

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА

Кафедра «Радиотехнических систем»

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФРТ

  
Холопов И.С.  
«25» 06 2020 г.

Проректор по РОП и МД

  
Корячко А.В.  
2020 г.



Руководитель ОПОП

  
Кириллов С.Н.  
«25» 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины  
**Б1.О.02.01 «Основы теории цепей»**

Специальность

11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

ОПОП специалитета

«Радиоэлектронные системы передачи информации»

Квалификация выпускника – инженер

Форма обучения – очная

Рязань 2020 г.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки (специальности)

11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы»,  
утвержденного 09.02.2018 № 94

Разработчик доцент кафедры РТС

\_\_\_\_\_ Мамаев Ю.Н.

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г., протокол № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой РТС

\_\_\_\_\_ Кошелев В.И., д.т.н., проф.

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы специалитета.

Рабочая программа по дисциплине «Основы теории цепей» является составной частью основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) по направлению подготовки специалистов 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы», разработанной в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы» (уровень специалитет), утвержденным приказом Минобрнауки России от 11.08.2016 г. № 1031.

**Цель изучения дисциплины** - овладение обучающимися основами знаний по теории электрических цепей.

**В результате изучения** курса студенты должны знать: основные электрические величины и элементы электрической цепи; основные топологические понятия, уравнения состояния, законы Кирхгофа; свойства линейных электрических цепей постоянного и переменного тока и методы их анализа и расчета; резонансные явления; свойства и характеристики нелинейных электрических и магнитных цепей; свойства и характеристики переходных процессов в линейных электрических цепях и методы расчета этих процессов; основы теории четырехполюсников и электрических фильтров; свойства и характеристики электрических цепей с распределенными параметрами; современные пакеты прикладных программ анализа электрических цепей на ЭВМ.

Студенты должны уметь решать задачи по расчету электрических цепей.

Коды компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОК-6	Самоорганизации и самообразования	<p><u>Знать:</u> методы и способы организации здорового образа жизни, получения информации, ведения конспекта лекций.</p> <p><u>Уметь:</u> организовать самостоятельную работу по извлечению и анализу необходимой информации.</p> <p><u>Владеть:</u> навыками извлечения информации из литературными источниками, баз данных и источников компьютерных и сетевых технологий</p>
ОПК-1	Решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	<p><u>Знать:</u> основные источники информации по теории и практике электротехники.</p> <p><u>Уметь:</u> работать с литературными источниками, базами данных и источниками компьютерных и сетевых технологий</p> <p><u>Владеть:</u> навыками работы с программами схемотехнического анализа и моделирования</p>
ОПК-7	Владеть методами решения задач анализа и расчета характеристик радиотехнических цепей	<p><u>Знать:</u> различные методы анализа и расчета электрических схем</p> <p><u>Уметь:</u> применять на практике апробированные методики расчетов</p>

	владеть методами решения задач анализа и расчета характеристик радиотехнических цепей	электрических элементов схем <u>Владеть:</u> навыками работы с программами схемотехнического моделирования
--	---	---

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП специалиста

Данная дисциплина (модуль) относится к ОПД блока №1. Дисциплина (модуль) изучается на 2 курсе в 3 и 4 семестрах.

Освоение дисциплины основано на сведениях полученных студентами при изучении общеобразовательных курсов **физики и математики**. До начала изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:

знать:

- разделы математики: дифференциальное и интегральное исчисление, гармонический анализ, комплексные числа;
- раздел физики - электричество и магнетизм;
- разделы информатики: основные возможности пакета прикладных программ Word, MathCad и программы схемотехнического анализа MicroCap.

уметь:

- производить расчеты, в том числе с использованием программы MathCad ;
- проводить анализ схем и измерение их параметров с использованием программы MicroCap;

владеть навыками:

- использования пакета прикладных программ MathCad и программы схемотехнического анализа MicroCap.

Дисциплина "Основы теории цепей" является основой для дальнейшего изучения дисциплин радиотехнического профиля.

## 3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц (252 часа).

Семестр	3		4		Итого	
	16		16			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп	уп	рп
Лекции	16	16	32	32	48	48
Практические	16	16	16	16	32	32
Консультирование перед экзаменом	2	2	2	2	4	4
Лабораторные работы	16	16	16	16	32	32
Иная контактная работа	0,35	0,35	0,65	0,65	1	1
Итого ауд.	50,35	50,35	66,65	66,65	117	117
Сам. Работа	49	49	48,3	48,3	97,3	97,3
Часы на контроль	44,65	44,65	53,35	53,35	98	98
Итого	144	144	180	180	324	324

**4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)**

Раздел дисциплины (модуля)	Содержание
Основы теории цепей <sup>1</sup> .	
1. Введение	Цель курса, структура курса, изучаемые темы.
2. Основные понятия теории цепей	Основные электрические величины. Компоненты и элементы электрической цепи, ВАХ электрических элементов. Электрическая цепь и электрическая схема. Основные топологические понятия (двухполюсник, четырехполюсник, многополюсник, способы соединения элементов). Уравнения состояния. Законы Кирхгофа. Эквивалентные преобразования электрических цепей. Правила делителя напряжения и делителя тока. Коэффициент передачи делителя.
3. Свойства линейных электрических цепей постоянного тока и методы их расчета	Входное сопротивление двухполюсника и способы его определения. Передача мощности от активного двухполюсника к нагрузке. Методы расчета линейных электрических цепей: по уравнениям Кирхгофа, метод наложения, метод эквивалентного генератора. Баланс мощностей
4. Линейные электрические цепи при гармоническом воздействии	Формы представления гармонического воздействия. Период, частота, амплитуда, среднее, средневыпрямленное и действующее значения синусоидального тока. Метод комплексных амплитуд (комплексные сопротивления и проводимости, законы Ома и Кирхгофа в символической форме). Векторные и потенциальные диаграммы. Анализ работы пассивных элементов (R, C, L) и простейших (RC, RL, RLC) цепей при гармоническом воздействии. Мощности в цепи синусоидального тока (активная, реактивная и полная мощности; измерение мощности ваттметром). Согласование источника энергии с нагрузкой. Цепи с взаимной индуктивностью. Трансформатор.
5. Периодические несинусоидальные токи	Гармонический анализ и разложение функций в ряд Фурье. Понятие амплитудного и фазового спектров. Действующее значение, мощности периодических несинусоидальных токов и напряжений.
6. Передаточная функция цепи. Комплексные частотные характеристики электрических цепей	Определение, свойства, нуль-полосное представление на комплексной плоскости. Понятие о комплексной частотной характеристике, АЧХ и ФЧХ. Комплексные частотные характеристики пассивных элементов, цепей с одним реактивным элементом.
7. Резонанс в электрических цепях	Резонанс напряжений и токов в электрических цепях. Резонанс в последовательном колебательном контуре. Характеристическое сопротивление, добротность, полоса пропускания и избирательность контура. Частотные характеристики (входные и передаточные).

Раздел дисциплины (модуля)	Содержание
	Частичное включение нагрузки. Резонанс в параллельном колебательном контуре. Частотные характеристики (входные и передаточные). Влияние сопротивлений генератора и нагрузки на добротность контура. Частичное включение нагрузки. Связанные колебательные контура.
8. Нелинейные цепи постоянного тока и магнитные цепи	Виды, характеристики и параметры нелинейных элементов. Методы анализа и расчета нелинейных цепей: графические, аналитические. Основные понятия магнитной цепи (характеристики магнитного поля, магнитомягкие и магнитотвердые материалы, магнитодиэлектрики и ферриты, уравнение состояния магнитной цепи).
9. Линейные электрические цепи при негармоническом воздействии (переходные процессы в линейных электрических цепях)	Понятия переходного процесса и коммутации. Правила коммутации. Классический метод анализа переходного процесса путем решения обыкновенного дифференциального уравнения, начальные условия, принужденные и свободные составляющие токов и напряжений. Переходные процессы в цепях с одним реактивным элементом, постоянная времени. Переходные процессы в цепях с двумя реактивными элементами. Операторный метод анализа переходных процессов на основе преобразования Лапласа. Операторные характеристики линейных цепей.
10. Временные характеристики линейных цепей	Переходная и импульсная характеристики цепи. Определение реакции цепи на произвольное воздействие по ее переходной характеристике. Интеграл Дюамеля. Определение реакции цепи на произвольное воздействие по ее импульсной характеристике. Интеграл свертки. Связь передаточной функции цепи с частотными и временными характеристиками цепи.
11. Основы теории четырехполюсников и многополюсников	Определение четырехполюсника и многополюсника. Системы основных уравнений и первичных параметров проходных четырехполюсников. Методы определения первичных параметров четырехполюсника. Эквивалентные схемы (схемы замещения) четырехполюсников. Составные четырехполюсники. Характеристические параметры. Активные четырехполюсники. Электрические фильтры (назначение и виды электрических фильтров, понятие синтеза электрического фильтра, реактивные фильтры).
12. Цепи с распределенными параметрами	Основные понятия и определения. Анализ работы длинной линии. Телеграфные уравнения при стационарном режиме синусоидальных колебаний. Длинная линия без потерь. Согласование длинной линии с нагрузкой.

#### 4.1.1. Расчетно-графические работы (РГР) и курсовые работы (КР)

РГР (3 семестр)	
№	Наименование

1	Расчет электрических цепей постоянного тока
КР (4 семестр)	
№	Наименование
1	Расчет переходных процессов в электрических цепях

#### 4.2. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

##### Очная форма обучения

№ п/п	Тема	Общая трудоемкость, всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем				Самостоятельная работа обучающихся
			всего	лекции	практические занятия	лабораторные работы	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Введение	0,5	0,5	0,5			
2	Основные понятия теории цепей	5	3	3			2
1	2	3	4	5	6	7	8
3	Свойства линейных электрических цепей постоянного тока и методы их расчета	32	10	6		4	22
4	Линейные электрические цепи при гармоническом воздействии	50	14	4	4	4	38
5	Периодические несинусоидальные токи	3	1	1			2
6	Передаточная функция цепи. Комплексные частотные характеристики электрических цепей	12	8	4		4	4
7	Резонанс в электрических цепях	44	14	6	4	4	30
8	Нелинейные цепи постоянного тока и магнитные цепи	3	3	3			
9	Линейные электрические цепи при негармоническом воздействии (переходные процессы в линейных электрических цепях)	61	21	7	6	8	40
10	Временные характеристики линейных цепей	18	10	4	2	4	8
11	Основы теории четырехполюсников и многополюсников	19,5	9,5	5,5		4	10
12	Цепи с распределенными параметрами	4	2	2			2

<b>Всего</b>	252	96	48	16	32	156
--------------	-----	----	----	----	----	-----

### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

1. Основы теории цепей: Электронное учебное пособие / Рязан. гос. радиотехн. ун-т.; Сост. Ю.Н. Мамаев. Рязань, 2013. - 95 с.
2. Комплекс лабораторных работ по ОТЦ в среде Micro-Cap 8/ Часть 1: метод. указ. к лаб. работам /Рязан. гос. радиотехн. ун-т.: сост. В.П. Косс, Ю.Н. Гришаев. - Рязань, РГРТУ, 2009.- 52 с.
5. Комплекс лабораторных работ по ОТЦ в среде Micro-Cap 8/ Часть 2: метод. указ. к лаб. работам /Рязан. гос. радиотехн. ун-т.: сост. В.П. Косс, Ю.Н. Гришаев. - Рязань, РГРТУ, 2009.- 52 с.
3. Переходные процессы в линейных электрических цепях: метод. указ. к упражнениям по дисц. «ОТЦ» / Рязан. гос. радиотехн. ун-т.: сост. Ю.Н. Гришаев. Рязань, 2010. - 48 с.

### **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине представлен в виде оценочных материалов и приведен в Приложении.

### **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

*а) основная:*

1. Попов В.П. Основы теории цепей: Учебник для вузов. - М.: Высш. школа, 2003. - 575 с.

*б) дополнительная:*

1. Зевеке Г.В. и др. Основы теории цепей: Учебник для вузов. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 528 с.
2. Улахович Д.А. Основы теории линейных цепей.- С/П.: БХВ-Петербург, 2012.- 816 с. (IPR books).

### **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

#### ***Работа студента с лекционным материалом***

В процессе лекции студент должен выделять важные моменты, выводы, анализировать основные положения. Прослушанный материал лекции студент должен проработать. От того, насколько эффективно он это сделает, зависит и прочность усвоения знаний, и, соответственно, качество восприятия предстоящей лекции, так как он более целенаправленно будет её слушать. Необходим систематический труд в течение всего семестра.

При написании конспекта лекций следует придерживаться следующих правил и рекомендаций.

1. При конспектировании следует отмечать непонятные, на данном этапе, места; записывать те пояснения лектора, которые оказались особенно важными.

2. При ведении конспекта рекомендуется вести нумерацию разделов, глав, формул (в случае, если лектор не заостряет на этом внимание); это позволит при подготовке к сдаче экзамена не запутаться в структуре лекционного материала.

3. При проработке лекционного материала рекомендуется в каждом более или менее законченном пункте выразить свое мнение, комментарий, вывод.

4. При изучении лекционного материала у студента могут возникнуть вопросы. С ними следует обратиться к преподавателю после лекции или во время назначенных консультаций.

В заключение следует отметить, что конспект каждый студент записывает лично для себя. Поэтому конспект надо писать так, чтобы им было удобно пользоваться.

#### ***Подготовка к практическим занятиям***

Практические занятия по решению задач позволяют расширять и углублять знания, полученные из лекционного курса и учебников. В процессе анализа и решения задач студенты

должны осваивать методы анализа и расчета электрических цепей, приобретать навыки проектной работы

В часы самостоятельной работы студенты должны решать заданные на практических занятиях задачи, выполнять расчетно-графические работы по индивидуальным заданиям.

### ***Подготовка к лабораторным работам и ее проведение***

Главные задачи лабораторного практикума по основам теории цепей таковы:

- 1) на основе методических указаний к лабораторным работам и лекционного материала в процессе предварительного расчета освоить методики расчета электрических схем и их параметров;
- 2) используя имитационное моделирование в среде MicroCap освоить методики моделирования и приобрести навыки экспериментального исследования реальных электрических схем и измерения их параметров;

Выполнению эксперимента предшествует самостоятельная работа студента, во время которой он должен проштудировать методическое описание лабораторной работы с целью освоения теоретического материала, проведения предварительного расчета и ответа на контрольные вопросы.

Методические описания содержат:

- 1) название работы, ее цель;
- 2) элементы теории;
- 2) методику проведения работы;
- 4) порядок выполнения работы;
- 5) контрольные вопросы.

Если студент приступает к работе без четкого представления о теории изучаемого вопроса, он не сможет адекватно проделать экспериментальное исследование и оценить полученные результаты. Поэтому этапу выполнения работы предшествует «допуск к работе».

Выполнение каждой из запланированных работ заканчивается предоставлением отчета. Требования к форме и содержанию отчета приведены в методических указаниях. Допускаясь к лабораторной работе, каждый студент должен представить преподавателю «заготовку» отчета, содержащую: оформленный титульный лист (по образцу, имеющемуся в лаборатории), результаты предварительного расчета. Чтобы сэкономить время при выполнении работы, рекомендуется заранее подготовить и таблицу для записи результатов измерений.

После выполнения лабораторной работы необходимо согласовать полученные результаты с преподавателем.

Важным этапом также является защита лабораторной работы. В процессе защиты студент отвечает на вопросы преподавателя, касающиеся теории изучаемого явления, комментирует полученные в ходе работы результаты. При подготовке к защите лабораторной работы рекомендуется пользоваться дополнительной литературой, список которой приведен в методическом описании, а также конспектом лекций. От того, насколько тщательно студент готовился к защите лабораторной работы во многом зависит и конечный результат его обучения.

### ***Подготовка к сдаче экзамена (теоретического зачета)***

Экзамен (теоретический зачет) – форма промежуточной проверки знаний, умений, навыков, степени освоения дисциплины.

Главная задача экзамена (теоретического зачета) состоит в том, чтобы у студента из отдельных сведений и деталей составилось представление об общем и конкретном содержании соответствующей дисциплины. Готовясь к экзамену, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, в лабораториях, на практических занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью.

Студенту на экзамене нужно не только знать сведения из тех или иных разделов теории электрических цепей, но и владеть ими практически: уметь анализировать и рассчитывать

простейшие электрические цепи, уметь пользоваться аппаратом схемотехнического моделирования.

На экзамене оцениваются:

- 1) понимание и степень усвоения теории;
- 2) методическая подготовка;
- 3) знание фактического материала;
- 4) знакомство с основной и дополнительно литературой, а также с современными публикациями по данному курсу;
- 5) умение приложить теорию к практике, правильно проводить расчеты и т. д.;
- 7) логика, структура и стиль ответа, умение защищать выдвигаемые положения.

Но значение экзаменов не ограничивается проверкой знаний. Являясь естественным завершением работы студента, они способствуют обобщению и закреплению знаний и умений, приведению их в строгую систему, а также устранению возникших в процессе занятий пробелов. И еще одно значение экзаменов. Они проводятся по курсам, в которых преобладает теоретический материал, имеющий большое значение для подготовки будущего специалиста.

Студенту важно понять, что самостоятельность предполагает напряженную умственную работу. Невозможно предложить алгоритм, с помощью которого преподаватель сможет научить любого студента успешно осваивать науки. Нужно, чтобы студент ставил перед собой вопросы по поводу изучаемого материала, которые можно разбить на две группы:

- 1) вопросы, необходимые для осмысления материала в целом, для понимания принципов построения электрических и магнитных цепей;
- 2) текущие вопросы, которые возникают при детальном разборе материала.

Студент должен их ставить перед собой при подготовке к экзамену, и тогда на подобные вопросы со стороны преподавателя ему несложно будет ответить.

Подготовка к экзамену не должна ограничиваться беглым чтением лекционных записей, даже, если они выполнены подробно и аккуратно. Механического заучивания также следует избегать, поскольку его нельзя назвать учением уже потому, что оно создает внутреннее сопротивление какому бы то ни было запоминанию и, конечно, уменьшает память. Более надежный и целесообразный путь – это тщательная систематизация материала при вдумчивом повторении, запоминании формулировок, установлении внутрисубъектных связей, увязке различных тем и разделов, закреплении путем решения задач.

Перед экзаменом назначается консультация. Цель ее – дать ответы на вопросы, возникшие в ходе самостоятельной подготовки. Здесь студент имеет полную возможность получить ответ на все неясные ему вопросы. А для этого он должен проработать до консультации весь курс. Кроме того, преподаватель будет отвечать на вопросы других студентов, что будет для вас повторением и закреплением знаний. И еще очень важное обстоятельство: лектор на консультации, как правило, обращает внимание на те разделы, по которым на предыдущих экзаменах ответы были неудовлетворительными, а также фиксирует внимание на наиболее трудных разделах курса.

На непосредственную подготовку к экзамену обычно дается три - пять дней. Этого времени достаточно только для углубления, расширения и систематизации знаний, на устранение пробелов в знании отдельных вопросов, для определения объема ответов на каждый из вопросов программы.

Планируйте подготовку с точностью до часа, учитывая сразу несколько факторов: неоднородность материала и этапов его проработки (например, на первоначальное изучение у вас уходит больше времени, чем на повторение), свои индивидуальные способности, ритмы деятельности и привычки организма. Чрезмерная физическая нагрузка наряду с общим утомлением приведет к снижению тонуса интеллектуальной деятельности. Рекомендуется делать перерывы в занятиях через каждые 50-60 минут на 10 минут. После 3-4 часов умственного труда следует сделать часовой перерыв. Для сокращения времени на включение в работу целесообразно рабочие периоды делать более длительными, разделяя весь день

примерно на три части – с утра до обеда, с обеда до ужина и с ужина до сна. Каждый рабочий период дня должен заканчиваться отдыхом в виде прогулки, неутомительного физического труда и т. п. Время и формы отдыха также поддаются планированию. Работая в сессионном режиме, студент имеет возможность увеличить время занятий с десяти (как требовалось в семестре) до тринадцати часов в сутки.

Подготовку к экзаменам следует начинать с общего планирования своей деятельности в сессию. С определения объема материала, подлежащего проработке. Необходимо внимательно сверить свои конспекты с программой, чтобы убедиться, все ли разделы отражены в лекциях. Отсутствующие темы законспектировать по учебнику. Более подробное планирование на ближайшие дни будет первым этапом подготовки к очередному экзамену. Второй этап предусматривает системное изучение материала по данному предмету с обязательной записью всех выкладок, выводов, формул. На третьем этапе - этапе закрепления – полезно чередовать углубленное повторение особенно сложных вопросов с беглым повторением всего материала.

#### **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

- 10.1. Электронно-библиотечная система «Лань», режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля. – URL: <https://e.lanbook.com/>
- 10.2. Электронно-библиотечная система «IPRbooks», режим доступа – с любого компьютера РГРТУ без пароля, из сети интернет по паролю. – URL: <https://iprbookshop.ru>

#### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Для лекционных занятий используются лекционные аудитории РГРТУ, оборудованные диапроекторами и доской для представления учебного материала.

Для практических занятий используются учебные аудитории РГРТУ, оборудованные доской для представления учебного материала.

Для лабораторных работ используются дисплейные классы, с соответствующим программным обеспечением.

Программу составил  
доцент кафедры РТС  
к.т.н., доцент

Ю.Н. Мамаев