

Рабочая программа учебной дисциплины

Электроснабжение

(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
	д
Зачетные единицы	4
Общее количество часов	144
Аудиторные часы контактной работы обучающегося с преподавателями:	32
– Лекционные (Л)	16
– Практические (ПЗ)	16
– Лабораторные (ЛЗ)	
– Семинарские (СЗ)	
Самостоятельная работа обучающихся (СРО)	58
К (Р-Г) Р (П) (+;-)	
Тестирование (+;-)	
ДКР (+;-)	
Зачет (+;-)	
Зачет с оценкой (+;- (Кол-во часов))	
Экзамен (+;- (Кол-во часов))	+ (54)

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» входит в «Часть, формируемая участниками образовательных отношений» 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)):

ОПК-4. Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин

Дескрипторы универсальной компетенции:

ОПК-4.1 Использует методы анализа, расчета и моделирования электрических цепей при изучении разделов теоретических основ электротехники (линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, переходных процессов, цепей с распределенными параметрами, магнитных цепей) и применяет полученные знания при решении профессиональных задач

ОПК-4.2 Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств и их элементов и использует методы анализа и моделирования при их изучении

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	ОПК-4.1 Использует методы анализа, расчета и моделирования электрических цепей при изучении разделов теоретических основ электротехники (линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, переходных процессов, цепей с распределенными параметрами, магнитных цепей) и применяет полученные знания при решении профессиональных задач ОПК-4.2 Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств и их элементов и использует методы анализа и моделирования при их изучении	Знает: ИД 1 ОПК-4.1 Методы анализа, расчета и моделирования электрических цепей при изучении разделов теоретических основ электротехники (линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, переходных процессов, цепей с распределенными параметрами, магнитных цепей) (без привязки к профессиональному стандарту); ИД 2 ОПК-4.2 Принципы действия электронных устройств и их элементов (без привязки к профессиональному стандарту). Умеет: ИД 3 ОПК-4.1 Применять методы анализа, расчета и моделирования электрических цепей при изучении разделов теоретических основ электротехники (линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, переходных процессов, цепей с распределенными параметрами, магнитных цепей) (без привязки к профессиональному стандарту); ИД 4 ОПК-4.2 Применять

		принципы действия электронных устройств и их элементов при решении профессиональных задач (без привязки к профессиональному стандарту). Имеет навыки: ИД 5 ОПК-4.1 Использования методов анализа, расчета и моделирования электрических цепей при изучении разделов теоретических основ электротехники (линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, переходных процессов, цепей с распределенными параметрами, магнитных цепей) (без привязки к профессиональному стандарту); ИД 6 ОПК-4.2 Использования принципов действия электронных устройств и их элементов при решении профессиональных задач (без привязки к профессиональному стандарту).
--	--	--

**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.	Электроэнергетические системы и сети	Эксплуатация систем электроснабжения
2.	Теоретические основы электротехники	Эксплуатация передвижных электроустановок
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 в электроснабжение. Общие сведения об электрических системах	10	2	2	6	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
2	Тема 2. Схемы электроснабжения промышленных предприятий и городов	10	2	2	6	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
3	Тема 3. Расчет электрических нагрузок	10	2	2	6	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
4	Тема 4. Выбор сечений проводов и кабелей по различным условиям	12	2	2	8	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
5	Тема 5. Трансформаторные подстанции и распределительные устройства	12	2	2	8	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
6	Тема 6. Компенсация реактивной мощности (КРМ)	12	2	2	8	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
7	Тема 7. Качество электроэнергии в системах электроснабжения	12	2	2	8	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
8	Тема 8. Основы проектирования систем электроснабжения	12	2	2	8	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
Вид промежуточной аттестации(Экзамен)		54				
Итого		144	16	16	58	

Раздел 3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание дисциплины

Тема 1. Введение в электроснабжение. Общие сведения об электрических системах

Понятие об электроэнергетической системе (ЭЭС) и системе электроснабжения (СЭС). Основные элементы СЭС: источники питания, линии электропередачи, трансформаторные подстанции, распределительные устройства. Классификация потребителей электроэнергии по надежности электроснабжения (I, II, III категории). Графики электрических нагрузок: суточные, годовые. Показатели графика (максимум нагрузки, время использования максимума).

Тема 2. Схемы электроснабжения промышленных предприятий и городов

Принципы построения схем внешнего и внутреннего электроснабжения. Радиальные, магистральные и смешанные схемы распределительных сетей. Выбор номинальных напряжений для различных ступеней системы электроснабжения. Схемы главных понизительных подстанций (ГПП) и цеховых трансформаторных подстанций (ТП).

Тема 3. Расчет электрических нагрузок

Определение расчетной нагрузки на шинах низкого напряжения цеховых ТП. Методы определения электрических нагрузок: метод коэффициента спроса, метод удельного расхода электроэнергии, метод коэффициента максимума. Расчет нагрузок для жилых и общественных зданий. Построение картограммы нагрузок.

Тема 4. Выбор сечений проводов и кабелей по различным условиям

Экономическое сечение проводников. Проверка выбранного сечения по условиям нагрева длительным током нагрузки. Проверка по потере напряжения. Проверка по условиям короткого замыкания (термическая и динамическая стойкость). Особенности выбора сечений для высоковольтных линий.

Тема 5. Трансформаторные подстанции и распределительные устройства

Выбор числа и мощности трансформаторов на ГПП и цеховых ТП. Компонировка и основное оборудование трансформаторных подстанций. Типы распределительных устройств (РУ) 6-10 кВ: закрытые (ЗРУ), комплектные (КРУ), открытые (ОРУ). Схемы распределительных устройств на стороне высокого и низкого напряжения.

Тема 6. Компенсация реактивной мощности (КРМ)

Влияние реактивной мощности на работу энергосистемы. Понятие о коэффициенте мощности ($\cos \varphi$). Экономическое обоснование КРМ. Источники реактивной мощности: батареи статических конденсаторов (БСК), синхронные компенсаторы, синхронные двигатели. Размещение компенсирующих устройств в сети.

Тема 7. Качество электроэнергии в системах электроснабжения

Нормы качества электрической энергии (ГОСТ). Показатели качества: отклонение напряжения, колебания напряжения, несинусоидальность формы кривой напряжения (высшие гармоники), несимметрия напряжений по фазам. Влияние качества электроэнергии на работу электроприемников. Мероприятия по улучшению качества электроэнергии.

Тема 8. Основы проектирования систем электроснабжения

Стадии проектирования: проект (П) и рабочая документация (РД). Состав и содержание проекта электроснабжения (раздел ЭС). Технико-экономическое сравнение вариантов схем электроснабжения. Учет перспективного роста нагрузок при проектировании.

3.2. Содержание практического блока дисциплины

Очная форма обучения (полный срок)

№	Тема практического (семинарского, лабораторного) занятия
1	2
ПЗ 1	Тема 1. Введение в электроснабжение. Общие сведения об электрических системах
ПЗ 2	Тема 2. Схемы электроснабжения промышленных предприятий и городов
ПЗ 3, 4	Тема 3. Расчет электрических нагрузок
ПЗ 5	Тема 4. Выбор сечений проводов и кабелей по различным условиям
ПЗ 6, 7	Тема 5. Трансформаторные подстанции и распределительные устройства
ПЗ 8	Тема 6. Компенсация реактивной мощности (КРМ)

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 в электроснабжение. Общие сведения об электрических системах	ПЗ	Метод кейсов	75
2	Тема 2. Схемы электроснабжения промышленных предприятий и городов	Л	Лекция-ситуация	25
3	Тема 3. Расчет электрических нагрузок	ПЗ	Метод кейсов	75
4	Тема 4. Выбор сечений проводов и кабелей по различным условиям	ПЗ	Мозговой штурм	25
5	Тема 5. Трансформаторные подстанции и распределительные устройства	Л	Мозговой штурм	50
6	Тема 6. Компенсация реактивной мощности (КРМ)	ПЗ	Метод кейсов	75
7	Тема 7. Качество электроэнергии в системах электроснабжения	ПЗ	Метод кейсов	75
8	Тема 8. Основы проектирования 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 в электроснабжение. Общие сведения об электрических системах	1, 2	1, 3, 5
2	Тема 2. Схемы электроснабжения промышленных предприятий и городов	3, 4, 5, 6	1, 3, 5
3	Тема 3. Расчет электрических нагрузок	7, 8, 9	3, 4, 5
4	Тема 4. Выбор сечений проводов и кабелей по различным условиям	10, 11, 12, 13	2, 3, 4, 5
5	Тема 5. Трансформаторные подстанции и распределительные устройства	14, 15, 16	3, 4, 5
6	Тема 6. Компенсация реактивной мощности (КРМ)	17, 18	2, 3, 5
7	Тема 7. Качество электроэнергии в системах электроснабжения	19-25	1, 3, 5
8	Тема 8. Основы проектирования систем электроснабжения	26, 27, 28	2, 3, 5, 6

Перечень вопросов, выносимых на самостоятельную работу обучающихся

1. Системы электроснабжения. Основные понятия и определения.
2. Общая характеристика основных элементов СЭС. Режимы работы нейтрали.
3. Основные характеристики электроприемников и потребителей электроэнергии.
4. Классификация ЭП по режиму нагрева.
5. Графики нагрузок (ГН). Назначение и классификация ГН.
6. Построение годовых ГН по продолжительности.
7. Средняя нагрузка. Эффективная нагрузка.
8. Число использования максимальной нагрузки и время потерь.
9. Максимальные нагрузки. Расчетные нагрузки по нагреву.
10. Определение расчетной нагрузки по допустимому нагреву по заданному графику нагрузки.
11. Принципы обеспечения устойчивости объектов электроэнергетики.
12. Оценка последствий при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов при осуществлении профессиональной деятельности
13. Тепловой износ изоляции.
14. Расчетная нагрузка – 30 минутный максимум.
15. Коэффициенты использования, загрузки, формы.
16. Коэффициенты максимума, спроса, заполнения ГН, разновременности максимумов.
17. Методы определения расчетных нагрузок.
18. Метод коэффициентов максимума.
19. Методы коэффициентов спроса, разновременности (одновременности) максимумов.
20. Методы удельных показателей.
21. Определение расчетных нагрузок для городской электрической сети.
22. Определение пиковых нагрузок
23. Вероятность-статическая модель ГН.
24. Параметры вероятностной модели ГН.
25. Расчетные характеристики ГН.
26. Номинальные напряжения электрических сетей СЭС.
27. Самонесущие изолированные провода. Наружные электрические напряжением ниже 1000 В.ВЛИ-0,38 кВ.
28. Воздушные линии с защищенными проводами

29. Защита низковольтных сетей.
30. Плавкие предохранители.
31. Автоматические воздушные выключатели.
32. Выбор аппаратов защиты низковольтных сетей.
33. Выбор сечений проводов по экономическим интервалам.
34. Выбор сечений проводов и кабелей по экономической плотности тока.
35. Выбор сечения проводов по допустимой потере напряжения.
36. Допустимые потери напряжения в сетях 0,38 кВ.
37. Выбор сечений проводов по чувствительности к т.кз. и по запуску КЗ АД.
38. Выбор сечений проводов и кабелей по нагреву.
39. Поправочные коэффициенты при выборе сечений проводников по нагреву.
40. Классификация ПС 10/0,4 кв.
41. Силовые трансформаторы подстанций 6-10 кВ.
42. Выбор числа трансформаторов ПС 10/0,4 кВ. схемы соединения обмоток.
43. Классификация ПС по электрической схеме на ВН.
44. Электрические схемы РУ-10 кВ тупиковых и ответвительных ПС 10/0,4 кВ.
45. Электрические схемы РУ-10 кВ проходных и узловых ПС 10/0,4 кВ.
46. Электрические схемы РУ-10 кВ ПС 10/0,4 кВ.
47. Конструкции ТП 10/0,4 кВ.
48. Схемы разомкнутых электрических сетей.
49. Магистральные схемы электрических сетей.
50. Потери мощности и электроэнергии в элементах СЭС.

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 в электроснабжение. Общие сведения об электрических системах	УО		ПРВ	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
2	Тема 2. Схемы электроснабжения промышленных предприятий и городов	УО	КМ	ПРВ	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
3	Тема 3. Расчет электрических нагрузок	ЛС	МШ	ПРВ	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
4	Тема 4. Выбор сечений проводов и кабелей по различным условиям	УО	КМ	ПРВ	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
5	Тема 5. Трансформаторные подстанции и распределительные устройства	УО	МШ	ПРВ	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
6	Тема 6. Компенсация реактивной мощности (КРМ)	УО		ПРВ	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
7	Тема 7. Качество электроэнергии в системах электроснабжения	УО	КМ	ПРВ	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2

8	Тема 8. Основы проектирования систем электроснабжения	УО	ДИ	ПРВ	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
---	---	----	----	-----	--

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

Задание 1. Расчет электрических нагрузок цеха На основе данных о количестве и установленной мощности электроприемников (станков, печей, вентиляторов) в производственном цехе рассчитать полную расчетную мощность на шинах низкого напряжения (0.4 кВ) цеховой трансформаторной подстанции (ТП) с использованием метода коэффициента спроса.

Задание 2. Построение суточного графика нагрузки предприятия По данным почасовых замеров активной мощности (в МВт) за зимний рабочий день построить ступенчатый суточный график нагрузки. Определить максимальную (P_{max}), минимальную (P_{min}) и среднесуточную (P_{cp}) нагрузки, а также коэффициент заполнения графика.

Задание 3. Выбор числа и мощности трансформаторов на ГПП Для промышленного предприятия с расчетной нагрузкой на шинах 10 кВ выбрать количество и номинальную мощность силовых трансформаторов для главной понизительной подстанции (ГПП). Обосновать выбор, учитывая категорию надежности потребителей и коэффициент загрузки трансформаторов.

Задание 4. Выбор сечения кабеля по экономической плотности тока Выбрать сечение кабеля 10 кВ для питания ГПП от узловой подстанции энергосистемы. Расчет выполнить по экономической плотности тока. Проверить выбранное сечение по длительно допустимому току нагрева и по потере напряжения.

Задание 5. Расчет токов короткого замыкания (КЗ) Для заданной схемы электроснабжения рассчитать токи трехфазного короткого замыкания в точках $K1$ (на шинах 10 кВ ГПП) и $K2$ (на шинах 0.4 кВ цеховой ТП). Определить ударный ток КЗ и мощность КЗ.

Задание 6. Выбор высоковольтного выключателя и разъединителя По результатам расчета токов КЗ из Задания 5 выбрать тип и номинальные параметры высоковольтного выключателя на вводе 10 кВ ГПП. Проверить выбранное оборудование на термическую и электродинамическую стойкость.

Задание 7. Компенсация реактивной мощности Для предприятия с низким средневзвешенным коэффициентом мощности ($\cos \varphi$) рассчитать необходимую мощность батарей статических конденсаторов (БСК) для его повышения до нормативного значения (например, 0.95). Определить экономическую целесообразность установки БСК.

Задание 8. Разработка схемы распределительного устройства (РУ) 10 кВ Начертить главную электрическую схему распределительного устройства 10 кВ ГПП. Обосновать выбор схемы («одна секционированная система шин», «две секционированные выключателем системы шин» и т.д.) в зависимости от количества присоединений и требований к надежности.

Задание 9. Расчет заземляющего устройства подстанции Рассчитать контур заземления для открытой подстанции напряжением 110/10 кВ. Определить необходимое количество

вертикальных заземлителей и общую длину горизонтального проводника для обеспечения требуемого сопротивления заземления ($R_{\text{з}}$).

Задание 10. Анализ качества электроэнергии По данным, полученным с анализатора качества электроэнергии, оценить соответствие показателей качества (отклонение напряжения, коэффициенты n -й гармонической составляющей) нормам ГОСТ. Предложить мероприятия по снижению уровня высших гармоник в сети.

Задание 11. Выбор сечения провода воздушной линии 0.4 кВ Выбрать сечение самонесущего изолированного провода (СИП) для питания жилого микрорайона. Проверку выполнить по потере напряжения, которая не должна превышать допустимые значения (обычно 5%) в часы максимума нагрузки.

Задание 12. Проектирование освещения территории предприятия Рассчитать осветительную сеть наружного освещения территории предприятия. Определить требуемую мощность ламп, высоту установки опор и шаг между ними для обеспечения нормируемой освещенности.

Задание 13. Расчет годового электропотребления и расхода топлива Для промышленного предприятия рассчитать годовой объем потребления активной электроэнергии ($W_{\text{год}}$). Определить годовой расход условного топлива ($B_{\text{год}}$) на электростанции, вырабатывающей эту энергию, при заданном КПД станции.

Задание 14. Техничко-экономическое сравнение вариантов электроснабжения Сравнить два варианта электроснабжения удаленного объекта: вариант А — строительство воздушной линии 10 кВ; вариант Б — установка дизель-генераторной установки. Выполнить технико-экономическое сравнение по приведенным затратам и выбрать оптимальный вариант.

Задание 15. Разработка карты селективности защит На основе выбранных уставок защит (предохранителей, автоматических выключателей, реле) в радиальной сети 0.4 кВ построить карту селективности. Убедиться, что защиты удовлетворяют требованиям селективности (избирательности).

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. История развития энергетики
2. Взаимные превращения различных видов энергии, закон сохранения энергии, история использования различных видов энергии.
3. Изобретатели и ученые, внесшие большой вклад в области развития энергетики, электроэнергетики.
4. История открытия электричества.
5. История открытия энергосистем.
6. История развития и создания электродвигателей, электрогенераторов, трансформаторов.
7. Виды электростанций на возобновляемых источниках энергии.
8. План ГОЭЛРО и развитие энергетики в России.
9. Использование электрической энергии для практических целей.
10. Развитие высоковольтных линий электропередачи.
11. Первые электрические осветительные устройства, их изобретатели.
12. Первые электростанции, построенные в России, в мире.
13. Значение электроснабжения для промышленных предприятий, населенных пунктов, государства.
14. Воздействие производства, передачи и использования электроэнергии на окружающую среду.
15. Локальные и глобальные загрязнения окружающей среды различного вида электростанциями.
16. Электроснабжение предприятия
17. Организация энергетической службы предприятия
18. Автоматизация в электроэнергетике.

19. Автоматизация в системе электроснабжения предприятия
20. Двигатели постоянного и переменного тока, их устройство, принципы
21. действия.
22. Двигатели постоянного и переменного тока, правила пуска, остановки.
23. Схемы электроснабжения.
24. Способы экономии электроэнергии

5.4. Перечень вопросов промежуточной аттестации по дисциплине

Вопросы к экзамену

1. Основные сведения об электрификации страны и ее энергетических системах.
2. Типы электрических станций и системы управления ими.
3. Производство тепловой и электрической энергии на тепловых электростанциях.
4. Распределение нагрузки между электростанциями и потребители электроэнергии.
5. Потребители электроэнергии и их классификация.
6. Графики электрических нагрузок и коэффициенты, характеризующие режим работы электроустановок.
7. Методы определения электрических нагрузок.
8. Определение расхода электроэнергии.
9. Понятие о статической и динамической устойчивости.
10. Устойчивость асинхронных и синхронных двигателей.
11. Устойчивость узлов нагрузки.
12. Активная и реактивная мощность в системе.
13. Меры повышения устойчивости.
14. Причины возникновения и особенности несимметричных режимов.
15. Пуск и самозапуск электродвигателей
16. Падение и потеря напряжения.
17. Определение уровней и отклонений напряжения.
18. Колебания напряжения в системах электроснабжения.
19. Оценка качества напряжения.
20. Регулирование напряжения в системах электроснабжения.
21. Основные понятия теории вероятностей и математической статистики.
22. Нормальный закон распределения.
23. Применение вероятностных методов к определению максимальной нагрузки потребителей электроэнергии
24. Принципы обеспечения устойчивости объектов электроэнергетики
25. Оценка последствий при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов при осуществлении профессиональной деятельности

Раздел 6. Оценочные средства промежуточной аттестации (с ключами)

Прочитайте вопрос и выберите один правильный ответ.

Вопрос 1.1 Какая основная цель компенсации реактивной мощности в электрических сетях?

- а) Увеличение активной мощности генераторов; б) **Снижение потерь электроэнергии и напряжения в сетях**; в) Повышение частоты переменного тока; г) Увеличение срока службы электродвигателей.

Правильный ответ: б)

Вопрос 1.2 Как называется устройство, предназначенное для преобразования напряжения одного уровня в напряжение другого уровня? а) Реактор; б) Выключатель; в) Разъединитель; г) **Трансформатор.**

Правильный ответ: г)

Вопрос 1.3 Для потребителей какой категории по надежности электроснабжения необходимо предусматривать питание от двух независимых взаимно резервирующих источников питания? а) **I категории**; б) II категории; в) III категории; г) Особой группы I категории.

Правильный ответ: а)

Вопрос 1.4 Какой основной параметр используется при выборе сечения проводника по экономической плотности тока? а) Ток короткого замыкания; б) **Расчетный (максимальный) ток нагрузки**; в) Падение напряжения; г) Активная мощность.

Правильный ответ: б)

Вопрос 1.5 Какое из перечисленных устройств относится к аппаратам управления? а) Силовой трансформатор; б) Изолятор; в) **Магнитный пускатель**; г) Разрядник.

Правильный ответ: в)

2) Закрытого типа с двумя верными вариантами ответа (5 вопросов)

Прочитайте вопрос и выберите два правильных ответа.

Вопрос 2.1 Выберите два основных источника реактивной мощности, которые используются для компенсации в сетях промышленных предприятий. а) **Синхронные двигатели**, работающие с перевозбуждением; б) **Батареи статических конденсаторов (БСК)**; в) Реакторы; г) Силовые трансформаторы.

Правильный ответ: а), б)

Вопрос 2.2 Укажите два основных фактора, которые определяют выбор номинального напряжения для линии электропередачи (ЛЭП). а) Цвет изоляции провода; б) **Передаваемая мощность**; в) **Длина линии (расстояние)**; г) Материал опор ЛЭП.

Правильный ответ: б), в)

Вопрос 2.3 Выберите два основных преимущества использования комплектных распределительных устройств (КРУ) по сравнению с обычными сборными РУ. а) Более низкая стоимость; б) **Безопасность обслуживания**, так как все операции производятся при закрытых дверях; в) **Компактность и заводская готовность**, что ускоряет монтаж; г) Возможность работы на открытом воздухе без навеса.

Правильный ответ: б), в)

Вопрос 2.4 Какие два вида проверок являются обязательными для выбора сечения кабеля после расчета по экономической плотности тока? а) Проверка на **термическую стойкость к токам короткого замыкания**; б) Проверка на соответствие цвету проектной документации; в) Проверка на **допустимый длительный нагрев током нагрузки**; г) Проверка на гибкость.

Правильный ответ: а), в)

Вопрос 2.5 Выберите два основных элемента, из которых состоит схема замещения электрической сети для расчета установившихся режимов. а) Резисторы и диоды; б) **Активные (R) и индуктивные (X) сопротивления** линий и трансформаторов; в) **Реактивные (емкостные - B) проводимости** линий (напряжение 110 кВ и выше); г) Тиристоры.

Правильный ответ: б), в)

3) На установление соответствия (4 вопроса)

Установите соответствие между понятием и его определением.

А) График нагрузки	1) Отношение активной мощности к полной мощности.
Б) Коэффициент мощности ($\cos \varphi$)	2) Графическое изображение изменения мощности во времени.
В) Точка раздела балансовой принадлежности	3) Точка сети, в которой заканчивается собственность потребителя и начинается собственность энергоснабжающей организации.
Г) Сверхток	4) Любой ток, превышающий номинальный ток электроустановки.

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

4) На установление последовательности (1 вопрос)

Укажите правильную последовательность действий при выборе числа и мощности трансформаторов на подстанции. 1\$ Проверка перегрузочной способности трансформаторов в послеаварийных режимах. 2\$ Определение расчетной полной мощности нагрузки на шинах подстанции. 3\$ Выбор стандартной номинальной мощности трансформатора с учетом коэффициента загрузки. 4\$ Определение требуемого количества трансформаторов (1 или 2) исходя из категории надежности потребителей.

Правильный ответ: 2-4-3-1

Раздел 7. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

7.1. Основная литература

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. Гордеев-Бургвиц, М. А. Общая электротехника и электроснабжение : учебное пособие / М. А. Гордеев-Бургвиц. — Москва : МИСИ-МГСУ, Ай Пи Ар Медиа, ЭБС АСВ, 2024. — 470 с. — ISBN 978-5-7264-3475-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/140492.html>

7.2. Дополнительная литература

3. Синюкова, Т. В. Электроснабжение электротехнического оборудования : учебное пособие для СПО / Т. В. Синюкова, А. В. Синюков, В. В. Лесникова. — 2-е изд. — Липецк, Саратов : Липецкий государственный технический университет, Профобразование, 2023. — 80 с. — ISBN 978-5-00175-195-3, 978-5-4488-1619-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/128895.htm>

4. 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>

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**» 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

*(Наименование дисциплины в соответствии с учебным
планом)*

Беликова Екатерина Владимировна

(Фамилия, Имя, Отчество составителя)