


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

Кафедра «Радиотехнических устройств»

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.04 «Основы теории колебаний»**

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 РТУ

\_\_\_\_\_ Крестов П.А.

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «30» мая 2020 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой РТУ

\_\_\_\_\_ Паршин Ю.Н., д.т.н., проф.

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы бакалавриата

Рабочая программа по дисциплине «Основы теории колебаний в радиотехнике» является составной частью основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки бакалавров 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 специалитета), утвержденным приказом Минобрнауки России от 11.08.2016 г. № 1031.

**Цель изучения дисциплины:** получение фундаментального естественнонаучного образования, способствующего дальнейшему развитию личности.

Задачи освоения дисциплины распределены между тремя ее модулями, изучаемыми в 5-м семестре по очной форме обучения.

**Задачи модуля 1:** изучить различные виды колебательных процессов, имеющих место в радиотехнических колебательных системах, способов их математического и графического описания, выявить их основные технические параметры и характеристики, необходимые для расчета колебательных систем.

**Задачи модуля 2:** разобраться в разнообразии колебательных систем, применяемых в радиотехнических устройствах, и их характерных признаках, получить навыки в составлении эквивалентных электрических схем при заданных допущениях, разобраться в сущности согласования источников сигнала с нагрузкой и методов его осуществления.

**Задачи модуля 3:** изучить методы анализа линейных, нелинейных и параметрических колебательных систем, способов их описания с помощью символических и дифференциальных уравнений, получить знания и умение решения нелинейных дифференциальных уравнений аналитическими методами и с помощью пакета прикладных программ, разобраться в проблеме устойчивости колебательной системы и методов ее количественной оценки.

Коды компетенции	Содержание компетенций
ОПК-5	Способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь для их решения соответствующий физико-математический аппарат.
ОПК-7	Способность владеть методами решения задач анализа и расчета характеристик радиотехнических цепей.
ПК-2	Способностью разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ.

### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате изучения дисциплины студенты должны:

- иметь качественные и количественные представления об различных колебательных процессах, имеющих место в радиотехнических колебательных системах, уметь дать им требуемое математическое описание. (ОПК-5);
- знать основные классифицирующие признаки колебательных систем и уметь применить их к конкретной колебательной системе, уметь составлять эквивалентные электрические схемы замещения с целью их дальнейшего исследования и расчета (ОПК-5);

- владеть основными методами анализа линейных и нелинейных колебательных систем и пакетами прикладных программ для получения нужных сведений о их работе, владеть навыками экспериментального натурального и виртуального исследования процессов, протекающих в колебательной системе, и методами обработки данных экспериментов и наблюдений (ОПК-7, ПК-2);
- уметь формулировать на математическом языке и решать задачи проектирования и расчета колебательных систем (ОПК-7, ПК-2).

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Основы колебательных процессов в радиотехнике» относится к вариационной части блока №1 дисциплин основной профессиональной образовательной программы 1 (ООП1) «Радиоэлектронные системы передачи информации», ООП2 «Радиосистемы и комплексы управления», ООП3 «Радионавигационные системы и комплексы», ООП4 Радиоэлектронная борьба» по направлению подготовки академического бакалавриата 11.05.01 «Радиотехнические системы и комплексы».

Студенты, обучающиеся по данной дисциплине, должны знать основные физические явления в колебательных системах и методы анализа и расчета колебательных систем. Дисциплина опирается на знания, полученные при изучении дисциплин «Теоретические основы электротехники», «Радиотехнические цепи и сигналы», «Электроника», а также общеобразовательных дисциплин (Высшая математика, Физика).

Дисциплина «Основы теории колебаний в радиотехнике» является основой для дальнейшего изучения дисциплин профессионального цикла и подготовки к выполнению дипломного проекта.

## 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 3 зачетных единицы (108 часов).

Вид учебной работы	Всего часов		
	Очная форма		Заочная форма
Общая трудоемкость дисциплины, в том числе:	<b>108</b>		
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе:	<b>32</b>		
Лекции	32		
Лабораторные работы	16		
Практические занятия			
Самостоятельные занятия	15		
Иная контактная работа	0,25		
Контроль	8,75		
Вид промежуточной аттестации обучающихся	Зачет, 5 –ый семестр		

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

В структурном отношении программа представлена следующими модулями:

**Модуль 1.** Колебательные процессы в радиотехнических колебательных системах

**Модуль 2.** Колебательные системы и их математические описание.

**Модуль 3.** Методы анализа колебательных систем.

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

**МОДУЛЬ 1**

<b>Раздел модуля</b>	<b>Содержание</b>
<b>1. Колебательные процессы в радиотехнических колебательных системах</b>	
1.1. Классификация колебательных процессов. Детерминированные, случайные и параметрические колебания.	<p>Краткая историческая справка возникновения и развития теории колебаний. Влад зарубежных и отечественных ученых в развитие теории колебаний. Понятие о периодических колебаниях. Изоморфизм колебательных процессов в различных системах (механических, электрических, акустических и пр.). Модели колебательных систем.</p> <p>Классификация колебательных процессов в радиотехнике. Детерминированные колебательные процессы и их математическое описание. Случайные и хаотические колебательные процессы. Параметрические колебательные явления в радиотехнических устройствах.</p>
1.2. Модулирующие колебательные процессы и их характеристики.	<p>Электрические колебательные процессы как носители информации, их классификация, основные электрические характеристики.</p> <p>Аналоговые модулирующие сигналы. Их основные параметры. Спектр аналоговых модулирующих сигналов.</p> <p>Импульсные модулирующие колебания, их разновидности и параметры.</p> <p>Высокочастотные колебательные процессы. Высокочастотные колебания как переносчики информации.</p> <p>Классификация радиотехнических колебательных систем (КС) по следующим признакам: числу входов и выходов, понятиям линейных и нелинейных КС, пассивных и активных КС, консервативных и не консервативных КС, автономных и неавтономных КС, по степеням свободы, виду элементной базы, используемой в колебательной системе. Конкретные примеры перечисленных колебательных систем.</p> <p>Основная элементная база радиотехнических колебательных систем активного и пассивного, сосредоточенного, полу распределенного и распределенного видов, их физическая сущность и</p>

Раздел модуля	Содержание
	электрические модели замещения. Роль электрических моделей в анализе колебательных систем. Свободные и вынужденные колебания в колебательных системах.
1.3. Модулированные высокочастотные колебательные процессы и их характеристики.	Высокочастотные колебательные процессы. Высокочастотные колебания как переносчики информации. Основные способы модуляции высокочастотного колебательного процесса, математическое описание высокочастотного сигнала с различными видами модуляции. Спектры модулированных колебаний.

## МОДУЛЬ 2

Раздел модуля	Содержание
<b>. Колебательные системы и их математическое описание</b>	
2.1. Классификация колебательных систем. Элементная база колебательных систем и их эквивалентные схемы.	Классификация радиотехнических колебательных систем (КС) по следующим признакам: числу входов и выходов, понятиям линейных и нелинейных КС, пассивных и активных КС, консервативных и не консервативных КС, автономных и неавтономных КС, по степеням свободы, виду элементной базы, используемой в колебательной системе. Конкретные примеры перечисленных колебательных систем.
2.2. Классы работы активных колебательных систем и их сравнительная оценка.	Активные элементы колебательных систем. Статические характеристики активных элементов. Основные параметры активных элементов. Классы работы активных элементов и их сравнительная оценка.
2.3. Методы исследования четырех полюсных колебательных систем.	Четырехполюсник – основной вид колебательных систем. Использование метода эквивалентного генератора для выявления параметров источника сигнала. Согласование колебательной системы с источником сигнала и нагрузкой. Понятие коэффициента отражения при решении задачи согласования. Вывод формул для входного и выходного сопротивлений четырех полюсной колебательной системы и коэффициента отражения.

## МОДУЛЬ 3

Раздел модуля	Содержание
<b>Методы анализа колебательных систем</b>	
3.1. Понятие символических сопротивлений и проводимостей элементов колебательных систем. Связь символических уравнений с дифференциальными и	Понятие оператора Фурье. Использование оператора Фурье для перехода от символической формы описания колебательной системы к комплексной форме. Использование комплексной формы описания колебательной системы для анализа установившихся процессов. Понятия амплитудно-частотной и фазо-

Раздел модуля	Содержание
комплексными уравнениями.	частотной характеристик коэффициента передачи колебательной системы. Правило приведения символических уравнений колебательной системы к дифференциальной форме. Области применения перечисленных уравнений для анализа КС.
3.2. Символические уравнения относительно простых и сложных колебательных систем.	Понятие символических сопротивлений и проводимостей для основных элементов колебательных систем. Использование символического метода для описания простых колебательных систем типа последовательного и параллельного контуров, резонансных линейных усилителей, линейных усилителей на связанных контурах. Правила перехода от символического описания к дифференциальной и комплексной формам.
3.3. Автогенераторы гармонических колебаний. Трехточечные автогенераторы и их разновидности.	Автогенератор как нелинейная автоколебательная система. Трехточечные автогенераторы (АГ), их разновидности. Баланс амплитуд и фаз в трех точечном АГ. Особенности анализа нелинейных колебательных систем. Использование символического метода для получения системы нелинейных дифференциальных уравнений, описывающих поведение системы, для анализа условия самовозбуждения и установившегося стационарного состояния.
3.4. Символическое описание трехточечных автогенераторов. Символическое описание автогенераторов с отрицательным внутренним сопротивлением.	Эквивалентные схемы трехточечных автогенераторов. Допущения, используемые при составлении эквивалентных схем и их влияние на результаты исследования. Получение символических уравнений трехточечных автогенераторов и переход к дифференциальному описанию. Автогенераторы с отрицательным внутренним сопротивлением и их описание в символической и дифференциальной формах.
3.5. Условие самовозбуждения автогенераторов и условие их устойчивости в установившемся режиме.	Переход от символической формы описания АГ к укороченным дифференциальным уравнениям по методу Евтянова. Использование укороченных уравнений для оценки условий самовозбуждения и устойчивости установившегося режима АГ.
3.6. Методы анализа линейных колебательных систем. Примеры анализа.	Понятие линейной колебательной системы и применимости к ней принципа суперпозиции. Решение линейных дифференциальных уравнений для относительно простых колебательных систем. Определение основных параметров колебательной системы. Переход от символической формы описания к комплексной форме. Понятия коэффициентов передачи и амплитудно-частотных и фазо-частотных характеристиках колебательной системы. Определение рабочей полосы частот.

Раздел модуля	Содержание
3.7. Методы анализа линейных колебательных систем. Примеры анализа в режиме установления колебаний и в установившемся режиме.	Приближенные методы анализа нелинейных колебательных систем. Малый параметр. Основные положения приближенных методов решения нелинейных уравнений: квазилинейного, метода медленно меняющихся амплитуд Ван дер Поля, энергетического метода Теодорчика, метода укороченных дифференциальных Евтянова. Связь укороченных уравнений с символическими уравнениями. Численные методы решения нелинейных дифференциальных уравнений: метод Тейлора, метод Рунге-Кутты. Метод фазового пространства, его сущность. Фазовая плоскость как частный случай метода фазового пространства. Пример применения метода фазовой плоскости для анализа колебательного процесса в линейной системе с одной степенью свободы и анализа колебательного процесса в нелинейной системе с одной степенью свободы (АГ с трансформаторной обратной связью).
3.8. Оператор системы, функция передачи, комплексного коэффициента передачи. Связь между спектральными функциями входного и выходного сигналов.	Понятия оператора системы, функции передачи, комплексного коэффициента передачи. Связь между спектральными функциями входного и выходного сигналов. Комплексный коэффициент передачи. Операторы системы, образованной соединением нескольких колебательных систем: последовательно, параллельно, параллельно-последовательно, с цепями обратной связи и др. Аналитический метод анализа устойчивости системы по Ляпунову. Критерии устойчивости. Их сущность. Критерий устойчивости Рауса – Гурвица.
3.9. Частотные критерии устойчивости.	Частотные критерии устойчивости Найквиста, Михайлова, иммитансный критерий устойчивости. Пример применения иммитансного критерия для оценки устойчивости линейного усилителя ВЧ колебаний.

**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 и	практические занятия	лабораторные работы	
1	2	3	4	5	6	7	8



	<b>5-й семестр</b>	<b>108</b>	<b>48</b>	<b>24</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>60</b>
	<b>1-й модуль</b> Колебательные процессы в радиотехнических устройствах.	<b>17</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>10</b>
1.1	Классификация колебательных процессов. Детерминированные, случайные и параметрические колебания.	<b>6</b>	<b>4</b>	<i>1</i>	<b>2</b>	<i>1</i>	<b>2</b>
1.2	Модулирующие колебательные процессы и их характеристики.	<b>5</b>	<b>2</b>	<i>1</i>		<i>1</i>	<b>3</b>
1.3	Модулированные высокочастотные колебательные процессы и их характеристики.	<b>6</b>	<b>1</b>	<i>1</i>			<b>5</b>
	<b>2-й модуль</b> Колебательные системы и их математическое описание.	<b>19</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>10</b>
2.1	Классификация колебательных систем. Элементная база колебательных систем и их эквивалентные схемы.	<b>10</b>	<b>4</b>	<i>1</i>	<b>2</b>	<i>1</i>	<b>4</b>
2.2	Классы работы активных колебательных систем и их сравнительная оценка.	<b>6</b>	<b>4</b>	<i>1</i>	<b>2</b>	<i>1</i>	<b>2</b>
2.3	Методы исследования четырех полюсных колебательных систем.	<b>5</b>	<b>1</b>	<i>1</i>			<b>4</b>
	<b>3-й модуль</b> Методы анализа колебательных систем	<b>72</b>	<b>32</b>	<b>18</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>40</b>
3.1	Понятие символических сопротивлений и проводимостей элементов колебательных систем. Связь символических уравнений с дифференциальными и комплексными уравнениями.	<b>7</b>	<b>2</b>	<i>1</i>		<i>1</i>	<b>5</b>
3.2	Символические уравнения относительно простых и сложных колебательных систем.	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>2</b>		<i>1</i>	<b>5</b>
3.3	Автогенераторы гармонических колебаний. Трехточечные автогенераторы и их разновидности.	<b>9</b>	<b>6</b>	<i>1</i>	<b>4</b>	<i>1</i>	<b>3</b>
3.4	Символическое описание	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>2</b>			<b>4</b>

	трехточечных автогенераторов. Символическое описание автогенераторов с отрицательным внутренним сопротивлением.						
3.5	Условие самовозбуждения автогенераторов и условие их устойчивости в установившемся режиме.	<b>9</b>	<b>6</b>	2	2		<b>3</b>
3.6	Методы анализа линейных колебательных систем. Примеры анализа в режиме установления колебаний и в установившемся режиме.	<b>10</b>	<b>5</b>	2	2	1	<b>5</b>
3.7	Методы анализа нелинейных колебательных систем. Метод медленно меняющихся амплитуд, метод фазового пространства, численные методы решения нелинейных уравнений.	<b>7</b>	<b>2</b>	2	2		<b>5</b>
3.8	Понятия оператора системы, функции передачи, комплексного коэффициента передачи. Связь между спектральными функциями входного и выходного сигналов. Комплексный коэффициент передачи. Аналитический метод анализа устойчивости системы по Ляпунову. Критерий устойчивости Рауса – Гурвица.	<b>11</b>	<b>5</b>	3			<b>6</b>
3.9	Частотные критерии устойчивости.	<b>7</b>	<b>3</b>	3			<b>4</b>

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

### *а) основная:*

1. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. М.: Высшая школа, 1988, изд.2 и др.
2. Гоноровский И.С.. Радиотехнические цепи и сигналы / Изд. 2-ое, исправл.: М.:Советское радио, 1986, 684с., ил.
3. Андреев В.С. Теория нелинейных электрических цепей. – М.: Радио и связь, 1988.
4. Основы теории колебаний в радиотехнике: методические указания к практическим занятиям. / Рязан. гос. радиотехн. ун-т.; сост.: Васильев Е.В, Дуров А.А., Крестов П.А., Паршин Ю.Н.; под ред. проф. Ю.Н. Паршина. – Рязань: РГРТУ, 2009. - 48 с. №4154.

5. Основы теории колебаний в радиотехнике: методические указания к лабораторным работам / Рязан. гос. ун-т.; Сост.Е.В. Васильев. Рязань, 2010.- 28 с. №4366

*б) дополнительная:*

1. Прянишников В.А. Электроника: Полный курс лекций. – 4-е изд. – СПб.: КОРОНА принт, 2004 – 416с., ил.

2. Устройства генерирования и формирования радиосигналов: Учебник для вузов / Л.А. Белов, В.М. Богачев, М.В. Благовещенский и др.; под ред. Г.М. Уткина, В.Н. Кулешова, М.В. Благовещенского. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 1994–416 с.: ил.

3. Основы теории цепей: метод. указ. к курс. работе «Анализ временных и частотных характеристик линейных цепей»/ Литвинова В.С. и др. РГРТУ.- Рязань, 2009.-24с.

4. Капранов М.В., Кулешов В.Н., Уткин Г.М. Теория колебаний в радиотехнике. – М.: Наука, 1984.

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

#### **Вопросы к зачету по дисциплине «Основы теории колебаний в РТ»**

1. Классификация колебательных процессов в РТ.
2. Детерминированные колебательные процессы. Математическое описание.
3. Случайные и хаотические колебания. Основные параметры случайных колебаний. Случайные и хаотические колебания
4. Импульсные модулирующие сигналы, их разновидности. Параметры и спектры импульсных модулирующих сигналов.
5. Амплитудная модуляция (АМ). Спектр АМ сигнала. Векторное представление АМ сигнала.
6. Угловая модуляция (УМ). Спектр сигнала с УМ и его особенности. Разновидности УМ, их общность и различия.
7. Импульсная модуляция. Спектр радиоимпульсного сигнала при модуляции прямоугольной импульсной последовательностью.
8. Косинусоидальная импульсная последовательность, ее параметры. Спектр косинусоидальной импульсной последовательности, коэффициенты Берга.
9. Собственные, вынужденные, параметрические колебания.
10. Затухающие, нарастающие, стационарные колебания.
11. Источники колебаний. Источники тока и источники напряжения.
12. Классификация колебательных радиотехнических систем.
13. Четырехполюсная колебательная система и ее описание с помощью  $R, Y, H, G$  – параметров.
14. Формулы для оценки входной и выходной проводимостей четырехполюсной колебательной системы.
15. Согласование источников колебаний с нагрузкой. Коэффициент отражения.
16. Физические элементы колебательных систем. Понятия линейных, нелинейных, параметрических элементов. Их условное обозначение.
17. Электрические схемы замещения физических элементов колебательных систем – резисторов, конденсаторов, катушек индуктивности. Основные параметры.
18. Электрические схемы замещения физических элементов колебательных систем – дросселей, трансформаторов. Основные параметры схем замещения
19. Полосковые и микро полосковые линии. Основные параметры линий.

20. Активные элементы (АЭ) колебательных систем. Способы включения АЭ на примере биполярного транзистора. Описание АЭ как четырехполюсника.
21. Статические характеристики транзисторов.
22. Усилительный каскад на биполярном транзисторе и его классы работы..
23. Физическая схема замещения биполярного транзистора. Основные параметры схемы замещения. Предельные частоты транзисторов.
24. Метод анализа колебательных систем. Понятия символических сопротивлений и проводимостей.
25. Символические и дифференциальные уравнения параллельного и последовательного контуров.
26. Анализ резонансного усилителя символическим методом.
26. Автогенераторы (АГ). Уравнения баланса амплитуд и фаз АГ в установившемся режиме.
27. Трехточечные АГ гармонических колебания. Правило построения трехточечных схем. Разновидности трехточечных АГ.
28. АГ гармонических колебаний с трансформаторной обратной связью (ОС). Символическое и дифференциальное уравнения АГ с трансформаторной ОС.
29. АГ гармонических колебаний с индуктивной обратной связью (ОС). Символическое и дифференциальное уравнения АГ с индуктивной ОС.
30. АГ гармонических колебаний с емкостной обратной связью (ОС). Символическое и дифференциальное уравнения АГ с емкостной ОС.
31. АГ гармонических колебаний на туннельном диоде. Символическое и дифференциальное уравнения АГ на туннельном диоде.
32. Методы математического анализа нелинейных колебательных систем. Общий подход к анализу.
33. Метод фазовой плоскости. Фазовые траектории, фазовый портрет. Построение фазовой траектории изображающей точки с помощью изоклин (показать на примере анализа колебательной системы в виде последовательного контура).
34. Правила построения фазового портрета. Особые точки фазового портрета: узел, фокус, седло. Предельные циклы.
35. Метод фазовой плоскости. Исследование автогенератора с трансформаторной ОС методом фазовой плоскости. Вид фазового портрета.
36. Понятие устойчивости колебательных систем. Методы анализа устойчивости.

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

### **Модуль 1**

#### *а) основная:*

1. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. М.: Высшая школа, 1988, изд.2 и др.
2. Гоноровский И.С.. Радиотехнические цепи и сигналы / Изд. 2-ое, исправл.: М.:Советское радио, 1986, 684с., ил.
3. Андреев В.С. Теория нелинейных электрических цепей. – М.: Радио и связь, 1988.
4. Основы теории колебаний в радиотехнике: методические указания к практическим занятиям. / Рязан. гос. радиотехн. ун-т.; сост.: Васильев Е.В, Дуров А.А., Крестов П.А., Паршин Ю.Н.; под ред. проф. Ю.Н. Паршина. – Рязань: РГРТУ, 2009. - 48 с. №4154.
5. Основы теории колебаний в радиотехнике: методические указания к лабораторным работам / Рязан. гос. ун-т.; Сост.Е.В. Васильев. Рязань, 2010.- 28 с. №4366

#### *б) дополнительная:*

1. Прянишников В.А. Электроника: Полный курс лекций. – 4-е изд. – СПб.: КОРОНА принт, 2004 – 416с., ил.
2. Устройства генерирования и формирования радиосигналов: Учебник для вузов / Л.А. Белов, В.М. Богачев, М.В. Благовещенский и др.; под ред. Г.М. Уткина, В.Н. Кулешова, М.В. Благовещенского. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 1994–416 с.: ил.
3. Основы теории цепей: метод. указ. к курс. работе « Анализ временных и частотных характеристик линейных цепей»/ Литвинова В.С. и др. РГРТУ.- Рязань, 2009.-24с.
4. Капранов М.В., Кулешов В.Н., Уткин Г.М. Теория колебаний в радиотехнике. – М.: Наука, 1984.

## Модуль 2

### *а) основная:*

1. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. М.: Высшая школа, 1988, изд.2 и др.
2. Гоноровский И.С.. Радиотехнические цепи и сигналы / Изд. 2-ое, исправл.: М.:Советское радио, 1986, 684с., ил.
3. Андреев В.С. Теория нелинейных электрических цепей. – М.: Радио и связь, 1988.
4. Основы теории колебаний в радиотехнике: методические указания к практическим занятиям. / Рязан. гос. радиотехн. ун-т.; сост.: Васильев Е.В, Дуров А.А., Крестов П.А., Паршин Ю.Н.; под ред. проф. Ю.Н. Паршина. – Рязань: РГРТУ, 2009. - 48 с. №4154.
5. Основы теории колебаний в радиотехнике: методические указания к лабораторным работам / Рязан. гос. ун-т.; Сост.Е.В. Васильев. Рязань, 2010.- 28 с. №4366

### *б) дополнительная:*

1. Прянишников В.А. Электроника: Полный курс лекций. – 4-е изд. – СПб.: КОРОНА принт, 2004 – 416с., ил.
2. Устройства генерирования и формирования радиосигналов: Учебник для вузов / Л.А. Белов, В.М. Богачев, М.В. Благовещенский и др.; под ред. Г.М. Уткина, В.Н. Кулешова, М.В. Благовещенского. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 1994–416 с.: ил.
3. Основы теории цепей: метод. указ. к курс. работе « Анализ временных и частотных характеристик линейных цепей»/ Литвинова В.С. и др. РГРТУ.- Рязань, 2009.-24с.
4. Капранов М.В., Кулешов В.Н., Уткин Г.М. Теория колебаний в радиотехнике. – М.: Наука, 1984.

## Модуль 3

### *а) основная:*

1. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы. М.: Высшая школа, 1988, изд.2 и др.
2. Гоноровский И.С.. Радиотехнические цепи и сигналы / Изд. 2-ое, исправл.: М.:Советское радио, 1986, 684с., ил.
3. Андреев В.С. Теория нелинейных электрических цепей. – М.: Радио и связь, 1988.
4. Основы теории колебаний в радиотехнике: методические указания к практическим занятиям. / Рязан. гос. радиотехн. ун-т.; сост.: Васильев Е.В, Дуров А.А., Крестов П.А., Паршин Ю.Н.; под ред. проф. Ю.Н. Паршина. – Рязань: РГРТУ, 2009. - 48 с. №4154.
5. Основы теории колебаний в радиотехнике: методические указания к лабораторным работам / Рязан. гос. ун-т.; Сост.Е.В. Васильев. Рязань, 2010.- 28 с. №4366

*б) дополнительная:*

1. Прянишников В.А. Электроника: Полный курс лекций. – 4-е изд. – СПб.: КОРОНА принт, 2004 – 416с., ил.
2. Устройства генерирования и формирования радиосигналов: Учебник для вузов / Л.А. Белов, В.М. Богачев, М.В. Благовещенский и др.; под ред. Г.М. Уткина, В.Н. Кулешова, М.В. Благовещенского. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 1994–416 с.: ил.
3. Основы теории цепей: метод. указ. к курс. работе «Анализ временных и частотных характеристик линейных цепей»/ Литвинова В.С. и др. РГРТУ.- Рязань, 2009.-24с.
4. Капранов М.В., Кулешов В.Н., Уткин Г.М. Теория колебаний в радиотехнике. – М.: Наука, 1984.

## **8. Перечень ресурсов информационно–телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для изучения дисциплины**

Обучающимся предоставлена возможность индивидуального доступа к следующим электронно-библиотечным системам.

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

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

### ***Работа студента на лекции***

. В процессе лекционного занятия студент должен уметь выделять наиболее важные моменты, выводы, основные положения. Прослушанный материал лекции студент должен проработать. От этого зависит прочность усвоения знаний, и, соответственно, качество восприятия последующих лекций. Необходим систематический труд в течение всего семестра.

При написании конспекта лекций следует придерживаться следующих правил и рекомендаций.

1. Конспект нужно записывать «своими словами» лишь после того, как излагаемый лектором тезис будет вами дослушан до конца и понят.
2. При конспектировании следует отмечать непонятные места; достаточно полно записывать те пояснения лектора, которые он считает наиболее важными.
3. При ведении конспекта рекомендуется вести нумерацию разделов, глав, формул. Это позволит при подготовке к сдаче экзамена не запутаться в структуре лекционного материала.
4. Рекомендуется по каждому законченному разделу делать свои выводы.

При изучении лекционного материала у студента могут возникнуть вопросы. С ними следует обратиться к преподавателю.

В заключение следует отметить, что конспект каждый студент записывает лично и так, чтобы им было удобно пользоваться при подготовке к практическим и лабораторным занятиям, а также при подготовке к зачетам и экзаменам.

***Тематика упражнений по дисциплине «Основы теории колебаний в радиотехнике»***

### *Методические указания к упражнениям*

«Основы теории колебаний в радиотехнике»: методические указания к практическим занятиям/ Рязан. гос. радиотехн.ун-т; сост. Е.В. Васильев, А.А. Дуров, П.А. Крестов, Ю.Н. Паршин; под ред. Проф. Ю.Н. Паршина. №4154

Тематика упражнений.

Упражнение №1: Спектральный анализ и синтез радиотехнических колебаний различной формы.

Упражнение №2: Нелинейные преобразования гармонических и бигармонических колебаний.

Упражнение №3: Преобразование колебаний в нелинейном резонансном усилителе.

Упражнение №4: Преобразование колебаний в нелинейном резонансном умножителе частоты.

Упражнение №5: Преобразование частоты колебаний (смесители).

Упражнение №6: Сигналы с амплитудной и однополосной модуляцией.

Упражнение №7: Автогенераторы с трехточечной обратной связью.

Упражнение №8: RC-автогенераторы гармонических колебаний.

Все упражнения выполняются на ЭВМ с использованием программы Micro Cap по индивидуальным заданиям. Схемы, таблицы, результаты расчета и графики представляются преподавателю в той же программе. Занятия проводятся в ауд.406(2).

#### ***Подготовка к практическим занятиям (упражнениям)***

Практические занятия существенно дополняют лекции по дисциплине. В процессе выполнения упражнения студенты расширяют и углубляют знания, полученные из лекционного курса и учебников, учатся глубже понимать физику работы колебательных систем, разбираться в принципиальных схемах и их особенностях, приобретают умение применять полученные знания в конкретных случаях. В процессе выполнения упражнений вырабатываются навыки вычислений, использования прикладных программ, работы с научной и справочной литературой.

В часы самостоятельной работы студенты должны решать задачи, с которыми они не успели справиться во время аудиторных занятий. Отсутствие спешки при самостоятельной работе позволяет лучше разобраться в материале упражнения.

Когда студенты выполняют упражнения по определённой теме, очень важно, чтобы в результате знакомства с конкретным заданием они поняли и усвоили принципиальный подход к решению поставленной задачи.

Несмотря на различие в видах упражнений, их выполнение можно делать по следующему общему плану, который целесообразно продиктовать студентам.

1) Прочитать внимательно задание на упражнение;  
2) Посмотреть, все ли термины в задании известны и понятны (если что-то неясно, следует обратиться к учебнику или посоветоваться с преподавателем);

3) Записать задание на упражнение.

4) Сделать необходимые рисунки, продумать ход предполагаемых графиков с теоретической точки зрения.

5) Составить эквивалентную схему колебательной системы и описать ее уравнениями.

6) Решить уравнения относительно неизвестных величин и получить ответ в общем виде. Полезно провести анализ этого решения: Он поможет вскрыть такие свойства рассматриваемого явления, которые не видны в численном ответе.

7) Проанализировать полученные результаты анализа и расчета.

Приведённая последовательность действий при выполнении упражнений усваивается студентами, как правило, в ходе занятий, когда они на практике убеждаются в её целесообразности

*Методические указания к лабораторным работам*

«Основы теории колебаний в радиотехнике»: методические указания к лабораторным работам / Рязан. гос. ун-т.; Сост.Е.В. Васильев. Рязань, 2010.- 28 с. №4366

*Тематика лабораторных работ*

<b>№ п/п</b>	<b>№ раздела дисциплины</b>	<b>Наименование лабораторной работы</b>
1	Модуль1	Лаб.№1 Моделирование источников сигналов и цепей в Micro Cap.
2	Модуль1	Лаб.№2 Исследование колебаний в резонансных цепях.
3	Модуль2	Лаб.№3,1 Исследование нелинейного резонансного усилителя
4	Модуль2	Лаб.№3.2 Исследование резонансного умножителя частоты.
5	Модуль3	Лаб.№4 Исследование автоколебательных систем.
6	Модуль3	Лаб.№5 Исследование генератора с амплитудой модуляции смещением

Лабораторные работы выполняются на ЭВМ с использованием программы Micro Cap по индивидуальным заданиям. Схемы, таблицы, результаты расчета и графики представляются преподавателю в той же программе. Занятия проводятся в ауд.406(2).

Основная часть времени, выделенная на выполнение лабораторной работы, затрачивается на самостоятельную подготовку.

В процессе подготовки к лабораторной работе студент должен изучить лекционный материал, относящийся к данной лабораторной работе, и теоретическую часть методических указаний, ознакомиться с предлагаемым алгоритмом практического исследования. Выполнить, если это необходимо, предварительные расчеты и сделать заготовку отчета, подготовить ответы на контрольные вопросы, помещенные в методических указаниях к работе.

В процессе выполнения лабораторной работы должен ответить на предложенные ему преподавателем контрольные вопросы и получить разрешение на выполнение практической части исследования. После завершения исследования и проверки результатов преподавателем студент приступает к оформлению отчета в соответствии с требованиями методических указаний, делает выводы по работе и сдает отчет преподавателю для оценки результатов исследования.

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.

***Подготовка к сдаче зачета***

Зачет – это форма промежуточной проверки знаний студента в процессе изучения дисциплины и степени понимания основных положений.

В процессе подготовки к зачету студент получает представление о дисциплине во всей ее полноте, устанавливает связи между отдельными ее частями, методами анализа и математического описания. Устанавливает взаимосвязь между лекционным материалом, практическими занятиями и лабораторным практикумом. Изучаемая дисциплина воспринимается студентом во всей ее полноте. Это позволяет лучше понять ее практическую направленность.



Студент на зачете должен показать знание основных положений дисциплины, владеть ими практически, например, понимать физику работы конкретной колебательной системы, уметь пользоваться методами ее исследования, показать умение использовать полученные теоретические знания при решении конкретной задачи.

Подготовку к зачету студент должен начать с определения объема материала, подлежащего обязательной проработке. Для этого необходимо внимательно сверить свои конспекты с программой, чтобы убедиться, все ли разделы отражены в лекциях. Отсутствующие темы законспектировать по учебнику.

При изучении целесообразно зарисовывать схемы, делать математические выкладки при выводе формул, зарисовывать необходимые графики.

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

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

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

Для лабораторных работ используются лаборатории кафедры РТУ, оснащенные компьютерами, проекционными устройствами, досками ручного пояснения, требуемым лабораторным оборудованием и измерительными приборами (ауд. 413(2), 415(2), лаб. №406(2), №412а(2) и др.). Программные продукты: Micro Cap.

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

П.А. Крестов