

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.

«29» июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Инжиниринг электрических станций и подстанций			
Направление подготовки	13.04.02 Электроэнергетика и электротехника		
Образовательная программа	Цифровая энергетика		
Специализация	Оперативно-диспетчерское управление в энергосистемах		
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	1	семестр	1
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	16	
	Практические занятия	32	
	Лабораторные занятия	16	
	ВСЕГО	64	
Самостоятельная работа, ч		152	
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией		курсовая работа	
ИТОГО, ч		216	

Вид промежуточной аттестации	Экзамен, диф. зачёт	Обеспечивающее подразделение	ОЭЭ ИШЭ
------------------------------	---------------------	------------------------------	---------

И.о. заведующего кафедрой – руководителя отделения на правах кафедры ОЭЭ Руководитель ООП		Ивашутенко А.С.
		Бацева Н.Л.
		Космынина Н.М.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся ООП «Цифровая энергетика» (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)-2	Применяет нормативно-техническую документацию для создания проектов и в эксплуатационной деятельности	И. ПК (У)-2.1	Применяет нормативно-техническую документацию для создания проектов и в эксплуатационной деятельности	ПК (У)-2.131	Знает нормативно-техническую документацию в области проектной и эксплуатационной деятельности; требования к объектам электроэнергетики и их компонентам
				ПК (У)-2.1У1	Умеет производить отбор необходимой нормативно-технической документации
				ПК (У)-2.1В1	Владеет опытом применения требований нормативно-технической документации при проектировании объектов электроэнергетики, их компонентов и при эксплуатации электрооборудования
ПК (У)-3	Способен выполнять инженерное проектирование энергообъектов и электротехнических устройств с учётом цифровизации электроэнергетики	И. ПК (У)-3.1	Демонстрирует готовность проектировать энергообъекты и электротехнические устройства	ПК (У)-3.131	Знает требования действующих законодательных актов и нормативно-технической документации к составу и содержанию разделов проекта; нормативных документов по выбору, расчету и проектированию объектов электроэнергетики и электротехнических устройств
				ПК (У)-3.1У1	Умеет производить сбор и обработку исходных данных, выполнять необходимые расчёты и анализировать их
				ПК (У)-3.1В1	Владеет опытом проектирования энергообъектов и электротехнических устройств
УК(У)-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	И.УК(У)-3.1	Демонстрирует понимание принципов командной работы	УК(У)-3.131	Знает методы и формы организации командной работы, принципов принятия управленческих решений в условиях различных мнений
				УК(У)-3.1У1	Умеет адаптироваться к принятым условиям работы в команде
				УК(У)-3.1В1	Владеет навыками распределения и организации работ в качестве руководителя команды, командного взаимодействия в качестве члена команды
		И.УК(У)-3.2	Формирует стратегию действий для достижения поставленной цели	УК(У)-3.231	Знает методы достижения поставленных целей и эффективные механизмы реализации проекта
				УК(У)-3.2У1	Умеет проявлять личную ответственность за работу коллектива, в том числе в ситуациях риска
				УК(У)-3.2В1	Владеет навыками целенаправленного сопровождения деятельности, навыками реализации проектов, ориентированных на взаимный интерес членов команды
ОПК (У)-2	Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	И. ОПК (У)-2.3.	Представляет результаты выполненной работы	ОПК (У)-2.3В1	Владеет опытом представления выполненной работы с учетом оценки научной и прикладной значимости полученных результатов, а также оценки ошибок эксперимента
				ОПК (У)-2.3У1	Умеет четко сформулировать выводы

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	Знает нормативно-техническую документацию в области проектной и эксплуатационной деятельности; требования к объектам электроэнергетики и их компонентам	И.ПК (У)-2.1
РД-2	Умеет производить отбор необходимой нормативно-технической документации	И.ПК (У)-2.1
РД-3	Владеет опытом применения требований нормативно-технической документации при проектировании объектов электроэнергетики, их компонентов и при эксплуатации электрооборудования	И.ПК (У)-2.1
РД-4	Владеет опытом проектирования энергообъектов и электротехнических устройств	И.ПК (У)-3.1 И. ОПК (У)-2.3.
РД-5	Способен организовать выполнение и защиту проекта в команде	И.УК (У)-3.1 И.УК (У)-3.2 И. ОПК (У)-2.3.

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. Введение в инжиниринг электрической части электростанций и подстанций. Нормативно - техническая документация.	РД-1	Лекции	2
	РД-5	Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	22
Раздел 2. Проектирование схем выдачи мощности электростанций и подстанций.	РД-1	Лекции	4
	РД-2	Практические занятия	6
	РД-3	Лабораторные занятия	2
	РД-4	Самостоятельная работа	26
	РД-5		
Раздел 3. Характеристика генерирующих мощностей электростанций и подстанций.	РД-1	Лекции	2
	РД-2	Практические занятия	6
	РД-5	Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	26
Раздел 4. Режимы работы электростанций и подстанций.	РД-1	Лекции	2
	РД-2	Практические занятия	6
	РД-3	Лабораторные занятия	4
	РД-5	Самостоятельная работа	25
Раздел 5. Выбор силовых транс-	РД-1	Лекции	4

форматоров на электростанциях и подстанциях.	РД-2	Практические занятия	6
	РД-3	Лабораторные занятия	2
	РД-5	Самостоятельная работа	28
Раздел 6. Обоснование и выбор схем электрических соединений распределительных устройств электростанций и подстанций.	РД-1	Лекции	2
	РД-2	Практические занятия	6
	РД-3	Лабораторные занятия	4
	РД-5	Самостоятельная работа	25

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Введение в инжиниринг электрической части электростанций и подстанций. Нормативно - техническая документация

Понятие инжиниринга. Нормативно-техническая документация: нормы технологического проектирования электростанций и подстанций (НТП); правила устройств электроустановок (ПУЭ); правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭ); стандарты; отраслевые документы. Исходные данные для проектирования. Критерии принятия решения.

Темы лекций:

1. Основные понятия дисциплины; Нормативно-техническая документация.

Темы практических занятий:

1. Анализ нормативной документации для проектирования электрических станций и подстанций.

Раздел 2. Проектирование схем выдачи мощности электростанций и подстанций

Общая характеристика структурных схем электростанций и подстанций для выдачи мощности внешним и внутренним потребителям. Балансы мощностей электростанций и подстанций.

Темы лекций:

1. Структурные схемы выдачи мощности электростанций и подстанций внешним потребителям.
2. Структурные схемы выдачи мощности электростанций и подстанций внутренним потребителям.

Темы практических занятий:

1. Структурные схемы выдачи мощности электростанций внешним потребителям.
2. Структурные схемы выдачи мощности электростанций внутренним потребителям.
3. Структурные схемы выдачи мощности внешним и внутренним потребителям подстанции.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование баланса мощностей электростанций и подстанций.

Раздел 3. Характеристика генерирующих мощностей электростанций и подстанций

Продолжительные режимы работы турбогенераторов на электростанциях. Нормальные режимы работы турбогенератора на примерах векторных диаграмм. Анормальные режимы турбогенераторов. Схемы подключения турбогенераторов. Режимы работы синхронных компенсаторов.

Темы лекций:

1. Режимы работы турбогенераторов и синхронных компенсаторов.

Темы практических занятий:

1. Системы возбуждения и системы охлаждения синхронных турбогенераторов.
2. Нормальные режимы работы синхронных турбогенераторов.

3. Схемы подключения турбогенераторов.

Названия лабораторных работ:

1. Анализ нормальных режимов синхронных турбогенераторов.
2. Исследование схем подключения синхронных турбогенераторов.

Раздел 4. Режимы работы электростанций и подстанций
--

Эксплуатационные режимы электростанций и подстанций. Режимы коротких замыканий электростанций и подстанций.

Темы лекций:

1. Режимы работы электростанций и подстанций.

Темы практических занятий:

1. Характеристики эксплуатационных режимов электростанций.
2. Характеристики эксплуатационных режимов подстанций.
3. Характеристики режимов коротких замыканий электростанций.

Названия лабораторных работ:

1. Анализ параметров эксплуатационных режимов электростанций.
2. Исследование продолжительных режимов электростанции.
3. Исследование режимов коротких замыканий электростанций.

Раздел 5. Выбор силовых трансформаторов на электростанциях и подстанциях

Характеристика режимов работы и выбор оборудования. Состояние нейтрали трансформаторов и автотрансформаторов. Режимы работы нейтралей сетей на напряжении распределительных устройств электростанций и подстанций.

Темы лекций:

1. Режимы работы силовых трансформаторов с учетом нагрузочной способности.
2. Режимы работы нейтралей сетей.

Темы практических занятий:

1. Выбор силовых трансформаторов и автотрансформаторов.
2. Выбор силовых трансформаторов и автотрансформаторов с учетом нагрузочной способности.
3. Характеристики режимов работы нейтралей сетей.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование режимов работы и выбор силовых автотрансформаторов.
2. Анализ режимов работы трансформаторов на электростанциях.
3. Анализ режимов работы нейтрали сетей на напряжении распределительных устройств электростанции (подстанции).

Раздел 6. Обоснование и выбор схем электрических соединений распределительных устройств электростанций и подстанций
--

Обзор схем электрических соединений распределительных устройств электростанций. Обзор схем электрических соединений распределительных устройств подстанций. Критерии выбора схем электрических соединений.

Темы лекций:

1. Схемы электрических соединений распределительных устройств электростанций и подстанций.

Темы практических занятий:

1. Характеристики схем электрических соединений распределительных устройств электростанций для внешних потребителей.
2. Характеристики схем электрических соединений распределительных устройств подстанций для внешних потребителей.

3. Характеристики схем электрических соединений распределительных устройств электростанций для внутренних потребителей.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование схем электрических соединений распределительных устройств электростанций для внешних потребителей.

2. Исследование схем электрических соединений распределительных устройств подстанций для внешних потребителей.

Тематика курсовой работы (КР)

Анализ нормативной документации по электрической части электростанции и подстанции

Курсовая работа выполняется командой студентов из 2-3 человек. Команде преподавателем выдается задание на каждый раздел курсовой работы в соответствии с приведенной таблицей. Возможны изменения в наименованиях и вариантах заданий.

Номер раздела КР	Наименование раздела КР	Варианты для раздела
1.	Анализ нормативной документации по электрическим станциям: РАО "ЕЭС России". Электроэнергетика. Термины и определения	1. Конденсационная 2. Теплофикационная 3. Солнечная 4. Дизельная 5. Ветряная 6. Гидравлическая 7. Гидроаккумулирующая 8. Газотурбинная
2.	Синхронные турбогенераторы: анализ систем охлаждения и возбуждения	1. Косвенное водородное охлаждение 2. Непосредственное водородное охлаждение 3. Воздушное охлаждение 4. Газовое хозяйство водородного охлаждения 5. Жидкостное охлаждение 7. Масляное охлаждение 6. Электромашинное возбуждение 7. Высокочастотное возбуждение 8. Бесщеточное возбуждение 9. Самовозбуждение 10 Тиристорное возбуждение
3.	Синхронные турбогенераторы: анализ режимов работы	1. Тип турбогенератора № 1 2 Тип турбогенератора № 2 3 Тип турбогенератора № 3 4. Тип турбогенератора № 4 5. Тип турбогенератора № 5 6 Тип турбогенератора № 6 7. Тип турбогенератора № 7
4.	Анализ продолжительных режимов электростанций	1. Электростанция № 1 2. Электростанция № 2 3. Электростанция № 3 4. Электростанция № 4 5. Электростанция № 5 6. Электростанция № 6 7. Электростанция № 7
5.	Анализ структурных схемы электростанций	1. Электростанция № 1 2. Электростанция № 2

Номер раздела КР	Наименование раздела КР	Варианты для раздела
		3. Электростанция № 3 4. Электростанция № 4 5. Электростанция № 5 6. Электростанция № 6 7. Электростанция № 7
6.	Анализ структурных схем подстанций	1. Подстанция № 1 2. Подстанция № 2 3. Подстанция № 3 4. Подстанция № 4 5. Подстанция № 5 6. Подстанция № 6 7. Подстанция № 7
7.	Анализ режимов работы силовых автотрансформаторов	1. Вариант 1 2. Вариант 2 3. Вариант 3 4. Вариант 4 5. Вариант 5 6. Вариант 6 7. Вариант 7
8.	Анализ баланса мощностей и выбор силовых трансформаторов	1. Подстанция № 1 2. Подстанция № 2 3. Подстанция № 3 4. Подстанция № 4 5. Подстанция № 5 6. Подстанция № 6 7. Подстанция № 7
9.	Анализ режимов работы нейтралей на напряжении распределительных устройств подстанции	1. Подстанция № 1 2. Подстанция № 2 3. Подстанция № 3 4. Подстанция № 4 5. Подстанция № 5 6. Подстанция № 6 7. Подстанция № 7
10.	Анализ схем электрических соединений распределительных устройств подстанции	1. Подстанция № 1 2. Подстанция № 2 3. Подстанция № 3 4. Подстанция № 4 5. Подстанция № 5 6. Подстанция № 6 7. Подстанция № 7

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;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;

- Подготовка к лабораторным работам, к практическим занятиям;
- Выполнение курсовой работы;
- 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. Старшинов, В. А. Электрическая часть электростанций и подстанций: учебное пособие / В. А. Старшинов. – Москва: Издательский дом МЭИ, 2019. – Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента". – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012611.html>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Красник, В. В. Правила устройства электроустановок в вопросах и ответах: Пособие для изучения и подготовки к проверке знаний: учебное пособие / В. В. Красник. – Москва: ЭНАС, 2017. – 512 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/104457>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Вайнштейн, Р. А. Режимы заземления нейтрали в электрических системах: учебное пособие для вузов / Р. А. Вайнштейн, Н. В. Коломиец, В. В. Шестакова; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m73.pdf>. – Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. – Текст: электронный.

Дополнительная литература

1. Бурман А. П. Основы современной энергетики. В 2 томах. Том 2. Современная электроэнергетика: учебник для вузов / А. П. Бурман, В. А. Строев. – Москва: Издательский дом МЭИ, 2019. – Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента". – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383013380.html>. – Режим доступа: для авториз. пользователей
2. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. – Москва: ЭНАС, 2016. – 280 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/104555>. – Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Стандарт организации. Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ. Утверждён и введён в действие Приказом ОАО «ФСК ЕЭС» от 13.04.2009 № 136 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru/popular/>.
4. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 55260.4.1-2013 "Гидроэлектростанции. Часть 4-1. Технологическая часть гидроэлектростанций и гидроаккумулирующих электростанций. Общие технические требования". Утверждён приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 6 сентября 2013 г. N 1054-ст [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):

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. Office 2013 Standard Russian Academic.

2. PTC Mathcad 15 Academic Floating
3. Adobe Acrobat Reader DC
4. Google Chrome
5. Zoom Zoom

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	Компьютер - 1 шт.; Телевизор - 1 шт. Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 36 посадочных мест;
2	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 250	Комплекс контролеров автоматической частотной разгрузки энергосистемы - 2 шт.; Счетчик электрической энергии Квант - 2 шт.; Лабораторный комплекс «Модель цифровой подстанции -2» - 1 шт. Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Стол лабораторный - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 810 посадочных мест; Компьютер - 13 шт.; Принтер - 1 шт.; Телевизор - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника / «Цифровая энергетика» «Оперативно-диспетчерское управление в энергосистемах» (прием 2019 г., очная форма)

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент ОЭЭ		Космынина Н.М.

Программа одобрена на заседании выпускающего отделения электроэнергетики и электротехники ИШЭ (протокол от «27» 06 2019 г. № 6).

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

 /Ивашутенко А.С./
подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОЭЭ ИШЭ (протокол)
2020/2021	1. Обновлено программное обеспечение 2.Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем 3. Обновлено содержание разделов дисциплины 4. Обновлен список литературы	от 25.06.2020 г. № 6