Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 25.09.2023 15:53:47
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет Урбанистики и городского хозяйства

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ /К.И. Лушин/

«16» 02 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Электроснабжение»

Направление подготовки
13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль
«Электрооборудование и промышленная электроника»

Квалификация
бакалавр

Формы обучения
очная

Москва, 2023 г.

Разработчик(и):
Заведующий кафедрой «Электрооборудование
и промышленная электроника»,
к.т.н., доцент  /А.Н. Шишков/

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Электрооборудование
и промышленная электроника»,
к.т.н., доцент  /А.Н. Шишков/

Руководитель образовательной программы,
к.т.н., доцент  /А.Н. Шишков/

Содержание

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине «Электроснабжение» 4
2 Место дисциплины в структуре образовательной программы 4
3 Структура и содержание дисциплины 5
3.1 Виды учебной работы и трудоемкость 5
3.2 Тематический план изучения дисциплины 5
3.3 Содержание дисциплины 6
3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий 7
3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ) 8
4 Учебно-методическое и информационное обеспечение 8
4.1 Нормативные документы и ГОСТы 8
4.2 Основная литература 8
4.3 Дополнительная литература 8
4.4 Электронные образовательные ресурсы 8
4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 9
4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы 9
5 Материально-техническое обеспечение 9
6 Методические рекомендации 9
6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения 9
6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины. 10
7 Фонд оценочных средств 11
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения 11
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения 11
7.3 Оценочные средства 12

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине «Электроснабжение»

Целью изучения дисциплины является подготовка студентов, обучающихся по направлению 13.03.02 – «Электроэнергетика и электротехника», к практической деятельности в области электроснабжения промышленных предприятий, городов, сельского хозяйства и других объектов.

Задачей изучения дисциплины является привитие студентам указанного направления навыков в проведении простейших расчётов, связанных с проектированием и эксплуатацией систем электроснабжения.

Планируемые результаты обучения, соотнесенные с установленными в ОПОП ВО индикаторами достижения компетенций.

Обучение по дисциплине **«Электроснабжение»** направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-1. Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ИПК-1.1. Использует основы проектирования электрических сетей систем электроснабжения (СЭС). ИПК-1.2. Составляет схемы замещения СЭС для проведения расчётов конкретного назначения, таких как: определение режимных параметров в нормальных и послеаварийных условиях работы СЭС. ИПК-1.3. Владеет навыками проведения простейших расчётов, связанных с проектированием систем электроснабжения.
ПК-2. Способен участвовать в эксплуатации объектов профессиональной деятельности	ИПК-2.1. Применяет режимные параметры в нормальных и послеаварийных условиях работы СЭС. ИПК-2.2. Проводит анализ и систематизацию информации, извлечённую из различных источников, необходимую для решения конкретных задач в области проектирования систем электроснабжения с учётом требований нормативных документов. ИПК-2.3. Осуществляет планирование испытаний объектов СЭС; разрабатывает технологические карты по эксплуатации электрических сетей СЭС.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами ООП:

- физика;
- математический анализ;

- теоретические основы электротехники;
- электрические машины.

3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц (108 академических часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость
(по формам обучения)

3.1.1 Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестр
			7
1	**Аудиторные занятия**	**54**	**54**
	В том числе:		
1.1	Лекции	18	18
1.2	Семинарские/практические занятия	18	18
1.3	Лабораторные занятия	18	18
2	**Самостоятельная работа**	**54**	**54**
	В том числе:		
2.1	Обучение в системе LMS	10	10
2.2	Оформление отчётов по лабораторным работам и подготовка к их защите	20	20
2.3	Подготовка к сдаче экзамена по дисциплине	24	24
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен		**Экзамен**
	Итого	**108**	**108**

3.2 Тематический план изучения дисциплины

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	**Раздел 1. Введение**	**4**	**2**	**0**	**0**		**2**
1.1	Тема 1. Общие понятия и определения.	4	2	-	-		2
2	**Раздел 2. Электрические нагрузки узлов СЭС**	**66**	**10**	**10**	**14**		**32**

2.1	Тема 1. Электрические нагрузки и их роль в СЭС.	28	2	2	8		16
2.2	Тема 2. Нагрев проводников постоянным во времени током.	7	2	2	-		3
2.3	Тема 3. Интегральные коэффициенты.	7	2	2	-		3
2.4	Тема 4. Методы определения расчётных нагрузок.	6	2	2	-		2
2.5	Тема 5. Расчёт электрических нагрузок.	18	2	2	6		8
3	**Раздел 3. Основные принципы построения электрических сетей СЭС.**	**12**	**4**	**0**	**0**		**8**
3.1	Тема 1. Основные принципы построения электрических сетей СЭС.	12	4	-	-		8
4	**Раздел 4. Подстанции промышленных предприятий.**	**26**	**2**	**8**	**4**		**12**
4.1	Тема 1. Подстанции промышленных предприятий и городов	26	2	8	4		12
Итого		**108**	**18**	**18**	**18**		**54**

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1. Введение

Тема 1. Общие понятия и определения.

Введение. Общие понятия и определения. Понятие о системах электроснабжения и её подсистемах. Требования, предъявляемые к системам электроснабжения. Проблемы в области электроснабжения. Технические показатели электроприёмников и их влияние на формирование СЭС.

Раздел 2. Электрические нагрузки узлов СЭС

Тема 1. Электрические нагрузки и их роль в СЭС.

Электрические нагрузки и их роль в СЭС. Графики электрических нагрузок, классификация, характерные особенности и область использования. Понятие о числе часов использования максимума нагрузки, числе часов максимальных потерь и их взаимная связь.

Тема 2. Нагрев проводников постоянным во времени током.

Нагрев проводников постоянным во времени током. Понятия о номинальной, средней, среднеквадратичной, пиковой и расчётной мощностях, используемых при проектировании и эксплуатации СЭС.

Тема 3. Интегральные коэффициенты.

Интегральные коэффициенты, характеризующие режимы работы электроприёмников и графики их нагрузок: коэффициенты использования установленной мощности, загрузки, включения, формы графика нагрузки, максимума нагрузки, спроса установленной мощности, одновременности максимумов, расчётной мощности. Эффективное (приведенное) число электроприёмников и методы его определения.

Тема 4. Методы определения расчётных нагрузок.

Методы определения расчётных нагрузок. Классификация, область использования. Определение расчётной активной и реактивной мощности на различных уровнях СЭС по усовершенствованному методу упорядоченных диаграмм.

Тема 5. Расчёт электрических нагрузок.

Расчёт электрических нагрузок в узлах совместного питания одно и трёхфазных электроприёмников. Вывод расчётных выражений для определения средних активной и реактивной мощностей фаз, обусловленных однофазными электроприёмниками. Пиковые токи. Причины возникновения, последствия. Расчёт пиковых токов на различных уровнях СЭС в комплексной и скалярной формах.

Раздел 3. Основные принципы построения электрических сетей СЭС.

Тема 1. Основные принципы построения электрических сетей СЭС.

Основные принципы построения электрических сетей СЭС. Типовые схемы внешнего и внутреннего электроснабжения, область использования, достоинства и недостатки. Выбор сечения проводников в сетях напряжением до и выше 1000 В.

Раздел 4. Подстанции промышленных предприятий.

Тема 1. Подстанции промышленных предприятий и городов

Подстанции промышленных предприятий и городов: классификация, типы трансформаторов, используемых на главных понизительных подстанциях, городских и цеховых ТП, выбор типа, числа и мощности трансформаторов цеховых ТП и ГПП. Выбор места расположения подстанций.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1 Семинарские/практические занятия

Практическое занятие №1. Определение расчётных нагрузок узлов СЭС напряжением до 1000 В методом упорядоченных диаграмм.

Практическое занятие №2. Расчёт пиковых токов в узлах СЭС напряжением до 1000 В в комплексной и скалярной формах.

Практическое занятие №3. Определение расчётных нагрузок в узлах совместного питания одно и трёхфазных электроприёмников.

Практическое занятие №4. Расчёт электрических нагрузок цеховых сетей напряжением до 1000 В в целом.

Практическое занятие №5. Расчёт электрических нагрузок в узлах СЭС напряжением выше 1000 В и предприятию в целом

Практическое занятие №6 и 7. Выбор типа, числа и мощности трансформаторов цеховых ТП и их местоположения.

Практическое занятие №8 и 9. Выбор типа, числа и мощности трансформаторов ГПП. Определение места расположения ГПП на территории предприятия

3.4.2 Лабораторные занятия

Лабораторная работа №1. Исследование суточных графиков электрических нагрузок

Лабораторная работа №2. Формирование и исследование годовых графиков нагрузок

Лабораторная работа №3. Исследование влияния коэффициента реактивной мощности однофазной нагрузки, подключаемой на линейное напряжение, на распределение её активной и реактивной составляющих между фазами.

Лабораторная работа №4. Определение оптимального числа включённых в работу трансформаторов в одной 3-х трансформаторной цеховой ТП

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ) - нет

4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. Свод правил «Электротехнические устройства» СП 76.13330.2016. Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов.
2. ПУЭ 7. Правила устройства электроустановок. Издание седьмое. Утверждены Приказом Минэнерго России от 08.07.2002 № 204.
3. ГОСТ 30331.1–2013 (IEC 60364–1:2005) Электроустановки низковольтные. Часть 1. Основные положения, оценка общих характеристик, термины и определения.

4.2 Основная литература

1. Кудрин, Б. И. Электроснабжение потребителей и режимы Текст учеб. пособие для вузов по направлению 140400 "Электроэнергетика и электротехника" Б. И. Кудрин, Б. В. Жилин, Ю. В. Матюнина. - М.: Издательский дом МЭИ, 2013. - 412 с. ил.
2. Конюхова, Е. А. Электроснабжение Текст учебник для вузов по направлению 140400 "Электроэнергетика и электротехника" Е. А. Конюхова. - М.: Издательский дом МЭИ, 2014. - 508, [1] с. ил.

4.3 Дополнительная литература

1. Кудрин, Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий Текст Учеб. для вузов "Электроснабжение пром. предприятий" Б. И. Кудрин. - 2-е изд. - М.: Интермет Инжиниринг, 2006. - 670, [1] с. ил.
2. Основы современной энергетики Текст Т. 2 Современная электроэнергетика учеб. для втузов по направлениям подгот. "Теплоэнергетика", "Электроэнергетика", "Энергомашиностроение": в 2 т. И. М. Бортник и др.; под общ. ред. и с предисл. Е. В. Аметистова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательский дом МЭИ, 2008. - 630, [1] с. ил. 25 см.
3. Валеев, Р. Г. Электроснабжение [Текст] учеб. пособие к лаб. работам по направлению 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника" (бакалавриат) Р. Г. Валеев; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электр. станции, сети и системы электроснабжения; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2018. - 86, [2] с. ил. электрон. версия

4.4 Электронные образовательные ресурсы\

Проведение занятий и аттестаций возможно в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по всем разделам программы:

Название ЭОР	Ссылка
Электроснабжение	https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=9829

Разработанный ЭОР включают промежуточный и итоговый тесты.

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

Каждый студент обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронным библиотекам университета (http://lib.mami.ru/lib/content/elektronnyy-katalog).

Ссылка на электронную библиотеку:
https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=7621&section=1

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. МойОфис – российская компания-разработчик безопасных офисных решений для общения и совместной работы с документами (Альтернатива MS Office) https://myoffice.ru/
2. Платформа nanoCAD – это российская платформа для проектирования и моделирования объектов различной сложности. Поддержка форматов *.dwg и IFC делает ее отличным решением для совмещения САПР- и BIM-технологий. Функционал платформы может быть расширен с помощью специальных модулей https://www.nanocad.ru/support/education/

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Российская национальная библиотека http://www.nlr.ru
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» https://biblioclub.ru/index.php
3. Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru
4. Российская государственная библиотека http://www.rsl.ru
5. Образовательная платформа ЮРАЙТ http://www.urait.ru
6. «Техэксперт» – справочная система, предоставляющая нормативно-техническую, нормативно-правовую информацию https://техэксперт.сайт/
7. Электротехническая библиотека «Элек.ру» https://www.elec.ru/library/info/
8. Netelectro. Новости электротехники, оборудование. Информация о компаниях и выставках, статьи, объявления. https://netelectro.ru/
9. Электроцентр. http://electrocentr.info/

5 Материально-техническое обеспечение

Для проведения лекционных занятий используются аудитории, оснащенные компьютерами, интерактивными досками, мультимедийными проекторами и экранами: В-307 и аудитории общего фонда. Для проведения семинарских и лабораторных работ используется аудитория: В-306 и аудитории в Инновационно-образовательном комплексе «Техноград», который расположен на территории ВДНХ.

6 Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1 Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями «Положения об организации образовательного процесса в Московском политехническом университете и его филиалах», утверждённым ректором университета.

6.1.2 На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД).

6.1.3 Преподаватель особенно обращает внимание студентов на:

- виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО Московского Политеха);
- виды, содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости в соответствии с фондом оценочных средств;
- форму, содержание и порядок проведения промежуточной аттестации в соответствии с фондом оценочных средств, предусмотренным РПД.

6.1.4 Преподаватель доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

6.1.5 Преподаватель рекомендует студентам основную и дополнительную литературу.

6.1.6 Преподаватель предоставляет перед промежуточной аттестацией (экзаменом или зачётом) список вопросов для подготовки.

6.1.7 Преподаватели, которые проводят лекционные и практические (семинарские) занятия, согласуют тематический план практических занятий, чтобы использовать единую систему обозначений, терминов, основных понятий дисциплины.

6.1.8 При подготовке к семинарскому занятию по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, согласно РПД, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем вопросов по теме семинара.

В ходе семинара во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы семинарского занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Использовать фронтальный опрос давая возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части семинарского занятия следует подвести итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенного семинарского занятия. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

6.1.9 Целесообразно в ходе защиты лабораторных работ задавать выступающим и аудитории дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения их позиций по существу обсуждаемых проблем.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО Московского Политеха).

6.1.10 Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

6.2.1 Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.

6.2.2 При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (СДО Московского Политеха), как во время контактной работы с преподавателем, так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.

6.2.3 К промежуточной аттестации допускаются только обучающиеся, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины (РПД).

7 Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Электроснабжение»: выполнили и защитили лабораторные работы.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Шкала оценивания результатов промежуточной аттестации **«экзамен»** и их описание:

Шкала оценивания	***Критерий оценивания***
Отлично	*Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.*
Хорошо	*Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.*
Удовлетворительно	*Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.*

Неудовлетворительно	*Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.*

7.3 Оценочные средства

7.3.1 Текущий контроль

1. Подготовка к выполнению, проведение расчетов, оформление отчетов и защита четырех лабораторных работ.

7.3.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в форме письменного экзамена с последующим собеседованием по материалам ответа.

Экзаменационный билет содержит два теоретических вопроса. Список вопросов, выносимых на экзамен, выдается студентам на первом занятии. Для подготовки и написания ответа на билет студенту выделяется 40 минут. В процессе проведения собеседования студенту могут быть заданы дополнительные вопросы, не выходящие за рамки изученного курса.

Вопросы к экзамену:

1. Основные характеристики потребителей электрической энергии: номинальная (установленная) мощность, род тока, напряжение, частота напряжения и тока.
2. Синхронные двигатели: режимы работы; основные характеристики; потери активной мощности при генерации реактивной мощности.
3. Основные характеристики потребителей электрической энергии: режимы работы, категории по надежности электроснабжения, удельный расход электроэнергии, стабильность расположения электрооборудования, коэффициенты мощности.
4. Синхронные компенсаторы и генераторы: режимы работы; основные характеристики.
5. Индивидуальные и групповые графики; сменные, суточные и годовые графики. Основные физические величины, характеризующие электроприёмники и графики их нагрузок: мощности номинальная, средняя.
6. Компенсация реактивной мощности в электрических сетях ПП общего назначения.
7. Основные физические величины, характеризующие электроприемники и графики их нагрузок: мощности среднеквадратичная, максимальная, пиковая, расчётная.
8. Определение (понятие) наивыгоднейшей мощности источников реактивной модности.
9. Методы расчета электрических нагрузок для разных степеней (первой, второй. третьей) СЭС ПП.
10. Общие направления компенсации реактивной мощности на промышленном предприятии. Регулирование реактивной мощности на промышленном предприятии.
11. Расчет пиковых электрических нагрузок.

12. Продолжительные изменения характеристик напряжения: отклонение частоты; медленные изменения напряжения; колебания напряжения.

13. Расчет электрических нагрузок при наличии однофазных электроприёмников.

14. Продолжительные изменения характеристик напряжения: несинусоидальность напряжения.

15. Общие принципы построения систем электроснабжения городов и промышленных предприятий.

16. Продолжительные изменения характеристик напряжения: несимметрия напряжения.

17. Типовые схемы внешнего электроснабжения 35, 110, 220 кВ, воздушные и кабельные линии электропередачи.

18. Случайные события: прерывания напряжения; провалы напряжения; перенапряжения; импульсные перенапряжения.

19. Подстанции 110–220/6–10 кВ, типовые схемы. Распределительное устройство высшего напряжения. Типоисполнения силовых трансформаторов.

20. Направления и технические средства улучшения качества напряжения.

21. Подстанции 110–220/6–10 кВ: распределительное устройство низшего напряжения. Конструктивное исполнение подстанций.

22. Пуск и самозапуск электродвигателей.

23. Внутризаводское электроснабжение на напряжении 6, 10 кВ: радиальные, магистральные схемы.

24. Определение остаточного напряжения при пуске и самозапуске электродвигателей.

25. Выбор числа, типа и мощности трансформаторов подстанций напряжением 110–220/6–10 кВ.

26. Краткая история развития искусственного освещения. Цветовая температура света.

27. Внутризаводское электроснабжение на напряжении 6, 10 кВ: одно- и двухступенчатые схемы, распределительные пункты (РП).

28. Источники света: лампы накаливания, газоразрядные лампы низкого давления.

29. Конструктивное исполнение внутризаводских электрических сетей: воздушные и кабельные линии, токопроводы.

30. Источники света: газоразрядные лампы высокого давления, светодиодные лампы.

31. Расчёт питающих кабельных и воздушных линий напряжением 6–10 кВ.

32. Режимы нейтрали электрических сетей: глухо заземлённая нейтраль, эффективно заземлённая нейтраль.

33. Цеховые трансформаторные подстанции (ТП). Типоисполнения трансформаторов 6–10/0,4 кВ. Схемы и основное оборудование ТП. Конструктивное исполнение ТП.

34. Режимы нейтрали электрических сетей: изолированная, компенсированная и резистивно заземлённая нейтраль.

35. Выбор числа, типа и мощности трансформаторов напряжением 6–10 кВ.

36. Заземляющие устройства, назначение. Основные требования ПУЭ к заземляющим устройствам. Конструктивные исполнения заземляющих устройств.

37. Внутрицеховое электроснабжение на напряжении 380 В. Типовые схемы внутрицехового электроснабжения: шинопроводы, магистральные и радиальные линии, электропроводки.

38. Основные положения. Удары молнии. Молниезащита электроустановок. Защита ограничителями перенапряжений.

39. Явления, связанные с передачей реактивной мощности по электрическим сетям потребителей и энергосистемы: потери активной мощности; потери напряжения; загрузка элементов СЭС

40. Понятие об энергосбережении. Регулирование электропотребления. Основные направления экономии электрической энергии в системах электроснабжения промышленных предприятий

41. Эффективность компенсации реактивной мощности.

42. Тарифы на электрическую энергию.

43. Потребители реактивной мощности: асинхронные двигатели.

44. Электропотребление, актуальность вопроса; направления снижения электропотребления.

45. Потребители реактивной мощности: силовые трансформаторы

46. Потери мощности и электрической энергии в системах электроснабжения, методы определения потерь, направления снижения потерь мощности.

47. Источники реактивной мощности: статические конденсаторы: основные характеристики; схемы включения; способы регулировки.

48. Учет электрической энергии: технический и коммерческий; приборы и системы учёта электрической энергии.