

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.
 « » 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2023 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Проектирование подстанций и электрической части электростанций

Направление подготовки	13.04.02 Электроэнергетика и электротехника	
Образовательная программа	Электрические сети и электростанции	
Специализация	Электрические сети и электростанции	
Уровень образования	высшее образование - магистратура	
Курс	1	2
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6	
Виды учебной деятельности	Временной ресурс	
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	16
	Практические занятия	24
	Лабораторные занятия	24
	ВСЕГО	64
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект)	курсовой проект	
Самостоятельная работа, ч	152	
ИТОГО, ч	216	

Вид промежуточной аттестации	Экзамен, диф. зачёт	Обеспечивающее подразделение	ОЭЭ ИШЭ
И.о. заведующего кафедрой – руководителя отделения на правах кафедры ОЭЭ			Разживин И. А.
Руководитель ООП			Абеулов Р. Б.
Преподаватель			Елгина Г. А.

2023 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
УК(У)-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	И.УК(У)-2.1	Участвует в управлении проектом на всех этапах жизненного цикла	УК(У)-2.1В1	Владеет опытом постановки целей и задач, навыками выполнения проекта и контроля над его реализацией
				УК(У)-2.1У1	Умеет управлять проектом на всех этапах жизненного цикла
				УК(У)-2.1З1	Знает этапы жизненного цикла проекта
ПК(У)-7	Способен разрабатывать проекты новых генерирующих и электросетевых объектов	И.ПК(У)-7.2	Решает задачи по разработке основных технических решений в части проектирования трансформаторных подстанций и электрической части электростанций	ПК(У)-7.2В1	Владеет навыками разработки и оформления проектной и рабочей документации трансформаторных подстанций и электрической части электростанций в соответствии с технологией проектирования и действующими нормами и правилами
				ПК(У)-7.2У1	Умеет выполнять расчеты по выбору и проверке силового и коммутационного электрооборудования, расчеты освещения, заземления, молниезащиты и защиты от перенапряжений
				ПК(У)-7.2З1	Знает особенности выбора оборудования и аппаратуры системы собственных нужд, системы оперативного постоянного тока, оперативного пункта подстанционного управления и распределительных устройств

2. Место дисциплины 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	Знать и уметь применять нормативно-техническую документацию в области проектирования электрической части станций и подстанций	И.ПК(У)-7.2
РД 2	Уметь производить выбор и проверку нового оборудования станций и подстанций	И.ПК(У)-7.2
РД 3	Знать мероприятия по предотвращению нарушения нормального режима работы объектов электростанций и подстанций	И.ПК(У)-7.2
РД 4	Разрабатывать перспективные технические решения при проектировании подстанций и электрической части станций согласно последним требованиям нормативно-технической документации	И.УК(У)-2.1

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. Синхронные, асинхронные и асинхронизированные генераторы электростанций (ГЭС, ТЭС и др.)	РД1 РД2 РД3	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	–
		Самостоятельная работа	16
Раздел (модуль) 2. Силовые трансформаторы и автотрансформаторы (сухие и масляные)	РД1 РД2 РД3	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	–
		Самостоятельная работа	26
Раздел (модуль) 3. Распределительные устройства электростанций и подстанций	РД1 РД2 РД4	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	20
Раздел (модуль) 4. Электрические аппараты и токоведущие части подстанций и электростанций	РД1 РД2 РД3	Лекции	3
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	30
Раздел (модуль) 5. Система собственных нужд и система оперативного тока подстанций	РД1 РД2 РД3	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	20
Раздел (модуль) 6. Система заземления и молниезащиты подстанций	РД1 РД2 РД3 РД4	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	20
Раздел (модуль) 7. Система освещения подстанций	РД1 РД2 РД3 РД4	Лекции	1
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	10
Раздел (модуль) 8. ОПУ, Главный щит управления, АСУ ТП подстанций	РД3 РД4	Лекции	2
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	10

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Синхронные, асинхронные и асинхронизированные генераторы электростанций (ГЭС, ТЭС и др.)

Рассматриваются принципы работы синхронных, асинхронных и асинхронизированных генераторов электростанций. Дается обзор основных технических характеристик, принципов работы систем возбуждения, характерные области применения генераторов различных видов.

Темы лекций:

Технические характеристики. Состав и анализ систем охлаждения, состав и анализ систем возбуждения. Понятие и способы гашения поля генератора. Режим форсировки.

Аномальные режимы: перегрузки, режим синхронного компенсатора, асинхронный и несимметричные режимы

Темы практических занятий:

Знакомство со структурной схемой станций и подстанций. Выбор генераторов и их обозначение на схеме. Упрощенные векторные диаграммы генератора.

Раздел 2. Силовые трансформаторы и автотрансформаторы (сухие и масляные)

Рассматриваются основные типы сухих и масляных силовых трансформаторов, схемы соединения обмоток трансформаторов, принципы регулирования напряжения, применение автотрансформаторов.

Темы лекций:

Повышающие и понижающие силовые трансформаторы, их отличия. Состав и анализ систем охлаждения. Состояние нейтрали трансформаторов. Силовые автотрансформаторы: анализ загруженности обмоток. Схемы регуляторов напряжения. Нагрузочная способность: понятие, характеристика теплового режима, износа. Регулировочные трансформаторы.

Темы практических занятий:

Выбор мощности трансформаторов, автотрансформаторов и анализ режимов автотрансформаторов на электрических станциях и подстанциях и их обозначение на схеме.

Расчет возможной перегрузки трансформатора с помощью двухступенчатого графика нагрузки.

Раздел 3. Распределительные устройства электростанций и подстанций

Рассматриваются конструкции распределительных устройств, их назначение и расположение оборудования на подстанции.

Темы лекций:

Понятие и виды устройств: закрытые, открытые, комплектные. Требования, компоновка распределительных устройств разного напряжения, нормы.

Темы практических занятий:

Выбор схем РУ по количеству присоединений и классу напряжения станций и подстанций, электротехнические чертежи.

Названия лабораторных работ:

Проектирование ЗРУ или ОРУ. Составление схемы заполнения.

Раздел 4. Электрические аппараты и токоведущие части подстанций и электростанций

Рассматриваются электрические аппараты и токоведущие части подстанций и электростанций, их назначение, основные технические характеристики, выбор и расчёт.

Темы лекций:

Понятие расчетных условий для выбора электрооборудования по продолжительным режимам и режимам короткого замыкания. Понятие и выбор аппаратов: коммутационных; измерительных трансформаторов тока и напряжения; токоограничивающих реакторов; проводников: жестких, гибких, токопроводов, кабелей; изоляторов. Проектирование, нормы, документы.

Темы практических занятий:

1. Выбор проводников по длительному току.
2. Проверка проводников на термическую стойкость при коротких замыканиях.
3. Проверка электродинамической прочности шинных конструкций в РУ 6-10кВ.
4. Выбор сборных шин РУ 10кВ.
5. Выбор выключателей и разъединителей и их обозначение на схеме.
6. Выбор измерительных трансформаторов тока и напряжения и их обозначение на схеме.

7. Выбор секционных и линейных реакторов и их обозначение на схеме.

Названия лабораторных работ:

Эскиз электрического аппарата. (Тип аппарата выбирается самостоятельно: выключатель, разъединитель, измерительный трансформатор тока или напряжения. Эскиз должен дать представление о габаритных размерах и очертаниях аппарата).

Раздел 5. Система собственных нужд и система оперативного тока подстанций

Рассматриваются назначение и способы организации системы собственных нужд и системы оперативного тока подстанций

Темы лекций:

Понятие системы собственных нужд (с.н.), трансформаторы с.н., защитные аппараты, кабельное хозяйство и характеристики механизмов. Проектирование схемы рабочего и резервного питания в системе с.н. подстанций и электростанций.

Темы практических занятий:

Организация и проектирование электроснабжения с.н. на электростанциях и подстанциях. Выбор мощности трансформатора с.н.

Названия лабораторных работ:

Проектирование схемы рабочего и резервного питания с.н. электростанции, а также число рабочих, резервных или пускорезервных трансформаторов с.н.

Раздел 6. Система заземления и молниезащиты подстанций

Рассматриваются системы заземления и молниезащиты подстанций, термины и определения, нормируемые параметры. Сбор необходимых исходных данных для выполнения проекта. Конструктивное выполнение заземления молниезащитных устройств. Особенности проектирования заземляющих устройств при техническом перевооружении, реконструкции и расширении подстанции.

Темы лекций:

Система заземления и молниезащиты подстанций напряжением 35кВ и 110кВ.

Темы практических занятий:

Типовые решения по конструктивному выполнению заземляющих устройств подстанций. Расчет устройств молниезащиты и заземления.

Названия лабораторных работ:

Выбор и расчет срабатывания ОПН.

Раздел 7. Система освещения подстанций

Рассматриваются вопросы эксплуатации территории подстанции, необходимость освещения для эксплуатации подстанции в нормальном и аварийном режимах. Необходимость установки заградительного освещения.

Темы лекций:

Электрическое освещение подстанций 35–750 кВ, проектирование, нормы, документы.

Темы практических занятий:

Расчет системы освещения подстанции (территория, здание).

Названия лабораторных работ:

Расчет освещения трансформаторной подстанции в *DiaLux*.

Расчет рабочего и аварийного освещение.

Раздел 8. ОПУ, Главный щит управления, АСУ ТП подстанций

Рассматривается организация щитов управления, АСУ в энергетике, аккумуляторный блок и вспомогательные устройства. Назначение ОПУ, ГЩУ: устройство, типовые решения.

Темы лекций:

Организационная структура оперативного управления. Компонировка ОПУ подстанции. Функциональные связи между ОПУ, ОРУ и ЗРУ. Щиты управления. Дистанционное управление коммутационными аппаратами.

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;
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Выполнение курсового проекта;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Правила устройства электроустановок: все действующие разделы и главы шестого и седьмого изданий [Электронный ресурс]. – Москва: ЭНАС, 2019. – 672 с.. – Книга из коллекции ЭНАС - Инженерно-технические науки.. – ISBN 978-5-4248-0162-4. Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/173340> (контент)

2. Выбор коммутационного оборудования и токоведущих частей электрической части электростанции : учебное пособие [Электронный ресурс] / Р. А. Уфа, Н. М. Космынина, А. А. Суворов, И. А. Разживин; Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Инженерная школа энергетики, Отделение электроэнергетики и электротехники. – 1 компьютерный файл (pdf; 3,5 МВ). – Томск : Изд-во ТПУ, 2023. – Заглавие с титульного экрана. – Электронная версия печатной публикации. – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. – ISBN 978-5-4387-1125-4. URL: <https://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2023/m21.pdf> (содержимое)

3. Рожкова, Л.Д. Электрооборудование станций и подстанций : учебник для техникумов / Л. Д. Рожкова, В. С. Козулин. – 3-е изд., перераб. и доп.. – Москва: Альянс, 2021. – 648 с.: ил.. – Библиогр.: с. 640-643. – Предметный указатель: с. 644-646.. – ISBN 978-5-00106-514-2.

4. Пособие к курсовому проектированию электрической части электростанции : учебное пособие / Р. А. Уфа, Н. М. Космынина, А. А. Суворов, И. А. Разживин; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск : Изд-во ТПУ, 2022. Ч. 1. – 2022. – 116 с.: ил. – Библиогр.: с. 62-64. – ISBN 978-5-4387-1060-8.

5. Привалов, Е. Е.. Безопасность работ при эксплуатации оборудования электрических подстанций и сетей : учебное пособие [Электронный ресурс] / Привалов Е. Е., Ефанов А. В., Ястребов С. С., Ярош В. А.. – Ставрополь: СтГАУ, 2020. – 175 с.. – Книга из коллекции СтГАУ - Инженерно-технические науки.. Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/169688> (контент)

Дополнительная литература:

1. Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35–750 кВ. СТО 56947007-29.240.10.248-2017

2. Герасимова, В.Г.. Электротехнический справочник: В 4 т. Т. 3. Производство, передача и распределение электрической энергии: справочник / Герасимова В.Г. – Москва: МЭИ, 2017. – . – ISBN 978-5-383-01175-1.

3. Ополева, Галина Николаевна. Схемы и подстанции электроснабжения: справочник : учебное пособие для вузов / Г. Н. Ополева. – Москва: Форум Инфра-М, 2010. – 480 с.: ил.. – Высшее образование. – Литература: с. 473-475. – Перечень стандартов ЕСКД и СПДС: с. 470-472.. – ISBN 978-5-8199-0254-7. – ISBN 978-5-16-002581-0.

4. Неклепаев, Борис Николаевич. Электрическая часть электростанций и подстанций : справочные материалы для курсового и дипломного проектирования : учебное пособие / Б. Н. Неклепаев, И. П. Крючков. – 5-е изд., стер.. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2014. – 607 с.: ил.. – Библиогр.: с. 604-605.. – ISBN 978-5-9775-0833-9.

5. Вольдек А. И.. Электрические машины. Машины переменного тока : учебник для вузов / А. И. Вольдек, В. В. Попов. – СПб.: Питер, 2010. – 349 с.: ил.. – Учебник для вузов. – Библиогр.: с. 341-343. – Алфавитный указатель: с. 344-349.. – ISBN 978-5-469-01381-5.

6. Копылов И. П. Проектирование электрических машин : учебник для вузов / И. П. Копылов.. – 4-е изд., пер. и доп. – Электрон. дан.. – Москва: Юрайт, 2019. – 828 с. – Высшее образование. – URL: <https://urait.ru/bcode/445920> (дата обращения: 03.05.2022). – Системные требования: Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей.. – ISBN 978-5-534-11700-4: 1959.00.

7. Вайнштейн Р.А. Трансформаторы тока в релейной защите: учебное пособие [Электронный ресурс] / Р. А. Вайнштейн, Н. В. Коломиец, Н. Р. Пономарчук; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Энергетический институт (ЭНИИ), Кафедра электроэнергетических систем (ЭЭС). – 1 компьютерный файл (pdf; 2.7 МВ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2013. – Заглавие с титульного экрана. – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. – Системные требования: Adobe Reader.

8. Молниезащита электроустановок систем электроснабжения: учебное пособие/А.В. Кабышев. –Томск: Изд-во ТПУ, 2006. – 124 с.

9. ГОСТ Р 59789-2021 Молниезащита. Часть 3. Защита зданий и сооружений от повреждений и защита людей и животных от электротравматизма.

10. ГОСТ 24291 Электрическая часть электростанции и электрической сети. Термины и определения.

11. СТО 56947007-29.130.15.114-2012 РУКОВОДЯЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЗАЗЕМЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ ПОДСТАНЦИЙ НАПРЯЖЕНИЕМ 6-750 кВ.

12. ГОСТ 24291-90 ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ. Термины и определения

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>.

Информационно-справочные системы:

1. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com>
2. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com>
3. Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru>
4. Электронно-библиотечная система «Консультант студента»
<http://www.studentlibrary.ru>

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

1. Microsoft Office 2013 Standard Russian Academic;
2. AutoCAD

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, 330	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 36 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
2	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, корпус №8, ауд. 326	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 44 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
3.	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, 126	Комплект учебной мебели на 16 посадочных мест; Компьютер - 20 шт.;
4.	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, 127	Компьютер - 50 шт. Комплект учебной мебели на 33 посадочных мест; Шкаф для одежды - 1 шт.; Тумба подкатная - 2 шт.;

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника / профиль «Электрические сети и электростанции» / специализация «Электрические сети и электростанции» (приема 2023 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Ст.преподаватель ОЭЭ ИШЭ		Елгина Г.А.

Программа одобрена на заседании Отделения электроэнергетики и электротехники (протокол от «01» июня 2023 № 9).

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

_____/ И.А. Разживин /
подпись