

**Приложение 1 к РПД Теоретические основы электротехники  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
направленность (профиль) Высоковольтные  
электроэнергетика и электротехника  
Форма обучения – заочная  
Год набора - 2015**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ  
ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

1.	Кафедра	Физики, биологии и инженерных технологий
2.	Направление подготовки	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
3.	Направленность (профиль)	Высоковольтные электроэнергетика и электротехника
4.	Дисциплина (модуль)	Теоретические основы электротехники
5.	Форма обучения	заочная
6.	Год набора	2015

**1. Методические рекомендации.**

Приступая к изучению дисциплины, студенту необходимо внимательно ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной литературы. Следует уяснить последовательность выполнения индивидуальных учебных заданий. Самостоятельная работа студента предполагает работу с научной и учебной литературой, умение создавать тексты. Уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы на лекциях, изучения рекомендованной литературы, выполнения контрольных письменных заданий.

При изучении дисциплины студенты выполняют следующие задания:

- изучают рекомендованную научно-практическую и учебную литературу;
- выполняют задания, предусмотренные для самостоятельной работы.

Основными видами аудиторной работы студентов являются лекции и лабораторные / семинарские занятия.

**1.1. Методические рекомендации по организации работы студентов во время проведения лекционных занятий.**

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на семинарское занятие и указания на самостоятельную работу.

Знакомство с дисциплиной происходит уже на первой лекции, где от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. При работе с конспектом лекций необходимо учитывать тот фактор, что одни лекции дают ответы на конкретные вопросы темы, другие – лишь выявляют взаимосвязи между явлениями, помогая студенту понять глубинные процессы развития изучаемого предмета как в истории, так и в настоящее время.

Конспектирование лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это самим обучающимся. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно запись осуществлять на одной странице листа

или оставляя поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

## **1.2. Методические рекомендации по подготовке к семинарским (практическим занятиям)**

Подготовку к каждому практическому занятию студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, его выступлении и участии в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильном выполнении практических заданий и контрольных работ.

В процессе подготовки к практическим занятиям, студентам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме.

Семинарские занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков подготовки докладов, сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений, а также для контроля преподавателем степени подготовленности студентов по изучаемой дисциплине.

Семинар предполагает свободный обмен мнениями по избранной тематике. Он начинается со вступительного слова преподавателя, формулирующего цель занятия и характеризующего его основную проблематику. Затем, как правило, заслушиваются сообщения студентов. Обсуждение сообщения совмещается с рассмотрением намеченных вопросов. Сообщения, предполагающие анализ публикаций по отдельным вопросам семинара, заслушиваются обычно в середине занятия. Поощряется выдвижение и обсуждение альтернативных мнений. В заключительном слове преподаватель подводит итоги обсуждения и объявляет оценки выступавшим студентам. В целях контроля

подготовленности студентов и привития им навыков краткого письменного изложения своих мыслей преподаватель в ходе семинарских занятий может осуществлять текущий контроль знаний в виде тестовых заданий.

При подготовке к семинару студенты имеют возможность воспользоваться консультациями преподавателя. Кроме указанных тем студенты вправе, по согласованию с преподавателем, избирать и другие интересующие их темы.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает с использованием технологической карты дисциплины, размещенной на сайте МАГУ.

### **1.3. Методические рекомендации по работе с литературой.**

Работу с литературой целесообразно начать с изучения общих работ по теме, а также учебников и учебных пособий. Далее рекомендуется перейти к анализу монографий и статей, рассматривающих отдельные аспекты проблем, изучаемых в рамках курса, а также официальных материалов и неопубликованных документов (научно-исследовательские работы, диссертации), в которых могут содержаться основные вопросы изучаемой проблемы.

Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. При ознакомительном чтении закладками отмечаются те страницы, которые требуют более внимательного изучения.

В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод выборочного чтения. Если в книге нет подробного оглавления, следует обратить внимание ученика на предметные и именные указатели.

Избранные фрагменты или весь текст (если он целиком имеет отношение к теме) требуют вдумчивого, неторопливого чтения с «мысленной проработкой» материала. Такое чтение предполагает выделение: 1) главного в тексте; 2) основных аргументов; 3) выводов. Особое внимание следует обратить на то, вытекает тезис из аргументов или нет.

Необходимо также проанализировать, какие из утверждений автора носят проблематичный, гипотетический характер и уловить скрытые вопросы.

Понятно, что умение таким образом работать с текстом приходит далеко не сразу. Наилучший способ научиться выделять главное в тексте, улавливать проблематичный характер утверждений, давать оценку авторской позиции – это сравнительное чтение, в ходе которого студент знакомится с различными мнениями по одному и тому же вопросу, сравнивает весомость и доказательность аргументов сторон и делает вывод о наибольшей убедительности той или иной позиции.

Если в литературе встречаются разные точки зрения по тому или иному вопросу из-за сложности прошедших событий и правовых явлений, нельзя их отвергать, не разобравшись. При наличии расхождений между авторами необходимо найти рациональное зерно у каждого из них, что позволит глубже усвоить предмет изучения и более критично оценивать изучаемые вопросы. Знакомясь с особыми позициями авторов, нужно определять их схожие суждения, аргументы, выводы, а затем сравнивать их между собой и применять из них ту, которая более убедительна.

Следующим этапом работы с литературными источниками является создание конспектов, фиксирующих основные тезисы и аргументы. Можно делать записи на отдельных листах, которые потом легко систематизировать по отдельным темам изучаемого курса. Другой способ – это ведение тематических тетрадей-конспектов по одной какой-либо теме. Большие специальные работы монографического характера целесообразно конспектировать в отдельных тетрадях. Здесь важно вспомнить, что конспекты пишутся на одной стороне листа, с полями и достаточным для исправления и ремарок межстрочным расстоянием (эти правила соблюдаются для удобства редактирования). Если в конспектах приводятся цитаты, то непременно должно быть дано

указание на источник (автор, название, выходные данные, № страницы). Впоследствии эта информация может быть использована при написании текста реферата или другого задания.

Таким образом, при работе с источниками и литературой важно уметь:

- сопоставлять, сравнивать, классифицировать, группировать, систематизировать информацию в соответствии с определенной учебной задачей;
- обобщать полученную информацию, оценивать прослушанное и прочитанное;
- фиксировать основное содержание сообщений; формулировать, устно и письменно, основную идею сообщения; составлять план, формулировать тезисы;
- готовить и презентовать развернутые сообщения типа доклада;
- работать в разных режимах (индивидуально, в паре, в группе), взаимодействуя друг с другом;
- пользоваться реферативными и справочными материалами;
- контролировать свои действия и действия своих товарищей, объективно оценивать свои действия;
- обращаться за помощью, дополнительными разъяснениями к преподавателю, другим студентам.
- пользоваться лингвистической или контекстуальной догадкой, словарями различного характера, различного рода подсказками, опорами в тексте (ключевые слова, структура текста, предваряющая информация и др.);
- использовать при говорении и письме перифраз, синонимичные средства, слова-описания общих понятий, разъяснения, примеры, толкования, «словотворчество»;
- повторять или перефразировать реплику собеседника в подтверждении понимания его высказывания или вопроса;
- обратиться за помощью к собеседнику (уточнить вопрос, переспросить и др.);
- использовать мимику, жесты (вообще и в тех случаях, когда языковых средств не хватает для выражения тех или иных коммуникативных намерений).

#### **1.4. Методические рекомендации по подготовке к сдаче зачета/экзамена**

Подготовка к зачету/экзамену способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, получаемых, в процессе обучения, а также применению их к решению практических задач. Готовясь к зачету/экзамену, обучающийся ликвидирует имеющиеся пробелы в знаниях, углубляет, систематизирует и упорядочивает свои знания. На зачете/экзамене обучающийся демонстрирует то, что он приобрел в процессе изучения дисциплины.

В условиях применяемой в МАГУ балльно-рейтинговой системы подготовка к зачету/экзамену включает в себя самостоятельную и аудиторную работу обучающегося в течение всего периода изучения дисциплины и непосредственную подготовку в дни, предшествующие зачету/экзамену по разделам и темам дисциплины.

При подготовке к зачету/экзамену обучающимся целесообразно использовать не только материалы лекций, а и рекомендованные преподавателем основную и дополнительную литературу.

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает с использованием технологической карты дисциплины, размещенной на сайте МАГУ.

### **1.5. Методические рекомендации по подготовке доклада**

Алгоритм создания доклада:

- 1 этап – определение темы доклада
- 2 этап – определение цели доклада
- 3 этап – подробное раскрытие информации
- 4 этап – формулирование основных тезисов и выводов.

### **1.6. Рекомендации по составлению опорного конспекта**

Опорный конспект – это развернутый план ответа на теоретический вопрос. Правильно составленный опорный конспект должен содержать все то, что в процессе ответа будет устно обозначено. Это могут быть схемы, графики, таблицы.

Основные требования к содержанию опорного конспекта: полнота (в нем должно быть отражено все содержание вопроса) и логически обоснованная последовательность изложения.

*Основные требования к форме записи опорного конспекта:*

- 1) Лаконичность.

Опорный конспект должен быть минимальным, чтобы его можно было воспроизвести за 6 – 8 минут. По объему он должен составлять примерно один полный лист.

- 2) Структурность.

Весь материал должен располагаться малыми логическими блоками, т.е. должен содержать несколько отдельных пунктов, обозначенных номерами или строчными пробелами.

- 3) Акцентирование.

Для лучшего запоминания основного смысла опорного конспекта, главную идею выделяют рамками различных цветов, различным шрифтом, различным расположением слов (по вертикали, по диагонали).

- 4) Унификация.

При составлении опорного конспекта используются определённые аббревиатуры и условные знаки, часто повторяющиеся в курсе данного предмета.

- 5) Автономия.

Каждый малый блок (абзац), наряду с логической связью с остальными, должен выражать законченную мысль, должен быть аккуратно оформлен (иметь привлекательный вид).

- 6) Оригинальность.

Опорный конспект должен быть оригинален по форме, структуре, графическому исполнению, благодаря чему, он лучше сохраняется в памяти. Он должен быть наглядным и понятным.

- 7) Взаимосвязь.

Текст опорного конспекта должен быть взаимосвязан с текстом учебника, что также влияет на усвоение материала.

*Примерный порядок составления опорного конспекта*

- 1) Первичное ознакомление с материалом изучаемой темы по тексту учебника, картам, дополнительной литературе.
- 2) Выделение главного в изучаемом материале, составление обычных кратких записей.
- 3) Подбор к данному тексту опорных сигналов в виде отдельных слов, определённых знаков, графиков, рисунков.
- 4) Продумывание схематического способа кодирования знаний, использование различного шрифта и т.д.
- 5) Составление опорного конспекта.

### 1.7. Методические рекомендации для занятий в интерактивной форме

В учебном процессе, помимо чтения лекций и аудиторных занятий, используются интерактивные формы (разбор конкретных ситуаций как для иллюстрации той или иной теоретической модели, так и в целях выработки навыков применения теории при анализе реальных проблем, обсуждение отдельных разделов дисциплины, консультации). В сочетании с внеаудиторной работой это способствует формированию и развитию профессиональных навыков обучающихся.

Интерактивное обучение представляет собой способ познания, осуществляемый в формах совместной деятельности обучающихся, т.е. все участники образовательного процесса взаимодействуют друг с другом, совместно решают поставленные проблемы, моделируют ситуации, обмениваются информацией, оценивают действие коллег и свое собственное поведение, погружаются в реальную атмосферу делового сотрудничества по разрешению проблем.

В курсе изучаемой дисциплины «Теоретические основы электротехники» интерактивной форме часы используются в виде: группой дискуссии, заслушивании и обсуждении подготовленных студентами докладов по тематике дисциплины.

Тематика занятий с использованием интерактивных форм

№ п/п	Тема	Интерактивная форма	Часы, отводимые на интерактивные формы	
			лекции	Практические занятия
1.	Основные понятия и законы теории электрических и магнитных цепей	Групповая дискуссия, доклад	-	1
2.	Методы расчета электрических цепей при установившихся синусоидальных и постоянных токах.	Групповая дискуссия, доклад	-	1
3.	Резонансные явления и частотные характеристики	Групповая дискуссия, доклад	-	1
4.	Трехфазные цепи	Групповая дискуссия, доклад	-	1
5.	Переходные процессы в электрических цепях с сосредоточенными параметрами и методы их расчета	Групповая дискуссия, доклад	-	1
6.	Элементы теории колебаний и методы расчета переходных процессов в нелинейных электрических цепях	Групповая дискуссия, доклад	-	1
7.	Уравнения электромагнитного поля	Групповая дискуссия, доклад	-	1
8.	Переменное электромагнитное поле в проводящей среде	Групповая дискуссия, доклад	-	1
<b>ИТОГО</b>			<b>8 часов</b>	

### 1.8 Методические указания к лабораторным занятиям

Целями проведения лабораторных работ являются:

- установление связей теории с практикой в форме экспериментального подтверждения положений теории;
- обучение студентов умению исследовать электрические цепи;
- обучение умению анализировать полученные результаты, сопоставлять их с теоретическими положениями и расчетными данными;
- контроль самостоятельной работы студентов по освоению курса.

Цели лабораторного практикума достигаются наилучшим образом в том случае, если выполнению работы предшествует подготовительная внеаудиторная работа. Поэтому преподаватель обязан довести до всех студентов график выполнения лабораторных работ на весь семестр с тем, чтобы они могли заниматься целенаправленной самостоятельной работой. Методические указания к лабораторным работам выдаются обучаемым в электронном и распечатанном виде.

Для проведения лабораторного практикума предназначены специализированные лаборатории ТОЭ (ауд. 322).

Методические материалы к используемым техническим средствам и информационно-коммуникационным технологиям:

Б.В. Ефимов. Методы расчета установившихся процессов в схемах замещения электроэнергетических и электротехнических устройств. – Апатиты, КФ ПетрГУ, 2002. – 128 с.

#### **Тематика лабораторных работ**

1. Введение (общее знакомство с кабинетом, правилами безопасности и оборудованием)
2. Основные понятия и законы теории электрических и магнитных цепей
3. Основные свойства и эквивалентные параметры электрических цепей при установившихся режимах.
4. Методы расчета электрических цепей при установившихся синусоидальных и постоянных токах.
5. Резонансные явления и частотные характеристики
6. Трехфазные цепи
7. Расчет электрических цепей при несинусоидальных периодических ЭДС, напряжениях и токах
8. Переходные процессы в электрических цепях с сосредоточенными параметрами и методы их расчета
9. Электрические цепи с распределенными параметрами
10. Диагностика электрических цепей.
11. Синтез электрических цепей
12. Установившиеся процессы в нелинейных цепях и методы их расчета
13. Элементы теории колебаний и методы расчета переходных процессов в нелинейных электрических цепях
14. Уравнения электромагнитного поля
15. Электростатическое поле
16. Электрическое поле постоянных токов
17. Магнитное поле постоянных токов
18. Аналитические и численные методы расчета электрических и магнитных полей
19. Электромагнитные волны и излучение
20. Переменное электромагнитное поле в диэлектрике
21. Переменное электромагнитное поле в проводящей среде

## **2. Планы практических занятий**

Целью практических занятий является:

- закрепление методов приложения теории к решению практических задач поиска решений;
- развитие способностей к самостоятельному обучению новым методам расчета и анализа электрических цепей;
- проверка уровня понимания студентами вопросов рассмотренных на лекциях и по учебной литературе, степени и качества усвоения материала студентами;
- привитие навыков освоения расчетных методик и работы с нормативно-справочной литературой;

- развитие способностей совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень;
- восполнение пробелов в пройденной теоретической части курса и оказание помощи в его усвоении.

Приведенные цели достигаются за счет применения традиционных и интерактивных образовательных технологий.

Основные понятия и законы теории электромагнитного поля

Роль электротехники в электроэнергетике. Цели, задачи и предмет курса. Физические основы электротехники. Теория электромагнитного поля. Общая физическая основа задач теории электромагнитного поля и теории электрических, магнитных и электронных цепей. Связь электрического и магнитного полей. Теорема Гаусса и постулат Максвелла. Виды электрического тока. Принцип непрерывности электрического тока. Электрическое напряжение и электродвижущая сила. Магнитный поток, закон электромагнитной индукции. Потокосцепление. ЭДС самоиндукции и взаимной индукции. Связь магнитного поля с электрическим током. Закон полного тока. Система уравнений электромагнитного поля. Энергия и механические проявления электрического и магнитного полей. Силы, действующие на заряженные тела. Электромагнитная сила.

*Литература [1-5-31]*

*Вопросы для групповой дискуссии*

Какие электрические цепи называются линейными? Чему равно внутреннее сопротивление идеального источника ЭДС? Чему равно внутреннее сопротивление идеального источника тока? Чем отличаются неидеальные источники от идеальных? Как осуществить эквивалентное преобразование неидеального источника напряжения в неидеальный источник тока и обратное преобразование?

Приведите по две формулировки каждого закона Кирхгофа. Сформулируйте закон Ома для участка цепи с ЭДС. Изложите алгоритм составления системы уравнений по законам Кирхгофа. Какие контуры называются независимыми? Как определить мощность источника тока? Как определить мощность, потребляемую резистором? С какой целью составляют баланс мощностей? Изложите сущность методов контурных токов и узловых потенциалов.

Сформулируйте принцип наложения. Сформулируйте свойство взаимности. Для каких электрических цепей справедлив принцип наложения? Изложите алгоритм определения токов в электрической цепи методом наложения. Что называется входными и взаимными проводимостями? Какие величины в электрической цепи (токи, напряжения, мощности) можно определить, используя принцип наложения?

Что такое активный двухполюсник? Что такое пассивный двухполюсник? Сформулируйте теорему об активном двухполюснике. Изложите алгоритм расчёта электрической цепи методом эквивалентного генератора. В каких случаях целесообразно применять метод эквивалентного генератора.

Раздел

Основные понятия и законы теории электрических и магнитных цепей

Основные свойства и эквивалентные параметры электрических цепей при установившихся режимах.

Электрические и магнитные цепи. Элементы электрических цепей. Научные абстракции, принимаемые в теории электрических цепей, их практическое значение и границы применимости. Законы электрических цепей. Линейные и нелинейные электрические и магнитные цепи; цепи с распределенными параметрами. Модели



компонентов электрических цепей. Цепи с распределенными и сосредоточенными параметрами. Параметры электрических и магнитных цепей. Аналогия уравнений магнитных и электрических цепей. Источники электромагнитной энергии. Структура и топологические понятия схемы электрической цепи. Графы цепи. Законы Кирхгофа. Матричная запись уравнений цепи. Дифференциальные уравнения процессов в цепях с сосредоточенными параметрами. Понятие о переходных и установившихся процессах электрических цепей.

Линейные электрические цепи постоянного тока. Линейные цепи синусоидального тока. Генераторы постоянного и переменного тока. Действующие и средние значения периодических ЭДС, напряжений и токов. Применение векторных диаграмм для анализа цепей синусоидального тока. Комплексный метод анализа цепей синусоидального тока. Активная, реактивная и полная мощности. Мгновенная мощность и колебания энергии в цепи синусоидального тока. Коэффициент мощности и способы его увеличения. Расчет мощности по комплексам напряжения и тока. Эквивалентные параметры сложной пассивной цепи переменного тока, рассматриваемой в целом как двухполюсник.

### *Литература[1-32-58]*

#### *Вопросы для групповой дискуссии*

Свойства активного сопротивления в цепи синусоидального тока. Свойства индуктивного сопротивления в цепи синусоидального тока. Свойства ёмкостного сопротивления в цепи синусоидального тока. Какую мощность измеряет ваттметр в цепи синусоидального тока?

Как определяется ток и напряжения в цепи синусоидального тока с последовательным соединением резистора, индуктивности и ёмкости. Запишите закон Ома в комплексной форме. Что такое треугольник сопротивлений? Как его построить? Какую цепь называют последовательным колебательным контуром? При каком условии в последовательном колебательном контуре наступает резонанс? Почему резонанс в такой цепи называют резонансом напряжений? Как определяется резонансная частота? Что называют характеристическим сопротивлением контура и добротностью контура? Изменением каких величин в последовательном колебательном контуре можно достичь резонанса?

Как определяются токи в цепи синусоидального тока с параллельным соединением резистора, индуктивности и ёмкости. Запишите закон Ома в комплексной форме. Что такое треугольник проводимостей? Как его построить? Какую цепь называют параллельным колебательным контуром? При каком условии в параллельном колебательном контуре наступает резонанс? Почему резонанс в такой цепи называют резонансом токов? Как определяется резонансная частота? Изменением каких величин в параллельном колебательном контуре можно достичь резонанса токов?

Что такое трансформатор, как он устроен? Объясните принцип действия трансформатора. Идеальный трансформатор. Коэффициент трансформации. Как записать уравнения по законам Кирхгофа для исследуемого трансформатора? Как составляется эквивалентная схема замещения трансформатора? Объясните построение векторной диаграммы для трансформатора.

#### Раздел

Методы расчета электрических цепей при установившихся синусоидальных и постоянных токах.

#### Резонансные явления и частотные характеристики

Эквивалентные преобразования в электрических цепях. Методы узловых напряжений и контурных токов. Формирование узловых уравнений для цепей с идеальными усилителями напряжения. Матрично-топологические методы расчета

цепей. Формирование уравнений цепи методом поэлементного вклада. Принципы наложения и взаимности и основанные на них методы расчета цепи. Метод эквивалентного источника. Согласование источника и нагрузки с целью передачи максимальной мощности и работы в режиме максимального КПД. Баланс мощности в цепи. Оценка влияния изменения параметров на режим цепи. Билинейная теорема. Чувствительность электрических цепей. Расчет цепей при наличии взаимной индукции. Трансформатор с линейными характеристиками. Функциональное назначение трансформаторов.

Резонанс при последовательном, параллельном и смешанном соединении элементов. Понятие о добротности и полосе пропускания. Частотные характеристики электрических цепей и их свойства.

### *Литература [1-59-87]*

#### *Вопросы для групповой дискуссии*

Что такое трёхфазная цепь и трёхфазные системы ЭДС, токов и напряжений? Какие режимы работы трёхфазных цепей называются симметричными? Каковы соотношения между фазными и линейными токами и напряжениями в трёхфазной цепи при симметричном режиме и соединении приемника в звезду? Что такое напряжение смещения нейтрали? В каких случаях, и с какой целью в трёхфазных цепях проводят нулевой провод? Каковы соотношения между фазными и линейными токами и напряжениями в трёхфазных цепях при симметричном режиме в случае соединения приёмника треугольником? Запишите систему мгновенных значений ЭДС для трёхфазного генератора обмотки, которого соединены треугольником. В чём сущность метода симметричных составляющих?

Раздел

#### Трёхфазные цепи

Трёхфазные цепи: основные понятия и определения. Источники многофазных ЭДС. Расчет трёхфазных цепей в симметричных и несимметричных режимах. Виды схем соединения источников и приемников. Получение вращающегося магнитного поля. Принцип работы синхронного и асинхронного двигателя. Понятие о симметричных составляющих напряжений и токов в трёхфазной цепи.

### *Литература [1-88-115]*

#### *Вопросы для групповой дискуссии*

Дайте определения многополюсника, четырёхполюсника? Какие существуют схемы замещения четырёхполюсников? Запишите основные системы уравнений четырёхполюсников. Что называется симметричным четырёхполюсником?

Что называется частотным электрическим фильтром? Какие виды фильтров Вы знаете? Какой частотный фильтр называется низкочастотным? Какой частотный фильтр называется высокочастотным? Что называется зоной прозрачности фильтра? К каким эквивалентным схемам можно привести схемы всех фильтров? Что характеризует коэффициент затухания и коэффициент фазы фильтра и как их определить? Что называется характеристическим уравнением фильтра?

Раздел

Переходные процессы в электрических цепях с сосредоточенными параметрами и методы их расчета

Расчет цепей при периодических несинусоидальных воздействиях. Расчет мгновенных установившихся напряжений и токов в электрических цепях при действии периодических несинусоидальных ЭДС. Зависимость формы кривой тока от характера цепи при периодических несинусоидальных напряжениях. Активная мощность при периодических несинусоидальных токах и напряжениях. Особенности поведения высших гармоник в трёхфазных цепях.

Понятие о переходном процессе в электрической цепи. Причины возникновения и сущность переходного процесса. Законы коммутации. Переходные процессы в линейных цепях. Переходные процессы в цепях с одним накопителем энергии. Понятие о постоянной времени цепи. Расчет переходных процессов в сложной цепи. Метод переменных состояния. Классический метод расчета переходных процессов. Свойства корней характеристического уравнения. Переходные процессы при мгновенном изменении параметров участков цепи. Переходные процессы при воздействии ЭДС произвольной формы. Интеграл сверки и его применение к анализу переходных процессов. Операторный метод расчета. Частотный метод расчета. Связь между частотными и временными характеристиками. Машинно-ориентированные методы формирования и решения уравнений состояния. Численные методы расчета переходных процессов. Расчет переходных процессов на основе конечно-разностного описания этих процессов. Сведение численного расчета переходного процесса в электрических цепях к расчету резистивных цепей. Жесткость систем дифференциальных уравнений электрических цепей. Системные методы численного решения уравнений состояния электрических цепей.

#### *Литература[1-116-141]*

##### *Вопросы для групповой дискуссии*

Что такое спектр несинусоидальной величины и как определить его аналитически? Какие существуют виды симметрии кривых несинусоидальных величин, каковы особенности их спектра при этих видах симметрии? В каких случаях и как производится графическое определение составляющих спектра несинусоидальной величины? Что такое максимальное, действующее и среднее по модулю значения несинусоидальной величины и как их определить аналитически и графически? Какие системы амперметров и вольтметров применяются для измерения максимального, действующего и среднего по модулю значений и постоянной составляющей несинусоидальных напряжений и токов? Какими коэффициентами характеризуются формы кривых мгновенных значений несинусоидальных напряжений? Как влияет активное сопротивление, не зависящее от частоты на форму кривой тока при несинусоидальном приложенном напряжении? Как влияет индуктивность на форму кривой тока при несинусоидальном приложенном напряжении? Как влияет ёмкость на форму кривой тока при несинусоидальном приложенном напряжении?

Диагностика электрических цепей.

Понятие о диагностике электрических цепей. Влияние погрешности измерений на решение задачи диагностики пассивных электрических цепей. Определение параметров пассивных электрических цепей по неполным или противоречивым данным диагностических экспериментов.

#### *Литература[1-152-177]*

##### *Вопросы для групповой дискуссии*

Дайте определения понятий: нелинейный резистор, нелинейная электрическая цепь, статическое и дифференциальное сопротивления. Дайте определение неуправляемых нелинейных элементов. Качественно изобразите ВАХ известных Вам типов неуправляемых и управляемых нелинейных элементов? Как заменить несколько параллельных ветвей с нелинейными элементами и источником ЭДС на одну эквивалентную? Перечислите этапы расчёта нелинейных цепей методом двух узлов и методом эквивалентного генератора? Перечислите свойства, которыми при определённых условиях могут обладать нелинейные цепи и не обладают линейные цепи? В чём сущность метода линейной аппроксимации?

Установившиеся процессы в нелинейных цепях и методы их расчета

Основы синтеза электрических цепей. Неоднозначность решения задач синтеза и проблемы выбора решения. Фундаментальные свойства схемных функций цепей. Методы синтеза пассивных двухполюсников.

Нелинейные цепи постоянного тока. Элементы нелинейных электрических цепей. Аппроксимация характеристик нелинейных элементов. Идея линеаризации. Общая характеристика методов расчета и особенности составления уравнений для нелинейных электрических цепей. Основные свойства и методы расчета нелинейных электрических и магнитных цепей при постоянных токах и потоках. О расчете магнитных цепей с постоянными магнитами. Расчет режимов нелинейных цепей при переменных токах и напряжениях. Особенности периодических режимов в нелинейных цепях. Высшие гармоники. Аналитические методы, методы сопряжения интервалов, гармонического баланса. Эквивалентные параметры и схемы замещения катушки с ферромагнитным сердечником и нелинейного трансформатора. Рез одно- и двухполупериодные выпрямители. Трехфазные выпрямители. Проблема инвертирования постоянного тока. Выпрямители и инверторы на управляемых ключах.

*Литература[1-178-203]*

*Вопросы для групповой дискуссии*

Охарактеризуйте известные вам типы нелинейных резистивных, индуктивных и емкостных элементов. Какие преобразования можно осуществить с помощью нелинейных электрических цепей? Проанализируйте зависимость индуктивного сопротивления для нелинейной индуктивной катушки от амплитуды приложенного напряжения при неизменной угловой частоте. Охарактеризуйте основные положения известных вам методов расчёта периодических процессов нелинейных цепей. В чём принципиальное отличие феррорезонанса напряжений и токов от соответствующих резонансов в линейных цепях? Дайте определения понятий индуктивность рассеяния, намагничивающий ток и ток потерь. Постройте векторную диаграмму трансформатора со стальным сердечником при активно-емкостной нагрузке.

Уравнения электромагнитного поля

Нелинейные цепи переменного тока. Особенности колебательных процессов в нелинейных электрических цепях. Устойчивость электрических цепей. О выборе эквивалентной схемы для рассмотрения вопроса об устойчивости. Возбуждение автоколебаний в нелинейной системе с обратной связью. Релаксационные колебания. Переходные процессы в нелинейных электрических цепях и методы их расчета. Исследование процессов на фазовой плоскости. Нелинейные моделирующие цепи. Метод медленно меняющихся амплитуд. Особенности колебательных процессов в цепях с периодически меняющимися параметрами. Понятие о стохастических процессах в электрических цепях с детерминированными параметрами.

Уравнения электромагнитного поля. Полная система уравнений электромагнитного поля. Электростатическое поле, электрическое и магнитное поле постоянных токов. Граничные условия для электромагнитного поля, уравнения электромагнитного поля в разностной форме. Единственность решения уравнения поля.

*Литература[1-205-256]*

*Вопросы для групповой дискуссии*

Дайте определения понятий: магнитная индукция, намагниченность, напряженность магнитного поля, магнитный поток, относительная магнитная проницаемость, абсолютная магнитная проницаемость, магнитная постоянная. Как

они связаны между собой и в каких единицах выражаются? В чём отличие начальной, основной и безгистерезисной кривых намагничивания? Что понимают под остаточной индукцией, коэрцитивной силой, магнитомягкими и магнитотвёрдыми материалами? Чем физически объясняются потери на гистерезис? Как их определить, располагая петлёй гистерезиса? Сформулируйте закон полного тока. Дайте определения следующим понятиям: МДС, магнитная цепь, магнитопровод, ветвь магнитной цепи. С какой целью стремятся выполнить магнитную цепь с возможно меньшим воздушным зазором? Сформулируйте первый и второй законы Кирхгофа для магнитных цепей. Перечислите этапы расчёта цепей методом двух узлов. Как рассчитывают цепь с постоянным магнитом? Что понимают под магнитным сопротивлением, магнитной проводимостью и от каких факторов они зависят? Сформулируйте закон Ома для участка магнитной цепи.

## Раздел

### Магнитное поле постоянных токов

Магнитное поле при постоянных магнитных потоках. Вихревой характер магнитного поля тока. Скалярный и векторный потенциалы и их применение к расчетам магнитных полей. Обобщенный скалярный магнитный потенциал и его применение для расчета магнитных полей в областях с током. Поле вблизи плоских поверхностей ферромагнитных тел. Графические методы построения магнитных полей. Описание магнитных полей в сверхпроводящих средах. Расчет индуктивности. Общие выражения для взаимной и собственной индуктивностей. Индуктивность двухпроводной линии. Взаимная индуктивность между двумя двухпроводными линиями. Индуктивность трехфазной линии.

*Литература[1-307-369]*

#### *Вопросы для групповой дискуссии*

Почему длинная линия называется электрической цепью с распределёнными параметрами? Почему напряжение и ток в длинной линии являются функциями не только времени, но и расстояния вдоль линии? Что такое волновое сопротивление линии, и в каких единицах оно измеряется? Каков физический смысл коэффициентов затухания и фазы? В каких единицах они измеряются? Что понимают под фазовой скоростью волны? По каким формулам определяются длина волны, фазовая скорость, коэффициент фазы, волновое сопротивление линии? Каковы основные характеристики линии без потерь? При каких условиях в длинной линии возникает согласованный режим, режим стоячих волн? Каковы особенности этих режимов? Можно ли длинную линию заменить эквивалентным четырёхполюсником? Каковы будут его постоянные? Существуют ли в действительности в длинной линии падающие и отраженные волны?

## Раздел

### Аналитические и численные методы расчета электрических и магнитных полей

Аналитические и численные методы расчета электрических и магнитных полей. Метод конформных изображений, метод конечных разностей, метод конечных элементов, метод интегральных уравнений. Уравнения Максвелла в комплексной форме. Комплексные параметры среды. Теорема Умова-Пойнтинга в комплексной форме. Вектор Пойнтинга. Передача энергии вдоль проводов линии, пропускная способность линии, параметры энергетических линий.

*Литература[1-372-457]*

#### *Вопросы для групповой дискуссии*

Сформулируйте закон Кулона. Какие основные величины характеризуют

электростатическое поле? Какая связь между вектором напряженности ЭСП и потенциалом? Что такое диполь? В каких случаях используют теорему Гаусса в интегральной форме, а в каких – в дифференциальной? Поясните физический смысл вектора электрического смещения. Чем отличаются эквипотенциальные линии от силовых линий ЭСП? Запишите уравнения Пуассона и Лапласа.

Какие условия называются граничными? Почему на границе раздела двух сред вектор электрического смещения изменяется скачком? По каким законам изменяется напряженность и потенциал в поле заряженной оси? Запишите уравнение изменения потенциала в поле двухпроводной линии. Что такое емкость? Как определяется емкость двухпроводной линии?

В чем сущность метода зеркальных изображений? Как рассчитываются потенциальные коэффициенты? Запишите уравнения первой группы Максвелла. Как рассчитываются емкостные коэффициенты? Запишите уравнения второй группы Максвелла. Как рассчитываются частичные емкости? Запишите уравнения третьей группы Максвелла.

## Раздел

Переменное электромагнитное поле в проводящей среде

Проникновение импульсного электромагнитного поля в проводящую среду. Экспериментальное исследование и моделирование электрических и магнитных полей. О критериях разграничения задач теории электрических и магнитных цепей и задач теории электромагнитного поля. Переменное электромагнитное поле; поверхностный эффект и эффект близости; электромагнитное экранирование.

*Литература [1-535-589]*

*Вопросы для групповой дискуссии*

Запишите систему основных уравнений переменного электромагнитного поля Максвелла. Поясните физический смысл каждого уравнения Максвелла. В чем физический смысл теоремы Умова-Пойтинга. Что такое плоская электромагнитная волна? Что понимают под глубиной проникновения и длиной волны? Условия перехода плоской электромагнитной волны из одной среды в другую. Зачем необходимо экранирование в переменном электромагнитном поле? Аналогия принципов экранирования в электростатическом, в магнитном и электромагнитном полях.