МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____П.В. Сенченко
«23» _____12_____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

НЕЛИНЕЙНЫЕ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.01 Радиотехника**
Направленность (профиль) / специализация: **Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов**
Форма обучения: **заочная (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**
Факультет: **Факультет дистанционного обучения (ФДО)**
Кафедра: **Кафедра радиоэлектроники и систем связи (РСС)**
Курс: **3**
Семестр: **6**
Учебный план набора 2021 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	6 семестр	Всего	Единицы
Курсовая работа	4	4	часов
Самостоятельная работа	122	122	часов
Самостоятельная работа под руководством преподавателя	12	12	часов
Контрольные работы	2	2	часов
Подготовка и сдача зачета с оценкой	4	4	часов
Общая трудоемкость	144	144	часов
(включая промежуточную аттестацию)		4	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр	Количество
Зачет с оценкой	6	
Курсовая работа	6	
Контрольные работы	6	1

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 23.12.2020
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 70486

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Изучение фундаментальных особенностей нелинейных элементов и цепей на схемотехнически простых примерах.

1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение определений линейных и нелинейных цепей в радиотехнике и математике, обзор областей применения нелинейных эффектов в радиотехнике.
2. Изучение моделей нелинейных объектов.
3. Изучение методов селекции и измерения нелинейных искажений сигналов.
4. Изучение приложений нелинейного анализа сверхкороткоимпульсных сигналов в различных системах зондирования, диагностики и измерения.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.01.05.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):
Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
-	-	-
Профессиональные компетенции		
ПКР-1. Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ	ПКР-1.1. Умеет строить физические и математические модели модулей, узлов, блоков радиотехнических устройств и систем.	Умеет синтезировать простые нелинейные цепи по заданным функциональным свойствам и умеет рассчитывать их характеристики.
	ПКР-1.2. Владеет навыками компьютерного моделирования.	Имеет навыки расчета характеристик нелинейных цепей на компьютере.

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.
Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.
Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Согласована на портале № 70486

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		6 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	18	18
Курсовая работа	4	4
Самостоятельная работа под руководством преподавателя	12	12
Контрольные работы	2	2
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	122	122
Подготовка к контрольной работе	52	52
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	58	58
Выполнение курсовой работы	10	10
Написание отчета по курсовой работе	2	2
Подготовка и сдача зачета с оценкой	4	4
Общая трудоемкость (в часах)	144	144
Общая трудоемкость (в з.е.)	4	4

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Контр. раб.	Курс. раб.	СРП, ч.	Сам. раб., ч	Всего часов (без промежуточной аттестации)	Формируемые компетенции
6 семестр						
1 Введение. Общие понятия линейности и нелинейности	2	4	3	22	31	ПКР-1
2 Нелинейные элементы			3	30	33	ПКР-1
3 Схемотехника нелинейных цепей			3	30	33	ПКР-1
4 Нелинейные искажения в нелинейных цепях			3	40	43	ПКР-1
Итого за семестр	2	4	12	122	140	
Итого	2	4	12	122	140	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины	СРП, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
1 Введение. Общие понятия линейности и нелинейности	Введение. Линейность физики и математики в терминах линейной алгебры. Определение нелинейной цепи. Применение нелинейных эффектов в радиотехнике.	3	ПКР-1
	Итого	3	

Согласована на портале № 70486

2 Нелинейные элементы	Нелинейные свойства линейных элементов . Полупроводниковый диод. Вольт-амперная характеристика диода. Последовательное сопротивление потерь диода. Емкость диода. Нелинейная емкость p-n-перехода. Диффузионная емкость p-n-перехода. Полная емкость p-n-перехода. Нелинейно-инерционная модель диода. Биполярные транзисторы. Простейшая нелинейная модель транзистора. Модель биполярного транзистора Гуммеля-Пуна. Полевой транзистор с изоляцией затвора p-n-переходом (JFET). MOSFET-транзистор. Специальные виды нелинейных элементов. Лавинный диод. Лавинный транзистор. Диоды с накоплением заряда (ДНЗ). Тиристоры.	3	ПКР-1
	Итого	3	
3 Схемотехника нелинейных цепей	Методика проектирования нелинейных цепей. Пиковый амплитудный детектор. Детектор средневыпрямленного значения. Двухполупериодный детектор средневыпрямленного значения. Детектор среднеквадратического значения. Диодный удвоитель частоты. Умножители частоты на ДНЗ. Формирователи коротких импульсов с помощью ДНЗ. S-диоды и формирователи импульсов на них. Однодиодный преобразователь частоты. Балансный (двухдиодный) преобразователь частоты. Двойной балансный преобразователь частоты. Схемы с использованием нелинейной емкости диодов. Нелинейные линии передачи. Усилители на варикапах (параметрические усилители). Перевод диодных нелинейных схем на транзисторы. Балансные схемы на транзисторах. Минималистичная модель транзистора. Простейший усилитель на транзисторе. Эмиттерный повторитель. Повторитель тока. Обратные связи. Токовая обратная связь. Обратная связь как стабилизатор рабочей точки транзистора. Цепь с положительной обратной связью. Негаторы. Операционный усилитель. Основные параметры и типовые схемы включения операционных усилителей. Инвертирующий усилитель постоянного тока. Неинвертирующий усилитель постоянного тока. Усилители переменного напряжения.	3	ПКР-1
	Итого	3	

Согласована на портале № 70486

4 Нелинейные искажения в нелинейных цепях	Параметры и характеристики нелинейных устройств. Общее определение нелинейных искажений. Точка компрессии. Точка пересечения гармоник Амплитудно-фазовая конверсия. Методы анализа устройств с АФК. АФК в усилительных устройствах. Ослабление эффектов АФК в усилительных устройствах. Нелинейные искажения импульсного сигнала.	3	ПКР-1
	Итого	3	
Итого за семестр		12	
Итого		12	

5.3. Контрольные работы

Виды контрольных работ и часы на контрольные работы приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Контрольные работы

№ п.п.	Виды контрольных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
1	Контрольная работа с автоматизированной проверкой	2	ПКР-1
Итого за семестр		2	
Итого		2	

5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

5.5.Контроль самостоятельной работы (курсовая работа)

Содержание самостоятельной работы и ее трудоемкость, а также формируемые компетенции в рамках выполнения курсовой работы представлены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Содержание самостоятельной работы и ее трудоемкость в рамках выполнения курсовой работы

Содержание самостоятельной работы в рамках выполнения курсовой работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр		
Методика проектирования нелинейных цепей. Параметры и характеристики нелинейных устройств. Общее определение нелинейных искажений. Точка компрессии. Нелинейные искажения импульсного сигнала.	4	ПКР-1
Итого за семестр	4	
Итого	4	

Примерная тематика курсовых работ:

1. Выходной каскад УНЧ.
2. Усилительный каскад с ОЭ.
3. Избирательный усилитель.
4. Амплитудный детектор на операционных усилителях.
5. Влияние отрицательной обратной связи на величину входного и выходного сопротивлений усилителя.
6. Резонансный усилитель на ОУ.

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в

Согласована на портале № 70486

таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
6 семестр				
1 Введение. Общие понятия линейности и нелинейности	Подготовка к контрольной работе	12	ПКР-1	Контрольная работа
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	10	ПКР-1	Зачёт с оценкой, Тестирование
	Итого	22		
2 Нелинейные элементы	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	15	ПКР-1	Зачёт с оценкой, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	15	ПКР-1	Контрольная работа
	Итого	30		
3 Схемотехника нелинейных цепей	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	13	ПКР-1	Зачёт с оценкой, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	5	ПКР-1	Контрольная работа
	Выполнение курсовой работы	10	ПКР-1	Курсовая работа
	Написание отчета по курсовой работе	2	ПКР-1	Отчет по курсовой работе
	Итого	30		
4 Нелинейные искажения в нелинейных цепях	Подготовка к контрольной работе	20	ПКР-1	Контрольная работа
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	20	ПКР-1	Зачёт с оценкой, Тестирование
	Итого	40		
Итого за семестр		122		
	Подготовка и сдача зачета с оценкой	4		Зачет с оценкой
Итого		126		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Согласована на портале № 70486

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности				Формы контроля
	Курс. раб.	Конт.Раб.	СРП	Сам. раб.	
ПКР-1	+	+	+	+	Зачёт с оценкой, Контрольная работа, Курсовая работа, Отчет по курсовой работе, Тестирование

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Алдошин, Г. Т. Теория линейных и нелинейных колебаний : учебное пособие / Г. Т.1. Алдошин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-1460-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/168476.

2. Лекции по аналоговым электронным устройствам: Учебное пособие / Л. И. Шарыгина - 2017. 149 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6933.

7.2. Дополнительная литература

1. Аналоговая схемотехника: Учебное пособие / А. В. Шарапов - 2006. 193 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/832.

2. Цифровые и аналоговые быстродействующие устройства: Курс лекций / Б. И. Авдоченко - 2007. 165 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/954.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Моделирование переходных процессов в линейных и нелинейных электрических цепях :1. учебно-методическое пособие / Е. А. Карпов, В. Н. Тимофеев, Ю. С. Перфильев [и др.]. — Красноярск : СФУ, 2019. — 190 с. — ISBN 978-5-7638-4081-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/157730.

2. Ткачук, А. А. Резонанс в цепи переменного тока с нелинейной индуктивностью2. (феррорезонанс) / А. А. Ткачук. — Санкт-Петербург : ПГУПС, 2017. — 12 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/93827.

7.3.2. 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 № 70486

7.4. Иное учебно-методическое обеспечение

1. Шевченко Г.М., Фатеев А.В. Нелинейные радиотехнические цепи [Электронный ресурс]: электронный курс. Томск: ФДО, ТУСУР, 2019 (доступ из личного кабинета студента) .

7.5. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

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

Учебные аудитории для проведения занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, для самостоятельной работы студентов

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

Описание имеющегося оборудования:

- Веб-камера - 6 шт.;
- Наушники с микрофоном - 6 шт.;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip;
- Google Chrome;
- Kaspersky Endpoint Security для Windows;
- LibreOffice;
- Microsoft Windows;

8.2. 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, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

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

8.3. 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

Согласована на портале № 70486

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 зрения** 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.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Введение. Общие понятия линейности и нелинейности	ПКР-1	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Нелинейные элементы	ПКР-1	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Схемотехника нелинейных цепей	ПКР-1	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Отчет по курсовой работе	Примерный перечень тематик курсовых работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Курсовая работа	Примерный перечень тематик курсовых работ

Согласована на портале № 70486

4 Нелинейные искажения в нелинейных цепях	ПКР-1	Зачёт с оценкой	Перечень вопросов для зачета с оценкой
		Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.

Согласована на портале № 70486

4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Линейная цепь в радиотехнике описывается уравнением:
   а) y = a x, где a - скаляр;
   б) y = A x, где A - произвольная матрица;
   в) y = A x, где A - циркулянт.
2. Нелинейные искажения сигналов цепями в принципе определяются:
   а) по появлению высших гармоник в спектре сигнала;
   б) по появлению новых частот в спектре сигнала;
   в) по отличию отклика объекта от отклика линеаризованной модели объекта.
3. Усилитель – это линейная цепь или нелинейная?
   а) линейная;
   б) нелинейная;
   в) линейная по направлению от входа к выходу и нелинейная по направлению от источника питания к выходу;
   г) линейная по направлению от источника питания к выходу и нелинейная по направлению от входа к выходу.
4. Смеситель в преобразователе частоты работает как:
   а) сумматор;
   б) перемножитель;
   в) делитель.
5. Умножитель частоты вдвое работает как:
   а) схема возведения в квадрат;
   б) схема умножения на два.
6. Какая формула неправильно описывает работу конденсатора как нелинейного элемента?
   а) q = C(q) u;
   б) q = C(u) u;
   в) i = C(u) du/dt.
7. Диффузионная емкость p-n-перехода проявляет нелинейные свойства?
   а) нет;
   б) диффузионный заряд линейно зависит от тока электропроводности и нелинейно от напряжения на p-n-переходе;
   в) диффузионный заряд линейно зависит от напряжения на p-n-переходе и нелинейно от тока электропроводности.
8. Диодный детектор в режиме малого сигнала работает как:
   а) пиковый;
   б) детектор среднеквадратического значения;
   в) детектор средневыпрямленного значения.
9. Диод с накоплением заряда проявляет свои функциональные свойства:
   а) при переходе из закрытого состояния в открытое;
   б) при переходе из открытого состояния в закрытое.
10. Основное отличие балансного смесителя состоит в том, что:
    а) исключается прямая передача сигнала с одного из входов на выход;
    б) входы смесителя выполняются симметричными (парафазными);
    в) устройство содержит два смесителя, работающие в квадратуре.

Согласована на портале № 70486

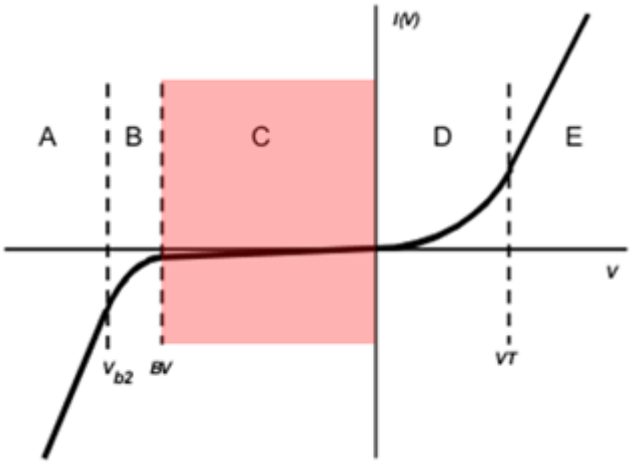
11. Для работы варикапа в режиме усиления необходимо:
    а) уменьшать емкость в момент максимума модуля накопленного заряда;
    б) увеличивать емкость в момент максимума модуля накопленного заряда;
    в) уменьшать емкость в момент минимума модуля накопленного заряда.
12. Негаторы - это:
    а) цепь с положительной обратной связью;
    б) цепь с отрицательной обратной связью.
13. Полупроводниковый диод – это …
    а) полупроводниковый прибор, на ВАХ которых имеются один или более S-образных участков, что доказывает, что у прибора отрицательное дифференциальное сопротивление;
    б) электронный прибор, работа которого основана на зависимости барьерной ёмкости p-n-перехода от обратного напряжения;
    в) двухполюсный элемент, полученный формированием по обе стороны некоторой границы областей с разным количеством свободных электронов (n-область) и дырок (p-область).
14. За счет наличия какого заряда, в фазе хранения диод удерживает напряжение на себе на уровне около 0.6?
    а) барьерный и дрейфовый заряд;
    б) барьерный заряд;
    в) диффузионный заряд.
15. Нелинейные искажения возникают при работе усилителя в ....
    а) режиме большого сигнала, когда проявляются нелинейные зависимости между напряжениями и токами в его цепях; б) режиме малого сигнала, когда проявляются нелинейные зависимости между напряжениями и токами в его цепях;
    в) режиме большого сигнала, когда проявляются линейные зависимости между напряжениями и токами в его цепях;
    г) режиме большого сигнала, когда проявляются линейные зависимости между токами в его цепях.
16. Коэффициент гармоник – это …
    а) отношение суммарного действующего значения напряжения (или тока) гармоник к напряжению (или току) основной частоты;
    б) разница между суммарным значением напряжения гармоник к напряжению основной частоты;
    в) разница между суммарным значением тока гармоник к напряжению основной частоты.
17. Рабочая точка усилительного элемента выбирается на _____ характеристик(-е)
    а) семействе выходных статических;
    б) входной динамической;
    в) сквозной динамической;
    г) семействе входных статических.
18. Рабочая точка усилительного элемента выбирается на _____ характеристик(-е)
    а) семействе выходных статических;
    б) входной динамической;
    в) сквозной динамической;
    г) семействе входных статических.
19. Применение в усилителе параллельной отрицательной обратной связи по напряжению приводит к _____ входного сопротивления.
    а) сохранению неизменной величины;
    б) увеличению;
    в) уменьшению до нуля величины;
    г) уменьшению.
20. Как возникает амплитудно-фазовая конверсия?
    а) возникает при прохождении амплитудно-модулированного сигнала через устройство, сдвиг фаз которого зависит от амплитуды входного сигнала;
    б) возникает при прохождении амплитудно-модулированного сигнала через устройство,

Согласована на портале № 70486

сдвиг фаз которого зависит от амплитуды выходного сигнала;
в) возникает при прохождении сигнал-шума через устройство, сдвиг фаз которого зависит от частоты входного сигнала;
г) возникает при прохождении амплитудно-модулированного сигнала через устройство, сдвиг фаз которого зависит от частоты входного сигнала

9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. В системе SPICE параметров модели JFETβ это:
   а) коэффициент, определяющий угол наклона зависимости проходной проводимости от uGS;
   б) параметр, определяющий выходную проводимость транзистора;
   в) напряжение отсечки;
   г) нет правильного ответа.
2. Определите режим работы биполярного транзистора, если эмиттерный и коллекторный переход смещены в прямом направлении:
   а) инверсный;
   б) насыщения;
   в) активный (усиления);
   г) отсечки.
3. На участке С ВАХ диода:



   а) омическое и дифференциальное сопротивление на участке обратного смещения (С) весьма велико (десятки МОм – единицы ГОм);
   б) омическое сопротивление на участке обратного смещения (С) весьма велико (десятки МОм – единицы ГОм);
   в) дифференциальное сопротивление на участке обратного смещения (С) весьма мало;
   г) омическое и дифференциальное сопротивление на участке обратного смещения (С) мало.
4. Крутизна вольт-амперной характеристики является основным параметром:
   а) биполярного транзистора;
   б) ДНЗ диода;
   в) полевого транзистора;
   г) IGBT – транзистора.
5. Ослабление сигнала на не резонансных частотах резонансного усилителя зависит от:
   а) коэффициента усиления;
   б) добротности резонансного контура;
   в) выходного сопротивления;
   г) входного сопротивления.
6. При введении ООС высшие гармоники через звено обратной связи подаются на вход усилителя и усиленными …
   а) вычитаются из выходного напряжения усилителя;
   б) прибавляются к выходному напряжению усилителя;

Согласована на портале № 70486

в) умножаются на выходное напряжение усилителя;
г) делятся на выходное напряжение усилителя.

7. Влияние ООС на нелинейные искажения:
   а) нелинейные искажения в усилителе с ООС будут больше;
   б) нелинейные искажения в усилителе с ООС будут меньше;
   в)никак не влияет.
8. Последовательная ООС по напряжению очень широко применяется, так как существенно улучшаются свойства усилителя:
   а) повышается стабильность коэффициента усиления по напряжению при изменениях параметров транзисторов;
   б) снижается уровень вносимых данным усилителем нелинейных искажений;
   в) расширяется полоса пропускания;
   г) увеличивается входное и уменьшается выходное сопротивление усилителя;
   д) все варианты правильные.
9. Если при гармоническом входном сигнале выходной сигнал усилителя по форме отличается от гармонического, то
   а) в усилителе имеются линейные искажения;
   б) в усилителе имеются нелинейные искажения;
   в) в усилителе не имеются нелинейные искажения;
   г) в усилителе не имеются линейные искажения.
10. Для гармонического сигнала среднеквадратическое значение равно:
    а) 0.707 от его амплитудного значения;
    б) 0.707 от его среднего значения;
    в) 0.707 от его среднего значения;
    г) 1.414 от его амплитудного значения.

9.1.3. Примерный перечень тематик курсовых работ

1. Выходной каскад УНЧ.
2. Усилительный каскад с ОЭ.
3. Избирательный усилитель.
4. Амплитудный детектор на операционных усилителях.
5. Влияние отрицательной обратной связи на величину входного и выходного сопротивлений усилителя.
6. Резонансный усилитель на ОУ.

9.1.4. Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы

1. Общий принцип нелинейно-инерционной модели транзистора:
   а) учитывается только емкость перехода база-коллектор. Емкость коллектор-эмиттер считают малой, поскольку эти электроды экранированы друг от друга базой;
   б) учитываются только емкости переходов база-эмиттер и база-коллектор. Емкость коллектор-эмиттер считают малой, поскольку эти электроды экранированы друг от друга базой;
   в) учитывается только емкость перехода база-эмиттер. Емкость коллектор-эмиттер считают малой, поскольку эти электроды экранированы друг от друга базой;
   г) учитывается только емкость перехода коллектор-эмиттер.
2. Количество диффузионного заряда q определяется величиной прямого тока через переход i и подвижностью носителей заряда по формуле:
   а) q(u) = TT i(u);
   б) q(u) = TT i(u)+BV;
   в) q(u) = N i(u)+TT;
   г) q(u) = BV i(u).
3. Варикап – это …
   а) полупроводниковые устройства, работа которых основана на изменении барьерной ёмкости p-n- перехода при изменении обратного напряжения;

Согласована на портале № 70486

б) полупроводниковые устройства, работа которых основана на изменении диффузионной ёмкости p-n- перехода при изменении обратного напряжения;
в) полупроводниковые устройства, работа которых основана на изменении барьерной ёмкости p-n- перехода при изменении прямого напряжения;
г) полупроводниковые устройства, работа которых основана на изменении барьерной ёмкости p-n- перехода при изменении обратного тока.

4. Диоды Шоттки по сравнению с кремниевыми полупроводниковыми диодами на основе p-n-перехода характеризуются:
   а) более высоким быстродействием;
   б) большими прямыми падениями напряжения;
   в)более высокими пробивными напряжениями;
   г) большими обратными токами.
5. Какому типу усилителей принадлежит операционный усилитель?
   а) усилитель низкой частоты;
   б) широкополосный усилитель;
   в) усилитель постоянного тока;
   г) избирательный усилитель.
6. Сквозная динамическая характеристика служит для оценки _____ искажений.
   а) нелинейных;
   б) линейных;
   в) а и б.
7. Линейные искажения, обусловленные переходными процессами, называются переходными искажениями, для оценки которых используют:
   а) переходную характеристику;
   б) амплитудно-частотную характеристику;
   в) фазо-частотную характеристику;
   г) нет правильного варианта ответа.
8. _____ искажениями называются искажения формы выходного сигнала из-за неодинакового усиления различных гармонических составляющих входного сигнала.
   а) частотными;
   б) фазовыми;
   в) фазо-частотными;
   г) все варианты правильные.
9. Идеальной фазовой характеристикой усилителя, при которой он не вносит фазовых искажений, является _____.
   а) прямая, проходящая под углом через начало координат;
   б) экспоненциальная функция;
   в) гиперболическая функция;
   г) нет правильного ответа.
10. Верно ли утверждение: Фазовые искажения, вносимые усилителем, оцениваются по его частотной характеристике и могут характеризоваться сдвигом фаз на заданных частотах либо временем задержки между различными фазовыми составляющими входного сигнала.
    а) верно;
    б) неверно.

9.2. 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;

Согласована на портале № 70486

пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе по дисциплине.

9.3. 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 9.4.

Таблица 9.4 – 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, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. 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;

Согласована на портале № 70486

– набор ответов с использованием услуг ассистента;
– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями 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 № 70486

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры РСС
протокол № 9 от «14» 12 2020 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. РСС	А.В. Фатеев	
Заведующий обеспечивающей каф. РСС	А.В. Фатеев	
Декан ФДО	И.П. Черкашина	

ЭКСПЕРТЫ:

Ассистент, каф. ТОР	О.А. Жилинская	
Старший преподаватель, каф. РСС	Ю.В. Зеленецкая	

РАЗРАБОТАНО:

Ассистент, каф. РСС	Г.М. Шевченко	

Согласована на портале № 70486