МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Схемотехника аналоговых электронных устройств

Уровень основной образовательной программы: **Бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.01 Радиотехника**
Профиль: **Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РЗИ, Кафедра радиоэлектроники и защиты информации**
Курс: **2**
Семестр: **4**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	4 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	28	28	часов
2	Практические занятия	28	28	часов
3	Лабораторные занятия	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	72	72	часов
5	Из них в интерактивной форме	16	16	часов
6	Самостоятельная работа	36	36	часов
7	Всего (без экзамена)	108	108	часов
8	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
9	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4	4	З.Е

Экзамен: 4 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 10424

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 3 от «24» 1 2017 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.01 Радиотехника, утвержденного 06.03.2015 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры 28.06.2016, протокол №10

Разработчики:

Профессор каф. РЗИ _____ Авдоченко Б. И.

Заведующий обеспечивающей каф. РЗИ _____ Задорин А. С.

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан РТФ _____ Попова К. Ю.

Заведующий профилирующей каф. РЗИ _____ Задорин А. С.

Заведующий выпускающей каф. РЗИ _____ Задорин А. С.

Эксперты:

профессор Кафедра СВЧ и КР, ТУСУР _____ Мандель А. Е.

Согласована на портале № 10424

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Целью учебной дисциплины «Схемотехника аналоговых электронных устройств» является: ознакомление студентов с основами схемотехники указанных устройств и методами их анализа; формирование у студентов знаний и умений, достаточных для схемотехнического проектирования усилителей и других радиоэлектронных устройств аналоговой обработки сигналов.

1.2. Задачи дисциплины

– Основными задачами изучения дисциплины являются: ;

– • изучение назначения и характеристик пассивных и активных элементов аналоговых устройств;;

– • изучение методов анализа усилительных и других аналоговых устройств, основанных на использовании эквивалентных схем;;

– • изучение принципов составления эквивалентных схем;;

– • изучение способов построения аналоговых устройств с обратными связями и влияния цепей обратной связи на характеристики этих устройств;;

– • изучение принципов построения операционных усилителей и других устройств на их основе;;

– • развитие навыков анализа и расчета аналоговых электронных устройств с использованием компьютерной техники.;

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Схемотехника аналоговых электронных устройств» (Б1.Б.19) относится к базовой части профессионального цикла обязательных дисциплин.

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Дискретная математика, Физика, Физические основы электроники.

Последующими дисциплинами являются: Радиоавтоматика, Аналоговые и цифровые быстродействующие устройства, Моделирование устройств радиоэлектронных систем.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-3 способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей;

– ПК-1 способностью выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** • основные научно-технические проблемы и перспективы развития радиотехники и областей ее применения; • элементную базу, основные структуры, схемотехнику, свойства и методы расчета устройств усиления и обработки сигналов; • математический аппарат и численные методы, физические и математические модели процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия приборов и устройств радиоэлектроники; • основные принципы и методы расчета,

Согласована на портале № 10424

проектирования и конструирования радиотехнических устройств включая этапы схемного проектирования.

– **уметь** • применять методы исследования, проектирования и проведения экспериментальных работ; • применять методы схемотехнического и компьютерного проектирования и исследования аналоговых электронных устройств.

– **владеть** • навыками решения поставленных перед ним задач по построению типовых усилительных звеньев, базовых схемных конфигураций аналоговых интегральных схем, операционных усилителей, устройств линейного и нелинейного функционального преобразования сигналов.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

№	Виды учебной деятельности	4 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	28	28	часов
2	Практические занятия	28	28	часов
3	Лабораторные занятия	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	72	72	часов
5	Из них в интерактивной форме	16	16	часов
6	Самостоятельная работа	36	36	часов
7	Всего (без экзамена)	108	108	часов
8	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
9	Общая трудоемкость	144	144	часов
		4	4	З.Е

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

№	Названия разделов дисциплины	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1	Введение. Качественные характеристики	2	2	0	3	7	ОПК-3
2	Статические и динамические характеристики.	4	4	0	2	10	ОПК-3
3	Эквивалентная схема транзистора, расчет элементов	2	4	0	3	9	ОПК-3

Согласована на портале № 10424

	схемы.						
4	Искажения в области верхних частот и малых времен, нижних частот и больших времен	2	4	8	7	21	ОПК-3
5	Схемы каскадов с общим эмиттером, общим коллектором, общей базой	2	0	4	3	9	ОПК-3
6	Температурная стабилизация режимов.	4	4	0	5	13	ОПК-3
7	Обратные связи.	4	4	0	5	13	ОПК-3
8	Типовые узлы АЭУ.	2	0	0	1	3	ОПК-3
9	Операционные усилители.	2	0	4	3	9	ОПК-3, ПК-1
10	Активные фильтры первого и второго порядка.	0	4	0	2	6	ПК-1
11	Применение операционных усилителей для построения различных устройств.	2	0	0	1	3	ПК-1
12	Типовые узлы аналоговых устройств и их применение	2	2	0	1	5	ПК-1
	Итого	28	28	16	36	108	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

№	Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции
4 семестр				
1	Введение. Качественные характеристики	Классификация и основные параметры АЭУ	2	ОПК-3
2	Статические и динамические характеристики.	Схема каскада. Построение нагрузочных прямых. Входное и выходное, положительное и отрицательное напряжение. Выбор рабочей точки. Графоаналитический расчет характеристик в области СЧ.	4	ОПК-3
3	Эквивалентная схема транзистора, расчет	расчет элементов схемы. Расчет каскада с ОЭ в области СЧ.	2	ОПК-3

Согласована на портале № 10424

	элементов схемы.			
4	Искажения в области верхних частот и малых времен, нижних частот и больших времен	Физика искажений и расчет каскада с ОЭ в области верхних частот и малых времен.. Искажения в области нижних частот и больших времен, физика искажений и расчет. НЧ коррекция. Импульсный усилитель, расчет в области малых времен, больших времен.	2	ОПК-3
5	Схемы каскадов с общим эмиттером, общим коллектором, общей базой	Схемы, физика работы, протекание токов, основные расчетные соотношения, сравнение характеристик. Применение.	2	ОПК-3
6	Температурная стабилизация режимов.	Источники температурной нестабильности, уход рабочей точки. Схемы термостабилизации, физика работы, расчетные соотношения.	4	ОПК-3
7	Обратные связи.	Параллельная и последовательная ООС, влияние на характеристики. Схемы, физика работы, основные расчетные соотношения, сравнение характеристик. Эмиттерный повторитель. Эмиттерная и индуктивная коррекция с помощью частотно-зависимой ОС. Расчет оптимальной АЧХ. Применение ОС.	4	ОПК-3
8	Типовые узлы АЭУ.	Дифференциальный каскад. Токовое зеркало, схемы снижения потенциалов, генераторы тока и напряжения	2	ОПК-3
9	Операционные усилители.	Идеализированные ОУ. Диаграмма Боде. Шумы ОУ. Температурная нестабильность. Типовая схемотехника ОУ. Инвертирующий и неинвертирующий усилители.	2	ПК-1

Согласована на портале № 10424

		Расчет характеристик. Компараторы.		
10	Применение операционных усилителей для построения различных устройств.	Фильтры НЧ, ВЧ, ПФ, РФ. Схемы, работа. Расчет характеристик.Мост Вина.	2	ПК-1
11	Типовые узлы аналоговых устройств и их применение	Схемы перемножения. Балансные модуляторы. логарифмические и антилогарифмические усилители...	2	ПК-1
	Итого		28	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представ-лены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

№	Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Предшествующие дисциплины													
1	Дискретная математика		+	+									
2	Физика			+	+								
3	Физические основы электроники				+								
Последующие дисциплины													
1	Радиоавтоматика							+					
2	Аналоговые и цифровые быстродействующие устройства											+	
3	Моделирование устройств радиоэлектронных систем			+									

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4

Согласована на портале № 10424

Таблица 5. 4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

Компетенции	Виды занятий			
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
ОПК-3	+	+	+	+
ПК-1	+	+		+

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы	Интерактивные практические занятия	Интерактивные лабораторные занятия	Интерактивные лекции	Всего
Мозговой штурм	6		6	12
Исследовательский метод		4		4
Итого	6	4	6	16

7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

№	Названия разделов	Содержание лабораторных работ	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции
4 семестр				
1	Искажения в области верхних частот и малых времен, нижних частот и больших времен	Каскад с общим эмиттером	4	ОПК-3
2	Схемы каскадов с общим эмиттером, общим коллектором, общей базой	Три схемы включения транзистора	4	ОПК-3
3	Искажения в области верхних частот и малых времен, нижних частот и больших времен	Низкочастотная коррекция коллекторным фильтром	4	ОПК-3
4	Операционные усилители.	Усилитель низкой частоты на ИМС	4	ОПК-3

Согласована на портале № 10424

	Итого		16	

8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

№	Названия разделов	Содержание практических занятий	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции
4 семестр				
1	Введение. Качественные характеристики	Основные параметры и характеристики усилителей. Решение задач	2	ОПК-3
2	Статические и динамические характеристики.	Схема каскада. Построение нагрузочных прямых. Входное и выходное, положительное и отрицательное напряжение. Выбор рабочей точки. Графоаналитический расчет характеристик в области СЧ	4	ОПК-3
3	Эквивалентная схема транзистора, расчет элементов схемы.	Расчет каскада по эквивалентной схеме.	4	ОПК-3
4	Искажения в области верхних частот и малых времен, нижних частот и больших времен	Расчет каскада с ОЭ в области ВЧ и НЧ. НЧ коррекция. Импульсный усилитель, расчет в области малых времен, больших времен.	4	ОПК-3
5	Температурная стабилизация режимов.	Источники температурной нестабильности, уход рабочей точки. Схемы термостабилизации, физика работы, расчетные соотношения.	4	ОПК-3
6	Обратные связи.	Параллельная и последовательная ООС, влияние на характеристики. Схемы, физика работы, основные расчетные соотношения, сравнение характеристик. Эмиттерный повторитель. Эмиттерная и индуктивная коррекция с	4	ОПК-3

Согласована на портале № 10424

		помощью частотно-зависимой ОС. Расчет оптимальной АЧХ.		
7	Активные фильтры первого и второго порядка.	ФВЧ, ФНЧ, ПФ, РФ. Схемы, работа. Расчет характеристик. Диаграмма Боде. Мост Вина	4	ПК-1
8	Типовые узлы аналоговых устройств и их применение	Перемножители сигналов.	2	ПК-1
	Итого		28	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

№	Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Формы контроля
4 семестр					
1	Эквивалентная схема транзистора, расчет элементов схемы.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-3	Контрольная работа
2	Активные фильтры первого и второго порядка.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-1	Контрольная работа
3	Обратные связи.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-3	Контрольная работа
4	Температурная стабилизация режимов.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-3	Опрос на занятиях
5	Искажения в области верхних частот и малых времен, нижних частот и больших времен	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-3	Опрос на занятиях
6	Статические и динамические характеристики.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ОПК-3	Расчетная работа
7	Введение.	Подготовка к	2	ОПК-3	Опрос на занятиях

Согласована на портале № 10424

	Качественные характеристики	практическим занятиям, семинарам			
8	Типовые узлы АЭУ.	Проработка лекционного материала	1	ОПК-3	Опрос на занятиях
9	Обратные связи.	Проработка лекционного материала	1	ОПК-3	Контрольная работа
10	Температурная стабилизация режимов.	Проработка лекционного материала	1	ОПК-3	Опрос на занятиях
11	Искажения в области верхних частот и малых времен, нижних частот и больших времен	Проработка лекционного материала	1	ОПК-3	Контрольная работа
12	Схемы каскадов с общим эмиттером, общим коллектором, общей базой	Проработка лекционного материала	1	ОПК-3	Опрос на занятиях
13	Эквивалентная схема транзистора, расчет элементов схемы.	Проработка лекционного материала	1	ОПК-3	Опрос на занятиях
14	Статические и динамические характеристики.	Проработка лекционного материала	1	ОПК-3	Расчетная работа
15	Введение. Качественные характеристики	Проработка лекционного материала	1	ОПК-3	Опрос на занятиях
16	Типовые узлы аналоговых устройств и их применение	Проработка лекционного материала	1	ПК-1	Опрос на занятиях
17	Применение операционных усилителей для построения различных устройств.	Проработка лекционного материала	1	ПК-1	Опрос на занятиях

Согласована на портале № 10424

18	Операционные усилители.	Проработка лекционного материала	1	ПК-1	Опрос на занятиях
19	Искажения в области верхних частот и малых времен, нижних частот и больших времен	Оформление отчетов по лабораторным работам	2	ОПК-3	Отчет по лабораторной работе
20	Схемы каскадов с общим эмиттером, общим коллектором, общей базой	Оформление отчетов по лабораторным работам	2	ОПК-3	Отчет по лабораторной работе
21	Операционные усилители.	Оформление отчетов по лабораторным работам	2	ОПК-3	Отчет по лабораторной работе
22	Искажения в области верхних частот и малых времен, нижних частот и больших времен	Оформление отчетов по лабораторным работам	2	ОПК-3	Отчет по лабораторной работе
	Всего (без экзамена)		36		
23	Подготовка к экзамену		36		Экзамен
	Итого		72		

10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Бальные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
4 семестр				
Контрольная работа	5	10	5	20
Опрос на занятиях	10	5	5	20
Отчет по лабораторной работе		10	10	20
Расчетная работа	10			10

Согласована на портале № 10424

Экзамен				30
Нарастающим итогом	25	50	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Озеркин Д. В. Схемотехника: Учебное пособие – 2012. 154 с. Режим доступа: – http://edu.tusur.ru/training/publications/1205

2. Павлов, Владимир Николаевич. Схемотехника аналоговых электронных устройств: учебное пособие для вузов / В. Н. Павлов. - М. : Академия, 2008. - 287, [1] с. : ил., табл. - (Высшее профессиональное образование. Радиотехника) - Библиогр: - ISBN 978-5-7695-2702-9 : . (наличие в библиотеке ТУСУР - 26 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Титов А. А. Схемотехника сверхширокополосных и полосовых усилителей мощности: Учебное пособие. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/743, 2007. – 197 с.

2. Красько А.С. Аналоговые электронные устройства: Учебное пособие. –

Согласована на портале № 10424

Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2000. – 196 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 24 экз.)

12.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

12.3.1 Учебно-методические пособия по практическим занятиям

1. Титов А.А. Сборник задач по основам радиотехники: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям для студентов радиотехнических специальностей. Режим доступа: – http://edu.tusur.ru/training/publications/948

2. Шарыгина Л. И. Схемотехника аналоговых электронных устройств Учебно-методическое пособие Режим доступа: – http://edu.tusur.ru/training/publications/755, 2012

12.3.2 Учебно-методические пособия по лабораторным работам

1. Шарыгина Л. И. Схемотехника аналоговых электронных устройств: Лабораторный практикум. Режим доступа: – http://edu.tusur.ru/training/publications/754, 2012. – 63 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

12.3.3 Учебно-методические пособия по самостоятельной работе

1. Семенов Э.В. Аудиотехника .Методические указания по практическим занятиям и самостоятельной работе https://edu.tusur.ru/publications/1690

2. Авдоченко Б. И., Схемотехника аналоговых электронных устройств Методические указания к самостоятельной работе: Учебное пособие [Электронный ресурс] / Авдоченко Б. И. — Томск: ТУСУР, 2016. — 27 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6393.

12.3.4 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для обучающихся из числа инвалидов учебно-методические материалы предоставляются в форме электронного документа с возможностью увеличения шрифта:

1. Титов А.А. Сборник задач по основам радиотехники: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям для студентов радиотехнических специальностей. Режим доступа: – http://edu.tusur.ru/training/publications/948
2. Шарыгина Л. И. Схемотехника аналоговых электронных устройств: Лабораторный практикум. Режим доступа: – http://edu.tusur.ru/training/publications/754,
3. Авдоченко Б. И., Схемотехника аналоговых электронных устройств Методические указания к самостоятельной работе: Учебное пособие [Электронный ресурс] / Авдоченко Б. И. — Томск: ТУСУР, 2016. — 27 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6393.

12.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Программное обеспечение ПК в учебных аудиториях 407, 412 кафедры РЗИ

Согласована на портале № 10424

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1 Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

Для проведения **лекционных занятий** используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 60, оборудованная маркерной доской и проектором для презентаций по лекционным разделам дисциплины. (ауд. 418 РК)

Для проведения **практических занятий** используется учебная аудитория с количеством посадочных мест 30, оборудованная маркерной доской, стандартной учебной мебелью, плазменным экраном и 12 компьютерами INTEL, объединенных в ЛВС кафедры с выходом в Интернет (ауд.407 РК).

Для проведения **лабораторных занятий** используется учебная лаборатория, оборудованная 6 лабораторными установками для проведения 5 параллельных лабораторных работ по курсу, маркерной доской, плазменным экраном и 12 компьютерами INTEL, объединенных в ЛВС кафедры с выходом в Интернет (ауд. 407 РК).

13.2 Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения. Учебная аудитория, в которой обучаются подобные студенты, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, плазменным экраном. При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры (наушников). . При обучении студентов **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра материалов на экране мониторов в увеличенном масштабе.

14. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

Для студентов **с ограниченными возможностями** здоровья предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с ограниченными возможностями

Категории студентов	**Виды дополнительных оценочных средств**	**Формы контроля и оценки результатов обучения**
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами

Согласована на портале № 10424

С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, исходя из состояния обучающегося на момент проверки

14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ предусматривается электронная форма предоставления заданий из фонда оценочных средств. Студентам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается письменная или устная форма предоставления ответов на задания. Процедура оценивания результатов обучения инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Без рекомендаций.

Согласована на портале № 10424

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Схемотехника аналоговых электронных устройств

Уровень основной образовательной программы: **Бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.01 Радиотехника**
Профиль: **Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **РЗИ, Кафедра радиоэлектроники и защиты информации**
Курс: **2**
Семестр: **4**

Учебный план набора 2015 года

Разработчики:

- Профессор каф. РЗИ Авдоченко Б. И.

Экзамен: 4 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 10424

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ПК-1	способностью выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ	Должен знать • основные научно-технические проблемы и перспективы развития радиотехники и областей ее применения; • элементную базу, основные структуры, схемотехнику, свойства и методы расчета устройств усиления и обработки сигналов; • математический аппарат и численные методы, физические и математические модели процессов и явлений, лежащих в основе принципов действия приборов и устройств радиоэлектроники; • основные принципы и методы расчета, проектирования и конструирования радиотехнических устройств включая этапы схемного проектирования. ; Должен уметь • применять методы исследования, проектирования и проведения экспериментальных работ; • применять методы схемотехнического и компьютерного проектирования и исследования аналоговых электронных устройств. ; Должен владеть • навыками решения поставленных перед ним задач по построению типовых
ОПК-3	способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей	

Согласована на портале № 10424

		усилительных звеньев, базовых схемных конфигураций аналоговых интегральных схем, операционных усилителей, устройств линейного и нелинейного функционального преобразования сигналов. ;

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПК-1

ПК-1: способностью выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Согласована на портале № 10424

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	общенаучные понятия и категории, закономерности развития природы, экономики;	воспринимать, обобщать и анализировать информацию для постановки цели и выбору путей ее достижения;	культурой мышления и навыками обобщения и анализа информации для постановки задачи
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Опрос на занятиях; • Экзамен;	• Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• свободно общенаучные понятия и категории, закономерности развития природы, экономики;;	• свободно воспринимать, обобщать и анализировать информацию для постановки цели и выбору путей ее достижения; ;	• свободно владеет культурой мышления и навыками обобщения и анализа информации для постановки задачи;

Согласована на портале № 10424

Хорошо (базовый уровень)	• корректно общенаучные понятия и категории, закономерности развития природы, экономики;;	• корректно воспринимать, обобщать и анализировать информацию для постановки цели и выбору путей ее достижения; ;	• корректно владеет культурой мышления и навыками обобщения и анализа информации для постановки задачи; ;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• способен знать общенаучные понятия и категории, закономерности развития природы, экономики;;	• способен уметь воспринимать, обобщать и анализировать информацию для постановки цели и выбору путей ее достижения;;	• способен владеть культурой мышления и навыками обобщения и анализа информации для постановки задачи;

2.2 Компетенция ОПК-3

ОПК-3: способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	основные методы расчета характеристик аналоговых электронных устройств схемотехники	применять методы экспериментального исследования аналоговых электронных устройств схемотехники	методами проектирования аналоговых электронных устройств схемотехники
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;

Согласована на портале № 10424

	• Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Расчетная работа; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Расчетная работа; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Расчетная работа; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• свободно основные методы обеспечения основных характеристик аналоговых электронных устройств, принципы построения основных устройств схемотехники;;	• свободно применять методы обеспечения основных характеристик аналоговых электронных устройствсхемотехники;;	• свободно методами проектирования аналоговых электронных устройств схемотехники;;
Хорошо (базовый уровень)	• уверенно основные методы обеспечения основных характеристик аналоговых электронных устройств, принципы построения основных устройств схемотехники;	• корректно применять методы экспериментального исследования основных характеристик аналоговых электронных устройств схемотехники;;	• уверенно методами проектированияаналоговых электронных устройств схемотехники; ;
Удовлетворительно (пороговый	• способен ориентироваться в	• способен ориентироваться в	• способен ориентироваться в

Согласована на портале № 10424

уровень)	основных характеристиках аналоговых электронных устройств, принципах построения основных устройств схемотехники;	методах обеспечения основных характеристик аналоговых электронных устройств схемотехники;;	аналоговых электронных устройств схемотехники;;

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Темы опросов на занятиях

– Схемы перемножения. Балансные модуляторы. логарифмические и антилогарифмические усилители...

– Фильтры НЧ, ВЧ, ПФ, РФ. Схемы, работа. Расчет характеристик. Мост Вина.

– Идеализированные ОУ. Диаграмма Боде. Шумы ОУ. Температурная нестабильность. Типовая схемотехника ОУ. Инвертирующий и неинвертирующий усилители. Расчет характеристик. Компараторы.

– Дифференциальный каскад. Токовое зеркало, схемы снижения потенциалов, генераторы тока и напряжения

– Параллельная и последовательная ООС, влияние на характеристики. Схемы, физика работы, основные расчетные соотношения, сравнение характеристик. Эмиттерный повторитель. Эмиттерная и индуктивная коррекция с помощью частотно-зависимой ОС. Расчет оптимальной АЧХ. Применение ОС.

– Источники температурной нестабильности, уход рабочей точки. Схемы термостабилизации, физика работы, расчетные соотношения.

– Схемы, физика работы, протекание токов, основные расчетные соотношения, сравнение характеристик. Применение.

– Физика искажений и расчет каскада с ОЭ в области верхних частот и малых времен.. Искажения в области нижних частот и больших времен, физика искажений и расчет. НЧ коррекция. Импульсный усилитель, расчет в области малых времен, больших времен.

– расчет элементов схемы. Расчет каскада с ОЭ в области СЧ.

– Классификация и основные параметры АЭУ

3.2 Экзаменационные вопросы

– 46. Активные фильтры. Мост Вина. 47. Логарифмический и антилогарифмический усилители. 48. Схемы сравнения напряжений. Компараторы. Триггер Шмидта. 49. Преобразователи тока в напряжение и напряжения в ток на ОУ 50. Частотные характеристики фильтров Чебышева, Баттерворта и Бесселя

Согласована на портале № 10424

– 42. Устройства перемножения сигналов. Схемы, основные расчетные соотношения. 43. Активные фильтры первого порядка. Схемы, основные расчетные соотношения. 44. Активные фильтры второго порядка. 45. Мостовые активные фильтры

– 38. Инвертирующий и неинвертирующий усилители на операционных усилителях 39. Аналоговый интегратор на ОУ 40. Устройства выбора и запоминания на ОУ 41. Пиковые детекторы на ОУ

– 36. Операционные усилители. Методы компенсации дрейфа нуля. 37. Операционные усилители. Шумы в ОУ.

– 35. Операционные усилители. Температурная нестабильность, сдвиг ЭДС смещения нуля, влияние разности входных токов.

– 34. Операционные усилители. Основные параметры и характеристики

– 33. Операционные усилители. Типовая схема, назначение элементов, работа

– 32. Выходные каскады аналоговых устройств. Оценка нелинейных искажений.

– 31. Выходные каскады аналоговых устройств. Мостовые усилители.

– 30. Выходные каскады аналоговых устройств. Бустеры тока и напряжения.

– . 29. Выходные каскады аналоговых устройств. Двухтактные выходные каскады.

– 28. Выходные каскады аналоговых устройств. Основные режимы работы. Выбор рабочей точки, КПД, применение.

– 27. Использование токового зеркала, источников тока, источников напряжения в дифференциальных усилителях. Схемы, принцип работы.

– 26. Дифференциальный усилитель. Схема, принцип работы, основные расчетные соотношения.

– 25. Типовые узлы АЭУ. Составные транзисторы. Схемы, принцип работы, основные расчетные соотношения.

– 24. Паразитные обратные связи в многокаскадных усилителях. Схема, причина возникновения, основные расчетные соотношения.

– 23 Эмиттерная высокочастотная коррекция. Схема, принцип работы, основные расчетные соотношения.

– 22. Параллельная отрицательная обратная связь по напряжению. Схема, принцип работы, основные расчетные соотношения. Влияние на характеристики

– 21. Последовательная отрицательная обратная связь по току. Схема, принцип работы, основные расчетные соотношения. Влияние на характеристики

– 20. Обратные связи. Классификация и влияние на характеристики.

– 19. Схема эмиттерной термостабилизации. Схема, принцип работы, основные расчетные соотношения.

– 18. Схема коллекторной термостабилизации. Схема, принцип работы, основные расчетные соотношения.

– 17. Схема термостабилизации фиксированным током базы. Схема, принцип работы, основные расчетные соотношения.

– 16. Температурная стабилизация режимов. Источники температурной нестабильности, уход рабочей точки.

– 15. Расчет каскада с ОЭ в области больших времен, основные расчетные

Согласована на портале № 10424

соотношения.

– 14. Расчет каскада с ОЭ в области малых времен, основные расчетные соотношения.

– 13. Низкочастотная коррекция. Схема, принцип работы, основные расчетные соотношения.

– 12. Высокочастотная индуктивная коррекция. Схема, принцип работы, основные расчетные соотношения.

– 11. Расчет каскада с ОЭ в области нижних частот, основные расчетные соотношения.

– 10. Расчет каскада с ОЭ в области верхних частот, основные расчетные соотношения.

– 9. Расчет каскада с ОЭ в области средних частот по эквивалентной схеме, основные расчетные соотношения.

– 8. Выбор рабочей точки в режиме малого сигнала.

– 7. Модель биполярного транзистора, определение элементов модели

– 6. Схема каскада с ОЭ и назначение элементов

– 5. Расчет основных параметров каскада с ОЭ в режиме большого сигнала

– 4. Выбор положения рабочей точки по ВАХ для импульсного сигнала. Скважность и ее влияние на положение РТ.

– 3. Выбор положения рабочей точки по ВАХ для гармонического сигнала. Уровни выходного сигнала.

– 2. Построение нагрузочных прямых по постоянному и переменному токам.

– 1. Вольт-амперные характеристики транзистора. Рабочая область.

3.3 Темы контрольных работ

– Фильтры первого и второго порядка на операционных усилителях

– Расчет каскада с обратной связью

– Расчет каскада по эквивалентной схеме

– Графоаналитический расчет характеристик АЭУ

3.4 Темы расчетных работ

– Расчет резонансного усилителя на мосте Вина схема усилителя Спроектировать резонансный усилитель на частоту f0= 100 кГц и добротностью Q>100: • Выбрать операционный усилитель из базы Multisim; • Рассчитать элементы фильтра; • Собрать рассчитанный усилитель в Multisim; • Результаты моделирования (K0, fн, fв, и Q в виде текста) и схему спроектированного усилителя записать в папку P/Авдоченко/Схемотехника 143/ гр.143-х под названием Итог ОУ, ФИО

– Выбрать режим работы Iк0, Uк0, напряжение источника питания, необходимое для обеспечения заданного режима. Рассчитать значения элементов усилителя (Rк, Rэ, C1=C2=C3=C4) и определить значения коэффициента усиления и верхнюю граничную частоту. Рисунок 1. Схема усилительного каскада Параметры транзистора: fт=250МГц, H21=100, rб=100 Ом, Ск=7 пф. Варианты задания 1. Амплитуда выходного напряжения см. таблицу 2. Нагрузка см. таблицу 3. Нижняя граничная частота 10 кГц № задания 1 2 3 4 5 Uвых, в 3 4 5 6 7 1 Rн, Ом 100 150 250 350 350 2 150 200 300 400 400 3 200 250 350 450 450 4 250 300 400 500 500 5 300 350 450 550 550 6 350 400 500 600 600

Согласована на портале № 10424

– Расчет каскада по эквивалентной схеме 1. Выбор рабочей точки 2. Выбор транзистора и расчет его параметров (усреднение параметров, ток, напряжение, мощность, fT, таблица) 3. Расчет каскада в области СЧ (коэф усиления 4. Расчет каскада в области ВЧ 5. Расчет каскада в области НЧ 6. Построение результирующей характеристики Задание №3 Схема усилительного каскада приведена на рисунке 1. Рассчитать основные характеристики каскада: выходное напряжение, коэффициент усиления, верхнюю и нижнюю граничные частоты. Рисунок 1. Схема усилительного каскада. Основные элементы схемы: R1=1,5кОм; R2=340 Ом; Rк=100 Ом; Rэ=20 Ом; Rн=100 Ом; Rг=1кОм. С1=С2=С3=С4=1 мкФ; Еп=10 В. Транзистор VT типа КТ315 с параметрами: fт=250МГц, Н21=120, rб=100 Ом, Ск=7 пф.

– Исходные данные для расчета: 1. Сопротивление нагрузки Rн =100 Ом; 2. Максимальная амплитуда выходного напряжения (амплитудное значение) 3В Провести графический расчет усилителя. • Выбрать рабочую точку, обеспечивающую максимальный уровень выходного напряжения. • Определить напряжение питания. • Построить нагрузочные прямые по постоянному и переменному токам. • Определить крутизну, статический коэффициент передача тока базы транзистора, коэффициент усиления, входное и выходное сопротивление усилителя. Задание 1 2 3 4 Вариант Uвых,В 2 2,5 3 4 x Rн,Ом 60 70 80 100 1 Rн,Ом 80 90 100 120 2 Rн,Ом 100 110 120 140 3 Rн,Ом 120 120 140 150 4

3.5 Темы лабораторных работ

– Усилитель низкой частоты на ИМС
– Низкочастотная коррекция коллекторным фильтром
– Три схемы включения транзистора
– Каскад с общим эмиттером

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

1. Озеркин Д. В. Схемотехника: Учебное пособие – 2012. 154 с. Режим доступа: – http://edu.tusur.ru/training/publications/1205

2. Павлов, Владимир Николаевич. Схемотехника аналоговых электронных устройств: учебное пособие для вузов / В. Н. Павлов. - М. : Академия, 2008. - 287, [1] с. : ил., табл. - (Высшее профессиональное образование. Радиотехника) - Библиогр: - ISBN 978-5-7695-2702-9 : . (наличие в библиотеке ТУСУР - 26 экз.)

4.2. Дополнительная литература

1. Титов А. А. Схемотехника сверхширокополосных и полосовых усилителей мощности: Учебное пособие. Режим доступа: http://edu.tusur.ru/training/publications/743, 2007. – 197 с.

2. Красько А.С. Аналоговые электронные устройства: Учебное пособие. – Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2000. – 196 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 24 экз.)

Согласована на портале № 10424

4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

4.3.1 Учебно-методические пособия по практическим занятиям

1. Титов А.А. Сборник задач по основам радиотехники: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям для студентов радиотехнических специальностей. Режим доступа: – http://edu.tusur.ru/training/publications/948

2. Шарыгина Л. И. Схемотехника аналоговых электронных устройств Учебно-методическое пособие. Режим доступа: – http://edu.tusur.ru/training/publications/755, 2012

4.3.2 Учебно-методические пособия по лабораторным работам

1. Шарыгина Л. И. Схемотехника аналоговых электронных устройств: Лабораторный практикум. Режим доступа: – http://edu.tusur.ru/training/publications/754, 2012. – 63 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.)

4.3.3 Учебно-методические пособия по самостоятельной работе

1. Авдоченко Б. И., Схемотехника аналоговых электронных устройств Методические указания к самостоятельной работе: Учебное пособие [Электронный ресурс] / Авдоченко Б. И. — Томск: ТУСУР, 2016. — 27 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6393.

2. Семенов Э.В. Аудиотехника Методические указания по практическим занятиям и самостоятельной работе https://edu.tusur.ru/publications/1690

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

При обучении используются 24 компьютера INTEL, объединенные в ЛВС кафедры с выходом в Интернет, лицензионное программное обеспечение ПК в учебных аудиториях 407, 412 кафедры РЗИ, .

Согласована на портале № 10424