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

Документ подписан электронной подписью
Сертификат: 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820
Владелец: Троян Павел Ефимович
Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Схемотехника аналоговых электронных устройств

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.01 Радиотехника**
Направленность (профиль): **Микроволновая техника и антенны**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**
Курс: **2**
Семестр: **4**
Учебный план набора 2014 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	4 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	28	28	часов
2	Практические занятия	28	28	часов
3	Лабораторные работы	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
		4.0	4.0	З.Е

Экзамен: 4 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 18858

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 5 от «28» 3 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 марта 2015 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

Профессор каф. РЗИ _____ Б. И. Авдоченко

Заведующий обеспечивающей каф. РЗИ _____ А. С. Задорин

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

Декан РТФ _____ К. Ю. Попова

Заведующий выпускающей каф. СВЧиКР _____ С. Н. Шарангович

Эксперт:

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

Согласована на портале № 18858

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 ОПОП

Дисциплина «Схемотехника аналоговых электронных устройств» (Б1.Б.19) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Радиотехнические цепи и сигналы.

Последующими дисциплинами являются: Радиоавтоматика.

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, 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 4.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Согласована на портале № 18858

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		4 семестр
Аудиторные занятия (всего)	72	72
Лекции	28	28
Практические занятия	28	28
Лабораторные работы	16	16
Из них в интерактивной форме	16	16
Самостоятельная работа (всего)	36	36
Оформление отчетов по лабораторным работам	8	8
Проработка лекционного материала	11	11
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	17	17
Всего (без экзамена)	108	108
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость ч	144	144
Зачетные Единицы	4.0	4.0

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
4 семестр						
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 схемы.	2	4	0	3	9	ОПК-3
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

Согласована на портале № 18858

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 за семестр	28	28	16	36	108	
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, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
1 Введение. Качественные характеристики	Классификация и основные параметры АЭУ	2	ОПК-3
	Итого	2	
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
	Итого	4	
3 Эквивалентная схема транзистора, расчет элементов схемы.	расчет элементов схемы. Расчет каскада с ОЭ в области СЧ.	2	ОПК-3
	Итого	2	
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
	Итого	2	
5 Схемы каскадов с общим эмиттером, общим коллектором, общей базой	Схемы, физика работы, протекание токов, основные расчетные соотношения, сравнение характеристик. Применение.	2	ОПК-3
	Итого	2	

Согласована на портале № 18858

6 Температурная стабилизация режимов.	Источники температурной нестабильности, уход рабочей точки. Схемы термостабилизации, физика работы, расчетные соотношения.	4	ОПК-3
	Итого	4	
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
	Итого	4	
8 Типовые узлы АЭУ.	Дифференциальный каскад. Токовое зеркало, схемы снижения потенциалов, генераторы тока и напряжения	2	ОПК-3
	Итого	2	
9 Операционные усилители.	Идеализированные ОУ. Диаграмма Боде. Шумы ОУ. Температурная нестабильность. Типовая схемотехника ОУ. Инвертирующий и неинвертирующий усилители. Расчет характеристик. Компараторы.	2	ПК-1
	Итого	2	
11 Применение операционных усилителей для построения различных устройств.	Фильтры НЧ, ВЧ, ПФ, РФ. Схемы, работа. Расчет характеристик.Мост Вина.	2	ПК-1
	Итого	2	
12 Типовые узлы аналоговых устройств и их применение	Схемы перемножения. Балансные модуляторы. логарифмические и антилогарифмические усилители...	2	ПК-1
	Итого	2	
Итого за семестр		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 представлены 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 Радиотехнические цепи и сигналы				+		+	+	+			+	
Последующие дисциплины												

Согласована на портале № 18858

1 Радиоавтоматика	+						+	+	+	+		+

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

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	
ОПК-3	+	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Расчетная работа
ПК-1	+	+		+	Контрольная работа, Опрос на занятиях

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
4 семестр				
Исследовательский метод	2		2	4
Мозговой штурм				0
Мозговой штурм	4	4	4	12
Итого за семестр:	6	4	6	16
Итого	6	4	6	16

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
4 Искажения в области верхних	Каскад с общим эмиттером	4	ОПК-3

Согласована на портале № 18858

частот и малых времен, нижних частот и больших времен	Низкочастотная коррекция коллекторным фильтром	4	
	Итого	8	
5 Схемы каскадов с общим эмиттером, общим коллектором, общей базой	Три схемы включения транзистора	4	ОПК-3
	Итого	4	
9 Операционные усилители.	Усилитель низкой частоты на ИМС	4	ОПК-3
	Итого	4	
Итого за семестр		16	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
4 семестр			
1 Введение. Качественные характеристики	Основные параметры и характеристики усилителей. Решение задач	2	ОПК-3
	Итого	2	
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
	Итого	4	
3 Эквивалентная схема транзистора, расчет элементов схемы.	Расчет каскада по эквивалентной схеме.	4	ОПК-3
	Итого	4	
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
	Итого	4	
6 Температурная стабилизация режимов.	Источники температурной нестабильности, уход рабочей точки. Схемы термостабилизации, физика работы, расчетные соотношения.	4	ОПК-3
	Итого	4	
7 Обратные связи.	Параллельная и последовательная ООС, влияние на характеристики. Схемы, физика работы, основные расчетные соотношения, сравнение характеристик. Эмиттерный повторитель.	4	ОПК-3

Согласована на портале № 18858

	Эмиттерная и индуктивная коррекция с помощью частотно-зависимой ОС. Расчет оптимальной АЧХ.		
	Итого	4	
10 Активные фильтры первого и второго порядка.	ФВЧ, ФНЧ, ПФ, РФ. Схемы, работа. Расчет характеристик. Диаграмма Боде. Мост Вина	4	ПК-1
	Итого	4	
12 Типовые узлы аналоговых устройств и их применение	Перемножители сигналов.	2	ПК-1
	Итого	2	
Итого за семестр		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, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
4 семестр				
1 Введение. Качественные характеристики	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-3	Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
2 Статические и динамические характеристики.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	1	ОПК-3	Расчетная работа
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	2		
3 Эквивалентная схема транзистора, расчет элементов схемы.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-3	Контрольная работа, Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
4 Искажения в области верхних частот и малых времен, нижних частот и больших времен	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-3	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по	2		

Согласована на портале № 18858

	лабораторным работам			
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	7		
5 Схемы каскадов с общим эмиттером, общим коллектором, общей базой	Проработка лекционного материала	1	ОПК-3	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	3		
6 Температурная стабилизация режимов.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-3	Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	5		
7 Обратные связи.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-3	Контрольная работа
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	5		
8 Типовые узлы АЭУ.	Проработка лекционного материала	1	ОПК-3	Опрос на занятиях
	Итого	1		
9 Операционные усилители.	Проработка лекционного материала	1	ПК-1, ОПК-3	Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Итого	3		
10 Активные фильтры первого и второго порядка.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ПК-1	Контрольная работа
	Итого	2		
11 Применение операционных усилителей для построения различных устройств.	Проработка лекционного материала	1	ПК-1	Опрос на занятиях
	Итого	1		
12 Типовые узлы аналоговых устройств и их применение	Проработка лекционного материала	1	ПК-1	Опрос на занятиях
	Итого	1		
Итого за семестр		36		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен

Согласована на портале № 18858

Итого	72		

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные 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
Итого максимум за период	25	25	20	70
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)

Согласована на портале № 18858

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Схемотехника. Часть 3: Учебное пособие / Озеркин Д. В. - 2012. 154 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1205, дата обращения: 25.04.2017.
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. Схемотехника сверхширокополосных и полосовых усилителей мощности: Учебное пособие / Титов А. А. - 2007. 197 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/743, дата обращения: 25.04.2017.
2. Схемотехника аналоговых электронных устройств: Учебное пособие / Красько А. С. - 2006. 180 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/938, дата обращения: 25.04.2017.

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Схемотехника аналоговых электронных устройств: Учебно-методическое пособие / Шарыгина Л. И. - 2012. 87 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/755, дата обращения: 25.04.2017.
2. Сборник задач по основам радиотехники: Учебно-методическое пособие / Титов А. А. - 2007. 88 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/948, дата обращения: 25.04.2017.
3. Схемотехника аналоговых электронных устройств: Лабораторный практикум / Шарыгина Л. И. - 2012. 63 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/754, дата обращения: 25.04.2017.
4. Схемотехника аналоговых электронных устройств: Методические указания к самостоятельной работе / Авдоченко Б. И. - 2016. 27 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6393, дата обращения: 25.04.2017.

12.3.2 Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

12.4. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение

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

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

Для проведения лекционных занятий используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 60, оборудованная маркерной доской и проектором для презентаций по лек-

Согласована на портале № 18858

ционным разделам дисциплины. (ауд. 418 РК)

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

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).

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

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).

13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 47, 1 этаж, ауд. 126. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 4 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

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

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра.

При обучении студентов **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

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	Собеседование по вопросам к зачету,	Преимущественно устная проверка

Согласована на портале № 18858

зрения	опрос по терминам	(индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
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 доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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

Согласована на портале № 18858

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 образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.01 Радиотехника**
Направленность (профиль): **Микроволновая техника и антенны**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РТФ, Радиотехнический факультет**
Кафедра: **СВЧиКР, Кафедра сверхвысокочастотной и квантовой радиотехники**
Курс: **2**
Семестр: **4**

Учебный план набора 2014 года

Разработчик:
- Профессор каф. РЗИ Б. И. Авдоченко

Экзамен: 4 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 18858

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 усилительных звеньев, базовых схемных конфигураций аналоговых интегральных схем, операционных усилителей, устройств линейного и нелинейного функционального преобразования сигналов. ;
ОПК-3	способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей	

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	Знает факты, принципы,	Обладает диапазоном	Берет ответственность за

Согласована на портале № 18858

уровень)	процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	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.

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 работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • 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 № 18858

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 работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
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	• свободно применять	• свободно методами

Согласована на портале № 18858

	методы обеспечения основных характеристик аналоговых электронных устройств, принципы построения основных устройств схемотехники;;	методы обеспечения основных характеристик аналоговых электронных устройствсхемотехники;;	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 уровень)	• способен ориентироваться в основных характеристиках аналоговых электронных устройств, принципах построения основных устройств схемотехники;	• способен ориентироваться в методах обеспечения основных характеристик аналоговых электронных устройств схемотехники;;	• способен ориентироваться в 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

– Классификация и основные параметры АЭУ

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

– 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.

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

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

– 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.

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

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

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

– Мост Вина.

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

Согласована на портале № 18858

3.2 Темы контрольных работ

- Графоаналитический расчет характеристик АЭУ
- Расчет каскада по эквивалентной схеме
- Расчет каскада с обратной связью
- Фильтры первого и второго порядка на операционных усилителях

3.3 Экзаменационные вопросы

- 1. Вольт-амперные характеристики транзистора. Рабочая область.
- 2. Построение нагрузочных прямых по постоянному и переменному токам.
- 3. Выбор положения рабочей точки по ВАХ для гармонического сигнала. Уровни выходного сигнала.
- 4. Выбор положения рабочей точки по ВАХ для импульсного сигнала. Скважность и ее влияние на положение РТ.
- 5. Расчет основных параметров каскада с ОЭ в режиме большого сигнала
- 6. Схема каскада с ОЭ и назначение элементов
- 7. Модель биполярного транзистора, определение элементов модели
- 8. Выбор рабочей точки в режиме малого сигнала.
- 9. Расчет каскада с ОЭ в области средних частот по эквивалентной схеме, основные расчетные соотношения.
- 10. Расчет каскада с ОЭ в области верхних частот, основные расчетные соотношения.
- 11. Расчет каскада с ОЭ в области нижних частот, основные расчетные соотношения.
- 12. Высокочастотная индуктивная коррекция. Схема, принцип работы, основные расчетные соотношения.
- 13. Низкочастотная коррекция. Схема, принцип работы, основные расчетные соотношения.
- 14. Расчет каскада с ОЭ в области малых времен, основные расчетные соотношения.
- 15. Расчет каскада с ОЭ в области больших времен, основные расчетные соотношения.
- 16. Температурная стабилизация режимов. Источники температурной нестабильности, уход рабочей точки.
- 17. Схема термостабилизации фиксированным током базы. Схема, принцип работы, основные расчетные соотношения.
- 18. Схема коллекторной термостабилизации. Схема, принцип работы, основные расчетные соотношения.
- 19. Схема эмиттерной термостабилизации. Схема, принцип работы, основные расчетные соотношения.
- 20. Обратные связи. Классификация и влияние на характеристики.
- 21. Последовательная отрицательная обратная связь по току. Схема, принцип работы, основные расчетные соотношения. Влияние на характеристики
- 22. Параллельная отрицательная обратная связь по напряжению. Схема, принцип работы, основные расчетные соотношения. Влияние на характеристики
- 23 Эмиттерная высокочастотная коррекция. Схема, принцип работы, основные расчетные соотношения.
- 24. Паразитные обратные связи в многокаскадных усилителях. Схема, причина возникновения, основные расчетные соотношения.
- 25. Типовые узлы АЭУ. Составные транзисторы. Схемы, принцип работы, основные расчетные соотношения.
- 26. Дифференциальный усилитель. Схема, принцип работы, основные расчетные соотношения.
- 27. Использование токового зеркала, источников тока, источников напряжения в дифференциальных усилителях. Схемы, принцип работы.
- 28. Выходные каскады аналоговых устройств. Основные режимы работы. Выбор рабочей точки, КПД, применение.

Согласована на портале № 18858

– . 29. Выходные каскады аналоговых устройств. Двухтактные выходные каскады.
– 30. Выходные каскады аналоговых устройств. Бустеры тока и напряжения.
– 31. Выходные каскады аналоговых устройств. Мостовые усилители.
– 32. Выходные каскады аналоговых устройств. Оценка нелинейных искажений.
– 33. Операционные усилители. Типовая схема, назначение элементов, работа
– 34. Операционные усилители. Основные параметры и характеристики
– 35. Операционные усилители. Температурная нестабильность, сдвиг ЭДС смещения нуля, влияние разности входных токов.
– 36. Операционные усилители. Методы компенсации дрейфа нуля.
– 37. Операционные усилители. Шумы в ОУ.
– 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
– 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
– 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

3.4 Темы расчетных работ

–
– 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
– 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
–

Согласована на портале № 18858

– 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.

– C1=C2=C3=C4=1 мкФ; Еп=10 В.

– Транзистор VT типа КТ315 с параметрами: fт=250МГц, Н21=120, rб=100 Ом, Ск=7 пф.

– 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, Н21=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

– 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 (К0, fн, fв, и Q в виде текста) и схему спроектированного усилителя записать в папку Р/Авдоченко/Схемотехника 143/ гр.143-х под названием Итог ОУ, ФИО

3.5 Темы лабораторных работ

– Каскад с общим эмиттером

– Три схемы включения транзистора

– Низкочастотная коррекция коллекторным фильтром

– Усилитель низкой частоты на ИМС

4 Методические материалы

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

Согласована на портале № 18858

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

4.1. Основная литература

1. Схемотехника. Часть 3: Учебное пособие / Озеркин Д. В. - 2012. 154 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1205, свободный.

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. Схемотехника сверхширокополосных и полосовых усилителей мощности: Учебное пособие / Титов А. А. - 2007. 197 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/743, свободный.

2. Схемотехника аналоговых электронных устройств: Учебное пособие / Красько А. С. - 2006. 180 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/938, свободный.

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Схемотехника аналоговых электронных устройств: Учебно-методическое пособие / Шарыгина Л. И. - 2012. 87 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/755, свободный.

2. Сборник задач по основам радиотехники: Учебно-методическое пособие / Титов А. А. - 2007. 88 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/948, свободный.

3. Схемотехника аналоговых электронных устройств: Лабораторный практикум / Шарыгина Л. И. - 2012. 63 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/754, свободный.

4. Схемотехника аналоговых электронных устройств: Методические указания к самостоятельной работе / Авдоченко Б. И. - 2016. 27 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6393, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

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

Согласована на портале № 18858