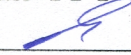


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА

Кафедра «Радиоуправление и связи»

СОГЛАСОВАНО

Декан ФРТ


Холопов И.С.
«25» 06 2020 г.

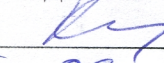
УТВЕРЖДАЮ

Проректор по РОП и МД



Корячко А.В.
«26» 06 2020 г.

Руководитель ОПОП


Кириллов С.Н.
«25» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ДВ.05.02 «Антенны с электронным управлением»

Направление подготовки
11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

Уровень подготовки
академический специалитет

Направленность (профиль) подготовки
«Радиосистемы и комплексы управления»

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

_____ Осокин В.С.

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 2019 г., протокол № ___

Заведующий кафедрой РТС

_____ Кошелев В.И., д.т.н., проф.

Предметом изучения дисциплины «Схемотехника аналоговых электронных устройств» является аналоговая схемотехника, а именно электронные усилители и устройства, построенные на их основе. Изучаемый предмет является базовым для последующих дисциплин радиотехнического профиля.

Целью освоения дисциплины является овладение знаниями теоретических основ и принципов действия устройств современной аналоговой схемотехники, умением их проектирования.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине.

Коды компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-5	Способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующих физико-математический аппарат	<p><u>Знать</u>: в общих чертах современное состояние схемотехники аналоговых электронных устройств.</p> <p><u>Уметь</u>: применять адекватные схемотехнические решения.</p> <p><u>Владеть</u>: информацией об апробированных и перспективных методах проектирования устройств обработки аналоговых сигналов.</p>
ОПК-7	Владеть методами решения задач анализа и расчета характеристик радиотехнических цепей	<p><u>Знать</u>: различные методы анализа и расчета электрических схем радиотехнических устройств.</p> <p><u>Уметь</u>: применять на практике апробированные методики расчетов электрических элементов схем радиоприборов.</p> <p><u>Владеть</u>: навыками работы с программами схемотехнического моделирования.</p>
ОПК-8	Владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных	<p><u>Знать</u>: основные приемы обработки и представления экспериментальных данных.</p> <p><u>Уметь</u>: разрабатывать методику проведения эксперимента при</p>

		<p>моделировании работы устройств аналоговой электроники.</p> <p><u>Владеть:</u> навыками статической обработки экспериментальных данных.</p>
ОПК-6	<p>Способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий</p>	<p><u>Знать:</u> основные источники информации по схемотехнике аналоговых электронных устройств.</p> <p><u>Уметь:</u> работать с литературными источниками, базами данных и источниками компьютерных и сетевых технологий.</p> <p><u>Владеть:</u> навыками извлечения информации из литературных источников, баз данных и источников компьютерных и сетевых технологий.</p>
ПК-5	<p>Использовать современные пакеты прикладных программ для схемотехнического моделирования аналоговых и цифровых устройств</p>	<p><u>Знать:</u> особенности пакетов прикладных программ схемотехнического анализа.</p> <p><u>Уметь:</u> использовать программы схемотехнического анализа для решения конкретных задач проектирования устройств обработки аналогового сигнала.</p> <p><u>Владеть:</u> навыками соблюдения основных требований информационной безопасности.</p>

2. Место дисциплины в структуре ООП специалитета.

Дисциплина «Схемотехника аналоговых электронных устройств» относится к ОПД блока №1. Дисциплина (модуль) изучается на 3 курсе в 5 и 6 семестрах; базируется на знаниях, полученных в ходе изучения следующих дисциплин: физика, электроника, радиотехнические цепи и сигналы, основы теории цепей, информатика.

Дисциплина «Схемотехника аналоговых электронных устройств» является

основой для дальнейшего изучения дисциплин профессионального цикла и подготовки выпускной работы.

3. Объем дисциплины (модуля) 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 (объем) дисциплины (модуля) составляет 4 зачетных единиц (144 часа).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		10
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе:	48	48
- Лекции	32	32
- Практические занятия (ПЗ)	-	-
- Семинары (С)	-	-
- Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Самостоятельная работа	51	51
Вид итогового контроля	зачет	зачет

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 разделами:

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

Раздел дисциплины (модуля)	Содержание
1. Введение	История развития аналоговой схемотехники. Значение дисциплины при подготовке специалистов в области радиотехники. Усилитель как основное звено АЭУ. Классификация усилителей.
2. Основные показатели АЭУ	Коэффициенты усиления. Полоса пропускания. Частотные характеристики: АЧХ, ФЧХ и ЛАХ. Передаточная частотная характеристика. Временные характеристики. Линейные искажения и их оценка. Амплитудная характеристика и динамический диапазон. Нелинейные искажения и их оценка. Внутренние помехи. Стабильность показателей (чувствительность).
3. Обеспечение и стабилизация режима работы усилительных элементов	Типы и вольтамперные характеристики полевых и биполярных транзисторов. Питание базовых цепей усилителя на биполярных транзисторах. Питание цепей затвора усилителей на полевых транзисторах. Нагрузочная линия, рабочая точка, область линейного режима. Режимы работы А, В и АВ. Схемы стабилизации режима работы.
4. Отрицательная обратная связь в АЭУ	Классификация обратных связей. Виды отрицательных обратных связей (ООС): Н-типа; Z-типа; Y-типа; G-типа. Эквивалентные схемы. Влияние ООС на параметры и характеристики усилителей. Влияние ООС на амплитудную характеристику и внутренние помехи. Устойчивость усилителя. Критерии устойчивости.

<p>5.Работа усилительных каскадов в режиме малого сигнала</p>	<p>Параметры активных четырехполюсников. Эквивалентные схемы, Y-, H- параметры в области нижних частот. Физическая эквивалентная схема Джиаколетто биполярного транзистора. Схемы включения биполярных транзисторов: ОЭ, ОБ, ОК (ЭП). Каскады на полярных транзисторах: ОЗ, ОС, ОИ. Принципиальные и эквивалентные схемы различных способов включения транзисторов. Параметры и характеристики каскадов. Составные транзисторы дифференциальные усилители(ДУ). Стабилизация режима работы ДУ. Генераторы стабильного тока. Каскадные схемы.</p>
<p>6.Каскады предварительного усиления</p>	<p>Принципиальные схемы каскадов. Эквивалентные схемы каскада в областях НЧ, СЧ и ВЧ. Частотные и временные характеристики.</p>
<p>7.Широкополосные и импульсные усилители</p>	<p>Понятие площади усиления. Простая ВЧ коррекция. Эмиттерная ВЧ коррекция. НЧ коррекция. Принципиальные и эквивалентные схемы каскадов с коррекцией, их частотные и переходные характеристики.</p>
<p>8.Оконечные каскады усиления. Усилители мощности (УМ)</p>	<p>Основные определения и показатели УМ. Оценка нелинейных искажений. Построение нагрузочных линий по переменному и постоянному току. Однотактный усилитель мощности. Энергетические соотношения. Двухтактный УМ, работающий в режиме В. Бестрансформаторные УМ. Режим АВ. Энергетические соотношения.</p>
<p>9.Операционные усилители и функциональные устройства на их основе</p>	<p>Параметры и характеристики операционных усилителей (ОУ). Функциональные устройства на основе ОУ: масштабные усилители, сумматоры, аналоговые интеграторы, аналоговые дифференциаторы, логарифматоры. Применение ОУ в качестве усилителя переменного тока.</p>

10. Регулировки, применяемые в АЭУ	Регуляторы усиления. Регулировка АЧХ (регуляторы тембра).
11. Устройства обработки сигналов на основе аналоговых перемножителей	Параметры и характеристики перемножителей. Логарифмические перемножители-делители. Перемножители на основе дифференциального делителя тока, управляемого напряжением. Устройства обработки: модулятор, синхронный детектор, фазовый и частотный детекторы.
12. Курсовая работа	Темы курсовых работ: 1. Широкополосные и импульсные усилитель; 2. Усилители мощности звуковой частоты.

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

№ 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	1,5	0,5	0,5	-	-	1,5
2.	Основные показатели АЭУ	7,5	3,5	3,5			4
3.	Обеспечение и стабилизация режима работы усилительных элементов	7,5	4	4			3,5

4.	Отрицательная обратная связь в АЭУ	17	8	4	-	4	9
5.	Работа усилительных каскадов в режиме малого сигнала.	14	4	4		-	10
6.	Каскады предварительного усиления	15	4	4			11
7.	Широкополосные и импульсные усилители	19	7	3		4	12
8.	Оконечные каскады усиления. Усилители мощности (УМ)	22	8	4		4	14
9.	Операционные усилители и функциональные устройства на их основе	23	8	4		4	15
10.	Регулировки, применяемые в АЭУ	4					4

11.	Устройства обработки сигналов на основе аналоговых перемножителей	13	1	1			12
12.	Курсовая работа						
	Всего	144	48	32	0	16	96

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю):

1. Дифференциальные каскады широкополосного усиления: методические указания к курсовому и дипломному проектированию/ РГРТА; составил А.В.Смирнов, Рязань, 1990-32с.

2. Регуляторы усиления: методические указания к курсовой работе/ Рязанская Государственная Радиотехническая Академия; составил В.С.Осокин, 1990 - 28с.

3. Аналоговые электронные устройства: методические указания к курсовой работе/ Рязанская Государственная Радиотехническая Академия; составил Д.Н.Попов, 1992 - 32с.

4. Регуляторы тембра: методические указания к курсовой работе/ Рязанская Государственная Радиотехническая Академия; составил В.С.Осокин, 1993 - 24с.

5. Интегральные широкополосные дифференциальные усилители; составил А.В.Смирнов, Рязань, 1993 - 24с.

6. Исследование двухтактного каскада усиления мощности: методические указания к лабораторной работе/ Рязанская Государственная Радиотехническая Академия; составил А.В.Смирнов, Рязань, 2000 - 16с.

7.Схемотехника аналоговых электронных устройств: Учебное пособие/ Рязанская Государственная Радиотехническая Академия; составил Д.Н.Попов, 2004 - 80с.

8.Исследование влияния обратной связи на показатели усилительных устройств: методические указания к лабораторной работе/ Рязанская Государственная Радиотехническая Академия; составил В.С.Осокин, 2006 - 16с.

9.Исследование операционного усилителя: методические указания к лабораторной работе/ Рязанская Государственная Радиотехническая Академия; составил Свиридов 2008 - 16с.

10. Схемотехника аналоговых электронных устройств: Электронное учебное пособие / Рязан. гос. радиотехн. ун-т.; Сост. Ю.Н. Мамаев. Рязань, 2011. -123 с. (elib.rsreu.ru)

11. Исследование влияния отрицательной обратной связи на показатели усилительных устройств: Методические указания к лаб. работе / Рязан. гос. радиотехн. ун-т.; Сост. Ю.Н. Мамаев. Рязань, 2010. -16 с.

12. Исследование усилительного каскада с резистивной нагрузкой при различных схемах включения биполярного транзистора: Методические указания к лаб. работе / Рязан. гос. радиотехн. ун-т.; Сост. Ю.Н. Мамаев. Рязань, 2012. - 16 с.

13. Исследование выходных каскадов усилительного устройства: Методические указания к лаб. работе / Рязан. гос. радиотехн. ун-т.; Сост. Ю.Н. Мамаев. Рязань, 2011. - 16 с.

14. Исследование показателей операционного усилителя и функциональных устройств на его основе: Методические указания к лаб. работе / Рязан. гос. радиотехн. ун-т.; Сост. Ю.Н. Мамаев. Рязань, 2013. -16 с.

15. Основы схемотехники аналоговых электронных устройств: методические указания к упражнениям по дисциплине «Схемотехника аналоговых электронных устройств» / Рязан. гос. радиотехн. ун-т.; сост.: Ю.Н. Мамаев, К.В. Мамаев. Рязань, 2016. - 16 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 в приложении.

7. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети Интернет, базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.

а) основная:

1. Павлов В.Н. Схемотехника аналоговых электронных устройств: Учебник для вузов. - М.: Горячая линия. Телеком, 2008. – 320 с.
2. Усилительные устройства: Учеб. пособие для вузов /В.А. Андреев и др.; Под ред. О.В. Головина.-М.: Радио и связь, 1993. - 352 с.

б) дополнительная

1. Волович Г.И. Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств.- М.: Додэка - XXI, 2007. – 528 с.
- 2.Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника. Том I: Пер. с нем. – М.: ДМК Пресс, 2008. – 832 с.
- 3.Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника. Том 2: Пер. с нем. – М.: ДМК Пресс, 2007. – 942 с.
4. Схемотехника аналоговых электронных устройств: учеб. пособие / Д.И Попов; Рязан. гос. радиотехн. ун-т. - Рязань, 2006.- 80с.
5. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. - М: Мир, 2003. - 704 с.
6. Войшвилло Г.В. Усилительные устройства: Учебник для вузов.- М: Радио и связь, 1983. – 264 с.
7. Мамонкин И. Г. Усилительные устройства: Учеб. пособие для вузов.- М: Связь, 1977.- 360 с.
8. Цыкин Г.С. Усилительные устройства. – М.: Связь, 1971. – 367 с.

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 показались 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 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 параметров устройств аналоговой обработки сигналов;
- 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 чёткого 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 устройств обработки сигналов;
- 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 внутриспредметных 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.

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

10.1. book.ru, ibooks.ru, window.edu.ru

10.2. Радиотехнический сайт RADIOTRACT. Радиотехника и электроника для разработчиков и радиолюбителей http://radiotract.ru/link_sprav.html.

10.3. Электрические схемы <http://eschema.ru/>

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

Лаборатория усилительных устройств оборудована двенадцатью специализированными средствами (шесть продублированных лабораторных работ). В состав стенда входят: ПЭВМ, программа имитационного моделирования MICROCAP (демоверсия), комплект «виртуальных» радиоприборов PC Lab, лабораторный макет, комплект радиоизмерительных приборов (генератор стандартных сигналов, осциллограф, милливольтметр).

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 11.05.01 (квалификация выпускника - специалист, форма обучения - очная).

Программу составил

к.т.н., доцент, доцент кафедры радиотехнических систем _____Осокин В.С.