

Автономная некоммерческая организация высшего образования
«Волгоградский институт бизнеса»

Рабочая программа учебной дисциплины

Электроснабжение технологических комплексов

(Наименование дисциплины)

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль)

«Электроснабжение»

(Направление подготовки / Профиль)

Бакалавр

(Квалификация)

Кафедра разработчик

Естественных наук и профессиональных коммуникаций

Год набора

2027

Вид учебной деятельности	Трудоемкость (объем) дисциплины
	Очная форма
	л
Зачетные единицы	3
Общее количество часов	108
Аудиторные часы контактной работы обучающегося с преподавателями:	32
– Лекционные (Л)	16
– Практические (ПЗ)	16
– Лабораторные (ЛЗ)	
– Семинарские (СЗ)	
Самостоятельная работа обучающихся (СРО)	76
К (Р-Г) Р (П) (+;-)	
Тестирование (+;-)	
ДКР (+;-)	
Зачет (+;-)	+
Зачет с оценкой (+;- (Кол-во часов))	
Экзамен (+;- (Кол-во часов))	

Волгоград 2026

Содержание

Раздел 1. Организационно-методический раздел	3
Раздел 2. Тематический план.....	5
Раздел 3. Содержание дисциплины.....	6
Раздел 4. Организация самостоятельной работы обучающихся	8
Раздел 5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся.....	10
Раздел 6. Оценочные средства промежуточной аттестации (с ключами).....	13
Раздел 7. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	15
Раздел 8. Материально-техническая база и информационные технологии.....	16
Раздел 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	17

Раздел 1. Организационно-методический раздел

1.1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина «Электроснабжение технологических комплексов» входит в «Элективные дисциплины» подготовки обучающихся по направлению подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Электроснабжение».**

Целью дисциплины является формирование **компетенций** (в соответствии с ФГОС ВО и требованиями к результатам освоения основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО)):

ПК-2 Способен осуществлять организационно-техническое, технологическое и ресурсное обеспечение работ, а также планирование и координацию деятельности по эксплуатации электроэнергетических и электротехнических объектов

Дескрипторы универсальной компетенции:

ПК-2.1 Осуществляет организационно-техническое, технологическое и ресурсное обеспечение работ по эксплуатации электроэнергетических и электротехнических объектов.

ПК-2.2 Обеспечивает планирование и координацию деятельности по эксплуатации электроэнергетических и электротехнических объектов

Перечисленные компетенции формируются в процессе достижения индикаторов компетенций:

Обобщенная трудовая функция/ трудовая функция	Код и наименование дескриптора компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенций (из ПС)
– Профессиональный стандарт Специалист по эксплуатации трансформаторных подстанций и распределительных пунктов и управлению режимами работы муниципальных электрических сетей, утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации № 329н от 25.04.2023	ПК-2.1 Осуществляет организационно-техническое, технологическое и ресурсное обеспечение работ по эксплуатации электроэнергетических и электротехнических объектов. ПК-2.2 Обеспечивает планирование и координацию деятельности по эксплуатации электроэнергетических и электротехнических объектов	Знает: ИД 1 ПК.2.1 Нормативные правовые акты и методические документы, регламентирующие деятельность объекта электроэнергетики и электротехники, эксплуатационные требования к ним, требования охраны труда, промышленной и пожарной безопасности, производственной санитарии С/01.6; ИД 2 ПК.2.2 Порядок и методы оперативного, текущего и перспективного производственного (технико-экономического) планирования, правила технической эксплуатации и квалификационные требования к персоналу, осуществляющему деятельность по эксплуатации С/02.6, С/03.6 Умеет: ИД 3 ПК.2.1 Оценивать техническое состояние объектов электроэнергетики и электротехники, разрабатывать техническую и технологическую документацию по их эксплуатации С/01.6

		ИД 4 ПК.2.2 Осуществлять оперативное, текущее и перспективное планирование производственной деятельности структурного подразделения, направленной на обеспечение исправного состояния, эффективной и безаварийной работы, разрабатывать планы и графики производства работ по техническому обслуживанию и ремонту объектов электроэнергетики и электротехники С/02.6, С/03.6 Имеет навыки: ИД 5 ПК.2.1 Участия в разработке и утверждении внутренних локальных документов, касающихся организации деятельности по эксплуатации объектов электроэнергетики и электротехники С/01.6 ИД 6 ПК.2.2 Обеспечения взаимодействия структурных подразделений организации в рамках планирования функционирования и эксплуатации объектов электроэнергетики и электротехники С/02.6, С/03.6
--	--	---

**1.2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО
направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность
(профиль) «Электроснабжение»**

№	Предшествующие дисциплины (дисциплины, изучаемые параллельно)	Последующие дисциплины
1	2	3
1.	Электрические машины	Электромеханические комплексы в электроэнергетике
2.	Теоретические основы электротехники	Монтаж и наладка электромеханического оборудования подстанций
3.	Электрические и электронные аппараты	

1.3. Нормативная документация

Рабочая программа учебной дисциплины составлена на основе:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Электроснабжение»**;
- Учебного плана направления подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Электроснабжение»** 2027 года набора;
- Образца рабочей программы учебной дисциплины (приказ № 113-О от 01.09.2021 г.).

Раздел 2. Тематический план

Очная форма обучения (полный срок)

№	Тема дисциплины	Трудоемкость				
		Все го	Аудиторные занятия		СРО	Код индикатора и дескриптора достижения компетенций
			Л	ПЗ (ЛЗ, СЗ)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Тема 1. Введение. Характеристика технологических комплексов как потребителей электроэнергии.	12	2	2	8	ИД 1 ПК.2.1 ИД 2 ПК.2.2 ИД 3 ПК.2.1 ИД 4 ПК.2.2 ИД 5 ПК.2.1 ИД 6 ПК.2.2
2	Тема 2. Схемы и конструктивное выполнение систем электроснабжения предприятий.	12	2	2	8	ИД 1 ПК.2.1 ИД 2 ПК.2.2 ИД 3 ПК.2.1 ИД 4 ПК.2.2 ИД 5 ПК.2.1 ИД 6 ПК.2.2
3	Тема 3. Расчет электрических нагрузок и выбор числа и мощности трансформаторов.	14	2	2	10	ИД 1 ПК.2.1 ИД 2 ПК.2.2 ИД 3 ПК.2.1 ИД 4 ПК.2.2 ИД 5 ПК.2.1 ИД 6 ПК.2.2
4	Тема 4. Качество электроэнергии в системах электроснабжения технологических комплексов.	14	2	2	10	ИД 1 ПК.2.1 ИД 2 ПК.2.2 ИД 3 ПК.2.1 ИД 4 ПК.2.2 ИД 5 ПК.2.1 ИД 6 ПК.2.2
5	Тема 5. Компенсация реактивной мощности в промышленных сетях.	14	2	2	10	ИД 1 ПК.2.1 ИД 2 ПК.2.2 ИД 3 ПК.2.1 ИД 4 ПК.2.2 ИД 5 ПК.2.1 ИД 6 ПК.2.2
6	Тема 6. Электроснабжение специфических технологических установок.	14	2	2	10	ИД 1 ПК.2.1 ИД 2 ПК.2.2 ИД 3 ПК.2.1 ИД 4 ПК.2.2 ИД 5 ПК.2.1 ИД 6 ПК.2.2
7	Тема 7. Надежность электроснабжения и резервирование питания.	14	2	2	10	ИД 1 ПК.2.1 ИД 2 ПК.2.2 ИД 3 ПК.2.1 ИД 4 ПК.2.2 ИД 5 ПК.2.1 ИД 6 ПК.2.2
8	Тема 8. Энергосбережение и повышение эффективности систем электроснабжения.	14	2	2	10	ИД 1 ПК.2.1 ИД 2 ПК.2.2 ИД 3 ПК.2.1 ИД 4 ПК.2.2 ИД 5 ПК.2.1 ИД 6 ПК.2.2
Вид промежуточной аттестации(Зачет)						
Итого		108	16	16	76	

Раздел 3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание дисциплины

Тема 1. Введение. Характеристика технологических комплексов как потребителей электроэнергии. Дисциплина начинается с определения понятия «технологический комплекс» и его места в структуре промышленного предприятия. Рассматриваются основные группы потребителей: электропривод (станки, насосы, компрессоры), электротермия, электролиз, электросварка и освещение. Изучаются их индивидуальные характеристики, режимы работы и влияние на общую схему электроснабжения предприятия. Особое внимание уделяется понятию «график нагрузки» и его формированию под воздействием технологического процесса.

Тема 2. Схемы и конструктивное выполнение систем электроснабжения предприятий. В этой теме изучаются принципы построения схем электроснабжения. Анализируются радиальные, магистральные и смешанные схемы питания цеховых трансформаторных подстанций (ТП) от главных понизительных подстанций (ГПП) или распределительных пунктов (РП). Рассматриваются конструктивные решения: размещение ГПП на территории завода, типы распределительных сетей (кабельные в туннелях, блоках, на эстакадах; шинопроводы), а также вопросы компоновки и взаимного расположения оборудования.

Тема 3. Расчет электрических нагрузок и выбор числа и мощности трансформаторов. Это ключевой раздел, посвященный инженерным расчетам. Изучаются методы определения расчетной нагрузки для отдельных электроприемников, групп потребителей и всего предприятия в целом (метод коэффициента спроса, метод удельного расхода электроэнергии). На основе полученных данных выполняется выбор оптимальной мощности и количества цеховых и главных трансформаторов с проверкой на систематическую и аварийную перегрузку.

Тема 4. Качество электроэнергии в системах электроснабжения технологических комплексов. Технологические процессы часто чувствительны к качеству поставляемой электроэнергии. В этой теме анализируются показатели качества: отклонение и колебания напряжения, несинусоидальность (высшие гармоники), несимметрия напряжений. Рассматриваются источники этих искажений (например, мощные выпрямители приводов, дуговые печи) и их негативное влияние на работу другого оборудования (перегрев двигателей, сбои в работе электроники).

Тема 5. Компенсация реактивной мощности в промышленных сетях. Высокий удельный вес реактивной мощности в нагрузке промышленных предприятий приводит к дополнительным потерям и снижению пропускной способности сетей. Изучаются методы компенсации: централизованная (на шинах ГПП), групповая (на шинах цеховых ТП) и индивидуальная (у каждого потребителя). Рассматривается выбор и размещение батарей статических конденсаторов (БСК) и синхронных компенсаторов.

Тема 6. Электроснабжение специфических технологических установок. Детально рассматриваются особенности питания наиболее энергоемких и требовательных потребителей. Изучаются схемы питания дуговых сталеплавильных и руднотермических печей, мощных сварочных установок, электролизных ванн. Анализируются проблемы, связанные с их работой: глубокие колебания напряжения, генерация высших гармоник и необходимость применения специальных фильтрокомпенсирующих устройств.

Тема 7. Надежность электроснабжения и резервирование питания. Надежность является критическим фактором для непрерывных технологических процессов. Тема посвящена классификации потребителей по категориям надежности (I, II, III) согласно ПУЭ. Изучаются способы резервирования питания: АВР на секционных выключателях ГПП или РП, питание от двух независимых источников, а также применение агрегатов бесперебойного питания (ИБП) для ответственной электроники.

Тема 8. Энергосбережение и повышение эффективности систем электроснабжения. Завершающая тема посвящена современным подходам к снижению энергозатрат. Рассматриваются методы повышения энергоэффективности: оптимизация графиков нагрузки (выравнивание пика), замена устаревшего оборудования на энергоэффективное, применение частотно-регулируемого привода (ЧРП) для насосов и вентиляторов, а также проведение энергетических обследований (энергоаудита) предприятия для выявления резервов экономии.

3.2. Содержание практического блока дисциплины

Очная форма обучения (полный срок)

№	Тема практического (семинарского, лабораторного) занятия
1	2
ПЗ 1	Тема 1. Введение. Характеристика технологических комплексов как потребителей электроэнергии.
ПЗ 2	Тема 2. Схемы и конструктивное выполнение систем электроснабжения предприятий.
ПЗ 3, 4	Тема 3. Расчет электрических нагрузок и выбор числа и мощности трансформаторов.
ПЗ 5	Тема 4. Качество электроэнергии в системах электроснабжения технологических комплексов.
ПЗ 6, 7	Тема 5. Компенсация реактивной мощности в промышленных сетях.
ПЗ 8	Тема 6. Электроснабжение специфических технологических установок.

3.3. Образовательные технологии

Очная форма обучения (полный срок)

№	Тема занятия	Вид учебного занятия	Форма / Методы интерактивного обучения	% учебного времени
1	2	3	4	5
1	Тема 1. Введение. Характеристика технологических комплексов как потребителей электроэнергии.	ПЗ	Метод кейсов	75
2	Тема 2. Схемы и конструктивное выполнение систем электроснабжения предприятий.	Л	Лекция-ситуация	25
3	Тема 3. Расчет электрических нагрузок и выбор числа и мощности трансформаторов.	ПЗ	Метод кейсов	75
4	Тема 4. Качество электроэнергии в системах электроснабжения технологических комплексов.	ПЗ	Мозговой штурм	25
5	Тема 5. Компенсация реактивной мощности в промышленных сетях.	Л	Мозговой штурм	50
6	Тема 6. Электроснабжение специфических технологических установок.	ПЗ	Метод кейсов	75
7	Тема 7. Надежность электроснабжения и резервирование питания.	ПЗ	Метод кейсов	75
8	Тема 8. Энергосбережение и повышение эффективности систем электроснабжения.	ПЗ	Деловая игра	75
Итого				29,68%

Раздел 4. Организация самостоятельной работы обучающихся

4.1. Организация самостоятельной работы обучающихся

№	Тема дисциплины	№ вопросов	№ рекомендуемой литературы
1	2	3	4
1	Тема 1. Введение. Характеристика технологических комплексов как потребителей электроэнергии.	1, 2	1, 3, 5
2	Тема 2. Схемы и конструктивное выполнение систем электроснабжения предприятий.	3, 4, 5, 6	1, 3, 5
3	Тема 3. Расчет электрических нагрузок и выбор числа и мощности трансформаторов.	7, 8, 9	3, 4, 5
4	Тема 4. Качество электроэнергии в системах электроснабжения технологических комплексов.	10, 11, 12, 13	2, 3, 4, 5
5	Тема 5. Компенсация реактивной мощности в промышленных сетях.	14, 15, 16	3, 4, 5
6	Тема 6. Электроснабжение специфических технологических установок.	17, 18	2, 3, 5
7	Тема 7. Надежность электроснабжения и резервирование питания.	19-25	1, 3, 5
8	Тема 8. Энергосбережение и повышение эффективности систем электроснабжения.	26, 27, 28	2, 3, 5, 6

Перечень вопросов, выносимых на самостоятельную работу обучающихся

1. Уровни электроснабжения промышленных предприятий.
2. Режимы работы промышленных потребителей электроэнергии.
3. Категории электроприемников и обеспечение надежности электроснабжения.
4. Выбор сечения проводов и кабелей по допустимому нагреву электрическим током.
5. Потери мощности и напряжения в электрических сетях.
6. Назначение и устройство защитных заземлений и занулений.
7. Основное электрооборудование подстанций промышленных предприятий.
8. Назовите определение электрического привода как технического устройства. Какая главная функция электропривода реализуется в ЭД?
9. Охарактеризуйте основные устройства в составе системы электрооборудования и управления машины.
10. Назовите параметры и показатели системы электропривода.
11. Почему значение к.п.д. электромеханической системы привода ЭМ меняется при изменении нагрузки?
12. Как формируются параметрические ряды номинальных величин в электротехнике?
13. Что такое «вентиляторная» характеристика?
14. Назовите номинальные данные электродвигателя стандартной серии.
15. Для чего после выбора двигателя по расчетной нагрузке необходимо сделать его проверку по моменту, скорости и условию перегрева.
16. Назовите виды электрических защит, применяемых в электроприводах.
17. Какие аппараты осуществляют максимально-токовую защиту?
18. Что такое нулевая защита?
19. Для чего нужна минимально-токовая защита в электроприводах постоянного тока?
20. Как реализуется температурная защита электрических двигателей?
21. Как предотвращается возможность одновременного включения контакторов «вперед» и «назад» в реверсивных магнитных пускателях?
22. Приведите классификацию способов регулирования асинхронных двигателей.
23. При каких способах регулирования асинхронный двигатель работает с малыми значениями скольжения?

24. Каков основной недостаток способа регулирования скорости асинхронного двигателя при изменении напряжения питания?

25. Почему при уменьшении частоты напряжения питания ниже номинальной необходимо одновременно регулировать напряжение?

4.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся обеспечивается следующими учебно-методическими материалами:

1. Указаниями в рабочей программе по дисциплине (п.4.1.)
2. Лекционные материалы в составе УМК по дисциплине
3. Заданиями и методическими рекомендациями по организации самостоятельной работы обучающихся в составе УМК по дисциплине.
4. Глоссарием по дисциплине в составе УМК по дисциплине.

Раздел 5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся

Фонд оценочных средств по дисциплине представляет собой совокупность контролирующих материалов, предназначенных для измерения уровня достижения обучающимися установленных результатов образовательной программы. ФОС по дисциплине используется при проведении оперативного контроля и промежуточной аттестации обучающихся. Требования к структуре и содержанию ФОС дисциплины регламентируются Положением о фонде оценочных материалов по программам высшего образования – программам бакалавриата, магистратуры.

5.1. Паспорт фонда оценочных средств Очная форма обучения (полный срок)

№	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Оценочные средства			
		Л	ПЗ (ЛЗ, СЗ)	СРО	Код индикатора и дескриптора достижения компетенций
1	2	3	4	5	6
1	Тема 1. Введение. Характеристика технологических комплексов как потребителей электроэнергии.	УО	КМ	ПРВ	ИД 1 ПК.2.1 ИД 2 ПК.2.2 ИД 3 ПК.2.1 ИД 4 ПК.2.2 ИД 5 ПК.2.1 ИД 6 ПК.2.2
2	Тема 2. Схемы и конструктивное выполнение систем электроснабжения предприятий.	УО	КМ	ПРВ	ИД 1 ПК.2.1 ИД 2 ПК.2.2 ИД 3 ПК.2.1 ИД 4 ПК.2.2 ИД 5 ПК.2.1 ИД 6 ПК.2.2
3	Тема 3. Расчет электрических нагрузок и выбор числа и мощности трансформаторов.	ЛС	МШ	ПРВ	ИД 1 ПК.2.1 ИД 2 ПК.2.2 ИД 3 ПК.2.1 ИД 4 ПК.2.2 ИД 5 ПК.2.1 ИД 6 ПК.2.2
4	Тема 4. Качество электроэнергии в системах электроснабжения технологических комплексов.	УО	КМ	ПРВ	ИД 1 ПК.2.1 ИД 2 ПК.2.2 ИД 3 ПК.2.1 ИД 4 ПК.2.2 ИД 5 ПК.2.1 ИД 6 ПК.2.2
5	Тема 5. Компенсация реактивной мощности в промышленных сетях.	УО	МШ	ПРВ	ИД 1 ПК.2.1 ИД 2 ПК.2.2 ИД 3 ПК.2.1 ИД 4 ПК.2.2 ИД 5 ПК.2.1 ИД 6 ПК.2.2
6	Тема 6. Электроснабжение специфических технологических установок.	УО	КМ	ПРВ	ИД 1 ПК.2.1 ИД 2 ПК.2.2 ИД 3 ПК.2.1 ИД 4 ПК.2.2 ИД 5 ПК.2.1 ИД 6 ПК.2.2
7	Тема 7. Надежность электроснабжения и резервирование питания.	УО	КМ	ПРВ	ИД 1 ПК.2.1 ИД 2 ПК.2.2 ИД 3 ПК.2.1 ИД 4 ПК.2.2 ИД 5 ПК.2.1 ИД 6 ПК.2.2

8	Тема 8. Энергосбережение и повышение эффективности систем электроснабжения.	УО	ДИ	ПРВ	ИД 1 ПК.2.1 ИД 2 ПК.2.2 ИД 3 ПК.2.1 ИД 4 ПК.2.2 ИД 5 ПК.2.1 ИД 6 ПК.2.2
---	---	----	----	-----	--

Условные обозначения оценочных средств (Столбцы 3, 4, 5):

УО – устный (фронтальный, индивидуальный, комбинированный) опрос;

ПРВ – проверка рефератов, отчетов, рецензий, аннотаций, конспектов, графического материала, эссе, переводов, решений заданий, выполненных заданий в электронном виде и т.д.;

МШ – Метод мозгового штурма;

КМ – Кейс-метод;

ДИ – Деловая игра;

ЛС – Лекция-ситуация.

5.2. Оценочные средства текущего контроля

Перечень практических (семинарских) заданий

Задачи

1. Расчет электрических нагрузок цеха.

○ **Задание:** По справочным данным о станочном парке механического цеха (количество и установленная мощность каждого станка) рассчитать полную расчетную активную и реактивную мощность на шинах 0.4 кВ цеховой трансформаторной подстанции (ТП) с использованием метода коэффициента спроса.

2. Построение суточного графика нагрузки предприятия.

○ **Задание:** На основе данных о сменной работе предприятия (дневная, вечерняя, ночная смены) построить суточный график активной и реактивной нагрузки для всего завода. Определить P_{max} , P_{min} и время использования максимума.

3. Выбор числа и мощности цеховых трансформаторов.

○ **Задание:** Используя результаты расчета из задания №1, выбрать номинальную мощность и количество трансформаторов для питания цеха. Проверить выбранные трансформаторы на систематическую и аварийную перегрузку.

4. Расчет компенсации реактивной мощности.

○ **Задание:** Для предприятия с низким средневзвешенным коэффициентом мощности ($\cos \varphi$) определить необходимую мощность батарей статических конденсаторов (БСК) для его повышения до нормативного значения (например, 0.95). Рассчитать экономический эффект от снижения потерь в сети.

5. Выбор сечения кабелей в цеховой сети.

○ **Задание:** Выбрать сечение кабеля марки *АВВГ* для питания самого мощного токоприемника в цехе (например, компрессора). Проверку выполнить по экономической плотности тока, допустимому нагреву и потере напряжения.

6. Проектирование схемы электроснабжения цеха.

○ **Задание:** Начертить принципиальную однолинейную схему электроснабжения цеха напряжением 0.4 кВ от цеховой ТП. Показать магистральную или радиальную схему питания распределительных шкафов (ШР).

7. Анализ влияния высших гармоник.

○ **Задание:** Для цеха с большим количеством выпрямительных установок (сварочные аппараты, частотно-регулируемые приводы) описать негативное влияние генерируемых ими высших гармоник на сеть и предложить методы их фильтрации или компенсации.

8. Выбор схемы питания дуговой сталеплавильной печи (ДСП).

○ **Задание:** Описать особенности электроснабжения ДСП как резкопеременной нагрузки. Предложить схему подключения через печной трансформатор и меры по снижению колебаний напряжения в питающей сети (например, применение SVC).

9. **Расчет токов короткого замыкания в системе электроснабжения.**
 - **Задание:** Для упрощенной схемы системы электроснабжения предприятия (источник питания, линия, трансформатор) рассчитать ток трехфазного короткого замыкания на шинах 0.4 кВ цеховой ТП.
10. **Выбор уставок релейной защиты.**
 - **Задание:** По результатам расчета токов КЗ из задания №9 выбрать уставки (ток срабатывания) для максимальной токовой защиты (МТЗ), установленной на вводном автоматическом выключателе в РУ-0.4 кВ.
11. **Проектирование освещения производственного помещения.**
 - **Задание:** Для заданного пролета цеха рассчитать требуемое количество и мощность светильников для создания нормируемой освещенности на рабочих поверхностях. Выбрать тип светильников и предложить схему их включения.
12. **Разработка плана расположения электрооборудования в цехе.**
 - **Задание:** Начертить план расположения основного электрооборудования в цехе: цеховой ТП, распределительные шкафы, шинопроводы, осветительные щитки.
13. **Анализ надежности электроснабжения.**
 - **Задание:** Для заданного технологического процесса (например, непрерывное литье стали) определить категорию надежности электроснабжения по ПУЭ и предложить схему питания, обеспечивающую эту надежность (например, два независимых источника с АВР).
14. **Расчет экономического эффекта от внедрения энергосберегающих мероприятий.**
 - **Задание:** Рассчитать годовую экономию электроэнергии и срок окупаемости проекта по замене асинхронных двигателей на двигатели с более высоким КПД или по установке частотно-регулируемого привода на насосной станции.
15. **Разработка карты селективности защит.**
 - **Задание:** Построить карту селективности для защит в радиальной сети от ввода 0.4 кВ до конечного потребителя, используя стандартные времятоковые характеристики автоматических выключателей.

5.3. Тематика письменных работ обучающихся

Рефераты по выбранным темам выполняются в письменной форме обучающимися всех форм обучения. Учебно-методические материалы, необходимые для выполнения работ, а также примерная тематика рефератов содержатся в УМК по дисциплине.

1. Электрические станции и электрические сети.
2. Приемники и потребители электроэнергии.
3. Воздушные и кабельные линии электропередачи.
4. Токопроводы.
5. Выбор схемы распределения электроэнергии.
6. Схемы цеховых соединений.
7. Схемы осветительных сетей.
8. Схемы замещения воздушных линий.
9. Схемы замещения кабельных линий.
10. Области применения различных схем замещения линий.
11. Схемы замещения трансформаторов.
12. Сети с изолированной нейтралью.
13. Сети с компенсированной нейтралью.
14. Сети с глухозаземленной нейтралью.
15. Методы расчета электрических нагрузок.
16. Падение и потеря напряжения в линии.
17. Баланс активной мощности и его обеспечение.
18. Компенсация реактивной мощности. Компенсирующие устройства.
19. Показатели качества электроэнергии.
20. Регулирование напряжения на электростанциях и подстанциях.
21. Выбор аппаратов, защищающих сеть от перегрева.

5.4. Перечень вопросов промежуточной аттестации по дисциплине

Список вопросов для зачета с оценкой

1. Что входит в состав электроэнергетической системы (ЭЭС)?
2. Чем отличается энергосистема от системы электроснабжения?
3. Назовите основные преимущества объединения энергосистем на параллельную работу.
4. Перечислите основные конструктивные элементы воздушных линий (ВЛ).
5. Какие марки проводов чаще всего используются для ВЛ?
6. Из каких конструктивных элементов состоит силовой кабель?
7. Что такое «отпайка» и «заход» на линии электропередачи?
8. Какие типы опор ВЛ вы знаете по их назначению?
9. Что такое радиальная схема электроснабжения и её главный минус?
10. В чем преимущество магистральной схемы перед радиальной?
11. Какие потребители относятся к I категории по надежности?
12. Как обеспечивается питание потребителей особой группы I категории?
13. Допускается ли перерыв в электроснабжении для потребителей III категории?
14. Что такое «глухое заземление» нейтрали и где оно применяется?
15. Для чего применяется секционирование шин на подстанциях?
16. В чем разница между связанным и несвязанным резервированием?
17. Какие параметры учитывает П-образная схема замещения линии?
18. Что характеризует активное сопротивление (R) в схеме замещения?
19. Почему в схемах замещения трансформаторов выделяют ветвь намагничивания?
20. Как рассчитывается реактивное сопротивление линии электропередачи?
21. Что такое расчетные нагрузки и для чего они нужны?
22. В каких случаях при расчетах можно не учитывать емкостную проводимость линии?
23. Что такое нормальный и послеаварийный режимы системы?
24. Какой параметр системы напрямую зависит от баланса активной мощности?
25. Как регулируется напряжение в узлах системы электроснабжения?
26. Что такое «статическая устойчивость» энергосистемы?
27. Назовите основные показатели качества электроэнергии (согласно ГОСТ).
28. Чем опасны гармоники в электрической сети?
29. Что такое коэффициент несинусоидальности напряжения?
30. Какие устройства используются для компенсации реактивной мощности?

Раздел 6. Оценочные средства промежуточной аттестации (с ключами)

Прочитайте вопрос и выберите один правильный ответ.

Вопрос 1.1 Какой основной метод используется для расчета электрических нагрузок группы электроприемников в цехе? а) Метод коэффициента спроса; б) Метод удельного веса; в) Метод эквивалентного сопротивления; г) Метод удельной мощности на единицу объема здания.

Правильный ответ: а)

Вопрос 1.2 Какое устройство является основным для компенсации реактивной мощности в сетях промышленных предприятий? а) Синхронный компенсатор; б) **Батарея статических конденсаторов (БСК)**; в) Дугогасящий реактор; г) Токоограничивающий реактор.

Правильный ответ: б)

Вопрос 1.3 К какой категории по надежности электроснабжения, как правило, относятся электроприемники, перерыв в питании которых может повлечь за собой опасность для жизни людей, значительный ущерб или повреждение дорогостоящего оборудования? а) III категория; б) **I категория**; в) II категория; г) Особая группа I категории.

Правильный ответ: б)

Вопрос 1.4 Какое основное негативное влияние на сеть оказывают мощные выпрямители и частотно-регулируемые приводы (ЧРП)? а) Снижение частоты тока; б) **Генерация высших гармоник тока и напряжения**; в) Увеличение коэффициента мощности ($\cos \varphi$); г) Снижение уровня изоляции.

Правильный ответ: б)

Вопрос 1.5 Как называется график, показывающий зависимость потребления активной или реактивной мощности от времени за сутки, неделю или год? а) График скорости; б) **График нагрузки**; в) Вольт-амперная характеристика; г) Характеристика холостого хода.

Правильный ответ: б)

Прочитайте вопрос и выберите два правильных ответа.

Вопрос 2.1 Выберите два основных преимущества применения частотно-регулируемого привода (ЧРП) для управления электродвигателями механизмов (насосов, вентиляторов). а) **Снижение пусковых токов**; б) **Экономия электроэнергии за счет регулирования производительности**; в) Увеличение габаритов установки; г) Упрощение конструкции двигателя.

Правильный ответ: а), б)

Вопрос 2.2 Выберите два основных способа повышения пропускной способности цеховой сети 0.4 кВ при ее перегрузке. а) Увеличение длины кабельных линий; б) **Увеличение сечения проводников**; в) **Перераспределение нагрузок между трансформаторами или фазами**; г) Снижение номинального напряжения.

Правильный ответ: б), в)

Вопрос 2.3 Выберите два основных источника информации для определения расчетной нагрузки по методу коэффициента спроса. а) Паспортные данные электроприемника; б) **Справочные данные по коэффициентам спроса для различных групп механизмов**; в) **Установленная (номинальная) мощность группы электроприемников**; г) Температура окружающей среды.

Правильный ответ: б), в)

Вопрос 2.4 Выберите два основных последствия низкого коэффициента мощности ($\cos \varphi$) для промышленного предприятия. а) **Увеличение потерь электроэнергии в сетях и трансформаторах**; б) **Снижение пропускной способности сетей и необходимость завышать сечение проводников**; в) Повышение КПД электродвигателей; г) Улучшение качества напряжения.

Правильный ответ: а), б)

Вопрос 2.5 Выберите два основных типа цеховых сетей по схеме построения. а) Радиальная; б) **Магистральная**; в) Кольцевая; г) Параллельная.

Правильный ответ: а), б)

Установите соответствие между типом потребителя и его характерной особенностью.

А) Электродуговая сталеплавильная печь (ДСП)	1) Резкопеременная нагрузка с толчками тока, вызывающими колебания напряжения.
Б) Насосная станция с частотно-регулируемым приводом (ЧРП)	2) Потребитель I категории надежности, требующий бесперебойного питания.
В) Выпрямительная установка для электролиза	3) Нелинейная нагрузка, генерирующая значительные высшие гармоники.
Г) Система аварийного освещения цеха	4) Нагрузка, позволяющая экономить электроэнергию за счет снижения давления в сети.

Правильный ответ: А – 1, Б – 4, В – 3, Г – 2

4) На установление последовательности (1 вопрос)

Укажите правильную последовательность действий при выборе мощности цехового трансформатора. 1\$ Проверка трансформатора на систематическую и аварийную перегрузку. 2\$ Определение расчетной активной и реактивной мощности цеха. 3\$ Выбор стандартной номинальной мощности трансформатора по условию $S_{расч} < S_{ном}$. 4\$ Выбор количества трансформаторов (однотрансформаторная или двухтрансформаторная подстанция).

Правильный ответ: 2-4-3-1

Раздел 7. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

7.1. Основная литература

1. Бирюлин, В. И. Электроснабжение промышленных и гражданских объектов: учебное пособие / В. И. Бирюлин, Д. В. Куделина. — Москва, Вологда: ИнфраИнженерия, 2022. — 204 с. — ISBN 978-5-9729-1089-2. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/124147.html>

2. Давыдов, Д. А. Источники питания электротехнологических установок и комплексов : учебное пособие / Д. А. Давыдов, Т. Ю. Дунаева, Е. К. Пыльская. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. — 116 с. — ISBN 978-5-9729-1834-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/143603.html>

7.2. Дополнительная литература

3. Куксин, А. В. Электроснабжение промышленных предприятий : учебное пособие / А. В. Куксин. — 2-е изд. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2025. — 156 с. — ISBN 978-5-9729-2386-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/154760.html>

4. Сивков А.А. Электроснабжение промышленных предприятий : учебное пособие / Сивков А.А., Сайгаш А.С., Герасимов Д.Ю.. — 3-е изд. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2024. — 173 с. — ISBN 978-5-4497-1310-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/147322.html>

7.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Электронно-библиотечная система -Цифровой образовательный ресурс IPR SMART – электронная библиотека по всем отраслям знаний [Электронный ресурс]. – URL:
2. <http://www.iprbookshop.ru>
3. Справочник математических формул <http://www.pm298.ru/>
4. Каталог ГОСТов - <https://snip.ruscable.ru/>
5. <http://www.consultant.ru/>— Консультант Плюс
6. <http://www.garant.ru/>— Гарант
7. Программное обеспечение для организации конференции.

Раздел 8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

8.1. Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся всех направлений подготовки).

Оборудование:

- Стол для преподавателя
- Стул для преподавателя
- Столы для обучающихся
- Стулья для обучающихся
- Пробковая доска
- Моноблок для преподавателя с выходом в интернет
- ЖК панель
- Компьютеры для обучающихся с выходом в интернет
- Виртуальный лабораторный стенд «Электрические цепи» на 20 рабочих мест;
- Виртуальный лабораторный стенд «Электротехника и основы электроники» ТС-ЭТиОЭ2-ЛС на 16 рабочих мест
- Виртуальный лабораторный стенд «Автоматика на основе программируемого реле» на 20 рабочих мест
- Виртуальный лабораторный стенд «Автоматика на основе программируемого контроллера» на 20 рабочих мест
- Виртуальный лабораторный стенд «Цифровая и микропроцессорная техника» на 20 рабочих мест
- Набор учебно-методических материалов к разделу «Электротехника и электроника» (плакаты, презентации).

8.2. Помещение для самостоятельной работы обучающихся (помещение общего пользования с подключением к системам телекоммуникации и с обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (доступ в сеть Интернет, Wi-Fi, глобальные поисковые системы, электронная почта и т.д.)

Специализированная мебель и технические средства обучения:

- Стол для преподавателя
- Стул для преподавателя
- Столы для обучающихся
- Стулья для обучающихся
- Компьютеры для преподавателя с выходом в интернет
- Компьютеры для обучающихся выходом в интернет
- ПО: MS Office, Яндекс браузер
- Цифровой образовательный ресурс IPR SMART
- доступ в ЭИОС.

Раздел 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины «**Электроснабжение технологических комплексов**» можно построить в соответствии со списком вопросов для подготовки к экзамену. Для эффективного изучения курса Безопасности жизнедеятельности рекомендуется следующий порядок:

Сначала изучаются теоретические вопросы по соответствующей теме с проработкой как конспектов лекций, так и учебников. **Лекции** дают систематизированные основы научных знаний по соответствующей теме, концентрируют внимание на наиболее сложных узловых вопросах. Особое внимание следует обратить на **понимание смысла** основных понятий, определений. Затем нужно самостоятельно **подробно разобрать типовые примеры**, выясняя в деталях **практическое значение выученного теоретического материала**.

Добросовестное изучение всего материала, заключённого в лекциях, практических занятиях и домашних заданиях, гарантирует каждому обучающемуся успешные результаты на экзаменах. Для подготовки к экзамену необходимо, прежде всего, по лекциям и учебникам повторить и систематизировать весь теоретический материал, изученный в семестре.

При ответе на теоретические вопросы на экзамене следует привести необходимые определения, формулировку и примеры. Решение задач (если они есть в билете) следует излагать подробно и аккуратно, объясняя и мотивируя все действия по ходу решения.

Во время экзамена требуется иметь калькулятор для выполнения расчетных заданий.

Не забудьте обратить внимание на применение рассматриваемых вопросов и задач в будущей профессиональной деятельности. Понимание необходимости и возможности такого применения оценивается на экзамене очень высоко.

Учебно-методическое издание

Рабочая программа учебной дисциплины

Электроснабжение технологических комплексов

*(Наименование дисциплины в соответствии с учебным
планом)*

Беликова Екатерина Владимировна

(Фамилия, Имя, Отчество составителя)