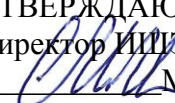


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИИИЭ

Матвеев А.С.
«30» июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2016 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ заочная

Комплексный проект			
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	9
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	4		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		2
	Практические занятия		2
	Лабораторные занятия		-
	ВСЕГО		4
Самостоятельная работа, ч			140
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект)			Курсовой проект
ИТОГО, ч			144

Вид промежуточной аттестации	Диф. зачет	Обеспечивающее подразделение	ОЭЭ
И.о. заведующего кафедрой – руководителя отделения на правах кафедры			Ивашутенко А.С.
Руководитель ООП			Шестакова В.В.
Преподаватель			Шестакова В.В.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 6 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)		
		Код индикатора	Код	Наименование
ОПК(У)-3	Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей	Р8, Р9	ОПК(У)-3.В12	Владеет опытом выбора коммутационных электрических аппаратов и токоведущих частей для конкретных условий эксплуатации
			ОПК(У)-3.У12	Умеет осуществлять выбор коммутационных электрических аппаратов и токоведущих частей для конкретных условий эксплуатации
			ОПК(У)-3.312	Знает конструкцию и принципы действия коммутационных электрических аппаратов и токоведущих частей
			ОПК(У)-3.В9	Владеет опытом исследования и анализа режимов работы трансформаторов и электрических машин
			ОПК(У)-3.У9	Умеет рассчитывать по схемам замещения параметры электрических режимов работы трансформаторов и электрических машин, формулировать выводы по полученным результатам
			ОПК(У)-3.39	Знает схемы замещения трансформаторов, электрических машин и правила расчета их элементов
ПК(У) -3	Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические и экологические требования	Р8, Р9	ПК(У)-3.В3	Владеет навыками работы с техническими справочниками, действующими стандартами организаций, положениями и инструкциями по оформлению технической документации
			ПК(У)-3.У3	Умеет пользоваться техническими справочниками, действующими стандартами организаций, положениями и инструкциями по оформлению технической документации
			ПК(У)-3.33	Знает действующие стандарты организаций, положения и инструкции по оформлению технической документации
			ПК(У)-3.В4	Владеет способами и приемами изображения различных элементов с использованием средств компьютерной графики
			ПК(У)-3.У4	Умеет применять офисные технологии при оформлении отчетов и презентаций
			ПК(У)-3.34	Знает офисные технологии для оформления отчетов и презентаций
ПК(У)-4	Способен проводить обоснование проектных решений	Р8, Р9	ПК(У)-4.В1	Владеет методами расчетов токов короткого замыкания (КЗ) при различных видах КЗ в энергосистемах
			ПК(У)-4.У1	Умеет рассчитывать параметры схем замещения электроустановок, составлять и преобразовывать схемы в зависимости от вида и места КЗ
			ПК(У)-4.31	Знает технические средства для ограничения токов КЗ
			ПК(У)-4.В3	Имеет опыт математического моделирования переходных процессов в ЭЭС на базе специализированных программных комплексов
			ПК(У)-4.У3	Умеет применять принципы идеализации электрических и механических систем в области электроэнергетики при их математическом описании

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)		
		Код индикатора	Код	Наименование
			ПК(У)-4.33	Знает общие принципы идеализации электрических и механических систем в области электроэнергетики

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	Исследовать и анализировать режимы работы трансформаторов и электрических машин	ОПК(У)-3 ПК(У)-4
РД 2	Применять знания общих законов электротехники и конструкции основного оборудования ЭЭС для формирования баз данных в ПК	ОПК(У)-3 ПК(У)-4
РД 3	Выполнять расчеты установившихся режимов ЭЭС с применением профессиональных ПК	ОПК(У)-3 ПК(У)-4
РД 4	Оценивать рассчитанные параметры срабатывания устройств релейной защиты на соответствие нормативным требованиям с применением профессионального ПК	ОПК(У)-3 ПК(У)-4
РД-5	Выбирать коммутационные электрические аппараты и токоведущие части для конкретных условий эксплуатации	ОПК(У)-3 ПК(У)-4
РД 6.	Пользоваться техническими справочниками, действующими стандартами организаций, положениями и инструкциями по оформлению технической документации	ПК(У)-3
РД 7	Представлять информацию в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий	ПК(У)-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 1. Проектирование схемы электроснабжения	РД3, РД4, РД6, РД7	Лекции	2
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	–
		35	15
Раздел 2. Выбор основного оборудования и коммутационных аппаратов для понижающей подстанции	РД5, РД6, РД7	Лекции	–
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	–
		Самостоятельная работа	35
Раздел 3. Расчет установившегося режима	РД3, РД4, РД6, РД7	Лекции	–
		Практические занятия	

распределительной сети		Лабораторные занятия	–
		Самостоятельная работа	35
Раздел 4. Расчет параметров срабатывания устройств релейной защиты	РД1, РД2, РД6, РД7	Лекции	–
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	–
		Самостоятельная работа	35

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Проектирование схемы электроснабжения

Темы лекций

1. Расчет двух вариантов схем электроснабжения: радиальной и кольцевой.

Темы раздела:

2. Расчет и выбор марки проводов для воздушных ЛЭП.

Раздел 2. Выбор основного оборудования и коммутационных аппаратов для понижающей подстанции

Темы практических занятий:

1. Выбор понижающих трансформаторов на подстанциях.

Темы раздела:

2. Выбор и проверка измерительных трансформаторов тока и напряжения, устанавливаемых на подстанции.
3. Выбор коммутационных аппаратов.

Раздел 3. Расчет установившегося режима распределительной сети

Темы раздела:

1. Планирование и расчет типичных установившихся режимов распределительной сети.
2. Выбор мощности и места установки КУ в распределительной сети.

Раздел 4. Расчет параметров срабатывания устройств релейной защиты

Темы раздела:

1. Расчет токов КЗ на шинах электростанции и подстанций энергорайона.
2. Выбор и обоснование устанавливаемых защит в соответствии с Правилами устройства электроустановок (ПУЭ) и принятыми нормативными документами.
3. Расчет параметров срабатывания основных защит основного оборудования.

Тематики курсового проекта

Проектирование распределительной сети 220/110 кВ и релейной защиты основного оборудования подстанций

Курсовой проект выполняется с использованием профессиональных ПК РАСТР, АРМ СРЗА.

Исходные данные для выполнения курсового проекта приведены в пяти таблицах (табл. 1–5). Заданы координаты точек, соответствующие положению источника питания и

подстанций в пространстве, масштаб, активные мощности в режиме максимальных нагрузок, коэффициенты мощности, активные мощности в режиме минимальных нагрузок (в процентах от активных мощностей в режиме максимальных нагрузок), время использования максимальной нагрузки, напряжение на источнике. Коэффициент K_k показывает процентное содержание электроприёмников I и II категорий в составе комплексной нагрузки подстанции. Номинальное напряжение электроприёмников $U = 10$ кВ.

Вариант исходных данных (табл. 1–5) для выполнения курсового проекта определяется по первым трём буквам фамилии и инициалам студента. Например, студент Иванов Сергей Петрович будет иметь шифр задания ИВАСП. Это означает, что из табл. 1 исходных данных к соответствующему индивидуальному заданию следует взять вариант – И, из табл. 2 – В, из табл. 3 – А, из табл. 4 – С, из табл. 5 – П. Если фамилия состоит из одной или двух букв, то в качестве второй и третьей буквы следует взять букву А. Если нет второго инициала, то в качестве пятой буквы следует взять букву А.

Таблица 1

Исходные данные для подстанции 1

Варианты	АБ	ВГД	ЕЁЖЗ	ИЙК	ЛМ	НОП	РСТ	УФХ	ЦЧШЩ	ЫЬЭЮЯ
X , см	6	6,5	7,0	7,5	8,0	7,5	6,5	7,0	6,0	8,0
Y , см	1,5	1,0	0,5	0,0	1,5	1,0	0,0	1,5	0,0	0,0
$P_{\max}$, МВт	40	50	60	70	80	90	100	110	110	110
$T_{\max}$, час	3800	4000	3800	4000	3800	4000	4200	4400	4600	4800
$\cos \varphi$	0,78	0,79	0,80	0,81	0,82	0,81	0,80	0,79	0,78	0,80
K_k , %	100	100	80	80	100	100	80	80	100	100

Таблица 2

Исходные данные для подстанции 2

Варианты	АБ	ВГД	ЕЁЖЗ	ИЙК	ЛМ	НОП	РСТ	УФХ	ЦЧШЩ	ЫЬЭЮЯ
X , см	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	2,5	3,0	4,0	4,5	3,5
Y , см	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,5	3,0	4,0	4,5	4,5
$P_{\max}$, МВт	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
$T_{\max}$, час	2400	2600	2800	3000	3200	3200	3000	2800	2600	2400
$\cos \varphi$	0,75	0,75	0,79	0,77	0,75	0,77	0,79	0,77	0,75	0,77
K_k , %	30	40	50	30	40	50	30	40	50	30

Таблица 3

Исходные данные для подстанции 3

Варианты	АБ	ВГД	БЕЖЗ	ИЙК	ЛМ	НОП	РСТ	УФХ	ЦЧШЩ	ЫБЭЮЯ
X , см	5,0	6,5	5,0	6,0	5,0	6,5	5,0	6,0	6,0	5,5
Y , см	7,0	7,0	5,0	5,0	6,5	6,5	5,5	5,5	5,0	6,5
$P_{\max}$, МВт	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20
$T_{\max}$, час	6200	6300	8000	7900	7800	7700	7600	7400	7200	7000
$\cos \varphi$	0,84	0,82	0,80	0,82	0,84	0,86	0,84	0,82	0,80	0,82
K_k , %	70	75	60	65	70	75	60	65	70	75

Таблица 4

Исходные данные для подстанции 4

Варианты	АБ	ВГД	БЕЖЗ	ИЙК	ЛМ	НОП	РСТ	УФХ	ЦЧШЩ	ЫБЭЮЯ
X , см	8,0	10,0	10,0	8,0	9,0	9,0	9,0	8,0	10,0	9,5
Y , см	4,5	4,5	2,5	2,5	3,5	4,5	2,5	3,5	3,5	4,0
$P_{\max}$, МВт	10,0	10,0	8,0	8,0	11,0	11,0	9,0	9,0	8,0	8,0
$T_{\max}$, час	5300	5000	4700	5300	5000	4700	5300	5000	4700	5300
$\cos \varphi$	0,80	0,78	0,76	0,80	0,78	0,78	0,78	0,76	0,80	0,82
K_k , %	20	30	40	0	0	0	0	20	30	40

Таблица 5

Параметры системы и режима

Варианты	АБ	ВГД	БЕЖЗ	ИЙК	ЛМ	НОП	РСТ	УФХ	ЦЧШЩ	ЫБЭЮЯ
X , см	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	7,0	11,0	12,0	11,0	3,0
Y , см	0,0	3,0	7,0	9,0	10,0	10,0	8,0	4,0	0,0	0,0
$U_{PЭС\max}$, кВ	246	242	238	242	246	240	244	249	242	238
$U_{PЭС\min}$, кВ	227	235	229	237	231	233	225	225	229	229
$\cos \varphi_0$	0,90	0,91	0,91	0,90	0,92	0,93	0,90	0,92	0,9	0,92
$P_{\min}$, % от $P_{\max}$	50	51	52	50	51	52	45	50	55	50
Масштаб, км/см	10	10	15	15	15	15	20	20	10	10

5. Организация самостоятельной работы студентов

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

- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Работа в электронном курсе
- Работа над курсовым проектом (междисциплинарным проектом);
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Короткевич, М. А. Эксплуатация электрических сетей : учебник / М. А. Короткевич. — 2-е изд., испр. и доп. — Минск : Вышэйшая школа, 2014. — 350 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/65617> (дата обращения: 19.06.2018).— Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. 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.
3. Старшинов В.А., Электрическая часть электростанций и подстанций : учебное пособие / В.А. Старшинов, М.В. Пираторов, М.А. Козина; под ред. В.А. Старшинова. - М. : Издательский дом МЭИ, 2015. - 296 с. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383008744.html>.
4. Ополева, Галина Николаевна. Схемы и подстанции электроснабжения : справочник : учебное пособие для вузов / Г. Н. Ополева. — М.: Форум: Инфра-М, 2010, - 480 с.

Дополнительная литература:

1. Неклепаев, Борис Николаевич. Электрическая часть электростанций и подстанций. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования: учебное пособие/ Б. Н. Неклепаев, И. П. Крючков : учебное пособие / Б. Н. Неклепаев, И. П. Крючков. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2014. — 607 с.
2. Карапетян, И. Г. Справочник по проектированию электрических сетей : справочник / И. Г. Карапетян, Д. Л. Файбисович, И. М. Шапиро ; под редакцией Д. Л. Файбисовича. — 4-е, изд. — Москва : ЭНАС, 2017. — 376 с. — ISBN 978-5-4248-0049-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/104578> (дата обращения: 28.05.2018). — 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>

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. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее оборудование для практических 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 г. Томская область, Томск, Усова улица, д.7 126	Компьютер - 20 шт. Комплект учебной мебели на 20 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, 7 326	Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт. Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 44 посадочных мест.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы «Электроэнергетика» / специализация «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (прием 2016 г., заочная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	ФИО
Доцент ОЭЭ	Шестакова В.В.

Программа одобрена на заседании кафедры электроэнергетических систем (протокол от 15.06.2016 г. № 15).

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

 А.С. Ивашутенко

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОЭЭ (протокол)
2017/2018 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение. 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем. 3. Обновлено содержание разделов дисциплины. 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС.	От 22.05.2017 г. №22 (протокол кафедры ЭЭС)
2018/2019 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение. 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем. 3. Обновлено содержание разделов дисциплины. 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС. 5. Изменена система оценивания.	От 22.06.2018 г. №7 От 27.08.18 №4/1
2020/2021 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение. 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем. 3. Обновлено содержание разделов дисциплины. 4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС.	От 25.06.2020 г. №6