Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 15.06.2026 17:10:46
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 _____ /К.И. Лушин/
26 февраля 2026 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Электрические сети»

Направление подготовки
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль
Интеллектуальные тепловые энергосистемы

Квалификация
Бакалавр

Формы обучения
Очная

Москва, 2026 г.

Разработчик(и):

Доцент кафедры «Промышленная теплоэнергетика», к.т.н., доцент, ст.н.с. _____ / В.Н. Чичерюкин /
И.О. Фамилия

Согласовано:

Заведующий кафедрой «Промышленная теплоэнергетика», к.т.н., доцент _____ / Л.А. Марюшин /
И.О. Фамилия

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 5
3. Структура и содержание дисциплины 5
    - 3.1 Виды учебной работы и трудоемкость 5
    - 3.2 Тематический план изучения дисциплины 6
    - 3.3 Содержание дисциплины 6
    - 3.4 Тематика семинарских/практических занятий 7
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 7
    - 4.1 Нормативные документы и ГОСТы 7
    - 4.2 Основная литература 8
    - 4.3 Дополнительная литература 8
    - 4.4 Электронные образовательные ресурсы 8
    - 4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение 8
    - 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

К **основным целям** освоения дисциплины «Электрические сети» следует отнести:

- формирование базовых знаний по вопросам проектирования и эксплуатации комплексных электрических сетей;
- приобретение навыков расчёта и анализа параметров проектирования и эксплуатации комплексных электрических сетей;
- формирование знаний об основных типах комплексных систем, их конструктивных особенностях и их технических характеристиках;
- формирование общих представлений о качестве и экономичности электрических сетей.
- умение польз*о*ваться электроизмерительными приборами.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Электрические сети» следует отнести:

- ознакомление студентов с методами выбора и обоснования экономически и технически целесообразных решений по электроснабжению потребителей, обеспечивающих требуемые пропускную способность, качество энергии, надёжность подачи электроэнергии и электробезопасность;
- формирование у студентов базовых знаний по вопросам проектирования и эксплуатации комплексных электрических сетей;
- умение рассчитывать величины расчётной нагрузки на различных уровнях электрических сетей и компенсации реактивной мощности;
- умение пользоваться электроизмерительными приборами и приспособлениями;
- научить анализировать существующие системы и их элементы, разрабатывать и внедрять необходимые изменения в их структуре с позиций повышения эффективности электрических сетей;
- научиться подбирать устройства электроники, электрические приборы и оборудование с определёнными параметрами и характеристиками;
- умение собирать электрические схемы;
- научить анализировать результаты моделирования, производить поиск оптимизационного решения с помощью всевозможных методов.

Обучение по дисциплине «Электрические сети» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-6. Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники	ИОПК-6.1. Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность.
ПК-4. Способность к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению на ОПД с оценкой их энергетической, экономической и экологической эффективности	ИПК-4.1. Демонстрирует знание нормативов по энерго- и ресурсосбережению на ОПД ИПК-4.2. Разрабатывает мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на ОПД

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

«Электрические сети» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

В базовой части математического и естественнонаучного цикла:

- Математика;
- Физика;
- Электротехника и электроника.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **4** зачётных единицы (**144 часа**).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость
(по формам обучения)

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			7
1	**Аудиторные занятия**	**54**	54
	В том числе:		
1.1	Лекции	18	18
1.2	Семинарские/практические занятия	36	36
1.3	Лабораторные занятия	-	-
2	**Самостоятельная работа**	**90**	90
	В том числе:		
2.1	Расчётно-графическая работа	30	30
2.2	Реферат	30	30
2.3	Обучение в системе LMS	30	30
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен	Экзамен	Экзамен
	Итого	**144**	144

3.2 Тематический план изучения дисциплины

(по формам обучения)

3.2.1. Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	Раздел 1.				-	-	
1.1	Тема 1. Введение	14	2	2	-	-	10
1.2	Тема 2. Методы расчёта электрических нагрузок. Надёжность электрических сетей	18	2	4	-	-	12
1.3	Тема 3. Выбор параметров основного оборудования и элементов электрических сетей	20	2	6	-	-	12
1.4	Тема 4. Режимы работы нейтрали в электрических сетях	20	2	6	-	-	12
1.5	Тема 5. Требования и выбор заземляющих устройств в электрических сетях	21	3	6	-	-	12
1.6	Тема 6. Качество электрической энергии в электрических сетях.	25	3	6	-	-	16
1.7	Тема 7. Основы технико-экономических расчётов и экологические требования в электрических сетях.	26	4	6			16
	Итого	**144**	**18**	**36**	**-**	**-**	**90**

3.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение.

Общие сведения о электрических сетях Особенности электрических сетей городов, промышленных предприятий, объектов сельского хозяйства и транспортных систем; типы электроприёмников, режимы их работы.

Тема 2. Методы расчёта электрических нагрузок. Надёжность электрических сетей.

1. Графики электрических нагрузок. Определение средних, среднеквадратичных нагрузок, расхода электроэнергии.

2. Методы определения расчётных нагрузок. Основные параметры и методы расчета надёжности электрических сетей.

3. Методы обеспечения заданного уровня надёжности электрических сетей.

Тема 3. Выбор параметров основного оборудования и элементов электрических сетей.

1. Выбор числа и мощности силовых трансформаторов, места расположения питающих подстанций.

2. Выбор сечения проводов и жил кабелей, шин и шинопроводов.

Тема 4. Режимы работы нейтрали электрических сетей.

1. Типы нейтралей электрических сетей.

2. Выбор режима работы нейтрали электрических сетей напряжением до 1000 В и свыше 1000 В.

3. Электрические сети с глухозаземленными нейтралями.

Тема 5. Требования и выбор заземляющих устройств электрических сетей.

1. Требования к заземляющим устройствам.

2. Расчет заземляющих устройств.

3. Особенности работы и устройства систем заземления электроустановок в условиях многолетней мерзлоты.

Тема 6. Качество электрической энергии электрических сетей.

1. Влияние качества электрической энергии на параметры и режимы работы приемников электрической энергии.

2. Способы и средства повышения качества напряжения электрических сетей.

Тема 7. Основы технико-экономических расчетов и экологические требования электрических сетей.

1. Методика технико-экономических расчётов.

2. Основные технико-экономические показатели электрических сетей.

3. Энергосберегающие технологии электрических сетей.

4. Экологические требования электрических сетей.

3.4 Тематика семинарских/практических занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Тема 1. Решение задач.

Тема 2. Решение задач. Методы расчёта электрических нагрузок.

Тема 3. Решение задач. Выбор параметров основного оборудования

Тема 4. Решение задач. Режимы работы нейтрали

Тема 5. Решение задач. Выбор заземляющих устройств

Тема 6. Решение задач. Оценка качества электрической энергии

Тема 7. Решение задач. Технико-экономические расчеты

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. ГОСТ 21027-75. Системы энергетические. Термины и определения

2. ГОСТ 19431-84 Энергетика и электрификация. Термины и определения

3. ГОСТ 21027-2021 Системы электроэнергетические. Термины и определения

4. ГОСТ 34045-2017. Электроэнергетические системы. Оперативно-диспетчерское управление. Автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Противоаварийная автоматика энергосистем. Нормы и требования

5. ГОСТ Р 51749-2001. Энергосбережение. Энергопотребляющее оборудование общепромышленного применения. Виды. Типы. Группы. Показатели энергетической эффективности. Идентификация

6. ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения

4.2 Основная литература

1. Лыкин, А. В. Распределительные электрические сети : учебное пособие / А. В. Лыкин. — Новосибирск : НГТУ, 2018. — 115 с. — ISBN 978-5-7782-3537-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/118193

2. Солёная, О. Я. Электрические системы и сети : учебное пособие / О. Я. Солёная, С. В. Солёный. — Санкт-Петербург : ГУАП, 2022. — 79 с. — ISBN 978-5-8088-1744-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/340985

4.3 Дополнительная литература

1. Чичерюкин В.Н. Трансформаторные, тяговые и аккумуляторные подстанции: учебное пособие / В.Н. Чичерюкин, Н.О. Малахов. –Москва: Московский Политех, 2020. – 148с.

2. Лыкин, А. В. Проектирование электрических сетей: учебное пособие / А. В. Лыкин. — Новосибирск: НГТУ, 2021. — 88 с. — ISBN 978-5-7782-4453-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/216257

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	
Электрические сети	https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=12673

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/
3. Система трехмерного моделирования «КОМПАС-3D» https://edu.ascon.ru/main/download/freeware/

4. VALTEC.PRG.3.1.3. Программа для теплотехнических и гидравлических расчётов https://valtec.ru/document/calculate/
5. Онлайн расчёты АВОК-СОФТ https://soft.abok.ru/help_desk/

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. НП «АВОК» – помощник инженера по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике https://www.abok.ru/
8. Е-ДОСЬЕ – Электронный эколог. Независимая информация о российских организациях, база нормативных документов и законодательных актов https://e-ecolog.ru/
9. Инженерная сантехника VALTEC (каталог продукции и нормативная документация) https://valtec.ru/

5. Материально-техническое обеспечение

Для проведения лекционных занятий используются аудитории, оснащенные компьютерами, интерактивными досками, мультимедийными проекторами и экранами: АВ2404, АВ2415 и аудитории общего фонда. Для проведения семинарских и лабораторных работ используются аудитории: АВ2406, АВ1101 и аудитории корпуса УРБАН.ТЕХНОГРАД 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 рефератов, лабораторных работ, курсовых работ и проектов 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

Контроль успеваемости и качества подготовки проводится в соответствие с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в Московском политехническом университете".

Для контроля успеваемости и качества освоения дисциплины настоящей программой предусмотрены следующие виды контроля:

- контроль текущей успеваемости (текущий контроль);
- промежуточная аттестация.

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

- выполнение расчётно-графических заданий и их защита; тест; реферат и его защита; экзамен.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Шкала оценивания для экзамена:

Шкала оценивания	Описание
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 может быть допущена незначительная ошибка, неточность, затруднение 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

Для проведения текущего контроля применяются следующие формы: расчётно-графические самостоятельные работы, тесты.

7.3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Зачёт проводится по билетам, ответы предоставляются письменно с последующим устным собеседованием. Билеты формируются из вопросов представленного ниже перечня.

Регламент проведения экзамена:

1. В билет включается 2 вопроса из разных разделов дисциплины и одно практическое задание
2. Перечень вопросов соответствует темам, изученным на лекционных и семинарских занятиях (прилагается).
3. Время на подготовку письменных ответов - до 40 мин, устное собеседование - до 10 минут.
4. Проведение аттестации (экзамена) с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий выполняется в соответствии с утверждённым в университете "Порядком проведения промежуточной аттестации с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий"

Форма, предусмотренная учебным планом – зачёт. Промежуточная аттестация проводится в сроки, установленные утвержденным расписанием зачётно-экзаменационной сессии. До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все расчётно-графические работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины. Перечень обязательных работ и форма отчетности по ним:

Вид работы	Форма отчетности и текущего контроля
Расчётно-графические работы	Оформленный отчет о работе, предусмотренной рабочей программой дисциплины с отметкой преподавателя «зачтено».
Тесты в системе LMS	Результат тестов не менее 90%

Если не выполнен один или более видов учебной работы, указанных в таблице, преподаватель имеет право выставить неудовлетворительную оценку по итогам промежуточной аттестации.

7.3.3. Вопросы для подготовки к экзамену

1. Основные характеристики электрических нагрузок.
2. Классификация методов расчета электрических нагрузок.
3. Основные методы расчета электрических нагрузок.
4. Выбор источников питания.
5. Выбор схемы электрической сети.
6. Определение пиковых нагрузок.
7. Выбор сечений проводов электрической сети.
8. Выбор сечений кабельных линий электрической сети.
9. Технико-экономические расчеты в электроснабжении.
10. Общие требования к силовым трансформаторным подстанциям.
11. Допустимые систематические перегрузки силовых трансформаторов.
12. Допустимые аварийные перегрузки силовых трансформаторов.
13. Выбор числа и мощности силовых трансформаторов.

14. Общие принципы построения схем электрической сети.
15. Выбор схем распределительной сети предприятия.
16. Общие сведения о коротких замыканиях.
17. Расчет токов короткого замыкания в установках напряжением выше 1 кВ.
18. Расчет несимметричных токов короткого замыкания.
19. Расчет токов короткого замыкания в установках напряжением до 1кВ.
20. Выбор электрооборудования на напряжение до 1 кВ.
21. Показатели качества электрической энергии.
22. Отклонения и колебания частоты.
23. Отклонения и колебания напряжения.
24. Компенсация реактивной мощности в электрической сети.
25. Компенсация реактивной мощности в электрических сетях общего назначения напряжением до 1 кВ.
26. Компенсация реактивной мощности в электрических сетях общего назначения напряжением 6-10 кВ.
27. Монтаж воздушных линий.
28. Прокладка кабелей.
29. Монтаж трансформаторных подстанций и пунктов.
30. Основные вопросы эксплуатации электрических сетей.
31. Эксплуатация воздушных электрических сетей.
32. Альтернативные источники и виды топлива.
33. Методы уменьшения потерь и экономии электроэнергии.
34. Определение потерь в различных типах электротехнических устройств.
35. Потери электроэнергии от нелинейных потребителей.
36. Методы естественной компенсации реактивной мощности.
37. Искусственная компенсация реактивной мощности.
38. Типы компенсирующих устройств. Достоинства и недостатки каждого типа.
39. Порядок выбора компенсирующего устройства.
40. Сущность выбора проводников по условиям нагрева.
41. Определение сечения проводника по методу потери напряжения в линии.
42. Критерии выбора мощности трансформаторов.
43. Проверка трансформатора с учётом его перегрузочной способности.
44. Выбор номинальной мощности трансформаторов.
45. Параллельная работа трансформаторов.
46. Уровни напряжения в электрических сетях.
47. Рациональное напряжение. Факторы его выбора.
48. Способы определения рационального напряжения.
49. Схемы питания промышленных предприятий.
50. Типы цеховых трансформаторных подстанций.