

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: **очная**

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, Электрические и электронные аппараты, Электроснабжение
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	
очная	24	12	24	120	73

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

Форма обучения: очная

Семестр: 8

Лекционные занятия (24ч.)

- 1. Особенности построения схем электроснабжения цеха промышленного предприятия и расчет электрических нагрузок до 1000 В. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.) [1,2,4,5,7]** Построение схемы цеховой сети. Определение расчетной нагрузки по цеху в целом по установленной мощности электроприемников и средним значениям коэффициентов использования. Определение осветительной нагрузки цеха. Определение условного центра электрических нагрузок цеха. Выбор числа и мощности силовых трансформаторов ЦТП
- 2. Особенности построения схем электроснабжения промышленного предприятия и схемы присоединения высоковольтного оборудования к сетям напряжением выше 1000 В. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.) [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.
- 3. Выбор параметров электрооборудования и конструктивное исполнение систем электроснабжения. Требования к монтажу электрооборудования. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.) [1,2,4,5,6]** Технико-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. Технико-экономические показатели оценки эффективности проекта.

4. Компенсация реактивной мощности и режимы напряжения {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.)[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.

5. Управление и автоматизация в системах электроснабжения {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.)[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

6. Заземление и защита в системах электроснабжения {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.)[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 (24ч.)

1. Анализ исходных данных и методы проектирования систем электроснабжения промышленных предприятий {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (4ч.)[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 внутривзводского электроснабжения {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (4ч.)[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} (4ч.)[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} (4ч.)[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} (4ч.)[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} (4ч.)[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 (12ч.)

- 1. Расчет заземляющего устройства {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[3,9]** Методы и способы расчета заземляющего устройства цеховой трансформаторной подстанции 10/0,4 кВ
- 2. Расчет молниезащиты ГПП {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[3]** Методы и способы расчета молниезащиты главной понизительной подстанции предприятия 110/10 кВ
- 3. Расчет силовой электрической нагрузки до 1000 В {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[1,2,3]** Расчет методом руководящих указаний силовой низковольтной электрической нагрузки потребителей промышленного предприятия
- 4. Расчет электрических нагрузок напряжением выше 1000 В {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[3]** Расчет методом руководящих указаний силовой высоковольтной электрической нагрузки потребителей предприятия
- 5. 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.
- 6. Построение картограммы электрических нагрузок предприятия {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (2ч.)[1,2,3]** Расчет значений радиуса окружности и угла сектора осветительной нагрузки для построения картограмм нагрузок предприятия

Самостоятельная работа (120ч.)

- 1. Изучение теоретического материала к выполнению курсового проекта**

{разработка проекта} (12ч.)[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} (40ч.)[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} (12ч.)[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} (12ч.)[1,2,3] Оформление и представление лабораторных работ на проверку

5. Защита курсового проекта {с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий} (8ч.)[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} (36ч.)[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».