

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

СОГЛАСОВАНО

Декан ЭФ

В.И. Полищук

Рабочая программа дисциплины

Код и наименование дисциплины: **Б1.В.22 «Системы электроснабжения»**

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: **заочная**

| Статус | Должность | И.О. Фамилия |
|---------------|---|---------------------|
| Разработал | доцент | В.И. Сташко |
| 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 технологического электрооборудования |
| ПК-3 | Способен выполнять сбор и анализ данных для проектирования электроснабжения объектов | ПК-3.3 | Выбирает типовые проектные решения систем электроснабжения объектов |
| 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 |
| ПК-5 | Способен выбирать целесообразные решения и готовить разделы проектной документации на основе типовых технических решений для проектирования систем электроснабжения | ПК-5.1 | Участвует в разработке документации для отдельных разделов проекта системы электроснабжения объектов |

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

| | |
|---|--|
| Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины. | Надежность электроснабжения, Переходные процессы, Проектирование электрических сетей, Режимы работы систем электроснабжения, Электрическая часть электростанций и подстанций |
| Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения. | Нормативные требования при проектировании систем электроснабжения, Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы, Преддипломная практика |

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: 5 / 180

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

| Форма обучения | Виды занятий, их трудоемкость (час.) | | | | Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час) |
|----------------|--------------------------------------|---------------------|----------------------|------------------------|---|
| | Лекции | Лабораторные работы | Практические занятия | Самостоятельная работа | |
| заочная | 10 | 8 | 12 | 150 | 36 |

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

Форма обучения: заочная

Семестр: 10

Лекционные занятия (10ч.)

1. Особенности построения схем электроснабжения промышленного предприятия и схемы присоединения высоковольтного оборудования к сетям напряжением выше 1000 В. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,4,5,7] Основы построения генерального плана предприятия. Расчет и изображение на генплане картограммы нагрузок, а также выбор места расположения РП и ГПП с учетом зоны рассеяния УЦЭН.

Особенности построения схем электроснабжения промышленного предприятия. Схемы присоединения высоковольтных двигателей, преобразователей и т.д. к сетям напряжением выше 1000 В. Типовые проектные решения систем электроснабжения предприятий различных отраслей промышленности.

2. Выбор параметров электрооборудования и конструктивное исполнение систем электроснабжения. Требования к монтажу электрооборудования. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,2,4,5,6] Техно-экономическое обоснование выбора параметров электрооборудования систем электроснабжения, а также варианта схемы с учетом обеспечения надежности электроснабжения и рациональных способов компенсации реактивной мощности. Конструктивное исполнение ГПП и РП. Комплектное оборудование. Условия монтажа подстанций и оборудования выше 1000 В в различных агрессивных средах. Требования ПУЭ, ПТЭ и ПТБ к монтажу электрооборудования. Техно-экономические показатели оценки эффективности проекта.

3. Компенсация реактивной мощности и режимы напряжения {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,4,6,10] Коэффициент мощности и его нормативные значения. Мероприятия по повышению коэффициента мощности. Определение мощности компенсирующих устройств, устанавливаемых с высокой и с низкой стороны. Выбор типа компенсирующих устройств. Отклонения и колебания напряжения при различных режимах работы в сетях с одной или несколькими ступенями трансформации. Схемы включения средств регулирования напряжения в сетях предприятий. Ограничение колебаний

напряжения при питании резкопеременных нагрузок. Использование сдвоенных реакторов, продольной компенсации.

4. Управление и автоматизация в системах электроснабжения {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,2,6,7] Типовые технические решения по управлению электроприемниками на напряжении до 1 кВ и выше. Элементы автоматики в системах электроснабжения: АПВ линий, трансформаторов; АВР в сетях до и выше 1 кВ. Баланс электрической энергии на промышленном предприятии. Определение потерь электроэнергии и мощности в различных элементах системы электроснабжения. Самозапуск электродвигателей. Уровни токов и напряжения при самозапуске. Последовательность расчета самозапуска

5. Заземление и защита в системах электроснабжения {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[1,5,6,7,8] Особенности защиты персонала в установках с изолированной и заземленной нейтралью. Обоснование выбора системы заземления установок с большими и малыми токами замыкания на землю. Заземление и экранирование высоковольтных установок. Защита от проявления статического и атмосферного электричества. Способы защиты подземных сооружений. Анодная и катодная защита, электрический дренаж блуждающих токов. Размещение элементов и узлов электрического оборудования внутри промышленного здания.

Практические занятия (12ч.)

1. Анализ исходных данных и методы проектирования систем электроснабжения промышленных предприятий {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[1,2] Сбор и анализ исходных данных (генплан предприятия, таблица электрических нагрузок, особые условия) как первоначальный этап проектирования электроснабжения промышленных предприятий.

Задачи и методы проектирования систем электроснабжения промышленных предприятий различных отраслей промышленности

2. Характеристика производства и основные требования к схемам внутрицехового и внутризаводского электроснабжения {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[1,2,8,10] Характеристика технологических процессов и отдельных электроприемников, категории надежности потребителей электроэнергии, основные требования к системе внутреннего и внешнего электроснабжения. Выбор типовых проектных решений (обоснование реконструкции) схем внутрицехового и внутризаводского электроснабжения.

3. Расчет электрических нагрузок цеха и предприятия в целом. Расчет токов нагрузки, и выбор схемы внешнего электроснабжения цеха {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[1,2,4,9] Расчет показателей функционирования технологического

электрооборудования. Определение расчетных электрических нагрузок по цеху и предприятию в целом. Автоматизированные методы расчета. Расчет токов нагрузки, пиковых токов для групп и отдельных электроприемников. Выбор целесообразного решения схемы внешнего электроснабжения цеха.

4. Выбор числа и мощности цеховых трансформаторов. Определение параметров электрооборудования, расчет токов КЗ и расчет мощности трансформаторов ГПП. {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[1,4,7,8] Выбор типовых проектных решений цеховых трансформаторных подстанций. Определение числа и мощности цеховых трансформаторов. Нормативная документация при определении параметров и выборе проводов, кабелей, шинопроводов, коммутационных и защитных аппаратов; расчет уставки защиты для одного присоединения. Расчет токов короткого замыкания на всех ступенях защиты. Определение числа и мощности трансформаторов ГПП с учетом требуемой надежности электроснабжения и технико-экономических показателей.

5. Определение условного центра электрических нагрузок и расчет картограммы нагрузок. Выбор места расположения ГПП. Выбор напряжения внутреннего электроснабжения и построение однолинейной принципиальной схемы {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[1,4,5,7,8] Определение условного центра электрических нагрузок и его зоны рассеяния. Расчет картограммы нагрузок предприятия. Определение целесообразного места расположения ГПП с учетом особенностей генплана промышленного предприятия. Обоснование выбора напряжения внутреннего электроснабжения предприятия. План расположения оборудования цеха и прокладки линий электроснабжения, генеральный план электроснабжения предприятия с картограммой нагрузок, однолинейная принципиальная схема внутризаводского электроснабжения (графическая часть)

6. Определение числа и мощности цеховых трансформаторов. Компенсация реактивной мощности в сетях напряжением до и выше 1000 В. Расчет технико-экономических показателей {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[1,4,7,10] Определение числа и мощности цеховых трансформаторов с учетом компенсации реактивных нагрузок и мощности батарей конденсаторов. Распределение батарей конденсаторов в сети напряжением до 1000 В.

Компенсация реактивных нагрузок в сетях общего назначения напряжением до 1000 В. Определение некомпенсированной реактивной нагрузки в сети напряжением выше 1000 В. Расчет реактивной мощности, генерируемой синхронными двигателями напряжением 6-10 кВ. Составление конкурентноспособных вариантов технических решений при компенсации реактивной мощности. Определение требуемой реактивной мощности батарей конденсаторов в сети напряжением выше 1000 В. Расчет технико-экономических показателей эффективности проекта.

Лабораторные работы (8ч.)

1. Расчет заземляющего устройства и молниезащиты {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[3,9] Методы и способы расчета заземляющего устройства цеховой трансформаторной подстанции 10/0,4 кВ и молниезащиты главной понизительной подстанции предприятия 110/10 кВ

2. Расчет электрических нагрузок цеха {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[1,2,3] Определение методом руководящих указаний (упорядоченных диаграмм) электрических нагрузок

отдельного цеха. Расчет осветительной нагрузки

3. Расчет низковольтной и высоковольтной нагрузки предприятия {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[1,2,3] Расчет методом руководящих указаний силовой низковольтной электрической нагрузки потребителей промышленного предприятия. Расчет методом руководящих указаний силовой высоковольтной электрической нагрузки потребителей предприятия

4. Определение УЦЭН и радиуса окружности и угла сектора осветительной нагрузки {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[1,3,8] Определение координат условного центра электрических нагрузок (УЦЭН) и построение эллипса рассеяния УЦЭН для нагрузок предприятия. Отыскание значений радиуса окружности и угла сектора осветительной нагрузки для построения картограмм нагрузок предприятия.

Самостоятельная работа (150ч.)

1. Изучение теоретического материала к выполнению курсового проекта {разработка проекта} (25ч.)[1,2,4,5,6,7] Особенности построения схем электроснабжения промышленного предприятия и схемы присоединения высоковольтного оборудования к сетям напряжением выше 1000 В. Выбор параметров электрооборудования и конструктивное исполнение систем электроснабжения. Требования к монтажу электрооборудования. Компенсация реактивной мощности и режимы напряжения. Управление и автоматизация в системах электроснабжения. Заземление и защита в системах электроснабжения.

2. Проектирование системы электроснабжения промышленного предприятия (выполнение курсового проекта) {разработка проекта} (70ч.)[1,2,4,5,6,7] Выбор напряжения внутреннего электроснабжения. Расчет электрических нагрузок. Определение силовой нагрузки по отдельным цехам и по предприятию в целом. Выбор мощности цеховых трансформаторов. Определение мощности батарей конденсаторов, устанавливаемых в сети до 1 кВ. Выбор числа и мощности трансформаторов главной понизительной подстанции. Расчет

картограммы нагрузок. Определение месторасположения главной понизительной подстанции. Выбор оборудования ГПП на стороне 110 кВ и 6-10 кВ.

3. Оформление и подготовка к сдаче курсового проекта {разработка проекта} (40ч.)[1,2] Оформление курсового проекта в соответствии с требованиями, отправка на проверку преподавателю и прохождение через систему "Антиплагиат". Внесение в курсовой проект необходимых исправлений.

4. Защита лабораторных работ {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[1,2,3] Оформление и представление лабораторных работ на проверку

5. Защита курсового проекта {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (4ч.)[1,2,3,4,7] Окончательная подготовка и представление курсового проекта на проверку

6. Подготовка к экзамену {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (9ч.)[1,2,4,5,6,7] Повторение лекционного и теоретического материала

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

Для каждого обучающегося обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечным системам: Лань, Университетская библиотека он-лайн, электронной библиотеке АлтГТУ и к электронной информационно-образовательной среде:

1. Хомутов С.О., Сташко В.И. Системы электроснабжения [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие.— Электрон. дан.— Барнаул: АлтГТУ, 2020.— Режим доступа:

http://elib.altstu.ru/eum/download/epp/Homutov_SystElectr_ump.pdf, авторизованный

2. Хомутов С.О., Сташко В.И. Системы электроснабжения городов и промышленных предприятий [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие.— Электрон. дан.— Барнаул: АлтГТУ, 2020.— Режим доступа: http://elib.altstu.ru/eum/download/epp/Homutov_SystElectrGPP_ump.pdf, авторизованный

3. Хомутов С.О., Мартко Е.О., Сташко В.И. Системы электроснабжения: Учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ [Электронный ресурс]: Учебно-методическое пособие.— Электрон. дан.— Барнаул: АлтГТУ, 2020.— Режим доступа: http://elib.altstu.ru/eum/download/epp/Homutov_SystElectr_ump_lr.pdf, авторизованный

6. Перечень учебной литературы

6.1. Основная литература

4. Сибикин, Ю.Д. Основы электроснабжения объектов : учебное пособие : [16+] / Ю.Д. Сибикин. – Изд. 3-е, стер. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2020. –

329 с. : ил., схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575058> (дата обращения: 30.12.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-4499-0768-4. – DOI 10.23681/575058. – Текст : электронный.

5. Родыгина, С.В. Проектирование и эксплуатация систем электроснабжения: от теории к практике : [16+] / С.В. Родыгина ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. – 100 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576498> (дата обращения: 30.12.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7782-3628-8. – Текст : электронный.

6.2. Дополнительная литература

6. Эксплуатация линий распределительных сетей систем электроснабжения : учебное пособие / Е.Е. Привалов, А.В. Ефанов, С.С. Ястребов, В.А. Ярош ; под ред. Е.Е. Привалова. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2018. – 205 с. : ил., схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493603> (дата обращения: 30.12.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-4475-9695-8. – DOI 10.23681/493603. – Текст : электронный.

7. Бирюлин В.И. Электроснабжение промышленных и гражданских объектов : учебное пособие / Бирюлин В.И., Куделина Д.В.. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. — 204 с. — ISBN 978-5-9729-1089-2. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/124147.html> (дата обращения: 08.04.2023). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

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

8. Проектирование электроснабжения. – <http://220blog.ru/>
9. Электрик – электричество и энергетика. – <http://www.electrik.org/>
10. Интерактивная база данных по электрическим сетям и электрооборудованию. – <https://online-electric.ru/dbase.php>

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.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) по дисциплине представлен в приложении А.

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 |
| 1 | Foxit Reader |
| 2 | Windows |
| 3 | Антивирус Kaspersky |

| №пп | Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы |
|------------|--|
| 1 | Бесплатная электронная библиотека онлайн "Единое окно к образовательным ресурсам" для студентов и преподавателей; каталог ссылок на образовательные интернет-ресурсы (http://Window.edu.ru) |
| 2 | 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/) |

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».