

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

СОГЛАСОВАНО

Декан ЭФ
Полищук

В.И.

Рабочая программа дисциплины

Код и наименование дисциплины: Б1.В.8 «Электрическая часть электростанций и подстанций»

**Код и наименование направления подготовки (специальности): 13.03.02
Электроэнергетика и электротехника**

Направленность (профиль, специализация): Электроснабжение

Статус дисциплины: часть, формируемая участниками образовательных отношений

Форма обучения: очная

Статус	Должность	И.О. Фамилия
Разработал	ассистент	И.А. Павличенко
Согласовал	Зав. кафедрой «ЭПП»	С.О. Хомутов
	руководитель направленности (профиля) программы	А.А. Грибанов

г. Барнаул

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Содержание компетенции	Индикатор	Содержание индикатора
ПК-1	Способен участвовать в расчете показателей функционирования технологического электрооборудования	ПК-1.3	Применяет нормативную документацию при определении параметров и выборе электрооборудования
ПК-4	Способен составлять конкурентно-способные варианты технических решений при проектировании систем электроснабжения	ПК-4.1	Подготавливает разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений, обосновывает выбор параметров электрооборудования систем электроснабжения
		ПК-4.3	Рассчитывает технико-экономические показатели оценки эффективности проектов

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.	Общая энергетика
Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения.	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы, Проектирование электрических сетей, Цифровые подстанции, Электроснабжение

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Общий объем дисциплины в з.е. /час: 8 / 288

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
очная	32	32	16	208	100

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Форма обучения: очная

Семестр: 5

Объем дисциплины в семестре з.е. /час: 4 / 144

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
16	32	0	96	57

Лекционные занятия (16ч.)

- 1. Силовые трансформаторы и автотрансформаторы {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.)[4]**
 - 1. Назначение и принцип действия силового трансформатора. Устройство: конструкция, активная часть, магнитопровод и обмотки. Коэффициент трансформации. Понятие номинальной мощности трансформатора. Виды силовых трансформаторов.**
 - 2. Способы охлаждения силовых трансформаторов. Маркировки системы охлаждения.**
 - 3. Способы регулирования напряжения в узлах энергосистемы. Принцип регулирования напряжения в силовых трансформаторах.**
 - 4. Типы регуляторов напряжения. Особенности регуляторов напряжения. Процесс регулирования напряжения. Вольтодобавочные трансформаторы.**
 - 5. Особенности автотрансформаторов. Достоинства и недостатки автотрансформаторов. Полная и типовая мощность. Комбинированные режимы работы. Нагрузочная способность. Регулирование напряжения. Область применения.**
 - 6. Способы ограничения токов короткого замыкания. Трансформаторы с расщепленными обмотками. Реакторы.**
- 4. Типы регуляторов напряжения. Особенности регуляторов напряжения. Процесс регулирования напряжения. Вольтодобавочные трансформаторы.**
- 2. Условия работы проводников и аппаратов {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.)[3,4]**
 - 1. Нагрев проводников и аппаратов длительным током. Уравнение теплового баланса, установившиеся температуры, постоянная времени нагрева. Нагрев аппаратов и проводников током короткого замыкания. Тепловой импульс. Термическая устойчивость аппаратов.**
 - 2. Электродинамическое действие электрического тока. Электродинамическое усилия в токоведущих частях. Электродинамические усилия в трехфазной сети. Расчет электродинамических усилий при взаимодействии контуров произвольной формы. Электродинамические усилия в электрических аппаратах. Расчет шинных конструкций на механическую прочность при КЗ мощных токопроводов генераторного напряжения.**
 - 3. Принципы ограничения тока КЗ. Секционирование электрической сети. Токоограничивающие реакторы.**
- 3. Электрические аппараты {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.)[1,3]**
 - 1. Назначение силовых выключателей. Масляные выключатели с**

большим объемом масла. Малообъемные масляные выключатели. Воздушные выключатели. Автогазовые выключатели. Электромагнитные выключатели. Элегазовые аппараты. Вакуумные выключатели. Область применения выключателей. Современное состояние и тенденции развития коммутационной техники. Выключатели нагрузки. Приводы силовых выключателей. Выбор коммутационных аппаратов.

2. Назначение разъединителей, отделителей и короткозамыкателей. Конструкция и принцип действия. Приводы разъединителей. Особенности выбора разъединителей.

3. Измерительные трансформаторы тока: назначение, принцип действия, виды конструкций. Область применения трансформаторов тока. Классы точности. Допустимая область погрешностей для разных классов точности. Основные критерии выбора трансформатора тока.

4. Измерительные трансформаторы напряжения: назначение, принцип действия, конструкция. Вторичная нагрузка трансформаторов напряжения. основные критерии выбора трансформаторов напряжения.

5. Токоограничивающие реакторы. Технические характеристики и конструктивное выполнение простого и сдвоенного реакторов. Режимы работы сдвоенного реактора. Выбор реакторов.

6. Перенапряжения в электроустановках: виды перенапряжений, способы защиты от перенапряжений. ВАХ варисторов. Преимущества и недостатки ограничителей перенапряжений.

4. Токопроводы электростанций и подстанций {лекция с заранее запланированными ошибками} (4ч.)[1,5] 1. Шинные конструкции распределительных устройств электроэнергетических объектов. Виды шинных конструкций и область их применения. Изоляторы: виды, конструкция, назначение, область применения. Расчет шинных конструкций на механическую прочность при коротком замыкании мощных токопроводов генераторного напряжения. Выбор токоведущих частей.

2. Комплектные токопроводы распределительных устройств. Назначение и конструкция. Достоинства и недостатки комплектных токопроводов.

Лабораторные работы (32ч.)

1. Сборка упрощенных упрощенных схем распределительных устройств(4ч.)[1,2,4] Развитие способности участвовать в расчёте показателей функционирования технологического электрооборудования через изучение типовых схем распределительных устройств.

1.1 Схема "Блок линия-трансформатор с разъединителем"

1.2 Схема "Два блока с выключателями и неавтоматической перемычкой со стороны линий"

1.3 Схема "Мостик с выключателями в цепях линий и ремонтной перемычкой со стороны линий"

1.4 Схема "Мостик с выключателями в цепях трансформаторов и ремонтной перемычкой со стороны"

трансформаторов"

1.5 Схема "Заход-выход"

2. Сборка электрических схем распределительных устройств кольцевого типа(4ч.)[2,3,9] Развитие способности участвовать в расчёте показателей функционирования технологического электрооборудования.

2.1 Схема "Треугольник".

2.2 Схема "Четырехугольник".

2.3 Схема "Шестиугольник".

2.4 Схема "Трансформаторы-шины с полуторным присоединением линии".

2.5 Полуторная схема

3. Сборка электрических схем распределительных устройств с одной системой сборных шин(4ч.)[1,2,5] Развитие способности участвовать в расчёте показателей функционирования технологического электрооборудования через изучение типовых схем распределительных устройств подстанций.

3.1 Схема РУ с одной несекционированной системой сборных шин.

3.2 Схема РУ с одной секционированной системой шин.

3.3 Схемы РУ с одной секционированной выключателем и обходной системами сборных шин.

4. Сборка электрических схем распределительных устройств с двумя системами сборных шин(4ч.)[1,2,4] Развитие способности участвовать в расчёте показателей функционирования технологического электрооборудования.

4.1 Схема РУ с двумя системами сборных шин с шиносоединительным выключателем.

4.2 Схема РУ с двумя секционированными системами сборных шин с двумя шиносоединительными и двумя секционными выключателями.

4.3 Схема РУ с двумя системами шин и обходной с двумя системами шин и обходной с шиносоединительным и обходным выключателями.

4.4 Схема РУ с двумя системами шин и обходной с двумя шиносоединительным и двумя обходными выключателями.

5. Компоновка распределительного устройства в программной комплексе MODEL STUDIO CS ОТКРЫТЫЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА(8ч.)[1,2,3,4] Развитие способности участвовать в расчёте показателей функционирования технологического электрооборудования.

5.1 Разработка 3D модели РУ в программном комплексе.

5.2 Формирование плана и разреза РУ.

6. Расчет молниезащиты РУ в программном комплексе MODEL STUDIO CS МОЛНИЕЗАЩИТА(8ч.)[1,2,4] Развитие способности участвовать в расчёте показателей функционирования технологического электрооборудования. Расчет зоны молниезащиты подстанции.

Самостоятельная работа (96ч.)

1. Проработка теоретического материала. Работа с конспектом лекций,

учебниками, учебными пособиями, справочниками и т. п.(19ч.)[1,7] Работа с конспектом лекций, учебниками, учебными пособиями, справочниками и т. п.

2. Подготовка к текущему контролю успеваемости.

Подготовка к двум контрольным опросам.(20ч.)[3,4] Подготовка к двум контрольным опросам.

3. Подготовка к лабораторным работам.(21ч.)[8,9] Подготовка к лабораторным работам

4. Подготовка к промежуточной аттестации.(36ч.)[8,9] Подготовка к письменному экзамену.

Семестр: 6

Объем дисциплины в семестре з.е. /час: 4 / 144

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
16	0	16	112	43

Лекционные занятия (16ч.)

1. Схемы электрических соединений станций и подстанций {лекция с разбором конкретных ситуаций} (6ч.)[3,4] 1. Основные назначения схем электрических соединений энергообъектов. Определения: структурная схема, схема распределительного устройства (РУ) заданного класса напряжения.

2. элементы схем электрических соединений РУ (присоединение, коммутационная аппаратура, токоведущие части, вспомогательные элементы).

3. Принципы построения схем электрических соединений энергообъектов. нормируемые аварийные ситуации, анализ последствий различных типов аварийных ситуаций.

4. Схемы с однократным принципом подключения присоединений. Секционирование систем шин. Схемы с двумя системами сборных шин. Виды обходных устройств. Достоинства, недостатки и область применения схем с однократным принципом подключения присоединений. Влияние конструктивного исполнения и характеристик оборудования на поведение схем с однократным принципом подключения присоединений.

5. Схемы с двукратным принципом подключения присоединений. Схемы многоугольника. Схемы с двумя системами сборных шин и коммутацией присоединения двумя выключателя (схемы "3/2", "4/3", "2/1"). Достоинства и недостатки, область применения схем с двукратным принципом подключения присоединений. Влияние конструктивного исполнения и характеристик оборудования на поведение схем с двукратным принципом подключения присоединений.

6. Схема с трехкратным принципом подключения присоединений.
 7. Схемы с комбинацией принципов подключения присоединений.
 8. Схемы многоугольника с подменным выключателем.
 9. Схемы электрических соединений РУ понижающих ПС. Классификация ПС по способу подключения к схеме энергосистемы. Влияние способа подключения ПС к энергосистеме на структуру схемы РУ ПС.
 10. Схемы электрических соединений РУ тупиковых, ответвительных, проходных и узловых подстанций на высшем напряжении. Схемы подстанций на низшем классе напряжения. применение упрощенных схем и схем без выключателей на повышенном напряжении. Комплектные трансформаторные подстанции.
2. Конструктивное выполнение распределительных устройств {лекция с разбором конкретных ситуаций} (6ч.)[3,4]
 1. Понятие конструкции РУ. классификация конструкций РУ по классу напряжения, месту расположения, типу компоновки.
 2. Общие требования и основные принципы сооружения РУ. Способы обеспечения требований к конструкциям РУ (надежность, безопасность, ремонтпригодность, экономичность). Виды РУ (закрытые и открытые). Преимущества и недостатки конструкций открытых и закрытых РУ. Правила устройства РУ. Основные размеры конструкций РУ. Обеспечение безопасности обслуживания и локализации аварий в распределительных устройствах.
 3. Характерные особенности конструкций открытых распределительных устройств (ОРУ) напряжением 110-1150 кВ. Принципы расстановки основного оборудования РУ. Опорные конструкции и подвесные системы. Опорные, подвесные и проходные изоляторы. токоведущие части ОРУ. Область применения ОРУ. Преимущества и недостатки различных типов ОРУ. Понятие ошиновки. Виды ошиновки. Сравнительный анализ гибкой и жесткой ошиновки.
 4. Характерные особенности конструкций ЗРУ напряжением 6-220 кВ. Размещение основного оборудования в ЗРУ. Область применения ЗРУ. Преимущества и недостатки различных типов ЗРУ.
 5. Комплектные распределительные устройства (КРУ) 6-500 кВ внутренней и наружной установки с воздушной и элегазовой изоляцией. Классификация КРУ. Ячейки КРУ, КРУЭ и КСО, их преимущества и недостатки. Особенности конструкций. Область применения.
 6. Размещение основных электротехнических устройств на электростанциях и ПС.
 7. Комплектные трансформаторные подстанции (КТП), блочные комплектные трансформаторные подстанции (КТПБ), модульные комплектные трансформаторные подстанции (КТПМ), бетонные комплектные трансформаторные подстанции (БКТП), подстанции киоскового типа. Достоинства и недостатки комплектных подстанций различных конструкций.
 3. Собственные нужды электростанций и подстанций {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.)[3,4]
 1. Основные механизмы собственных нужд

(СН). Типы двигателей, применяемых для привода механизмов собственных нужд тепловых станций.

2. Зависимость электропотребления на СН в зависимости от типа электрической станции.

3. Основные принципы построения схем электроснабжения потребителей СН.

4. Схемы питания и резервирования СН блочных электростанций.

5. Схемы питания и резервирования СН электростанций с поперечными связями.

6. Схемы питания и резервирования СН гидроэлектростанций.

7. Схемы питания и резервирования СН атомных электрических станций.

8. Собственные нужды подстанций.

Практические занятия (16ч.)

1. Основные виды изоляции, применяемые в ЭУ. Типы изоляторов, материалы, назначение и особенности их конструкции. {работа в малых группах} (4ч.)[6,9] Типы изоляторов, материалы, назначение и особенности их конструкции.

2. Развитие способности составлять конкурентно-способные варианты технических решений при проектировании систем электроснабжения на примере выбора высоковольтных токоведущих частей электроустановки. Конструкция высоковольтных кабелей общепромышленного назначения и проводов ВЛЭП 35-220 кВ. {работа в малых группах} (4ч.)[6] Конструкция высоковольтных кабелей общепромышленного назначения и проводов ВЛЭП 35-220 кВ.

3. Развитие способности составлять конкурентно-способные варианты технических решений при проектировании систем электроснабжения на примере выбора коммутационных высоковольтных аппаратов. Выключатели нагрузки, разъединители, отделители, предохранители: особенности конструкции, применение. {работа в малых группах} (4ч.)[3,8] Выключатели нагрузки, разъединители, отделители, предохранители: особенности конструкции, применение.

4. Развитие способности составлять конкурентно-способные варианты технических решений при проектировании систем электроснабжения на примере выбора оборудования для преобразования электрической энергии на электрических станциях и подстанциях. Силовые трансформаторы: конструкция, шкала мощностей, габариты, навесное оборудование трансформаторов.

4.2 Батареи статических компенсаторов, реакторы, трансформаторы с расщепленной обмоткой. {работа в малых группах} (4ч.)[1,4] Силовые трансформаторы: конструкция, шкала мощностей, габариты, навесное оборудование трансформаторов.

Батареи статических компенсаторов, реакторы, трансформаторы с расщепленной обмоткой.

Самостоятельная работа (112ч.)

1. Проработка теоретического материала. Работа с конспектом лекций, учебниками, учебными пособиями, справочниками и т. п. {творческое задание} (18ч.)[1] Изучение теоретического материала.
2. Подготовка к практическим занятиям. {творческое задание} (18ч.)[1,3,4] Подготовка к текущим практическим занятиям.
3. Выполнение и подготовка к защите курсового проекта {творческое задание} (40ч.)[1,5] Выполнение и подготовка к защите курсового проекта по проектированию ГПП.
Подготовка к защите курсового проекта.
4. Подготовка к промежуточной аттестации {«мозговой штурм»} (36ч.)[1,3,4] Подготовка к письменному экзамену

5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для каждого обучающегося обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к электронной информационно-образовательной среде АлтГТУ:

1. Упит, А. Р. Проектирование главных понижающих подстанций промышленных предприятий : Учебное пособие по курсу «Электрические станции и подстанции» для студентов направления 13.03.02 «электроэнергетика и электротехника» всех форм обучения / А. Р. Упит, Л. Н. Татьянченко ; Алт. гос. тех.ун-т им. И.И. Ползунова. – Барнаул, 2018. – 242 с. – Прямая ссылка: <http://elib.altstu.ru/eum/download/epp/uploads/tatyanchenko-l-n-epp-5a7802d51f7a7.pdf>

2. Павличенко, И. А. Электрическая часть станций и подстанций : Практикум по дисциплине «Электрическая часть электростанций и подстанций»// И. А. Павличенко, А. А. Рыбальченко / Алт. гос. техн. ун-т им. И.И. Ползунова. – Барнаул, 2021. – 38 с – Прямая ссылка: http://elib.altstu.ru/eum/download/epp/Pavlichenko_ECHSiP_pr.pdf

6. Перечень учебной литературы

6.1. Основная литература

3. Немировский, А. Е. Электрооборудование электрических сетей, станций и подстанций : учебное пособие / А. Е. Немировский, И. Ю. Сергиевская, Л. Ю. Крепышева. – 4-е изд. – Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. – 174 с. – ISBN 978-5-9729-0404-4. – Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/98362.html> (дата обращения:

15.08.2021). – Режим доступа: для авторизир. пользователей

4. Марков, В. С. Главные электрические схемы и схемы питания собственных нужд электростанций и подстанций : учебное пособие / В. С. Марков ; под редакцией Г. П. Шафоростова. – Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. – 192 с. – ISBN 978-5-9729-0403-7. – Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/98409.html> (дата обращения: 15.08.2021). – Режим доступа: для авторизир. пользователей

6.2. Дополнительная литература

5. Афонин, В. В. Электрические станции и подстанции. Часть 1. Электрические станции и подстанции : учебное пособие / В. В. Афонин, К. А. Набатов. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015. – 90 с. – ISBN 978-5-8265-1387-3. – Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/64621.html> (дата обращения: 15.08.2021). – Режим доступа: для авторизир. пользователей

6. Афонин, В.В. Электрические станции и подстанции : учебное пособие : в 2 ч. / В.В. Афонин, К.А. Набатов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». – Тамбов : Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2017. – Ч. 2. – 98 с. : ил. – Библиогр.: с. 89 - 90 - ISBN 978-5-8265-1724-6 ; То же [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=498984> (22.05.2019).

7. Филиппова, Т.А. Оптимизация режимов электростанций и энергосистем : учебник / Т.А. Филиппова, Ю.М. Сидоркин, А.Г. Русина ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Новосибирский государственный технический университет. – 2-е изд. – Новосибирск : НГТУ, 2016. – 359 с. : схем., ил. – Библиогр.: с. 349-350 - ISBN 978-5-7782-2743-9 ; То же [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438316> (22.05.2019).

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

8. ielectro Всё об электротехнике [Электронный ресурс]. – Загл. с экрана. – Режим доступа: <http://www.ielectro.ru>.

9. Электронная электротехническая библиотека [Электронный ресурс]. – Загл. с экрана. – Режим доступа: <http://www.electrolibrary.info/>.

8. Фонд оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Содержание промежуточной аттестации раскрывается в комплекте

контролирующих материалов, предназначенных для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, которые хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном виде и в ЭИОС.

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Для успешного освоения дисциплины используются ресурсы электронной информационно-образовательной среды, образовательные интернет-порталы, глобальная компьютерная сеть Интернет. В процессе изучения дисциплины происходит интерактивное взаимодействие обучающегося с преподавателем через личный кабинет студента.

№пп	Используемое программное обеспечение
1	LibreOffice
2	Windows
3	Антивирус Kaspersky
4	Компас-3d
5	Яндекс.Браузер
6	7-Zip

№пп	Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы
1	Национальная электронная библиотека (НЭБ) – свободный доступ читателей к фондам российских библиотек. Содержит коллекции оцифрованных документов (как открытого доступа, так и ограниченных авторским правом), а также каталог изданий, хранящихся в библиотеках России. (http://нэб.рф/)
2	Сайт для начинающих электриков и профессионалов (http://www.elektrospets.ru/index.php)
3	Школа для электрика: всё об электротехнике и электронике (http://electricalschool.info/)
4	Электронная библиотека Институт инженеров по электротехнике и электронике (IEEE) и его партнеров в сфере издательской деятельности. Коллекция включает в себя более 3 миллионов полнотекстовых документов с самыми высокими индексами цитирования в мире. Часть материалов находится в свободном доступе. Для поиска таких документов нужно выбрать расширенный поиск «Advanced Search», ввести в поисковое окно ключевые слова и поставить фильтр «Open Access» (https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp)

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
учебные аудитории для проведения учебных занятий
помещения для самостоятельной работы

Материально-техническое обеспечение и организация

образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с «Положением об обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья».