МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Схемотехника телекоммуникационных устройств

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи**
Направленность (профиль) / специализация: **Системы радиосвязи и радиодоступа**
Форма обучения: **заочная (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**
Факультет: **ФДО, Факультет дистанционного обучения**
Кафедра: **ТОР, Кафедра телекоммуникаций и основ радиотехники**
Курс: **3**
Семестр: **6**
Учебный план набора 2014 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	6 семестр	Всего	Единицы
1	Самостоятельная работа под руководством преподавателя	22	22	часов
2	Лабораторные работы	4	4	часов
3	Контроль самостоятельной работы	4	4	часов
4	Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)	4	4	часов
5	Всего контактной работы	34	34	часов
6	Самостоятельная работа	209	209	часов
7	Всего (без экзамена)	243	243	часов
8	Подготовка и сдача экзамена	9	9	часов
9	Общая трудоемкость	252	252	часов
			7.0	З.Е.

Контрольные работы: 6 семестр - 2
Экзамен: 6 семестр
Курсовой проект / курсовая работа: 6 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 43565

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 12 от « 4 » 7 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, утвержденного 06.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РТС «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

старший преподаватель каф. ТЭО	_____	А. В. Гураков
доцент каф. РТС	_____	Г. Н. Якушевич
Заведующий обеспечивающей каф. РТС	_____	С. В. Мелихов

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

Декан ФДО	_____	И. П. Черкашина
Заведующий выпускающей каф. ТОР	_____	А. А. Гельцер

Эксперты:

Доцент кафедры технологий электронного обучения (ТЭО)	_____	Ю. В. Морозова
Доцент кафедры радиотехнических систем (РТС)	_____	В. А. Громов

Согласована на портале № 43565

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

изучение основ схемотехники телекоммуникационных устройств, методов их анализа.

1.2. Задачи дисциплины

– формирование у студентов знаний и умений, позволяющих осуществлять схемотехническое проектирование, анализ работы, ремонт и техническое обслуживание устройств, обеспечивающих усиление и аналоговую обработку сигналов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Схемотехника телекоммуникационных устройств» (Б1.В.ОД.3) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Радиоавтоматика, Теория электрических цепей, Электроника.

Последующими дисциплинами являются: Метрология, стандартизация и сертификация в инфокоммуникациях, Пакеты прикладных программ, Радиопередающие устройства систем радиосвязи и радиодоступа, Радиоприемные устройства систем радиосвязи и радиодоступа, Разработка устройств для систем беспроводной связи.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-10 способностью к разработке проектной и рабочей технической документации, оформлению законченных проектно-конструкторских работ в соответствии с нормами и стандартами;

– ПК-11 умением проводить технико-экономическое обоснование проектных расчетов с использованием современных подходов и методов;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** схемы и принципы работы основных аналоговых телекоммуникационных устройств, в том числе на транзисторах и операционных усилителях, схем стабилизации режима активных элементов; назначение элементов базовых схем аналоговых телекоммуникационных устройств и влияния изменения их параметров на основные показатели; принципы построения цепей обратной связи и их влияния на основные показатели устройств.

– **уметь** применять методы анализа для исследования параметров и характеристик аналоговых телекоммуникационных устройств, в том числе с использованием эквивалентных схем активных элементов и динамических характеристик.

– **владеть** навыками самостоятельной работы на компьютере и в компьютерных сетях; быть способным к компьютерному моделированию устройств, систем и процессов с использованием универсальных пакетов прикладных компьютерных программ.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		6 семестр
Контактная работа (всего)	34	34
Самостоятельная работа под руководством преподавателя (СРП)	22	22
Лабораторные работы	4	4
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4
Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа) (КСР (КП/КР))	4	4
Самостоятельная работа (всего)	209	209

Согласована на портале № 43565

Подготовка к контрольным работам	90	90
Выполнение курсового проекта / курсовой работы	19	19
Оформление отчетов по лабораторным работам	4	4
Подготовка к лабораторным работам	6	6
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	90	90
Всего (без экзамена)	243	243
Подготовка и сдача экзамена	9	9
Общая трудоемкость, ч	252	252
Зачетные Единицы	7.0	

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	СРП, ч	Лаб. раб., ч	КСР, ч	КСР (КП/КР), ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
6 семестр							
1 Основные характеристики усилительных устройств.	2	0	4	4	12	14	ПК-10, ПК-11
2 Обратные связи в усилителях.	2	0			12	14	ПК-10, ПК-11
3 Эквивалентные схемы и малосигнальные параметры усилительных приборов.	2	0			12	14	ПК-10, ПК-11
4 Усилительный каскад с общим эмиттером.	2	4			22	28	ПК-10, ПК-11
5 Температурная стабилизация режима работы биполярного транзистора.	2	0			12	14	ПК-10, ПК-11
6 Каскад с общим эмиттером при работе в режиме большого сигнала.	2	0			12	14	ПК-10, ПК-11
7 Широкополосные усилители.	2	0			12	14	ПК-10, ПК-11
8 Усилительные каскады по схемам с общей базой и общим коллектором.	1	0			12	13	ПК-10, ПК-11
9 Усилительные каскады на полевых транзисторах.	1	0			12	13	ПК-10, ПК-11
10 Усилители мощности.	1	0			12	13	ПК-10, ПК-11
11 Операционные усилители.	1	0			12	13	ПК-10, ПК-11
12 Примеры применения операционных усилителей.	1	0			12	13	ПК-10, ПК-11

Согласована на портале № 43565

13 Избирательные усилители.	1	0			12	13	ПК-10, ПК-11
14 Генераторы гармонических колебаний.	1	0			12	13	ПК-10, ПК-11
15 Стабилизаторы постоянного напряжения.	1	0			31	32	ПК-10, ПК-11
Итого за семестр	22	4	4	4	209	243	
Итого	22	4	4	4	209	243	

5.2. Содержание разделов дисциплины (самостоятельная работа под руководством преподавателя)

Содержание разделов дисциплин (самостоятельная работа под руководством преподавателя) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (самостоятельная работа под руководством преподавателя)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины (самостоятельная работа под руководством преподавателя)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
1 Основные характеристики усилительных устройств.	Структурная схема усилительного устройства. Классификация электронных усилителей. Усилительные параметры. Амплитудно-частотная и фазочастотная характеристики. Переходная характеристика. Линейные и нелинейные искажения. Амплитудная характеристика, динамический диапазон. Способы связи между каскадами. Классы усиления.	2	ПК-10, ПК-11
	Итого	2	
2 Обратные связи в усилителях.	Виды обратных связей. Влияние ООС на стабильность коэффициента усиления. Влияние ООС на нелинейные искажения. Влияние ООС на величину входного и выходного сопротивлений усилителя. Амплитудно-частотная характеристика усилителя с ОС. Частотный критерий устойчивости усилителя с обратной связью. Запасы устойчивости по амплитуде и по фазе. Пример расчета характеристик усилителя с ООС.	2	ПК-10, ПК-11
	Итого	2	
3 Эквивалентные схемы и малосигнальные параметры усилительных приборов.	Способы включения биполярного транзистора. Характеристики транзистора при включении с общей базой. Характеристики транзистора при включении с общим эмиттером. Т-образная схема замещения транзистора при включении с общей базой. Т-образная схема замещения транзистора при включении с общим эмиттером. Н-параметры транзистора и их связь с	2	ПК-10, ПК-11

Согласована на портале № 43565

	параметрами физической эквивалентной схемы. Определение h-параметров по характеристикам транзистора. Типы полевых транзисторов. Характеристики и малосигнальные параметры полевых транзисторов. Эквивалентные схемы замещения полевых транзисторов		
	Итого	2	
4 Усилительный каскад с общим эмиттером.	Принцип работы и назначение элементов простейшего каскада УНЧ по схеме с общим эмиттером. Нагрузочные прямые постоянного и переменного тока. Анализ каскада в области средних частот. Анализ каскада в области нижних и верхних частот. Результирующие характеристики каскада.	2	ПК-10, ПК-11
	Итого	2	
5 Температурная стабилизация режима работы биполярного транзистора.	Цепи смещения с фиксированным током базы и фиксированным током эмиттера. Цепь смещения с эмиттерной стабилизацией рабочей точки транзистора. Цепь смещения с комбинированной отрицательной обратной связью по постоянному току.	2	ПК-10, ПК-11
	Итого	2	
6 Каскад с общим эмиттером при работе в режиме большого сигнала.	Выбор режима работы транзистора. Пример расчета усилительного каскада.	2	ПК-10, ПК-11
	Итого	2	
7 Широкополосные усилители.	Особенности формирования АЧХ широкополосных усилителей. Схемы высокочастотной коррекции. Схема низкочастотной коррекции.	2	ПК-10, ПК-11
	Итого	2	
8 Усилительные каскады по схемам с общей базой и общим коллектором.	Каскад с общей базой. Каскад с общим коллектором. УНЧ с гальванически связанными каскадами ОЭ-ОК.	1	ПК-10, ПК-11
	Итого	1	
9 Усилительные каскады на полевых транзисторах.	Каскад по схеме с общим истоком. Анализ каскада в области средних и верхних частот. Каскад с последовательной ООС по току.	1	ПК-10, ПК-11
	Итого	1	
10 Усилители мощности.	Трансформаторный выходной каскад в режиме класса А. Трансформаторный выходной каскад в режимах В и АВ. Влияние трансформатора на частотную характеристику усилителя. Бестрансформаторные выходные	1	ПК-10, ПК-11

Согласована на портале № 43565

	каскады. Выходные каскады в режиме класса В. Выходной каскад в режиме класса АВ. Каскад с вольтодобавкой. Выходной каскад УНЧ с квазидополнительной симметрией.		
	Итого	1	
11 Операционные усилители.	Дифференциальный усилительный каскад. Стабилизаторы тока. Операционный усилитель. Основные параметры и типовые схемы включения операционных усилителей.	1	ПК-10, ПК-11
	Итого	1	
12 Примеры применения операционных усилителей.	Инвертирующий усилитель постоянного тока. Неинвертирующий усилитель постоянного тока. Дифференциальный УПТ. Аналоговый сумматор. Аналоговый интегратор. Усилители переменного напряжения. Усилители с токовым выходом. Усилители тока. Амплитудный детектор. Выпрямитель среднего значения. Преобразователи сопротивления в напряжение. Пример расчета погрешностей измерительного УПТ.	1	ПК-10, ПК-11
	Итого	1	
13 Избирательные усилители.	Резонансный усилитель с параллельным LC-контуром. Каскодный усилитель. Избирательный усилитель типа RC со сложной ООС. Активные фильтры нижних и верхних частот.	1	ПК-10, ПК-11
	Итого	1	
14 Генераторы гармонических колебаний.	Структурная схема генератора. Условия баланса фаз и амплитуд. Автогенератор с трансформаторной обратной связью. Трехточечные генераторы. Кварцевая стабилизация частоты. Автогенератор с трехзвенной RC-цепью. Автогенератор с мостом Вина. Генератор с независимым возбуждением. Автогенератор на туннельном диоде.	1	ПК-10, ПК-11
	Итого	1	
15 Стабилизаторы постоянного напряжения.	Классификация стабилизаторов постоянного напряжения. Параметрический стабилизатор напряжения на кремниевом стабилитроне. Источник опорного напряжения. Компенсационный стабилизатор напряжения. Стабилизатор на операционном усилителе с ограничением выходного тока. Микросхемы	1	ПК-10, ПК-11

Согласована на портале № 43565

	стабилизаторов постоянного напряжения.		
	Итого	1	
Итого за семестр		22	

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	13	14	15
Предшествующие дисциплины															
1 Радиоавтоматика	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Теория электрических цепей	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3 Электроника	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Последующие дисциплины															
1 Метрология, стандартизация и сертификация в инфокоммуникациях	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2 Пакеты прикладных программ	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3 Радиопередающие устройства систем радиосвязи и радиодоступа	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4 Радиоприемные устройства систем радиосвязи и радиодоступа	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5 Разработка устройств для систем беспроводной связи	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

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, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Виды занятий					Формы контроля
	СРП	Лаб. раб.	КСР	КСР (КП/КР)	Сам. раб.	

Согласована на портале № 43565

ПК-10	+	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Тест, Отчет по курсовому проекту / курсовой работе
ПК-11	+	+	+	+	+	Контрольная работа, Экзамен, Проверка контрольных работ, Отчет по лабораторной работе, Тест, Отчет по курсовому проекту / курсовой работе

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

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
6 семестр			
4 Усилительный каскад с общим эмиттером.	Исследование усилительных каскадов на биполярных транзисторах.	4	ПК-10, ПК-11
	Итого	4	
Итого за семестр		4	

8. Контроль самостоятельной работы

Виды контроля самостоятельной работы приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Виды контроля самостоятельной работы

№	Вид контроля самостоятельной работы	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции
6 семестр			
1	Контрольная работа	2	ПК-10, ПК-11
2	Контрольная работа с автоматизированной проверкой	2	ПК-10, ПК-11
Итого		4	

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
6 семестр				
1 Основные	Самостоятельное	6	ПК-10, ПК-11	Контрольная

Согласована на портале № 43565

характеристики усилительных устройств.	изучение тем (вопросов) теоретической части курса			работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	6		
	Итого	12		
2 Обратные связи в усилителях.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6	ПК-10, ПК-11	Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	6		
	Итого	12		
3 Эквивалентные схемы и малосигнальные параметры усилительных приборов.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6	ПК-10, ПК-11	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	6		
	Итого	12		
4 Усилительный каскад с общим эмиттером.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6	ПК-10, ПК-11	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Тест, Экзамен
	Подготовка к лабораторным работам	6		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Подготовка к контрольным работам	6		
	Итого	22		
5 Температурная стабилизация режима работы биполярного транзистора.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6	ПК-10, ПК-11	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	6		
	Итого	12		
6 Каскад с общим эмиттером при работе в режиме большого сигнала.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6	ПК-10, ПК-11	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	6		
	Итого	12		
7	Самостоятельное	6	ПК-10, ПК-11	Контрольная

Согласована на портале № 43565

Широкополосные усилители.	изучение тем (вопросов) теоретической части курса			работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	6		
	Итого	12		
8 Усилительные каскады по схемам с общей базой и общим коллектором.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6	ПК-10, ПК-11	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	6		
	Итого	12		
9 Усилительные каскады на полевых транзисторах.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6	ПК-10, ПК-11	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	6		
	Итого	12		
10 Усилители мощности.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6	ПК-10, ПК-11	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	6		
	Итого	12		
11 Операционные усилители.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6	ПК-10, ПК-11	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	6		
	Итого	12		
12 Примеры применения операционных усилителей.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6	ПК-10, ПК-11	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	6		
	Итого	12		
13 Избирательные усилители.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6	ПК-10, ПК-11	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к	6		

Согласована на портале № 43565

	контрольным работам			
	Итого	12		
14 Генераторы гармонических колебаний.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6	ПК-10, ПК-11	Контрольная работа, Тест, Экзамен
	Подготовка к контрольным работам	6		
	Итого	12		
15 Стабилизаторы постоянного напряжения.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	6	ПК-10, ПК-11	Контрольная работа, Отчет по курсовому проекту / курсовой работе, Тест, Экзамен
	Выполнение курсового проекта / курсовой работы	19		
	Подготовка к контрольным работам	6		
	Итого	31		
	Выполнение контрольной работы	4	ПК-10, ПК-11	Контрольная работа
Итого за семестр		209		
	Подготовка и сдача экзамена	9		Экзамен
Итого		218		

10. Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)

Трудоемкость самостоятельной работы и формируемые компетенции в рамках выполнения курсового проекта / курсовой работы представлены таблице 10.1.

Таблица 10.1 – Трудоемкость самостоятельной работы и формируемые компетенции в рамках выполнения курсового проекта / курсовой работы

Вид самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр		
Разработка принципиальной электрической схемы конкретного устройства, перечня элементов, моделирования устройства в соответствии с требованиями конкретного технического задания.	4	ПК-10, ПК-11
Итого за семестр	4	

10.1. Темы курсовых проектов / курсовых работ

Примерная тематика курсовых проектов / курсовых работ:

- Нормирующий усилитель
- Микрофонный усилитель
- Регулятор частотных характеристик
- Усилитель-корректор канала записи
- Усилитель-корректор канала воспроизведения
- Формирователь псевдостереосигнала

Согласована на портале № 43565

- Расширитель стереобазы
- Усилитель-корректор затухания кабеля
- Усилитель широкополосный измерительный
- Усилитель импульсный измерительный

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется.

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Шарапов А.В. Аналоговая схемотехника [Электронный ресурс]: Учебное пособие / А.В. Шарапов − Томск Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2005. − 193 с. Доступ из личного кабинета студента. - Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 20.08.2018).

12.2. Дополнительная литература

1. Борисенко, А. Л. Схемотехника аналоговых электронных устройств. Функциональные узлы [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / А. Л. Борисенко. — М. Издательство Юрайт, 2018. — 126 с. Доступ из личного кабинета студента. - Режим доступа: https://biblio-online.ru/book/92773C04-2E40-4240-A578-54C7228E6BF3 (дата обращения: 24.08.2018).

12.3. Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Шарапов А.В. Аналоговая схемотехника [Электронный ресурс]: Учебное методическое пособие / А.В. Шарапов, Ю.Н. Тановицкий. − Томск Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2003. − 60 с. Доступ из личного кабинета студента. - Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 20.08.2018).
2. Колесов И.А. Проектирование аналоговых устройств [Электронный ресурс]: Методические указания по курсовому проектированию / И.А. Колесов. — Томск Факультет дистанционного обучения ТУСУР, 2010. — 205 с. Доступ из личного кабинета студента. - Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 20.08.2018).
3. Шарапов А.В. Аналоговая схемотехника : электронный курс / А.В. Шарапов. – Томск: ФДО, ТУСУР, 2018. Доступ из личного кабинета студента.
4. Колесов И.А. Проектирование аналоговых устройств: электронный курс / И.А. Колесов. – Томск: ФДО, ТУСУР, 2018. Доступ из личного кабинета студента.
5. Якушевич Г.Н. Схемотехника телекоммуникационных устройств [Электронный ресурс]: методические указания по организации самостоятельной работы для студентов заочной формы обучения направления подготовки 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи, обучающихся с применением дистанционных образовательных технологий / Г.Н. Якушевич , С. В. Мелихов. – Томск ФДО, ТУСУР, 2018. Доступ из личного кабинета студента. - Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library/ (дата обращения: 20.08.2018).

12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и 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.

Согласована на портале № 43565

12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Рекомендуется использовать источники из списка https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh (со свободным доступом). ЭБС «Юрайт»: www.biblio-online.ru (доступ из личного кабинета студента по ссылке https://biblio.fdo.tusur.ru/). ЭБС «Лань»: www.e.lanbook.com (доступ из личного кабинета студента по ссылке http://lanbook.fdo.tusur.ru).

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Кабинет для самостоятельной работы студентов

учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Коммутатор MicroTeak;
- Компьютер PENTIUM D 945 (3 шт.);
- Компьютер GELERON D 331 (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-zip
- ASIMEC (с возможностью удаленного доступа)
- Google Chrome
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
- MathCAD (с возможностью удаленного доступа)
- Microsoft Windows
- OpenOffice

13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Кабинет для самостоятельной работы студентов

учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Коммутатор MicroTeak;
- Компьютер PENTIUM D 945 (3 шт.);
- Компьютер GELERON D 331 (2 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-zip
- ASIMEC (с возможностью удаленного доступа)
- Google Chrome
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
- MathCAD (с возможностью удаленного доступа)
- Microsoft Windows
- OpenOffice

Согласована на портале № 43565

13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

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

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **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 комфортного просмотра.

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

14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

14.1.1. Тестовые задания

1. АЧХ это:
   а) зависимость Uвых от f:
   б) зависимость |Ku| от f:
   в) зависимость Uвых от Uвх:
   г) зависимость f от |Ku|.
2. Какие основные показатели АЧХ ?
   а) Uвых, fн, fв.
   б) Ко, fн, fв.

Согласована на портале № 43565

в) Ко, ty, Δ.
г) Кг, fн, fв.

3. ПХ это:
а) зависимость Uвых от t:
б) зависимость Uвых от Uвх:
в) зависимость Ко от Uвх:
г) зависимость t от Uвых.

4. Какие основные показатели ПХ ?
а) Ко, ty, Δ.
б) ty, Δ, σ.
в) Uвых, Δ, σ.
г) Ко, Δ, σ.

5. Как изменится АЧХ каскада с ОЭ при увеличении разделительных емкостей Ср ?
а) Уменьшится fн.
б) Увеличится fн.
в) Уменьшится fв.
г) Увеличится fв.

6 Как изменится АЧХ каскада с ОЭ при увеличении емкости нагрузки Сн ?
а) Уменьшится fн.
б) Увеличится fн.
в) Уменьшится fв.
г) Увеличится fв.

7. Как изменится ПХ импульсного усилителя при увеличении разделительных емкостей Ср ?
а) Уменьшится ty.
б) Увеличится ty.
в) Уменьшится Δ.
г) Увеличится Δ.

8. Как изменится ПХ импульсного усилителя при увеличении емкости нагрузки Сн ?
а) Уменьшится ty.
б) Увеличится ty.
в) Уменьшится Δ.
г) Увеличится Δ.

9. Для какого каскада приведены технические характеристики ? (Ku ≈ 1, Ki >> 1, Rвх – единицы кОм, Rвых – единицы, десятки Ом)
а) ОБ.
б) ОК.
в) ОЭ.
г) Каскод ОК-ОБ.

10. Для какого каскада приведены технические характеристики ? (Ku >> 1, Ki ≈ 1, Rвх – единицы, десятки Ом , Rвых – единицы кОм).
а) ОБ.
б) ОК.
в) ОЭ.
г) Каскод ОК-ОК.

11. Последовательная ОС по току это:
а) ОС Z-типа.
б) ОС H-типа.
в) ОС Y-типа.
г) ОС G-типа.

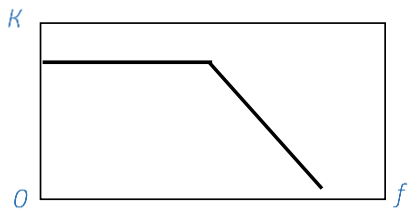
12. Последовательная ОС по напряжению это:
а) ОС Z-типа.
б) ОС H-типа.
в) ОС Y-типа.
г) ОС G-типа.

Согласована на портале № 43565

13. Параллельная ОС по напряжению это:
а) ОС Z-типа.
б) ОС H-типа.
в) ОС Y-типа.
г) ОС G-типа.
14. Параллельная ОС по току это:
а) ОС Z-типа.
б) ОС H-типа.
в) ОС Y-типа.
г) ОС G-типа.
15. Для какого типа ОС приведены показатели? (Ku ос ≈ Ku, Ki ос < Ki, Rвх ос < Rвх, Rвых ос < Rвых)
а) Последовательная ОС по току.
б) Последовательная ОС по напряжению.
в) Параллельная ОС по напряжению.
г) Параллельная ОС по току.
16. Для какого типа ОС приведены показатели? (Ku ос < Ku, Ki ос ≈ Ki, Rвх ос > Rвх, Rвых ос > Rвых)
а) Последовательная ОС по току.
б) Последовательная ОС по напряжению.
в) Параллельная ОС по напряжению.
г) Параллельная ОС по току.
17. Для какого типа ОС приведены показатели? (Ku ос ≈ Ku, Ki ос < Ki, Rвх ос < Rвх, Rвых ос > Rвых)
а) Последовательная ОС по току.
б) Последовательная ОС по напряжению.
в) Параллельная ОС по напряжению.
г) Параллельная ОС по току.
18. Для какого типа ОС приведены показатели? (Ku ос < Ku, Ki ос ≈ Ki, Rвх ос > Rвх, Rвых ос < Rвых)
а) Последовательная ОС по току.
б) Последовательная ОС по напряжению.
в) Параллельная ОС по напряжению.
г) Параллельная ОС по току.
19. Коэффициент усиления по напряжению инвертирующего каскада на ОУ равен
а) Ku = 1 + Roc / Rвх.
б) Ku = - Roc / Rвх.
в) Ku = 1 - Roc / Rвх.
г) Ku = -Rвх / Roc.
20. Коэффициент усиления по напряжению неинвертирующего каскада на ОУ равен
а) Ku = 1 + Roc / Rвх.
б) Ku = - Roc / Rвх.
в) Ku = 1 - Roc / Rвх.
г) Ku = -Rвх / Roc.

14.1.2. Экзаменационные тесты

1. Указать тип усилителя, амплитудно-частотная характеристика которого соответствует приведенной на рисунке.

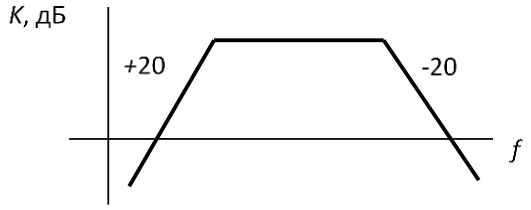


а) УПТ

Согласована на портале № 43565

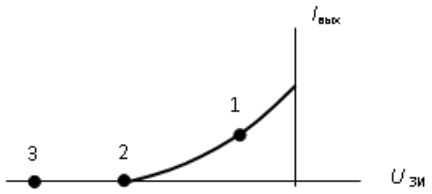
б) УНЧ
в) УВЧ
г) УПЧ

2. Какая характеристика усилителя приведена на рисунке?



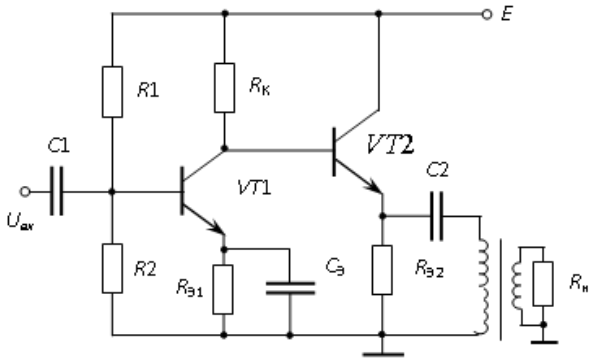
а) ЛАЧХ
б) ЛФЧХ
в) Переходная
г) Амплитудная

3. Какому классу усиления соответствует рабочая точка 2 на проходной ха-рактеристике полевого транзистора?



а) А
б) В
в) АВ
г) С

4. Указать тип связи между источником сигнала и усилителем.



а) Емкостная
б) Непосредственная
в) Трансформаторная
г) Резисторная

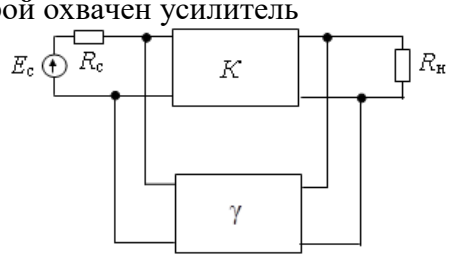
5. Какой параметр усилителя определяет приведенное ниже соотношение?

$$K_e = \frac{R_{вх}}{R_{вх} + R_c} K_U$$

а) Коэффициент полезного действия
б) Коэффициент нелинейных искажений
в) Сквозной коэффициент усиления
г) Коэффициент усиления по мощности

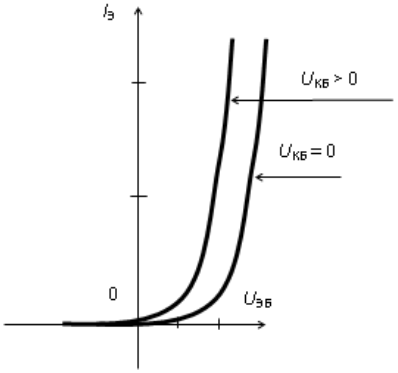
Согласована на портале № 43565

6. Указать тип обратной связи, которой охвачен усилитель



а) Параллельная по напряжению
б) Параллельная по току
в) Последовательная по напряжению
г) Последовательная по току

7. Входные характеристики какого включения транзистора приведены на рисунке?



а) ОБ
б) ОЭ
в) ОК

8. Какой из параметров транзистора определяет коэффициент передачи тока при коротком замыкании на выходе?

а) h_{11}
б) h_{12}
в) h_{21}
г) h_{22}

9. Для чего используется резистор $R_Э$ в усилительном каскаде с общим эмиттером?

а) Для стабилизации коэффициента усиления
б) Для температурной стабилизации режима
в) Для введения ООС по переменному току
г) Для увеличения усиления по напряжению

10. Какой из способов включения транзистора обеспечивает наибольшую полосу пропускания при работе на нагрузку емкостного характера?

а) ОЭ
б) ОБ
в) ОК

11. Указать параметр операционного усилителя, имеющий размерность мкВ/оС.

а) $\delta U_{см}$
б) $M_{сф}$
в) f_1

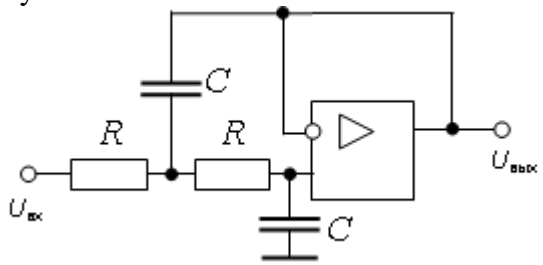
Согласована на портале № 43565

г) $U_{см}$

12. Отметить возможные пути получения частотной характеристики столооб-разной формы в усилителях промежуточной частоты.

а) Стабилизация напряжения источника питания
б) Использование последовательно включенных взаимно расстроенных каска-дов
в) Использование двухконтурного фильтра со связью, близкой к критической
г) Каскодное включение транзисторов
д) Использование кварцевого резонатора

13. Какой фильтр приведен на рисунке?



а) нижних частот первого порядка
б) нижних частот второго порядка
в) верхних частот первого порядка
г) верхних частот второго порядка

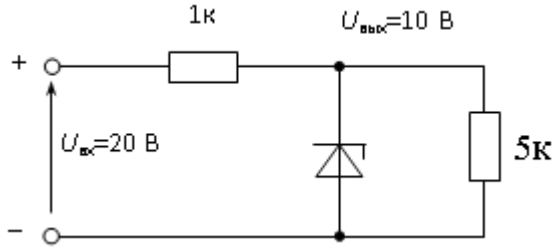
14. Какие условия необходимо выполнить для возникновения автоколебаний в генераторе синусоидального напряжения?

а) Баланс фаз
б) Баланс мощностей
в) Баланс амплитуд
г) Баланс температур
д) Баланс токов

15. Какие средства применяются для стабилизации частоты колебаний в автогенераторах гармонических колебаний?

а) Термостатирование
б) АРУ
в) Кварцевые резонаторы
г) Терморезисторы

16. Какой стабилизатор изображен на рисунке?

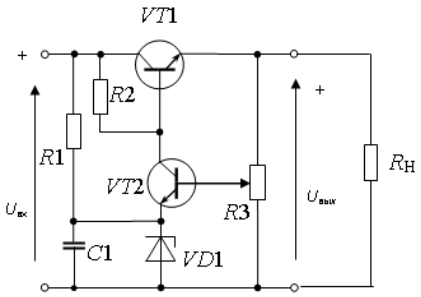


а) Последовательный параметрического типа
б) Параллельный параметрического типа
в) Последовательный компенсационного типа
г) Параллельный компенсационного типа

Согласована на портале № 43565

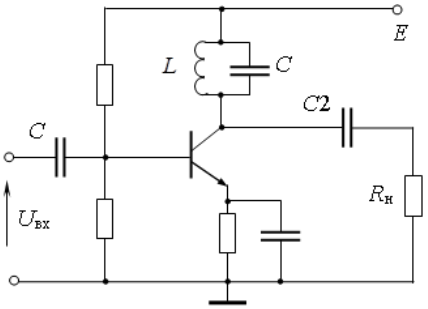
17. В списке микросхем указать стабилизатор напряжения с выходным напряжением 5 В.
   а) К142ЕН3
   б) К142ЕН5А
   в) К142ЕН8
   г) К140УД20
   д) К153УД2

18. Что происходит с напряжением UКЭ2 при увеличении тока нагрузки?



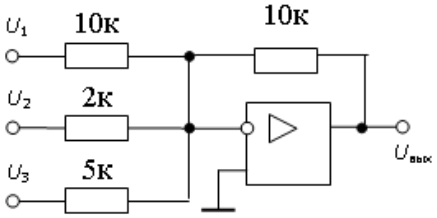
   а) Возрастает
   б) Уменьшается
   в) Остается неизменным

19. Оценить резонансную частоту каскада в килогерцах при L=100 мкГн, С=10000 пФ. Ответ округлить до целого числа.



   а) 160
   б) 159
   в) 158
   г) 157

20. Оценить напряжение на выходе в вольтах при $U_3=U_2=U_1=1$ В.



   а) -8
   б) -9
   в) -7
   г) -6

14.1.3. Темы контрольных работ

Согласована на портале № 43565

Анализ усилительных каскадов на биполярном транзисторе и операционном усилителе.

1. Указать способ включения биполярного транзистора. Рассчитать координаты точки покоя (напряжение и ток в выходной цепи транзистора до подачи входного сигнала) и их нестабильность в диапазоне температур (20…50) °С.

2. Построить нагрузочные прямые постоянного и переменного тока.

3. Изобразить эквивалентную схему каскада УНЧ для рабочего диапазона частот (области средних частот). Оценить коэффициент усиления по напряжению, входное и выходное сопротивления.

4. Определить коэффициент усиления операционного усилителя по напряжению на средних частотах.

5. Определить входное и выходное сопротивления.

6. Оценить полосу пропускания на уровне 3 дБ.

7. Оценить возможную ошибку смещения нуля и дрейф нулевого уровня на выходе операционного усилителя в диапазоне температур (20…50) °С.

Схемотехника телекоммуникационных устройств

1. Напряжение и ток в рабочей точке транзистора, работающего в усилительном каскаде класса А, U0=13 В и ток I0=1 А соответственно.

Определите температуру коллекторного перехода, если температура окружающей среды 28°С, а тепловое сопротивление участка «переход транзистора-окружающая среда» 2°С/Вт.

а) 58
б) 56
в) 54
г) 52

2. Амплитуды первых четырех гармоник выходного тока транзисторного усилителя составили соответственно 20 мА, 2 мА, 3 мА и 1 мА.

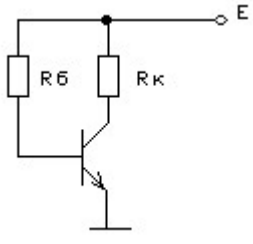
Оцените коэффициент гармоник $I_{вых}$. Ответ дайте в процентах с точностью до целого значения.

а) 20
б) 19
в) 18
г) 17

3. Укажите изменение параметров усилителя при его охвате параллельной отрицательной обратной связью по напряжению.

а) Выходное сопротивление уменьшается
б) Входное сопротивление уменьшается
в) Входное сопротивление возрастает
г) Выходное сопротивление возрастает

4. Определите ток коллектора в схеме, если E=10 В, $U_{эб}$=0.7 В, β=50, $R_б$=465 кОм, $R_к$=5 кОм.

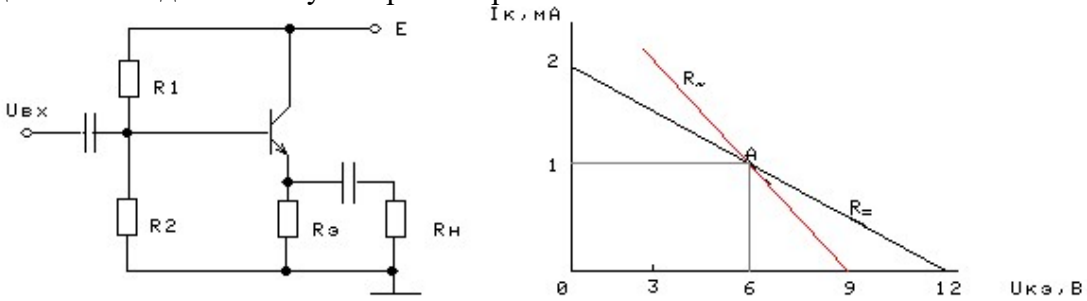


а) 0.5
б) 0.78

Согласована на портале № 43565

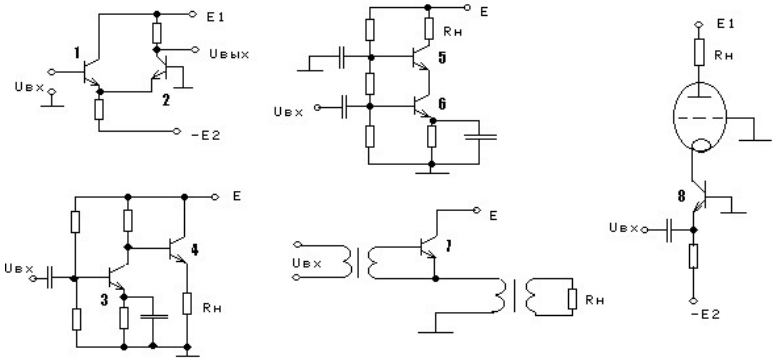
в) 1
г) 1.1

5. Для какой цели в каскаде используется резистор R_2



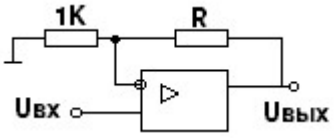
а) Для повышения входного сопротивления каскада
б) Для уменьшения входного сопротивления каскада
в) Для улучшения температурной стабильности рабочей точки А

6. Определите транзисторы, включенные по схеме с ОК.



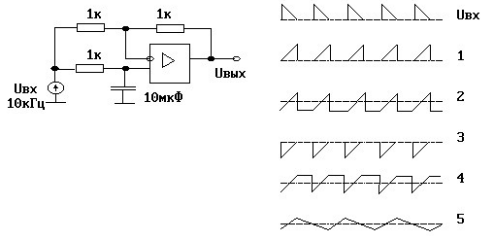
Указания: В ответ введите через точку с запятой по порядку номера транзисторов.
Пример ввода ответа: 1;2

7. Оцените относительную нестабильность $\delta K_{ос}$, если относительная нестабильность δK при изменении температуры от 0 до 50 °С составила 40%, $K=10^4$, а R=999 кОм.



а) 15
б) 16
в) 17
г) 18

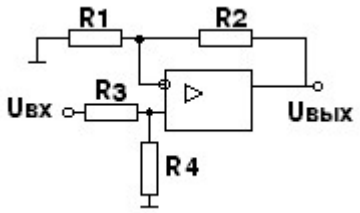
8. Определите временную диаграмму выходного напряжения



***Указания**: В ответ введите номер одной из представленных диаграмм.*
Пример ввода ответа: 3

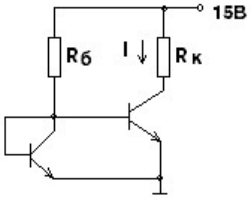
Согласована на портале № 43565

9. Оцените напряжение на выходе операционного усилителя, если $U_{вх}$=2 мВ, R1=7 кОм, R2=525 кОм, R3=28 кОм, R4=2100 кОм. Ответ дайте в мВ с точностью до целого значения.



а) 150
б) 151
в) 152
г) 153

10. Определите ток I, если β=100, $U_{эб}$=0.7 В, $R_б$=35 кОм, $R_к$=4 кОм. Ответ дайте в мА с точностью до одной цифры после десятичной точки.



а) 85
б) 86
в) 87
г) 88

14.1.4. Темы лабораторных работ

Исследование усилительных каскадов на биполярных транзисторах.

14.1.5. Темы курсовых проектов / курсовых работ

Нормирующий усилитель
Микрофонный усилитель
Регулятор частотных характеристик
Усилитель-корректор канала записи
Усилитель-корректор канала воспроизведения
Формирователь псевдостереосигнала
Расширитель стереобазы
Усилитель-корректор затухания кабеля
Усилитель широкополосный измерительный
Усилитель импульсный измерительный

14.1.6. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими

Согласована на портале № 43565

научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

- чтение или просмотр материала необходимо осуществлять медленно, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;
- если в тексте встречаются термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;
- необходимо осмысливать прочитанное и изученное, отвечать на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия в форме вебинаров. Расписание вебинаров публикуется в кабинете студента на сайте Университета. Запись вебинара публикуется в электронном курсе по дисциплине.

14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	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 (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 материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов 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.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся 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 лиц с ограниченными возможностями

Согласована на портале № 43565

здоровья и 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 лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 43565