАО «СО ЕЭС». Релейная защита и автоматика. Автономные регистраторы аварийных событий (РАС). Нормы и требования. Утвержден и введен в действие 24.11.2015. В редакции от 13.12.2017. Схема доступа: <http://so-ups.ru/?id=1090> (дата обращения: 17.06.2020). – Режим доступа: свободный доступ из сети Интернет. – Текст: электронный.
6. Стандарт ОАО «СО ЕЭС» Релейная защита и автоматика. Требования к содержанию и оформлению инструкций диспетчерских центров по обслуживанию устройств (комплексов) релейной защиты и автоматики. СТО 59012820.29.020.003-2013. Утвержден и введен в действие 14.06.2013. Схема доступа: <http://so-ups.ru/?id=1090> (дата обращения: 17.06.2020). – Режим доступа: свободный доступ из сети Интернет. – Текст: электронный.
7. Стандарт ПАО «ФСК ЕЭС». Методические указания по определению мест повреждений ВЛ напряжением 110 кВ и выше. СТО 29.240.55.224- 2016. Утвержден и введен в действие 17.08.2016. Схема доступа: https://fsk-ees.ru/about/standards_organization/ (дата обращения: 17.06.2020). – Режим доступа: свободный доступ из сети Интернет. – Текст: электронный.
8. Стандарт ПАО «ФСК ЕЭС». Технические требования к микропроцессорным устройствам РЗА. СТО 29.120.70.241-2017. Утвержден и введен в действие 28.02.2017. Схема доступа: https://fsk-ees.ru/about/standards_organization/ (дата обращения: 17.06.2020). – Режим доступа: свободный доступ из сети Интернет. – Текст: электронный.
9. Стандарт ОАО «ФСК ЕЭС» Правила технического обслуживания устройств релейной защиты, автоматики, дистанционного управления и сигнализации подстанций 110–750 кВ. СТО 56947007-33.040.20.141-2012. Утвержден и введен в действие 28.12.2012. Схема доступа: https://fsk-ees.ru/about/standards_organization/ (дата обращения: 17.06.2020). – Режим доступа: свободный доступ из сети Интернет. – Текст: электронный.

6.2. Информационное и программное обеспечение

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

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/
3. Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>
4. Полнотекстовые и реферативные базы данных для студентов и сотрудников ТПУ. URL: <https://www.lib.tpu.ru/html/full-text-db>

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

1. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic
2. Document Foundation Libre Office
3. ПВК «АРМ СРЗА».

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины.

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7 249	Компьютер - 19 шт., Экран Limien Master Control «LMC-100114» - 1 шт. Видеостена - 1 шт., проектор – 1 шт. Доска аудиторная настенная - 1 шт., шкаф для документов - 1 шт., полка - 2 шт., комплект учебной мебели на 15 посадочных мест.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7 221	Проектор - 1 шт.; Компьютер - 20 шт. Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Тумба подкатная - 3 шт.; Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, специализация «Управление режимами электроэнергетических систем» (прием 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик:

Должность	Подпись	ФИО
Доцент ОЭЭ ИШЭ		Шестакова В.В.

Программа одобрена на заседании Отделения электроэнергетики и электротехники (протокол от «25» июня 2020 г. № 6).

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



А.С. Ивашутенко