

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

**Б. Л. Геллер**

## **ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ**

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины  
для студентов направления подготовки бакалавров  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Калининград  
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»  
2023

УДК 621.3 (076)

Рецензент

кандидат технических наук, доцент кафедры энергетики ФГБОУ ВО  
«Калининградский государственный технический университет»

И. Е. Кажекин

**Геллер, Б. Л.**

Теоретические основы электротехники: учеб.-метод. пособие по изучению дисциплины для студентов бакалавриата по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника / Б. Л. Геллер. – Калининград: ФГБОУ ВО «КГТУ», 2023. – 21 с.

Учебно-методическое пособие является руководством по изучению дисциплины «Теоретические основы электротехники» для обучающихся по направлению подготовки бакалавров 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Список лит. – 8 наименований

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины «Теоретические основы электротехники» рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала для использования в учебном процессе методической комиссией Института морских технологий, энергетики и строительства 23.12.2022 г., протокол № 04

УДК 621.3 (076)

© Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«Калининградский государственный  
технический университет», 2023 г.  
© Геллер Б. Л., 2023 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	4
1. Тематический план занятий.....	6
2. Методические указания по выполнению самостоятельной работы студентов.....	13
3. Рекомендуемая литература.....	15
4. Контроль освоения дисциплины.....	16

## Введение

Дисциплина «Теоретические основы электротехники» (ТОЭ) входит в образовательную программу 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Целью изучения дисциплины является знакомство обучающихся с основными принципами теоретических основ электротехники. Материал дисциплины представляет собой теоретический фундамент, на котором строится последующее изучение всех электротехнических дисциплин, предусмотренных в данной образовательной программе. На основе законов и положений теоретической электротехники осуществляется проектирование и эксплуатация различных электротехнических устройств и установок.

Основные задачи дисциплины состоят в понимании проявлений электромагнитного поля в различных устройствах техники, изучение физических свойств электрического и магнитного полей, методов расчета электрических и магнитных процессов в электрических цепях постоянного тока, однофазного и трехфазного переменного тока, и токов произвольного характера.

При изложении дисциплины ТОЭ предполагается знание студентами разделов физики: электричество и магнетизм; разделов высшей математики: алгебра и геометрия, дифференциальные уравнения и методы их решения, теория функции комплексного переменного, преобразования Фурье-Лапласа, уравнения в частных производных.

В соответствии с требованиями основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» обучаемые должны:

*Знать:* терминологию, понятия и законы в области электрического и магнитного поля, а также теорию электрических и магнитных цепей и методы их анализа в установившихся и переходных процессах;

*Уметь:* формировать законченное представление о полученных практических результатах применения теоретических основ электротехники при решении задач в области электроэнергетики и электротехники;

*Владеть:* методами расчета переходных и установившихся процессов в линейных и нелинейных электрических цепях; методами анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока.

Дисциплина изучается в течение 3 и 4 семестров.

Для студентов очной формы обучения в 3-м семестре учебным планом предусмотрены лекции, лабораторные работы и практические занятия. Форма аттестации – зачет с оценкой. В 4-м семестре предусмотрены лекции, лабораторные работы и практические занятия. Форма аттестации – курсовая работа и экзамен. Контроль текущей успеваемости осуществляется по результатам защиты отчетов по лабораторным работам и выполнения самостоятельных работ по решению задач.

Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- задания и контрольные вопросы для практических занятий;
- задания для выполнения лабораторных работ;
- тестовые задания по дисциплине.

К оценочным средствам для промежуточной аттестации по дисциплине относятся:

- задания по курсовой работе;
- вопросы к экзамену.

К зачету и экзамену допускаются студенты, успешно выполнившие и защитившие все самостоятельные работы по решению задач и лабораторные работы, предусмотренные программой обучения в данном семестре.

Оценки выставляются в соответствии с четырехбалльной шкалой (отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно).

Оценки «отлично» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание материала дисциплины, умение свободно

выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой.

Оценки «хорошо» заслуживает студент, обнаруживший систематический характер знаний по дисциплине и способный к их самостоятельному пополнению, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную программой.

Оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знание основного материала дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, однако допустивший неприципиальные погрешности в ответах и при выполнении аттестационных заданий.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему принципиальные пробелы в знаниях учебного материала, допустившему грубые ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий.

## **1. Тематический план занятий**

### ***Тема 1. Введение***

#### *Ключевые вопросы темы*

Предмет дисциплины, ее место в общей системе электротехнического образования. Основные положения теории электромагнитного поля. Связь теоретических познаний с практическими задачами электротехники. Трудоемкость дисциплины, объем и виды занятий, формы контроля. Литература. Рекомендации по организации работы студентов.

Предусмотрены занятия лекционного типа (лекции).

### ***Тема 2. Линейные электрические цепи постоянного тока***

#### *Ключевые вопросы темы*

Определение линейных и нелинейных электрических цепей. основные термины и понятия электротехники. Виды источников и приемников

электрической энергии. Законы Ома и Кирхгофа. Энергетические соотношения в электрических цепях.

Основные принципы и теоремы электрических цепей. Линейные соотношения. Принцип взаимности. теорема компенсации. Эквивалентные преобразования электрических цепей.

Основные методы расчета электрических цепей постоянного тока: метод контурных токов, метод узловых потенциалов, метод двух узлов, метод эквивалентного генератора, метод наложения. Принцип максимальной мощности.

Предусмотрены занятия лекционного (лекции) и семинарского (практические и лабораторные занятия) типов.

### ***Тема 3. Линейные электрические цепи синусоидального тока***

#### *Ключевые вопросы темы*

Синусоидальные ЭДС, напряжения и токи, их характеристики. Источники синусоидальных ЭДС и токов. Изображение синусоидальных функций времени комплексными числами. Векторные диаграммы.

Элементы в цепи синусоидального тока: физические свойства, расчетные соотношения. Символический метод расчета цепей синусоидального тока. Комплексные сопротивления и проводимости. Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме. Активная, реактивная и полная мощности. Мгновенная мощность и колебания энергии в цепи синусоидального тока. Расчет мощности по комплексам напряжения и тока.

Методы расчета электрических цепей при установившихся синусоидальных токах.

Предусмотрены занятия лекционного (лекции) и семинарского (практические и лабораторные занятия) типов.

### ***Тема 4. Резонансные явления и частотные характеристики***

#### *Ключевые вопросы темы*

Резонанс при последовательном и параллельном соединении индуктивного и емкостного элементов электрической цепи. Практическое

значение явления резонанса. Частотные характеристики двухполюсников. Полоса пропускания. Передача энергии от активного двухполюсника нагрузке.

Предусмотрены занятия лекционного (лекции) и семинарского (практические и лабораторные занятия) типов.

### ***Тема 5. Расчет электрических цепей при наличии взаимной индукции***

#### *Ключевые вопросы темы*

Понятие о взаимной индукции. Индуктивно-связанные элементы электрической цепи. Магнитная энергия двух магнитосвязанных катушек. Методы расчета цепей при наличии взаимной индукции. Развязка магнитно-связанных цепей.

Трансформатор с линейными характеристиками. Идеальный трансформатор. Вносимые сопротивления.

Предусмотрены занятия лекционного (лекции) и семинарского (практические и лабораторные занятия) типов.

### ***Тема 6. Четырехполюсники***

#### *Ключевые вопросы темы*

Определение, основные уравнения. Системы параметров четырехполюсника и их взаимосвязь. Эквивалентные схемы замещения четырехполюсников. Способы соединений. Характеристические параметры. Частотные характеристики. Коэффициент передачи.

Предусмотрены занятия лекционного (лекции) и семинарского (практические занятия) типов.

### ***Тема 7. Электрические фильтры***

#### *Ключевые вопросы темы*

Назначение и типы фильтров. LC-фильтры. Основы теории  $k$ -фильтров, их схемы и характеристики. RC-фильтры.

Предусмотрены занятия лекционного (лекции) и семинарского (лабораторные занятия) типов.



## ***Тема 8. Трехфазные цепи***

### *Ключевые вопросы темы*

Трехфазная система ЭДС: свойства. получение. Схемы соединения трехфазных цепей, их расчеты в условиях симметричного режима и при несимметрии. Расчет и измерение мощности в трехфазных цепях.

Получение вращающегося магнитного поля. Принцип действия асинхронного электродвигателя.

Разложение несимметричной трехфазной системы на симметричные составляющие. Сопротивления элементов трехфазной цепи для различных симметричных составляющих. Расчет трехфазных цепей методом симметричных составляющих.

Предусмотрены занятия лекционного (лекции) и семинарского (практические и лабораторные занятия) типов.

## ***Тема 9. Периодические несинусоидальные токи в линейных электрических цепях***

### *Ключевые вопросы темы*

Математическое описание периодических несинусоидальных токов. Разложение в ряд Фурье, его особенности при наличии различных видов симметрии. Спектр. Расчеты процессов в электрических цепях при действии периодических несинусоидальных ЭДС. Действующие значения периодических несинусоидальных величин. Мощность электрической цепи при периодических несинусоидальных токах и напряжениях. Особенности поведения высших гармоник в трехфазных цепях.

Предусмотрены занятия лекционного (лекции) и семинарского (практические занятия) типов.

## ***Тема 10. Нелинейные электрические цепи постоянного тока***

### *Ключевые вопросы темы*

Основные определения. Вольтамперные характеристики нелинейных элементов. Методы расчета нелинейных цепей постоянного тока. Статическое и дифференциальное сопротивления. Стабилизация напряжения и тока.

Предусмотрены занятия лекционного (лекции) и семинарского (практические и лабораторные занятия) типов.

### ***Тема 11. Магнитные цепи.***

#### *Ключевые вопросы темы*

Основные характеристики магнитных материалов. Понятие о магнитных цепях. Законы Кирхгофа для магнитных цепей. Расчет магнитных цепей.

Предусмотрены занятия лекционного (лекции) и семинарского (практические занятия) типов.

### ***Тема 12. Нелинейные электрические цепи переменного тока***

#### *Ключевые вопросы темы*

Общая характеристика нелинейных сопротивлений в цепях переменного тока. Нелинейные элементы как генераторы высших гармоник. Аппроксимация характеристик нелинейных элементов. Типы характеристик нелинейных элементов (для мгновенных значений, по первым гармоникам, для действующих значений). Общая характеристика методов расчета. Расчет цепей при кусочно-линейной аппроксимации характеристик.

Выпрямление переменного напряжения. Расчет диодно-резистивных электрических цепей.

Феррорезонансные явления. Триггерный эффект в последовательной и параллельной феррорезонансной цепи.

Эквивалентные параметры и схемы замещения катушки с ферромагнитным сердечником и трансформатора.

Предусмотрены занятия лекционного (лекции) и семинарского (практические и лабораторные занятия) типов.

### ***Тема 13. Переходные процессы в электрических цепях***

#### *Ключевые вопросы темы*

Определение переходного процесса. Причины возникновения переходного процесса. Общий подход к решению задачи о переходном процессе в линейной электрической цепи. Начальные условия. Законы коммутации.

Классический метод расчета. Свободные и принужденные составляющие. Порядок составления и методы решения дифференциальных уравнений электрической цепи. Определение постоянных интегрирования. Характер процессов при различных видах корней характеристического уравнения. Переходные процессы в цепях с одним и двумя накопителями энергии. Обобщенные законы коммутации.

Операторный метод расчета. Основные положения операторного метода. Уравнения электрических цепей в операторной форме. Расчет переходных процессов операторным методом. Переход от изображения к функции времени. Формула разложения.

Передаточная функция. Расчет переходных процессов при воздействии ЭДС произвольной формы.

Предусмотрены занятия лекционного (лекции) и семинарского (практические и лабораторные занятия) типов.

#### ***Тема 14. Электрические цепи с распределенными параметрами***

##### *Ключевые вопросы темы*

Уравнение линии с распределенными параметрами. Решение уравнений однородной линии при установившемся синусоидальном режиме.

Постоянная распространения и волновое сопротивление. Определение напряжения и тока в любой точке линии через комплексы напряжения и тока в начале и в конце линии. Бегущие и стоячие волны. Линия без искажений. Линия без потерь. Режимы работы линии.

Предусмотрены занятия лекционного (лекции) и семинарского (практические занятия) типов.

#### ***Тема 15. Электростатическое поле***

##### *Ключевые вопросы темы*

Электростатическое поле и его уравнения. Безвихревой характер электростатического поля. Потенциал и градиент потенциала. Теорема Гаусса. Уравнения Лапласа и Пуассона. Проводники и диэлектрики в электрическом поле. Типовые задачи электростатики и методы их решения.

Предусмотрены занятия лекционного типа (лекции).

### ***Тема 16. Электрическое поле постоянных токов***

*Ключевые вопросы темы*

Плотность тока и ток. Основные законы постоянного тока в дифференциальной форме. Граничные условия. Аналогия электрического поля в проводящей среде с электрическим полем. Методы расчета электрического поля в проводящей среде.

Предусмотрены занятия лекционного типа (лекции).

### ***Тема 17. Магнитное поле постоянных токов***

*Ключевые вопросы темы*

Дифференциальная форма закона полного тока Вихревой характер магнитного поля тока. Принцип непрерывности магнитного потока и запись его в дифференциальной форме Скалярный и векторный потенциалы и их применение к расчетам магнитных полей. Граничные условия. Задачи расчета магнитных полей. Магнитное экранирование.

Предусмотрены занятия лекционного типа (лекции).

### ***Тема 18. Переменное электромагнитное поле***

*Ключевые вопросы темы*

Уравнения Максвелла в комплексной форме. Плоская электромагнитная волна в проводящей среде. Явление поверхностного эффекта. Электромагнитные волны и излучение. Электромагнитное экранирование.

Предусмотрены занятия лекционного типа (лекции).

Для студентов заочной формы обучения на занятиях всех типов первоочередное внимание уделяется темам, раскрывающим основы процессов в электрических цепях и базовые методы расчета, а также темам, материал которых в наибольшей степени задействован при изучении последующих ключевых электротехнических дисциплин. Так, во время сессий практически полностью рассматриваются темы 2, 3, 5, 8, 11, 13. По темам 4, 6, 7, 9, 10, 12, 14 занятия носят более обзорный характер. Остальные темы изучаются самостоятельно.

## **2. Методические указания по выполнению самостоятельной работы студентов**

При изучении дисциплины студентам целесообразно выполнять следующие рекомендации.

1. Изучение ТОЭ связано с определенными трудностями, поскольку практически всегда процессы, происходящие в электрических цепях и устройствах, нельзя наблюдать визуально. В лучшем случае их можно оценить по показаниям приборов. Поэтому большое значение имеет развитие технического воображения, позволяющего на основе понимания математических закономерностей представлять мысленным взором электротехнические процессы так же явственно, как если бы они были доступны восприятию с помощью органов чувств. В первую очередь необходимо научиться представлять себе, как распределяются напряжения на элементах, как растекаются токи в разветвленной электрической цепи, как располагаются в пространстве и как взаимодействуют электрические и магнитные поля.

2. Понимание закономерностей, действующих в электротехнике, успешное выполнение анализа процессов и их расчет требует хорошего знания математического аппарата. Первоочередное значение имеют такие разделы математики, как векторная алгебра, комплексные числа, дифференцирование и интегрирование функций одной и нескольких переменных, ряды Фурье, дифференциальные уравнения.

3. При изучении теории электрических и магнитных цепей, а также методов решения задач главное внимание следует уделять разбору происходящих в них физических процессов. Простого запоминания формул, характеристик, уравнений недостаточно для понимания происходящих в цепях и устройствах явлений. Если не вникать в суть физических процессов, то чаще всего оказывается, что студент применяет формулу или расчетный метод «потому что в прошлый раз так решали», и оказывается не в состоянии обнаружить, что данная постановка задачи может требовать другого пути.

4. Изучение дисциплины должно вестись систематически. Нельзя приступать к изучению последующих разделов, не усвоив предыдущих. Для теоретической подготовки следует использовать только рекомендованные, проверенные временем и изданные в авторитетных издательствах учебники и учебные пособия. Ни в коем случае не следует обращаться к «доступно изложенным» материалам различных блогеров, форумов, YouTube-роликов, так как эти материалы зачастую создаются малокомпетентными авторами.

5. Самостоятельная работа студента ведется с использованием учебников, учебных пособий и задачников. Читая и конспектируя тот или иной раздел учебника, необходимо твердо усвоить основные определения электрических величин и понятий и те закономерности, которыми определяется связь и зависимость одних величин от других. Формулировки законов и методику вывода их математических выражений надо знать на память. После усвоения соответствующих понятий и закономерностей следует решить примеры и задачи, закрепляя тем самым проработанный теоретический материал, а затем приступить к выполнению самостоятельных работ.

6. В ходе изучения сложных вопросов настоятельно рекомендуется выполнить рукописное изложение пройденного материала: записать в тетрадь определения, выводы формул, начертить схемы, графики. Хорошим методом контроля усвоения материала являются ответы на вопросы для самопроверки.

7. Понимание теоретического материала и умение применить его для решения конкретных технических вопросов возможно только в результате решения большого количества задач. После усвоения теории по какой-то теме нужно разобрать приведенные в учебном издании решения задач, относящихся к этой теме, и самостоятельно решить несколько задач. Решение задач способствует лучшему пониманию и закреплению теоретических знаний.

8. Важную роль играют лабораторные занятия. Опыты, проводимые на лабораторном оборудовании, дают возможность непосредственно наблюдать явления и процессы, теория которых излагается в учебниках и на лекциях. Поэтому студент должен активно участвовать в выполнении всех лабораторных

работ. Самостоятельная работа студента при выполнении лабораторных работ заключается в следующем:

- просмотр перед выполнением работы теоретического материала по конспектам и учебникам, повторение основных методов расчета и расчетных соотношений;
- выполнение отчета по лабораторной работе;
- подготовка к защите отчета с использованием контрольных вопросов, приведенных в методических материалах к лабораторной работе.

9. В самостоятельной работе студент использует, помимо рекомендуемой печатной литературы, указанной в разделе 3, локальные электронные методические материалы, представленные в ЭИОС: учебно-методическое пособие по практическим занятиям, учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ, учебно-методическое пособие по выполнению контрольной работы для студентов заочной формы обучения, учебно-методическое пособие по выполнению курсовой работы.

### **3. Рекомендуемая литература**

#### *3.1 Основная литература*

1. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи: учеб. / Л. А. Бессонов; – 12-е изд., испр. и доп. – Москва: Юрайт, 2016. – 701 с.

2. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле: учеб. / Л. А. Бессонов. – 11-е изд., перераб. и доп. – Москва: Юрайт, 2016. – 217 с.

#### *3.2 Дополнительная литература*

1. Теоретические основы электротехники: В 3-х т. Учебник для вузов. Том 1. – 5-е изд. / К.С. Демирчян, Л.Р. Нейман, Н.В. Коровкин, В.Л. Чечурин. – СПб: Питер, 2009. – 512 с.

2. Теоретические основы электротехники: В 3-х т. Учебник для вузов. Том 2. – 5-е изд. / К.С. Демирчян, Л.Р. Нейман, Н.В. Коровкин, В.Л. Чечурин. – СПб: Питер, 2009. – 432 с.

3. Теоретические основы электротехники: В 3-х т. Учебник для вузов. Том 3. – 4-е изд. / К.С. Демирчян, Л.Р. Нейман, Н.В. Коровкин, В.Л. Чечурин. – СПб: Питер, 2003. – 377 с.

4. Основы теории цепей. Учебник для вузов. Изд. 4-е. / Г.В. Зевеке, П.А. Ионкин, А.В. Нетушил, С.В. Страхов. – Москва: Энергия, 1975. – 752 с.

5. Сборник задач по теоретическим основам электротехники: Учеб. пособие для вузов / Л.А. Бессонов, И.Г. Демидова, М.Е. Заруди и др. – Москва: Высшая школа, 1988. – 543 с.

6. Шебес М.Р. Задачник по теории линейных электрических цепей: Учеб. пособие. 4-е изд., перераб. и доп. /М.Р. Шебес, М.В. Каблукова – Москва: Высшая школа, 1990. – 544 с.

## **4. Контроль освоения дисциплины**

### *4.1 Тестовый контроль освоения дисциплины*

Одним из средств текущего контроля успеваемости являются тестовые задания по дисциплине. Каждый вариант теста содержит 40 вопросов. К каждому вопросу приводится четыре варианта ответов, из которых только один является правильным.

По итогам выполнения тестовых заданий выставляется оценка в соответствии со следующими критериями:

- при правильных ответах на 84–100 % заданий – оценка «отлично»;
- при правильных ответах на 68–83 % заданий – оценка «хорошо»;
- при правильных ответах на 51–67 % заданий – оценка «удовлетворительно»;

при правильных ответах на менее 50 % заданий – оценка «неудовлетворительно».



#### *4.2 Форма проведения зачета и экзамена, содержание заданий*

Зачет проводится по результатам текущего контроля успеваемости.

Экзамен проводится в устной форме по билетам. Каждый билет содержит два теоретических вопроса и задачу.

Предлагаемые задачи не требуют сложных вычислений. Их главная цель – показать владение методами расчета, умение выбрать и реализовать последовательность действий при решении.

На экзамене не допускается использование вспомогательных материалов (книги, конспекты, записи), а также средств мобильной связи. Для расчетов следует пользоваться калькулятором.

#### *4.3 Вопросы к экзамену*

1. Нелинейные цепи постоянного тока. Разновидности вольтамперных характеристик. Статическое и дифференциальное сопротивления.

2. Методы расчета нелинейных цепей постоянного тока.

3. Стабилизаторы напряжения и тока.

4. Основные величины, характеризующие процессы в магнитных цепях постоянного тока. Характеристики ферромагнитных материалов.

5. Расчет магнитных цепей постоянного тока.

6. Анализ периодических несинусоидальных процессов в линейных цепях. Ряды Фурье, их особенности при различных видах несимметрии. Порядок расчета линейных цепей при периодических воздействиях.

7. Действующее значение несинусоидального периодического тока (напряжения). Активная, реактивная и полная мощности. Коэффициент мощности. Особенности работы трехфазных систем при различных гармониках.

8. Элементы нелинейных цепей переменного тока, их характеристики. Нелинейные элементы как генераторы высших гармоник. Типичные преобразования, осуществляемые помощью нелинейных цепей.

9. Явления, наблюдаемые в нелинейных цепях. Типы характеристик нелинейных элементов. Аппроксимация характеристик нелинейных элементов.

10. Методы расчета нелинейных цепей переменного тока. Расчет цепей, содержащих нелинейные элементы с прямоугольной характеристикой.

11. Феррорезонансы напряжения и тока. Триггерный эффект в феррорезонансной цепи.

12. Характеристики, расчетные соотношения и векторные диаграммы нелинейной индуктивной катушки и трансформатора с ферромагнитным сердечником.

13. Определение переходного процесса, его математическое описание. Принужденная и свободная составляющие. Начальные условия. Законы коммутации, обобщенные законы коммутации.

14. Классический метод расчета переходных процессов. Расчет свободной составляющей, составление и решение характеристического уравнения, связь вида его корней с формой свободной составляющей.

15. Определение постоянных интегрирования в классическом методе расчета переходных процессов.

16. Переходные процессы в  $RL$ -цепи, в  $RC$ -цепи и в  $RLC$ -цепи.

17. Прямое и обратное преобразования Лапласа. Операторный метод расчета переходных процессов. Операторные схемы замещения.

18. Способы нахождения оригинала по изображению. Вывод формулы разложения и ее использование.

19. Линии с распределенными параметрами. Составление и решение уравнений для однородной линии. Постоянная распространения и волновое сопротивление.

20. Определение комплексов напряжения и тока в любой точке линии через комплексы напряжения и тока в начале и в конце линии.

21. Падающая и отраженная волны. Фазовая скорость и длина волны.

22. Линии без искажений. Линии без потерь. Согласованная нагрузка линии. Бегущие и стоячие волны.

23. Основные понятия электростатического поля. Закон Кулона. Связь между напряженностью поля и потенциалом. Поток вектора через поверхность.

24. Поляризация вещества. Вектор электрической индукции. Теорема Гаусса. Уравнения Пуассона и Лапласа.

25. Проводники и диэлектрики в электрическом поле. Граничные условия.

26. Электрическое поле постоянного тока в проводящей среде. Основные законы постоянного тока в дифференциальной форме. Граничные условия.

27. Аналогия между полем в проводящей среде и электростатическим полем. Задачи расчета электрического поля в проводящей среде.

28. Магнитное поле постоянного тока. Закон полного тока. Ротор.

29. Скалярный и векторный потенциалы магнитного поля. Граничные условия.

30. Задачи расчета магнитных полей. Магнитное экранирование. Закон Био-Савара-Лапласа.

#### *4.4 Типовые задачи для экзамена*

1. Дана схема последовательно-параллельного соединения линейных и нелинейных резисторов. Вольтамперные характеристики нелинейных резисторов заданы таблицей или графиком. Определить ток в какой-либо ветви или напряжение на каком-либо элементе.

2. Дана схема цепи, содержащей нелинейный резистор с известной вольтамперной характеристикой. Определить ток в какой-либо ветви, используя метод эквивалентного генератора

3. Даны геометрические параметры магнитопровода и число витков катушки. Кривая намагничивания задана таблицей. Рассчитать и построить вебер-амперную характеристику катушки.

4. Даны геометрические параметры магнитопровода, число витков катушки и протекающий в ней ток. Кривая намагничивания задана таблицей или графиком. Определить магнитный поток.

5. Даны геометрические параметры магнитопровода и число витков катушки. Кривая намагничивания задана таблицей или графиком. Определить ток, требуемый для создания в зазоре магнитного поле с магнитной индукцией заданной величины.

6. Даны схема электрической цепи и параметры элементов. Несинусоидальное напряжение, приложенное к цепи, задано в виде нескольких первых членов разложения в ряд Фурье. Определить действующее напряжение тока в какой-либо ветви или напряжения на каком-либо элементе.

7. Несинусоидальное напряжение симметричного трехфазного генератора задано в виде нескольких первых членов разложения в ряд Фурье. Определить действующее значение тока в нейтральном проводе при соединении  $Y/Y_0$  или смещение нейтрали при соединении  $Y/Y$ .

8. Цепь содержит индуктивную катушку с ферромагнитным сердечником и линейный конденсатор. Вольтамперная характеристика катушки для действующих значений задана графиком. К цепи подключен источник синусоидального напряжения с известной частотой. При какой величине напряжения в цепи наступит режим резонанса?

9. Для последовательной феррорезонансной цепи известны емкость линейного конденсатора, сопротивление линейного резистора и частота. Вольтамперная характеристика катушки для действующих значений задана графиком. Определить параметры скачкообразного изменения тока при триггерном эффекте.

10. В  $RL$ - или  $RC$ -цепи происходит коммутация. Определить изменение какого-либо тока или напряжения в функции времени.

11. Даны первичные параметры кабельной линии, активные мощности источника и приемника в согласованном режиме. Определить напряжения и токи в начале (в конце) линии, сдвиг фаз между входным и выходным напряжением.

12. Даны первичные параметры линии. Определить, какую дополнительную индуктивность необходимо включать в линию через заданное расстояние, чтобы линия стала неискажающей.

13. Даны первичные параметры и длина линии. Определить, во сколько раз затухает падающая волна напряжения к концу линии при известной частоте.

Локальный электронный методический материал

Борис Львович Геллер

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

*Редактор И. Голубева*

Уч.-изд. л.1,3. Печ. л. 1,3.

Издательство федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Калининградский государственный технический университет».  
236022, Калининград, Советский проспект, 1