Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 25.09.2023 14:11:56
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

«Электропитающие сети систем электроснабжения»

Направление подготовки
13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль
«Электроснабжение»

Квалификация
бакалавр

Формы обучения
заочная

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

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине «Электропитающие сети систем электроснабжения»

Целью изучения дисциплины является формирование знаний о проектировании электропитающих сетей систем электроснабжения, обеспечение при проектировании и эксплуатации электрических сетей экономичности и надёжности их работы, а также качества электроэнергии.

Задачей изучения дисциплины является: изучение практических возможностей использования современной вычислительной техники для проектирования, расчётов и управления электропитающих сетей систем электроснабжения.

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

Обучение по дисциплине **«Электропитающие сети систем электроснабжения»** 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. Знать нормативно-техническую документацию, различные технические и энергоэффективные требования к проектированию электрических сетей; ИПК-1.2. Выбирать элементы и схемы электропитающих сетей систем электроснабжения; ИПК-1.3. Проектировать электрические сети в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические и энергоэффективные требования.

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:

- математический анализ;
- электроснабжение;
- теоретические основы электротехники;
- системы электроснабжения;
- эксплуатация электрооборудования систем электроснабжения;
- перенапряжения в системах электроснабжения;
- релейная защита и автоматика.

3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц (144 академических часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

(по формам обучения)

3.1.1 Заочная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестр 7
1	**Аудиторные занятия**	**16**	**16**
	В том числе:		
1.1	Лекции	6	8
1.2	Семинарские/практические занятия	4	4
1.3	Лабораторные занятия	6	4
2	**Самостоятельная работа**	**128**	**128**
	В том числе:		
2.1	Оформление отчётов по лабораторным работам и подготовка к их защите.	28	38
2.2	Обучение в системе LMS	60	60
2.3	Подготовка к промежуточной аттестации	20	30
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен		**Экзамен**
	Итого	**144**	**144**

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. Вопросы проектирования электрических сетей**	**64**	**6**	**4**	**-**		**54**
1.1	Тема 1. Характеристика задач проектирования	14	2	-	-		12
1.2	Тема 2. Учет надежности электрических сетей в технико-экономических расчетах при проектировании	14	2	-	-		12
1.3	Тема 3. Основы выбора сечений проводов и кабелей	36	2	4	-		30
2	**Раздел 2. Регулирование рабочих режимов электрических систем**	**80**	**2**	**-**	**4**		**74**
2.1	Тема 1. Регулирование рабочих режимов электрических систем	41	1	-	2		38
2.2	Тема 2. Баланс активной и реактивной мощности	39	1	-	2		36
Итого		**144**	**8**	**4**	**4**		**128**

3.3 Содержание дисциплины

Раздел 1. Вопросы проектирования электрических сетей

Тема 1. Характеристика задач проектирования

Характеристика задач проектирования. Капитальные вложения на сооружение сети и ежегодные издержки на эксплуатацию. Тариф на электроэнергию. Стоимость годового потребления и годовых потерь электроэнергии. Определение потерь в энергии в элементах электрической сети, время потерь. Технико-экономический ущерб от перерывов электроснабжения. Методика технико-экономического сравнения вариантов электрической сети.

Тема 2. Учет надежности электрических сетей в технико-экономических расчетах при проектировании

Учет надежности электрических сетей в технико-экономических расчетах при проектировании. Выбор конфигурации схемы сети. Выбор номинального напряжения сети. Выбор трансформаторов на подстанциях.

Тема 3. Основы выбора сечений проводов и кабелей

Основы выбора сечений проводов и кабелей. Выбор экономически целесообразных сечений проводников по экономической плотности тока и с помощью экономических интервалов. Технические ограничения при выборе сечений проводников. Выбор сечений проводов и кабелей в местных сетях по допускаемой потере напряжения. Выбор сечений проводников по условию допустимого нагрева. Общая характеристика существующих способов выбора сечений проводников в электрических сетях разного назначения.

Раздел 2. Регулирование рабочих режимов электрических систем

Тема 1. Регулирование рабочих режимов электрических систем

Регулирование рабочих режимов электрических систем Управление режимами электрических систем.

Тема 2. Баланс активной и реактивной мощности

Баланс активной и реактивной мощности в электрической системе, его нарушения и способы предотвращения нарушения баланса.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1 Семинарские/практические занятия

Практическое занятие №1.

Выбор номинального напряжения сети. Расчет сечений проводов в разомкнутой магистральной сети по экономической плотности тока. Учет технических ограничений при выборе сечений

Практическое занятие №2.

Расчет сечений проводов в кольцевой сети и сети двухсторонним питанием по экономической плотности тока. Учет технических ограничений. Технико-экономический расчет. Выбор оптимального варианта при проектировании сети.

3.4.2 Лабораторные занятия

Лабораторная работа №1. Исследование режимов работы линии с двухсторонним питанием. Экспериментальное исследование режимов линии с двухсторонним питанием при одинаковых и различающихся напряжениях на питающих концах линии;

Лабораторная работа №2. Исследование режимов неоднородных электрических сетей. Экспериментальное следование распределения потоков мощности и потерь активной мощности в замкнутой сети.

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 2933–83. Аппараты электрические низковольтные. Методы испытаний.
4. ГОСТ IEC 60947-1-2014. Аппаратура распределения и управления низковольтная. Часть 1.
5. 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. Электрические системы. Электрические сети Учеб. для вузов по направлению "Энергетика и энергомашиностроение" В. А. Веников, А. А. Глазунов, Л. А. Жуков и др.; Под ред.: В. А. Веникова, В. А. Строева. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1998. - 511 с. ил.

4.3 Дополнительная литература

1. Неклепаев, Б. Н. Электрическая часть электростанций и подстанций Справ. материалы для курс. и диплом. проект.: Учеб. пособие для вузов по спец."Электрические станции". - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 608 с. ил.
2. Электротехнический справочник Т. 3 Производство, передача и распределение электрической энергии/ Подготовили Е. А. Волкова и др.; под общ. ред. В. Г. Герасимова и др. В 4 т. Под общ. ред. В. Г. Герасимова и др. - 8-е изд., испр. и доп. - М.: Издательство МЭИ, 2002. - 963 с. ил.

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
Системы электроснабжения	https://online.mospolytech.ru/course/view.php?id=10418

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 и интерактивной доской, мультимедийным проекторам и экранам: В-307 и аудитории общего фонда. Для проведения лабораторных работ используется аудитория: В-307 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 подготовки 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 в седьмом: 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 «Электропитающие сети систем электроснабжения»: выполнили и защитили лабораторные работы, а также выполнили тестовые задания в системе LMS.

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, оформление отчетов и защита лабораторных работ.
2. Выполнение промежуточного и итогового тестирования по основным разделам дисциплины в системе LMS.

7.3.2 Промежуточная аттестация

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

Экзаменационный билет содержит два 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. Записать соотношения между параметрами четырехполюсника A, B, C, D и параметрами П-образной схемы замещения линии.
2. Что такое опыты холостого хода и короткого замыкания для четырехполюсника?
3. Сопоставить значения параметров схем замещения кабельной и воздушной линии передачи.
4. Что такое корона воздушной линии передачи? При каких условиях она возникает?
5. Что такое зарядная мощность линии? Как ее значение зависит от конструкции линии и номинального напряжения сети?
6. С какой целью применяется расщепление проводов фаз в воздушных линиях передачи? Как при этом определяются параметры схемы замещения линии?
7. Составить схему замещения двухобмоточного трансформатора.
8. Составить схемы замещения трехобмоточного трансформатора, автотрансформатора и трансформатора с расщепленными обмотками.
9. Как проводятся опыты короткого замыкания и холостого хода для трансформаторов любого типа?
10. Особенности проведения опыта короткого замыкания для автотрансформатора.
11. Что означает вариант исполнения трехобмоточного трансформатора?
12. Какие варианты исполнения трансформаторов Вам известны?
13. Что такое номинальная и типовая мощности автотрансформатора?
14. Показать преимущества и недостатки автотрансформаторов по сравнению с трансформаторами.
15. Как определить параметры схемы замещения двухобмоточного трансформатора?
16. Как определить параметры схемы замещения трехобмоточного трансформатора и трансформатора с расщепленной обмоткой?
17. Нарисовать упрощенную схему замещения двухобмоточного трансформатора с расщепленными обмотками и определить ее параметры.
18. Как определить параметры схемы замещения автотрансформатора?
19. Определить эквивалентные параметры схемы замещения нескольких параллельно работающих трансформаторов.
20. Как рассчитать потери мощности для одного и для нескольких параллельно работающих трансформаторов?
21. Почему чаще всего составляются графики для активной нагрузки? Как построить графики реактивной и полной мощностей?
22. Как определить годовой расход энергии потребителем?

23. Что такое время использования наибольшей нагрузки $T_{нб}$?

24. Как выглядят статические характеристики комплексной нагрузки и как ими пользоваться?

25. Перечислить способы представления нагрузок в электрических схемах.

26. Что такое приведенная и расчетная мощности? Указать особенности их определения для потребительской подстанции и подстанции с источником питания с заданной мощностью.

27. Как составить направленный граф схемы сети?

28. Что такое матрицы инциденций и как они составляются?

29. Записать законы Кирхгофа и Ома в матричной форме и объяснить, как они получены.

30. Перечислить порядок расчета параметров режима сети “прямым методом” и сделать необходимые выводы.

31. Записать с помощью матриц формулу, определяющую потоки мощности на участках сети.

32. Перечислить все известные Вам способы расчета режимов сети с использованием матриц.

33. Объяснить, как проводится расчет режимов сети методами итераций.

34. Назвать номинальные напряжения потребителей, генераторов, обмоток трансформаторов в сети 10 кВ.

35. Как выбираются и проверяются сечения проводов в районных сетях?

36. Что называется экономическим сечением?

37. Привести график изменения приведенных затрат в зависимости от сечения и объяснить порядок его построения.

38. Объяснить, как производится расчет экономических сечений с помощью метода экономических интервалов?

39. Указать на примере контрольного задания порядок выбора сечения в сети с несколькими нагрузками?

40. Что такое эквивалентная экономическая плотность тока?

41. Перечислить существующие способы выбора сечений в электрических сетях разного назначения.

42. Указать случаи, когда сечение проектируемой сети выбирается не по экономической плотности тока, и объяснить почему.

43. Как рассчитать по допустимой потере напряжения сечение провода, если оно остается неизменным по всей длине линии?

44. Как рассчитать сечение по допустимой потере напряжения и постоянной плотности тока линии?

45. Как рассчитать сечение по допустимой потере напряжения, исходя из минимума расхода цветного металла на сооружение сети?

46. В каких случаях оказывается выгоднее сечение, рассчитанное по экономической плотности тока по сравнению с сечением, рассчитанным по допустимой потере напряжения?

47. Указать области применения дополнительных условий при выборе сечений по допустимой потере напряжения.

48. Объяснить, как происходит процесс нагрева голых, изолированных проводов и кабелей.

49. Чем определяется допустимый ток на провода и кабели?

50. Чем определяется допустимая температура проводов и кабелей?