

**Министерство образования и науки Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего профессионального образования**  
**«Владимирский государственный университет**  
**имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
**(ВлГУ)**


**УТВЕРЖДАЮ**  
 Проректор по учебно-методической работе  
 А. А. Панфилов  
 « 12 » \_\_\_\_\_ 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Специальные главы теоретической электротехники»**

**Направление подготовки 13.04.02 – электроэнергетика и электротехника**  
**Программа подготовки- оптимизация электроэнергетических сетей**  
**Уровень высшего образования- магистратура**  
**Форма обучения- заочная**

Семестр	Трудоем- кость, зач. Ед./час	Лек- ций, час	Лабора- т. занятия, час	Прак- тич заня- тий, час	СРС, час	Форма промежу- точн. Контроля (экз/зачёт)
Первый	2/72	2	4	2	37	экз-27, кр
Второй	2/72	2		2	68	зачет
Третий	4/144	2	4	4	134	зачет
Итого	8/288	6	8	8	239	Экз 27, кр,зачет

Владимир – 2015

## **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целями освоения дисциплины являются: формирование готовности генерировать и использовать новые идеи в теоретической электротехнике, способности находить творческие решения профессиональных задач в области практической электротехники и электроэнергетики, готовности принимать нестандартные решения; готовности использовать прикладное программное обеспечение для расчета параметров и выбора устройств электротехнического и электроэнергетического оборудования, готовности решать инженерно-технические задачи с применением средств прикладного программного обеспечения.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

Дисциплина «Специальные главы теоретической электротехники» относится к дисциплинам вариативной части учебного плана направления 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» по программе «Оптимизация электроэнергетических сетей». Дисциплина логически и содержательно-методически тесно связана с рядом теоретических и практических дисциплин.

Дисциплина «Специальные главы теоретической электротехники» базируется на следующих дисциплинах: дополнительные главы математики, компьютерные, сетевые и информационные технологии в образовании. Знания, приобретенные студентами при изучении дисциплины «Специальные главы теоретической электротехники» необходимы им для изучения следующих дисциплин: современные технические средства передачи электроэнергии, современные проблемы электроэнергетики, перспективные электротехнические материалы.

## **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

В результате освоения дисциплины выпускник должен обладать следующими компетенциями:

знать: способностью к абстрактному мышлению, обобщению, анализу, систематизации и прогнозированию (ОК-1); способностью действовать в нестандартных ситуациях, нести ответственность за принятые решения (ОК-2); способностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3).

уметь: способностью формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать и создавать критерии оценки (ОПК-1); способностью применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы (ОПК-2); способностью использовать углубленные теоретические и практические знания, которые находятся на передовом рубеже науки и техники в области профессиональной деятельности (ОПК-4); способностью планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований (ПК-1); способностью самостоятельно выполнять исследования (ПК-2); способностью проводить поиск по источникам патентной информации, определять патентную чистоту разрабатываемых объектов техники, подготавливать первичные материалы к патентованию изобре-

ний, регистрации программ для электронных вычислительных машин и баз данных (ПК-4); готовностью проводить экспертизы предлагаемых проектно-конструкторских решений и новых технологических решений (ПК-5); владеть: способностью формулировать технические задания, разрабатывать и использовать средства автоматизации при проектировании и технологической подготовке производства (ПК-6); способностью применять методы анализа вариантов, разработки и поиска компромиссных решений (ПК-7); способностью управлять проектами разработки объектов профессиональной деятельности (ПК-10); способностью осуществлять технико-экономическое обоснование проектов (ПК-11); способностью к реализации различных видов учебной работы (ПК-21); производственно-технологическая деятельность: готовностью эксплуатировать, проводить испытания и ремонт технологического оборудования электроэнергетической и электротехнической промышленности (ПК-22); готовностью применять методы и средства автоматизированных систем управления технологическими процессами электроэнергетической и электротехнической промышленности (ПК-23); способностью принимать решения в области электроэнергетики и электротехники с учетом энерго-и ресурсосбережения (ПК-24); способностью разработки планов, программ и методик проведения испытаний электротехнических и электроэнергетических устройств и систем (ПК-25); способностью определять эффективные производственно-технологические режимы работы объектов электроэнергетики и электротехники (ПК-26).

#### **4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 8 зачётных единиц, 288 часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах)						Объём учебной работы с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)	
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР			
1	Алгебраические методы анализа электрических цепей при установившемся режиме. Применение уравнений с напряжением ветвей дерева. Анализ резонансных явлений.	1		2	2				18	2/50%		
2	Топологические формулы для расчета определителей матриц узловых проводимостей, проводимостей сечений и их алгебраических дополнений. Формула Мезона. Применение сигнальных графов для анализа электрических цепей.	1				4			19	4/100%		
	Всего			2	2	4			37	кр	6/75%	Экз
3	Электрические фильтры. Симметричные реактивные фильтры. Фильтры типа <i>k</i> . Фильтры типа <i>m</i> . Безиндукционные <i>rc</i> фильтры	2		2					34			
4	Переходные процессы в линейных электрических цепях. Операторный метод расчета переходных процессов. Расчет переходных процессов методом переменных состояния. Составление уравнений состояния электрических цепей. Способы решения уравнений состояния	2			2				34	2/100%		
	Итого			2	2				68		2/50	зачет
5	Методы расчета нелинейных электрических и магнитных цепей при постоянных токах и напряжениях. Графические методы расчета разветвленных цепей с нелинейными элементами. Итерационный метод расчета разветвленных нелинейных цепей. Графические методы расчета разветвленных магнитных цепей.	3		2	2				67	2/50%;		

6	Методы расчета нелинейных электрических и магнитных цепей переменного тока. Графические и графо-аналитические методы расчета нелинейных цепей переменного тока. Анализ установившихся процессов в нелинейных цепях переменного тока. Полупроводниковые нелинейные резистивные элементы в цепях переменного тока.	3	--	2	4	67	4/75%		
Всего			2	4	4	+	134	6/60%	
Итого			6	8	8	+	239	кр 14/64%	Зкз, зачет

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Теоретическая часть дисциплины изучается магистрантами в трех семестрах на учебных занятиях с применением электронных средств. Большая часть нового материала должна изучаться магистрантами до его изложения преподавателем на аудиторных занятиях. Часть этого теоретического материала рассматривается также на практических занятиях, что сопровождается демонстрацией компьютерных слайдов. В компьютерном классе и в аудитории для мультимедиа обучения имеются проекторы, позволяющие отображать электронный материал на доске-экране.

Практические занятия проводятся в форме разбора конкретных ситуаций в компьютерном классе. Компьютерный класс (лаборатория 519/3) имеет 12 компьютеров с лицензионным офисным, математическим ПО и САД- системами. Интерактивность практических занятий обеспечивается за счёт применения компьютеров и ПО для решения магистрантами конкретных электротехнических задач по указанным в предыдущей части разделам дисциплины «Специальные главы теоретической электротехники».

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Текущий контроль успеваемости выполняется по тематике контрольных работ, представленной ниже. Промежуточная аттестация проводится в форме зачётов и экзамена. Самостоятельная работа по разделам 1-6 структуры и содержания данной дисциплине проводится в соответствии с перечнями вопросов СРС с использованием следующих методических материалов: конспект лекций по дисциплине «Специальные главы теоретической электротехники» и методические указания по практическим занятиям по этой дисциплине в электронном

виде, а также по учебникам и учебным пособиям по теоретической электротехнике.

## *Первый семестр*

### Тематика контрольных работ

- 1) Вывод уравнений с напряжениями ветвей дерева.
- 2) Вывод алгебраических выражений для входного и взаимного сопротивления для четырехполюсной схемы.
- 3) Вывод алгебраических выражений для коэффициента передачи напряжения и коэффициента передачи тока.
- 4) Запишите формулу для расчета узлового определителя и объясните как по этой формуле можно определить число деревьев сложной схемы с большим количеством ветвей.
- 5) Запишите формулу для расчета узлового определителя схемы, состоящей из двух подсхем, имеющих один общий узел, и приведите пример такого расчета.
- 6) Запишите формулу для расчета узлового определителя схемы, состоящей из двух подсхем, имеющих два общих узла, и приведите пример такого расчета.
- 7) Запишите формулу для расчета узлового определителя схемы по ветви и приведите пример такого расчета.
- 8) Запишите формулу для расчета узлового определителя схемы по узлу и приведите пример такого расчета.
- 9) Запишите формулу для расчета узлового определителя схемы по путям и приведите пример такого расчета.
- 10) Запишите формулу Мезона и объясните величины, входящие в эту формулу.
- 11) Запишите топологическую формулу для передачи сигнального графа (формулу Мезона) и объясните величины, входящие в эту формулу.

### Вопросы СРС

1. Алгебраические методы анализа электрических цепей при установившемся режиме. Применение метода уравнений Кирхгофа.
2. Алгебраические методы анализа электрических цепей при установившемся режиме. Применение метода уравнений для узловых потенциалов.
3. Алгебраические методы анализа электрических цепей при установившемся режиме. Применение метода уравнений для контурных токов.
4. Алгебраические методы анализа электрических цепей при установившемся режиме. Применение метода уравнений для напряжений ветвей дерева.
5. Топологические формулы для расчета определителей матриц узловых проводимостей и проводимостей сечений.
6. Топологические формулы для расчета передаточных функций (формула Мезона).
7. Применение сигнальных (направленных) графов к анализу электрических цепей.
8. Построение сигнальных графов для электрической цепи.

## Темы курсовой работы

1. Расчет электрических цепей по методу уравнений с напряжениями ветвей дерева.
2. Анализ резонансных явлений в электрических цепях.
3. Применение топологической формулы Мезона для расчета передаточных функций.
4. Симметричные реактивные фильтры нижних частот.
5. Симметричные реактивные фильтры верхних частот.
6. Безындукционные  $r$ - $C$  фильтры.

## Вопросы к экзамену

1. Алгебраические методы анализа электрических цепей при установившемся режиме. Метод узловых потенциалов.
2. Алгебраические методы анализа электрических цепей при установившемся режиме. Метод контурных токов.
3. Алгебраические методы анализа электрических цепей при установившемся режиме. Метод эквивалентного источника.
4. Алгебраические методы анализа электрических цепей при установившемся режиме. Метод уравнений с напряжениями ветвей дерева.
5. Анализ электрической цепи с трансформатором.
6. Анализ резонансных явлений в электрических цепях. Резонанс напряжений.
7. Анализ резонансных явлений в электрических цепях. Резонанс токов.
8. Алгебраические выражения для входных и передаточных схемных функций
9. Топологические методы анализа электрических цепей без взаимной индукции.
10. Топологические формулы для расчета определителей матриц узловых проводимостей, проводимостей сечений и их алгебраических дополнений.
11. Разложение узлового определителя и алгебраических дополнений его элементов.
12. Формула Мезона для расчета передаточных функций электрических цепей.
13. Применение сигнальных графов для анализа электрических цепей. Графы четырехполюсников и их соединения.
14. Электрические фильтры.
15. Симметричные реактивные фильтры типа **k**.
16. Симметричные реактивные фильтры типа **m**.
17. Безындукционные **rc** фильтры.

## *Второй семестр*

### Тематика контрольных работ

- 1) Запишите общую формулу для расчета тока (напряжения) при расчете переходного процесса классическим методом; поясните слагаемые этого тока (напряжения).

- 2) Запишите правила (законы) коммутации для токов в индуктивностях и напряжений на емкостях. Запишите последовательность расчета функции тока (напряжения) при переходном процессе.
- 3) Поясните особенности переходных процессов в цепях с емкостными контурами и индуктивными сечениями. Определите правила (законы) коммутации для таких цепей.
- 4) Запишите формулы для прямого и обратного преобразований Лапласа, поясните входящие в них функции и параметры.
- 5) Запишите формулу, выражающую теорему разложения при простых корнях полинома знаменателя в изображении тока (напряжения) и поясните входящие в неё функции и параметры.
- 6) Запишите уравнения электрических цепей в операторной форме. Изобразите операторные схемы замещения для активного, индуктивного и емкостного элементов.
- 7) Запишите вывод формул для амплитудно-частотной и фазо-частотной характеристик на основе преобразования Фурье для дифференцирующей RC-цепи.
- 8) Запишите вывод формул для амплитудно-частотной и фазо-частотной характеристик на основе преобразования Фурье для интегрирующей RC-цепи.

#### Вопросы СРС

1. Симметричные реактивные фильтры типа **k**.
2. Симметричные реактивные фильтры типа **m**
3. Безындукционные **rc** фильтры.
4. Классический метод расчета переходных процессов в разветвленных цепях.
5. Особенности расчета переходных процессов в цепях с емкостными контурами и индуктивными сечениями.
6. Основные положения метода переменных состояния.
7. Составление уравнений состояния электрических цепей.
8. Решение уравнений состояния электрических цепей.

#### Вопросы к зачету

1. Переходные процессы в линейных электрических цепях. Классический метод расчета переходных процессов.
2. Особенности переходных процессов в цепях с емкостными контурами и индуктивными сечениями.
3. Операторный метод расчета переходных процессов. Преобразования Лапласа.
4. Уравнения электрических цепей в операторной форме.
5. Расчет переходных процессов по теореме разложения.
6. Преобразование Фурье и спектральные характеристики.
7. Расчет переходных процессов методом переменных состояния.
8. Составление уравнений состояния электрических цепей.
9. Способы решения уравнений состояния
10. Операторные схемы замещения для активного, индуктивного и емкостного элементов.



11. Вывод формул для амплитудно-частотной и фазо-частотной характеристик на основе преобразования Фурье для дифференцирующей  $rC$ -цепи.
12. Вывод формул для амплитудно-частотной и фазо-частотной характеристик на основе преобразования Фурье для интегрирующей  $rC$ -цепи.

### *Третий семестр*

#### Тематика контрольных работ

- 1) Применение графического метода расчета электрической цепи с последовательным соединением нелинейных элементов.
- 2) Применение графического метода расчета электрической цепи с параллельным соединением нелинейных элементов.
- 3) Применение графического метода расчета электрической цепи с последовательно-параллельным соединением линейных и нелинейных элементов.
- 4) Применение графического метода расчета цепей с нелинейными трехполусниками.
- 5) Запишите уравнения состояния магнитных цепей и укажите их аналогию с электрическими цепями.
- 6) Запишите последовательность расчета неразветвленной магнитной цепи по заданному магнитному потоку.
- 7) Запишите последовательность расчета неразветвленной магнитной цепи по заданной намагничивающей силе.
- 8) Запишите последовательность расчета магнитной цепи кольцевого постоянного магнита с воздушным зазором.

#### Вопросы СРС

1. Графический метод расчета цепей с последовательным, параллельным и последовательно-параллельным соединением линейных и нелинейных элементов при постоянных токах и напряжениях
2. Уравнения состояния магнитных цепей.
3. Графический метод расчета разветвленных магнитных цепей.
4. Особенности нелинейных цепей переменного тока и методы их расчета.
5. Графические методы расчета нелинейных цепей переменного тока.
6. Аналитические методы расчета нелинейных цепей переменного тока.
7. Графо- аналитические методы расчета нелинейных цепей переменного тока.

#### Вопросы к зачету

1. Методы расчета нелинейных электрических и магнитных цепей при постоянных токах и напряжениях.
2. Графические методы расчета разветвленных цепей с нелинейными элементами.
3. Итерационный метод расчета разветвленных нелинейных цепей.
4. Графические методы расчета разветвленных магнитных цепей.

5. Расчет магнитной цепи постоянного магнита с воздушным зазором.
6. Методы расчета нелинейных электрических и магнитных цепей переменного тока.
7. Графические и графо-аналитические методы расчета нелинейных цепей переменного тока.
8. Анализ установившихся процессов в нелинейных цепях переменного тока.
9. Полупроводниковые нелинейные резистивные элементы в цепях переменного тока.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### Основная литература

Покровский В.В. Электромагнетизм. Методы решения задач [Электронный ресурс] / Покровский В.В. – М. : БИНОМ, 2013. – <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996322930.html>. – Электронное издание на основе: Электромагнетизм. Методы решения задач [Электронный ресурс] : учебное пособие / В. В. Покровский. – 3-е изд. (эл.). – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 120 с. : ил. – ISBN 978-5-9963-2293-0.

Основы анализа цепей: Уч.пос. для вуз./ Бакалов В. П., Журавлева О. Б., Крук Б. И., 2-е изд., стер. – М.: Гор. линия-Телеком, 2014. – 592 с.: 60x90 1/16. – (Учебное пособие для высших учебных заведений) (Обложка) ISBN 978-5-9912-0306-7. – <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=529641>.

Теория цепей современной электротехники / Малинин Л.И., Нейман В.Ю. – Новосибир.: НГТУ, 2013. – 348 с.: ISBN 978-5-7782-2043-0. – <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=557008>.

### Дополнительная литература.

Зильберман, Григорий Евсеевич. Электричество и магнетизм: учебное пособие/ Г. Е. Зильберман. – 2-е изд.. – Долгопрудный: Интеллект, 2008. – 375 с. : ил. – ISBN 978-5-91559-005-1.

Основы теории цепей: примеры и задачи: учебное пособие для межвузовского использования/ О. В. Беляев [и др.]; под ред. В. В. Штейнбрехера. – Москва: Радиотехника, 2007. – 239 с. : ил., табл. – Библиогр.: с. 238-239. – ISBN 5-88070-114-X.

Теоретические основы электротехники в примерах и задачах. Часть 1. Линеиные электрические цепи постоянного тока/НейманВ.Ю. – Новосибир.:

НГТУ, 2011. – 116 с.: ISBN 978-5-7782-1796-6. –  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=546599>.

Теоретические основы электротехники в примерах и задачах. Часть 4. Лине-  
йные электрические цепи несинусоидального тока/Нейман В.Ю. – Ново-  
сиб.: НГТУ, 2011. – 182 с.: ISBN 978-5-7782-1821-5. –  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=546552>.

Теоретические основы электротехники в примерах и задачах. Ч. 3. Четырех-  
полюсники и трехфазные цепи/ Нейман В.Ю. – Новосибир.: НГТУ, 2010. – 144  
с.: ISBN 978-5-7782-1547-4. -  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=546532>.

Теоретические основы электротехники в примерах и задачах. Ч. 2. Линейные  
электрические цепи однофазного синусоидального тока / Нейман В.Ю. –  
Новосиб.:НГТУ, 2009. – 150 с.: ISBN 978-5-7782-1225-1. –  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=556633>.

### **Программное обеспечение (ПО) и Internet-ресурсы**

При изучении данной дисциплины используется следующее лицензионное ПО:

- 1) Система инженерных и научных расчётов MATLAB;
- 2) Программный комплекс COMSOL Multiphysics для моделирования физиче-  
ских полей.

Internet-ресурсы:

- 1) [http://fn.bmstu.ru/electro/new\\_site/html/dload.htm](http://fn.bmstu.ru/electro/new_site/html/dload.htm);
- 2) <http://bgm2005.narod.ru/bgmfiles/Modelir.htm>;
- 3) <http://matlab.exponenta.ru>.

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Кафедра «Электротехника и электроэнергетика» ЭтЭн имеет в оператив-  
ном подчинении учебную лабораторию 517/3 «Теоретические основы электро-  
техники», содержащую пять универсальных стендов с компьютерами, компью-  
терный класс 519/3 содержащий 15 персональных компьютеров и набор совре-  
менной оргтехники (принтеры, сканеры, ксероксы). В этом классе магистранты  
имеют доступ к 12 персональным компьютерам, на которых установлено ли-  
цензионное ПО. Кафедра ЭтЭн имеет две специализированные лекционные ау-  
дитории 517/3, 522/3, снабженные персональными компьютерами и проектора-  
ми, для проведения лекционных и практических занятий.

