

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

Институт архитектуры, строительства и энергетики
(Наименование института)

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
С.Н.Авдеев
« 30 / 08 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

(наименование дисциплины)

направление подготовки / специальность

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

(код и наименование направления подготовки (специальности))

направленность (профиль) подготовки

Электроснабжение

(направленность (профиль) подготовки))

г. Владимир

2021

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Системы электроснабжения» является формирование у студентов систематических знаний по вопросам организации эксплуатации и обслуживания систем электроснабжения городов, промышленных предприятий и сельского хозяйства номинальным напряжением до 220 кВ. Освоение современных методов расчета нормальных и аварийных режимов работы электрических сетей, ориентированных на энерго - и ресурсосбережение.

Задачи дисциплины:

- ознакомление студентов с нормативно-правовой базой в области электроэнергетики;
- ознакомление с физическими процессами, возникающими в процессе эксплуатации систем электроснабжения;
- изучение методов сбора и анализ данных для проектирования.
- изучение принципов организации расчета и проектирование технических объектов в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования;
- ознакомление с правилами выполнения переключений в системах электроснабжения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Системы электроснабжения» относится к дисциплинам обязательной части учебного плана.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции <i>(код, содержание индикатора)</i>	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-1 Способен участвовать в проектировании систем электроснабжения.	ПК-1.1. Знает, как выполнять сбор и анализ данных для проектирования, составлять конкурентно-способные варианты технических решений. Умеет: ПК-1.2. Обосновывать выбор целесообразного решения ПК-1.3. Подготавливать разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений. ПК-1.4. Владеет пониманием взаимосвязей задач проектирования и эксплуатации.	Знать: основные физические явления и законы электротехники. Перечень и основные требования нормативных документов в области эксплуатации и проектирование элементов систем электроснабжения. Уметь: анализировать и самостоятельно выбрать необходимые данные для проектирования элементов и узлов систем электроснабжения Владеть: основными теоретическими и экспериментальными подходами для сбора и анализа данных для проектирования объектов профессиональной деятельности	Тестовые вопросы Ситуационные задачи Вопросы рейтинг контроля. Реферат.

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов

Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Общая характеристика систем электроснабжения городов и промышленных предприятий. Уровни системы электроснабжения	8	1-2	2	2			-	
2	Параметры электропотребления и расчетные коэффициенты. Расчетные электрические нагрузки электроприемников, потребителей.	8	3-4	2	2			6	
3	Выбор схем, напряжений и режимов присоединения промышленных предприятий к субъектам электроэнергетики. Источники питания потребителей и построение схемы Электроснабжения.	8	5-6	2	2			5	Рейтинг-контроль 1
4	Схемы и конструктивное исполнение главных понизительных и распределительных подстанций.	8	7-8	2	2			6	
5	Схемы электроснабжения до 1 кВ переменного и до 1,5 кВ постоянного тока. Сведения о способах передачи и распределения электроэнергии.	8	9-10	4	4			4	
6	Транспортировка электрической энергии. Выбор сечений жил кабелей и	8	11-12	2	2			4	Рейтинг-контроль 2

	проводов электропередачи. Расчет токов короткого замыкания.								
7	Выбор аппаратов и токоведущих устройств в электротехнических установках. Шины и шинопроводы в системах электроснабжения.	8	13-14	2	2			6	
8	Установки наружного и внутреннего освещения. Защитные меры электробезопасности и заземления.	8	15-16	2	2			6	
9	Оперативная документация при эксплуатации систем электроснабжения. Предупреждение и устранение аварийных ситуаций в системах электроснабжения. Требования к работе с персоналом систем электроснабжения.	8	17-18	2	2			4	Рейтинг-контроль 3
	Наличие в дисциплине КП/КР								КП
Всего за __8__ семестр: 108 часов				20	20			41	Экзамен 27 ч.

**Тематический план
форма обучения – заочная**

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Общая характеристика систем электроснабжения городов и промышленных предприятий. Уровни системы электроснабжения	1 0	1-2	0,5	-			-	
2	Параметры электропотребления и расчетные коэффициенты. Расчетные электрические	1 0	3-4	0,5	-			6	

	нагрузки электроприемников, потребителей.								
3	Выбор схем, напряжений и режимов присоединения промышленных предприятий к субъектам электроэнергетики. Источники питания потребителей и построение схемы Электроснабжения.	1 0	5-6	0,5	-			10	
4	Схемы и конструктивное исполнение главных понизительных и распределительных подстанций.	1 0	7-8	1	1			14	
5	Схемы электроснабжения до 1 кВ переменного и до 1,5 кВ постоянного тока. Сведения о способах передачи и распределения электроэнергии.	1 0	9- 10	0,5	1			10	
6	Транспортировка электрической энергии. Выбор сечений жил кабелей и проводов электропередачи. Расчет токов короткого замыкания.	1 0	11- 12	1	0,5			8	
7	Выбор аппаратов и токоведущих устройств в электротехнических установках. Шины и шинопроводы в системах электроснабжения.	1 0	13- 14	1	0,5			12	
8	Установки наружного и внутреннего освещения. Защитные меры электробезопасности и заземления.	1 0	15- 16	0,5	0,5			6	
9	Оперативная документация при эксплуатации систем электроснабжения. Предупреждение и устранение аварийных ситуаций в системах электроснабжения. Требования к работе с персоналом систем электроснабжения.	1 0	17- 18	0,5	0,5			5	
	Наличие в дисциплине КП/КР								КП
Всего за <u>10</u> семестр: 108 часов				6	4			71	Экзамен 27 ч.

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1. Общая характеристика систем электроснабжения городов и промышленных предприятий. Уровни системы электроснабжения.

Тема 1.1 Термины и определения электрики. Промышленное электропотребление и количественное описание электрического хозяйства.

Тема 1.2 Потребители электрической энергии. Группы потребителей. Уровни системы электроснабжения. Основные требования к системам электроснабжения.

Раздел 2. Параметры электропотребления и расчетные коэффициенты. Расчетные электрические нагрузки электроприемников, потребителей.

Тема 2.1. Параметры электропотребления, расчетные коэффициенты и методы расчета электрических нагрузок. Определение электрических нагрузок комплексным методом.

Раздел 3. Выбор схем, напряжений и режимов присоединения промышленных предприятий к субъектам электроэнергетики. Источники питания потребителей и построение схемы Электроснабжения.

Тема 3.1 Схемы присоединения и выбор питающих напряжений. Источники питания потребителей и построение схемы электроснабжения.

Тема 3.2 Надежность электроснабжения потребителей. Выбор места расположения источников питания.

Раздел 4. Схемы и конструктивное исполнение главных понизительных и распределительных подстанций.

Тема 4.1 Исходные данные и выбор схемы ГПП. Выбор и использование силовых трансформаторов.

Тема 4.2 Схемы блочных и специфических подстанций. Компоновки открытых и закрытых распределительных устройств (подстанций).

Раздел 5. Схемы электроснабжения до 1 кВ переменного и до 1,5 кВ постоянного тока. Сведения о способах передачи и распределения электроэнергии.

Тема 5.1 Цеховые подстанции третьего уровня системы электроснабжения. Выбор трансформаторов для цеховых подстанций.

Тема 5.2 Размещение и компоновка подстанций ЗУР. Распределительные устройства 2УР. Преобразовательные установки и подстанции.

Раздел 6. Транспортировка электрической энергии. Выбор сечений жил кабелей и проводов электропередачи. Расчет токов короткого замыкания.

Тема 6.1 Общие сведения о способах передачи и распределения электроэнергии. Воздушные линии электропередач. Кабельные линии. Прокладка кабелей в траншеях. Прокладка кабелей в блоках. Прокладка кабелей в кабельных сооружениях.

Тема 6.2. Выбор сечений жил кабелей и проводов по экономическим соображениям. Выбор сечений жил кабелей и проводов воздушных линий по нагреву расчетным током. Выбор сечений жил кабелей по нагреву током короткого замыкания. Выбор сечений жил кабелей и проводов воздушных линий по потерям напряжения.

Тема 6.3. Короткое замыкание в симметричной трехфазной цепи промышленного предприятия. Определение значений токов короткого замыкания в электроустановках выше 1 кВ. Короткое замыкание в сетях напряжением до 1 кВ.

Раздел 7. Выбор аппаратов и токоведущих устройств в электротехнических установках.

Шины и шинопроводы в системах электроснабжения.

Тема 7.1 Выбор аппаратов по номинальным параметрам. Выбор высоковольтных выключателей. Выбор разъединителей, отделителей, короткозамыкателей. Выбор выключателей нагрузки и предохранителей. Выбор реакторов. Выбор трансформаторов тока и трансформаторов напряжения. Проверка токоведущих устройств на термическую и динамическую стойкость.

Тема 7.2. Выбор жестких шин. Конструктивное выполнение цеховых сетей. Выбор комплектных шинопроводов на напряжение до 1000 В.

Раздел 8. Установки наружного и внутреннего освещения. Защитные меры электробезопасности и заземления.

Тема 8.1 Системы и виды освещения. Нормирование и устройство освещения. Расчет осветительной установки. Электроснабжение осветительных установок.

Раздел 9. Качество электрической энергии. Компенсация реактивной мощности.

Тема 9.1 Нормы качества электрической энергии и область их применения в системах электроснабжения. Отклонения и колебания напряжения. Отклонения частоты, провал и импульс напряжения. Временное перенапряжение. Причины и источники нарушения показателей качества электрической энергии. Способы и технические средства повышения качества электроэнергии.

Тема 9.2 . Баланс активных и реактивных мощностей. Потребители реактивной мощности. Компенсирующие устройства. Выбор мощности компенсирующих устройств.

Содержание практических занятий по дисциплине

Раздел 3. Выбор схем, напряжений и режимов присоединения промышленных предприятий к субъектам электроэнергетики. Источники питания потребителей и построение схемы

Электроснабжения.

Тема 3.1 Схемы присоединения и выбор питающих напряжений.

Источники питания потребителей и построение схемы электроснабжения.

Тема 3.2 Выбор места расположения источников питания.

Раздел 4. Схемы и конструктивное исполнение главных понизительных и распределительных подстанций.

Тема 4.1 Исходные данные и выбор схемы ГПП.

Выбор и использование силовых трансформаторов.

Тема 4.2 Схемы блочных и специфических подстанций.

Компоновки открытых и закрытых распределительных устройств (подстанций).

Раздел 5. Схемы электроснабжения до 1 кВ переменного и до 1,5 кВ постоянного тока. Сведения о способах передачи и распределения электроэнергии.

Тема 5.1 Выбор трансформаторов для цеховых подстанций.

Тема 5.2 Распределительные устройства 2УР. Преобразовательные установки и подстанции.

Раздел 6. Транспортировка электрической энергии. Выбор сечений жил кабелей и проводов электропередачи. Расчет токов короткого замыкания.

Тема 6.2. Выбор сечений жил кабелей и проводов по экономическим соображениям. Выбор сечений жил кабелей и проводов воздушных линий по нагреву расчетным током.

Выбор сечений жил кабелей по нагреву током короткого замыкания.

Выбор сечений жил кабелей и проводов воздушных линий по потерям напряжения.

Тема 6.3. Определение значений токов короткого замыкания в электроустановках выше 1 кВ. Короткое замыкание в сетях напряжением до 1 кВ.

Раздел 7. Выбор аппаратов и токоведущих устройств в электротехнических установках.

Шины и шинопроводы в системах электроснабжения.

Тема 7.1 Выбор высоковольтных выключателей.

Расчет и выбор выключателей нагрузки и предохранителей.

Расчет и выбор реакторов.

Расчет и выбор трансформаторов тока и трансформаторов напряжения.

Тема 7.2. Выбор комплектных шинопроводов на напряжение до 1000 В.

Раздел 8. Установки наружного и внутреннего освещения.

Защитные меры электробезопасности и заземления.

Тема 8.1 Расчет осветительной установки. Электроснабжение осветительных установок.

Раздел 9. Качество электрической энергии. Компенсация реактивной мощности.

Тема 9.2 .Расчет и выбор компенсирующих устройств.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

5.1. Текущий контроль успеваемости осуществляются по следующему перечню контрольных вопросов

РЕЙТИНГ- КОНТРОЛЬ №1

- 1.Что является основной группой промышленных потребителей электроэнергии?
- 2.Двигатель какой мощности считается электродвигателем в электрике.
- 3.Какие двигатели экономичнее применять при напряжении до 1 кВ и мощности до 100кВт?
- 4.Какие двигатели экономичнее применять при напряжении до 1 кВ и мощности свыше 100кВт?

5.Какие двигатели экономичнее применять при напряжении 10 кВ и мощности до 630кВт?

6.Какие двигатели экономичнее применять при напряжении 10 кВ и мощности до 450 кВт и выше?

7.Сколько уровней (ступеней) системы электроснабжения существует?

8.Дайте характеристику каждому из уровней.

9.Как в соответствии с требованиями ПУЭ разделяют электроприемники по надежности электроснабжения? Дайте характеристику каждой категории.

10.Как должно осуществляться электроснабжение потребителей I категории?

11.К чему приводит невыполнение основных требований к системе электроснабжения?

12.На какое время допускается перерыв электроснабжения электроприемников I категории при нарушении электроснабжения от одного из источников питания?

13.На какое время допускается перерыв электроснабжения электроприемников II категории при нарушении электроснабжения от одного из источников питания?

14.К чему приводит нарушение электроснабжения потребителей I категории?

15.Какие режимы работы электрических двигателей учитываются в системах электроснабжения?

16.Поясните различие в физическом смысле расчетной величины электрической нагрузки по нагреву и нагрузки по проектным договорным условиям.

17.Перечислите необходимые исходные данные для выбора схемы электроснабжения, увязав их с количественной оценкой величины предприятия и его производств (значения проектной расчетной мощности).

18.Укажите применяемые напряжения и обоснуйте их выбор с учетом особенностей присоединений, обусловленных величиной предприятия и условиями энергосистем.

19.Изобразите узлы присоединения предприятия к РУ подстанции энергосистемы.

20.Укажите варианты возможных присоединений предприятия с использованием ЛЭП энергосистем.

21.Сравните схемы высоковольтной части присоединения предприятия для 6УР системы электроснабжения.

22.Поясните основные понятия надежности, относящиеся к электроснабжению.

23.Приведите примеры количественных показателей надежности систем электроснабжения.

24.Перечислите методы исследования надежности и укажите область их применения.

25.Оцените величину ущерба от низкого уровня надежности.

26.Укажите различия в принципах построения схем электроснабжения предприятий, различающихся по величине заявляемой мощности.

27. Поясните физический смысл теоретического центра электрических нагрузок и определите местоположение источника питания для нескольких нагрузок.

РЕЙТИНГ-КОНТРОЛЬ №2

1. Перечислите исходные данные, необходимые для выбора главных понизительных и распределительных подстанций.
2. Каковы особенности выбора схем и оборудования ГПП?
3. Поясните особенности выбора силовых трансформаторов в системах электроснабжения.
4. Укажите количественные значения рабочих и аварийных нагрузок силовых трансформаторов.
5. Изобразите схемы блочных подстанций ГПП.
6. Рассмотрите во времени изменение взглядов на применение выключателей на высокой стороне ГПП.
7. Упрощенно изобразите возможные схемы подстанции 5УР на стороне низкого (и среднего) напряжения 6–10кВ.
8. Представьте различные варианты схем подстанций с резкопеременной и ударной нагрузками.
9. Какие принципы используются при разработке схем печных подстанций для разделения печной и спокойной нагрузок?
10. Опишите компоновки ОРУ заводских подстанций и по справочникам найдите габариты основного оборудования, устанавливаемого на ОРУ.
11. Изобразите планы и компоновки подстанций 4УР с отдельно стоящими трансформаторами и совмещенными сКТП.
12. Укажите варианты присоединения цеховых подстанций третьего уровня системы электроснабжения с высокой стороны и возможные схемы на низкой стороне.
13. Каковы особенности выбора трансформаторов цеховых подстанций?
14. Опишите принципы, опираясь на которые определяют конструкцию распределительных устройств 2УР.
15. Назовите факторы, на основе которых производится оптимизация мощности трансформаторов и цеховых сетей.
16. Приведите варианты размещения ТП (КТО), щитов низкого напряжения и ЩСУ.
17. Укажите область и величины применяемых напряжений постоянного тока в заводских сетях.
18. Изобразите схемы и конструктивные исполнения преобразовательных установок и подстанций.

19. Сформулируйте принципы выбора проводниковых устройств для кабельной канализации электроэнергии по заводу.
20. Изложите основные сведения по воздушным линиям в системах электроснабжения.
21. Назовите основные применяемые кабели в системах электроснабжения и расшифруйте их маркировку, увязав ее со способами прокладки.
22. Каковы особенности и ограничения на прокладку кабелей в траншеях?
23. Рассчитайте увеличение сечения при прокладке кабелей в блоках, поясните физический смысл изменения величины электрической нагрузки в зависимости от места прокладки в блоке и особенности использования центральных труб блока.
24. Почему прокладка кабелей в туннелях и каналах стала основной для предприятий с большой нагрузкой и насыщенной кабельной канализацией?
25. Обоснуйте область применения токопроводов и рассмотрите особенности их конструктивного выполнения.
26. Укажите особенности применения магистрального, радиального и смешанного питания потребителей и электроприемников.
27. С какой целью проверяются кабели на термическую стойкость?
28. Допускается ли перегрузка кабельных линий 35кВ?
29. По каким критериям выбирают сечения проводников?
30. По каким критериям выбирают сечения проводов ЛЭП переменного тока и напряжением 330кВ?
31. Назовите особенности упрощения расчетов токов КЗ в промышленных электрических сетях.
32. Приведите расчетные формулы для определения сопротивления элементов электрической цепи.
33. Укажите преимущественную область использования именованной системы расчетов токов КЗ.
34. Укажите преимущества расчета токов КЗ в относительных единицах для разветвленных электрических сетей и/или повторяющихся цепочек.
35. Укажите особенности расчетов токов КЗ в сети до 1кВ.
36. Поясните физический смысл мощности короткого замыкания на разных уровнях системы электроснабжения, действующего и ударного значений токов КЗ.

РЕЙТИНГ-КОНТРОЛЬ №3

1. Укажите принципы выбора аппаратов по номинальным параметрам с учетом технических условий энергосистем и требований потребителей.

2. Как влияют номинальные параметры, задаваемые заводами-изготовителями, и расчетные величины возможных режимов электрических сетей предприятия, включая режим КЗ, на выбор высоковольтных выключателей?
3. Нужна ли проверка аппаратов на термическую стойкость? Если да, то каких?
4. Как влияет проверка кабелей на термическую стойкость на выбор сечения к трансформаторам ЗУР и на сечения распределительных сетей 10кВ?
5. Оцените величину и необходимость подпитки со стороны АД и СД при определении величины токов КЗ.
6. Выберите разъединители и выключатели нагрузки для нескольких ГПП, ограничивая КЗ трансформатором районной подстанции.
7. Сравните область и особенности выбора предохранителей в сетях выше 1 кВ с защитой, выполненной на коммутационных аппаратах.
8. Какое сопротивление реактора, установленного за трансформатором 63 МВА, следует принять, чтобы токи КЗ снизить до уровня токов КЗ за трансформатором 40МВА?
9. Определите максимальное количество приборов, которые могут быть присоединены к выбранному трансформатору тока.
10. Выберите трансформатор напряжения для одной из секций РУ.
11. Проверьте токоведущие устройства на динамическую стойкость для расстояний между шинами и между изоляторами, принятыми заводами-изготовителями для стандартных ячеек КРУ.
12. На какой высоте могут применяться магистральные шинопроводы, если не препятствуют местные условия?
13. Как подключают отдельные приемники к шинопроводам?
14. Сколько коробок с выключателями или рубильниками с каждой стороны имеется на каждой секции ШРА (3м)?
15. Как закрываются окна на секциях шинопровода для штепсельного присоединения ответвительных коробок?
16. Что необходимо сделать при открывании крышки коробки шинопровода?
17. На какой высоте выполняются открытые шинопроводы на изоляторах?
18. Чем защищается открытый шинопровод от случайных прикосновений.
19. На какой высоте над полом могут крепиться распределительные шинопроводы (ШРА)?
20. Опишите влияние качества электрической энергии на работу заводских потребителей и поясните необходимость учета показателей качества электроэнергии в системах электроснабжения.

21. Поясните физический смысл и количественно охарактеризуйте показатели качества: отклонение и колебания частоты; отклонения напряжения; колебания напряжения (размах изменения напряжения, доза колебания напряжения, частота изменения напряжения, интервал времени между изменениями напряжения, глубина провала напряжения, интенсивность провалов напряжения, длительность импульса напряжения); несимметрии напряжения трехфазной сети; несинусоидальность напряжения.
22. Укажите особенности и аппаратные средства измерения: отклонений и колебаний напряжения; несимметрии напряжений; несинусоидальности напряжения (коэффициента несинусоидальности и коэффициента гармонической составляющей напряжения).
23. Поясните физический смысл сопротивления обратной последовательности для различных нагрузок.
24. Обоснуйте необходимость и укажите границы регулирования напряжения.
25. Укажите физический смысл реактивной мощности и назовите ее источники в системах электроснабжения.
26. Выполните баланс реактивной мощности по уровням системы электроснабжения промышленных предприятий.
27. Обоснуйте экономическую необходимость компенсации реактивной мощности и энергии.
28. Назовите критерии оптимизации компенсации реактивной мощности.
29. Опишите особенности выбора компенсирующих устройств на основе нормативных документов.

5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

Вопросы к экзамену по дисциплине «Системы электроснабжения»

1. Конструктивное выполнение цеховых сетей.
2. Способы уменьшения потребления реактивной мощности приемниками электрической энергии.
3. Совместное питание осветительной и силовой нагрузки.
4. Компенсирующие устройства. Выбор компенсирующих устройств.
5. Выбор напряжения для питания приемников в цехах промышленных предприятий.
6. Размещение, режимы работы и регулирование компенсирующих устройств.
7. Расчет токов короткого замыкания в установках напряжением до 1000 В.
8. Компенсация реактивной мощности при наличии вентильных преобразователей.

9. Защита цеховых электрических сетей.
10. Выбор фильтрокомпенсирующих устройств в системах промышленного электроснабжения.
11. Выбор сечений проводов, кабелей и шин силовых приемников.
12. Выбор работы нейтрали в установках выше 1000 В.
13. Электрические сети осветительных установок: расчет, защита.
14. Выбор режима работы нейтрали в установках до 1000 В.
15. Несинусоидальность формы кривой напряжения и тока.
16. Заземляющие устройства.
17. Влияние отклонений напряжения на работу приемников электрической энергии.
18. Требования к заземляющим устройствам промышленных предприятий.
19. Влияние колебаний напряжения на работу приемников электрической энергии.
20. Расчет заземляющих устройств.
21. Способы и средства повышения качества напряжения в системах электроснабжения промышленных предприятий.
22. Основные положения по составлению электробаланса промышленных предприятий.
23. Несимметрия напряжения.
24. Методика определения потерь электроэнергии в промышленных предприятиях при частоте 50 Гц.
25. Выбор трансформаторов цеховых трансформаторных подстанций промышленных предприятий.
26. Составление электробаланса промышленного предприятия.
27. Выбор мощности силовых трансформаторов.
28. Влияние несинусоидальности токов на потери активной мощности и электрической энергии в элементах систем электроснабжения промышленных предприятий.
29. Расчет рационального напряжения электропитания промышленного предприятия.
30. Допустимые перегрузки аппаратов высокого напряжения в системах электроснабжения промышленных предприятий.
31. Общие положения выбора числа и мощности силовых трансформаторов в системах электроснабжения промышленных предприятий.
32. Шины и шинопроводы в системах электроснабжения промышленных предприятий.
33. Выбор сечений жил кабелей и проводов воздушных линий по нагреву расчетным током.
34. Выбор сечения шинопроводов.

35. Выбор сечений жил кабелей по нагреву током короткого замыкания.
36. Потери мощности и напряжения в шинопроводах.
37. Выбор сечений жил кабелей и проводов воздушных линий по потерям напряжений.
38. Распределение тока по сечению шин из цветного материала.
39. Выбор сечений жил кабелей и проводов по экономическим соображениям.
40. Определение активного и реактивного сопротивлений шинопроводов.
41. Выбор местоположения питающих подстанций промышленных предприятий.
42. Молниезащита промышленных предприятий.
43. Картограмма электрических нагрузок промышленных предприятий.
44. Конструкции молниеотводов на промышленных предприятиях.
45. Определение зоны рассеяния центра электрических нагрузок.
46. Опасные величины электрического тока и напряжения. Индивидуальные и групповые средства защиты от поражения электрическим током.
47. Определение местоположения главных понизительных подстанций промышленных предприятий.
48. Защитное заземление и защитное зануление.
49. Характерные схемы электроснабжения промышленных предприятий.
50. Основные показатели качества электроэнергии и меры по его улучшению.

5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

Самостоятельная работа студентов выполняются в виде рефератов, темы которых приведены ниже

Контрольные работы по СРС

Пример 1. Составить схему и построить векторную диаграмму напряжений и токов ВЛ напряжением 35 кВ с сосредоточенной нагрузкой в конце.

Пример 2. Составить схему электрической сети с двумя замкнутыми контурами и определить матрицы инцидентий, контурных проводимостей, коэффициента распределения проводимостей и контурных э.д.с.

Пример 3. Определить сопротивление трехфазного трансформатора мощностью 31,5 МВА с коэффициентом трансформации 121/6,3 кВ.

Пример 4. К трем силовым распределительным пунктам типа СП-62 групповой установки присоединены 30 приемников длительного режима работы следующих номинальных мощностей: 7 по 15 кВт, 10 по 10 кВт, 6 по 8 кВт и 7 по 4,5 кВт. Определить приведенное число приемников.

Пример 5. Определить сечение проводов ответвления к электродвигателю АО2-7104; $P_n=22$ кВт, $I_n=41,3$ А. Двигатель установлен в помещении машиноремонтной мастерской.

Пример 6. От распредустройства КТП – 250 отходит линия 380/220 В. Выводы к линии выполнены кабелем АНРГ. Определить сечение кабеля при условии, что суммарная установленная мощность линии равна 220 кВт.

В ходе практических занятий студенты используют учебную компьютерную базу данных по средствам автоматизированного анализа и управления в системах электроснабжения.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
Основная литература*		
1. Ополева, Г. Н. Электроснабжение промышленных предприятий и городов : учебное пособие / Г.Н. Ополева. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2022. — 416 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-8199-0769-6.	2021	https://znanium.com/catalog/product/1839660
2. Хорольский, В. Я. Эксплуатация систем электроснабжения : учеб. пособие / В.Я. Хорольский, М.А. Таранов. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 288 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-00091-433-5.	2019	https://znanium.com/catalog/product/983549
3. Правила устройства электроустановок. Министерство топлива и энергетики Российской Федерации. - 6-е изд., перераб. и доп. с изменениями. М.: ЗАО «Энергосервис», 2000. Библ. ВлГУ	2000	Библ. ВлГУ
4. Ершов, А. М. Релейная защита в системах электроснабжения напряжением 0,38-110 кВ : учебное пособие для практических расчетов / А. М. Ершов. - 2-е изд., перераб. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 608 с. - ISBN 978-5-9729-0511-9.	2020	https://znanium.com/catalog/product/1168545

5. Куксин, А. В. Электроснабжение промышленных предприятий : учебное пособие / А. В. Куксин. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 156 с. - ISBN 978-5-9729-0524-9.	2021	https://znanium.com/catalog/product/1836544
Дополнительная литература		
1. Электроснабжение и электрооборудование цехов / В. И. Григорьев, Э. А. Киреева, В. А. Миронов, А. Н. Гохонелидзе. – М.: Энергоатомиздат, 2003. –246с	2003	http://znanium.com/catalog.php
2. Дубинский Г.Н. Наладка устройств электроснабжения напряжением до 1000 В [Электронный ресурс] : / Г.Н. Дубинский, Л.Г. Левин. — Электрон. дан. — М. : СОЛОН-Пресс, 2010. — 400 с.	2010	http://e.lanbook.com/books/element.php
3. Полуянович Н. К. Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт систем электроснабжения промышленных предприятий [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2012. — 396 с.	2012	http://e.lanbook.com/books/element.php
4. Электрооборудование электрических станций и подстанций/Л.Д.Рожкова и др.- М.: Изд. центр «Академия», 2013.448с. ISBN 978-54468-0290-6 (библ. ВлГУ)	2013	ISBN 978-54468-0290-6 (библ. ВлГУ)
5.Суворин, А.В. Монтаж и эксплуатация электрооборудования систем электроснабжения : учеб. пособие / А.В. Суворин. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2018. - 400 с. - ISBN 978-5-7638-3813-8.	2018	https://znanium.com/catalog/product/1836544

6.2. Периодические издания

1. Журнал «Электричество».
2. Журнал «Электро. Электротехника. Электротехническая промышленность».
3. Журнал «Электротехника».
4. Журнал «Известия ВУЗов: электроника».
5. Журнал «Известия ВУЗов: электромеханика».
6. Журнал «Известия РАН: энергетика».
7. Журнал «История науки и техники».

6.3. Интернет-ресурсы


1. <http://www.myenergy.ru/popular/history/>
2. <http://svpressa.ru/energy/>

3. <https://ria.ru/spravka/20061222/57580805.html>
4. <http://pandia.ru/text/77/496/1541824645.php>
5. http://geolike.ru/page/gl_6513.htm
6. <http://znanium.com/catalog>

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы. Лекции читаются в аудиториях кафедры ЭтЭн, оборудованных электронными проекторами (ауд. 520-3; 522-3), с использованием комплекта слайдов (Электронное средство обучения по дисциплине «ИРЭ»). Практические работы и подготовки реферата студенты могут воспользоваться компьютерным классом кафедры 519/3.

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения - программный комплекс для научных и инженерных расчетов MANLAB.


Рабочую программу составил д.т.н, профессор Бадалян Н.П. 
(ФИО, должность, подпись)

Рецензент - начальник проектного отдела ООО МФ-Электро

Чебрякова Ю.С. 
(подпись)


Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры _____

Протокол № 1 от 30.08.2021 года

Заведующий кафедрой ЭтЭн Н.П.Бадалян 
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
на заседании учебно-методической комиссии направления 13.03.02 _____

Протокол № 1 от 30.08.2021 года

Председатель комиссии _____ Н.П.Бадалян 
(ФИО, должность, подпись)

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20____ / 20____ учебный года

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на 20____ / 20____ учебный года

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на 20____ / 20____ учебный года

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на 20____ / 20____ учебный года

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на 20____ / 20____ учебный года

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на 20____ / 20____ учебный года

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

в рабочую программу дисциплины

НАИМЕНОВАНИЕобразовательной программы направления подготовки код и наименование ОП, направленность:
наименование (указать уровень подготовки)

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата протокола заседания кафедры)
1			
2			

Заведующий кафедрой _____ / _____

*Подпись**ФИО*