

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ «СХЕМОТЕХНИКА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ»

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Целью дисциплины является формирование у будущего специалиста ясного представления о физических закономерностях, лежащих в основе современных аналоговых и цифровых устройств систем управления. Дисциплина призвана помочь студенту овладеть основами знаний в области элементной базы и принципе действия основных преобразовательных устройств и интегральных схем, разбираться в схемотехнике устройств систем управления.

Задачи: формирование понимания процессов преобразования сигналов, происходящих в линейных и нелинейных аналоговых и цифровых цепях; привитие навыков самостоятельной работы с электротехническими и радиотехническими устройствами систем управления.

Компетенции, достижение которых планируется по завершении изучения курса (см. табл. 1):

Таблица 1

№ п/п	Компетенция	Уровень овладения
1.	ОПК-1 способностью понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности и защиты государственной тайны	знать: принципы работы элементов современной радиоэлектронной аппаратуры и физические процессы, протекающие в них; уметь: пользоваться справочными параметрами цифровых и аналоговых интегральных схем при проектировании электронных устройств; владеть: навыками чтения изображения электронных схем на основе современной элементной базы.
2.	ОПК-3 способностью использовать базовые положения математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач и критически оценить освоенные теории и концепции, границы их применимости	знать: основы схемотехники цифровых и аналоговых интегральных схем и устройств на их основе; уметь: применять основы схемотехники цифровых и аналоговых интегральных схем при решении задач профессиональной деятельности; владеть: навыками проектирования и расчета простейших аналоговых и цифровых схем.
3.	ОПК-5 способностью к освоению новых образцов программных, технических средств и информационных технологий	знать: основы анализа базовых элементов и устройств радиоэлектронной аппаратуры, используемых в современных системах связи; уметь: проводить анализ структурных схем систем управления устройств радиоэлектронной аппаратуры;

		владеть: навыками расчета аналоговых и цифровых схем систем управления устройств радиоэлектронной аппаратуры.
4.	ПК-2 способностью самостоятельно выполнять теоретические, лабораторные и натурные исследования и эксперименты для решения конкурентоспособных научно-исследовательских и производственных задач с использованием современной аппаратуры	знать: основные методы расчета электронных схем; уметь: пользоваться электронной измерительной аппаратурой для контроля параметров; владеть: навыками работы с контрольно-измерительной аппаратурой.

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 2

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Физические основы электроники	8	4	4	0
2	Полупроводниковые приборы	20	12	8	0
3	Аналоговая схемотехника систем управления	18	6	12	0
4	Цифровая схемотехника систем управления	18	6	12	0
5	Методы схемотехнического проектирования систем управления	16	4	12	0

ЛЕКЦИИ

Таблица 3

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Электропроводность полупроводников. P-n переход	4
2	2	Полупроводниковые диоды	6
3	2	Биполярные транзисторы	6
4	3	Усилители сигналов. Операционные усилители	6
5	4	Основы цифровых интегральных микросхем	6
6	5	Метод аналогий для построения структурной схемы системы управления. Математическое описание структурной схемы системы управления. Проведение теоретического анализа	4

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ, СЕМИНАРЫ

Таблица 4

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Изучение и расчет характеристик полевых транзисторов	4
2	2	Изучение и расчет характеристик тиристорov	4
3	2	Изучение и расчет фотоэлектрических и светоизлучающих приборов	4
4	3	Изучение и расчет характеристик выпрямителей	4
5	3	Изучение и расчет характеристик электронных ключей	4
6	3	Изучение и расчет характеристик источников питания	4
7	4	Изучение и расчет цифровых комбинационных схем	6
8	4	Изучение и расчет цифровых последовательностных схем	6
9	5	Метод аналогий для построения эквивалентных и структурных схем систем	6
10	5	Математическое описание и анализ электрических схем	6

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТА

Таблица 5

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Подготовка к практическим занятиям	Основная литература - 1	80
Подготовка к экзамену	Основная литература - 1-4	20

ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Таблица 6

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНЫ	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Все разделы	ОПК-1 способностью понимать сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие в этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности и защиты государственной тайны	Индивидуальная беседа	1
Все разделы	ОПК-3 способностью использовать базовые положения математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач и критически оценить освоенные теории и	Индивидуальная беседа	2

	концепции, границы их применимости		
Все разделы	ОПК-5 способностью к освоению новых образцов программных, технических средств и информационных технологий	Экзамен	1
Все разделы	ПК-2 способностью самостоятельно выполнять теоретические, лабораторные и натурные исследования и эксперименты для решения конкурентоспособных научно-исследовательских и производственных задач с использованием современной аппаратуры	Экзамен	2

ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ, ПРОЦЕДУРЫ ПРОВЕДЕНИЯ, КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

1. Подготовка к практическим занятиям

Задание

Студенту необходимо самостоятельно подготовиться к занятиям по соответствующей тематике.

Процедура проведения

Перед началом занятия студент отвечает на вопросы из перечня.

Критерии оценивания

Зачтено: Правильные ответы на вопросы, возможны незначительные неточности.

Не зачтено: Ответ только на один и менее вопросов.

Пример выполнения практического задания.

Электрическая система с выбранными узлами и направлениями движения тока (рис. 1):

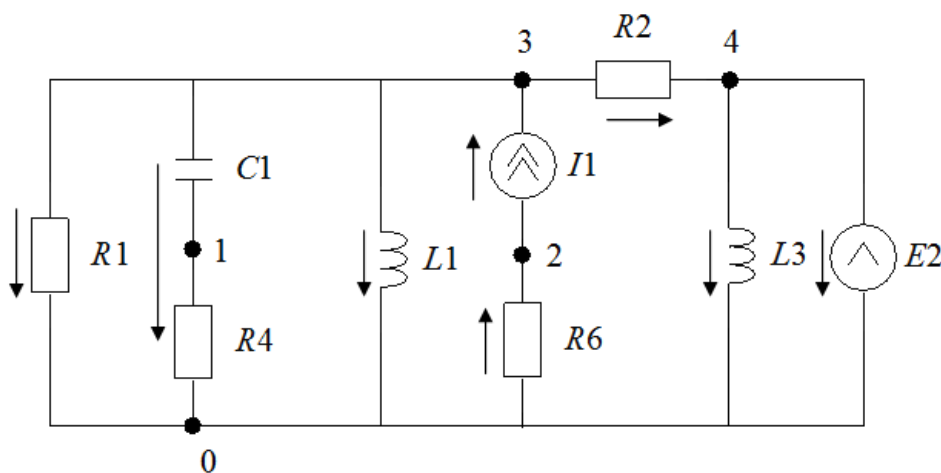


Рис. 1. Электрическая система с узлами и направлениями движения тока

Фундаментальное дерево для рассматриваемой системы (рис. 46):

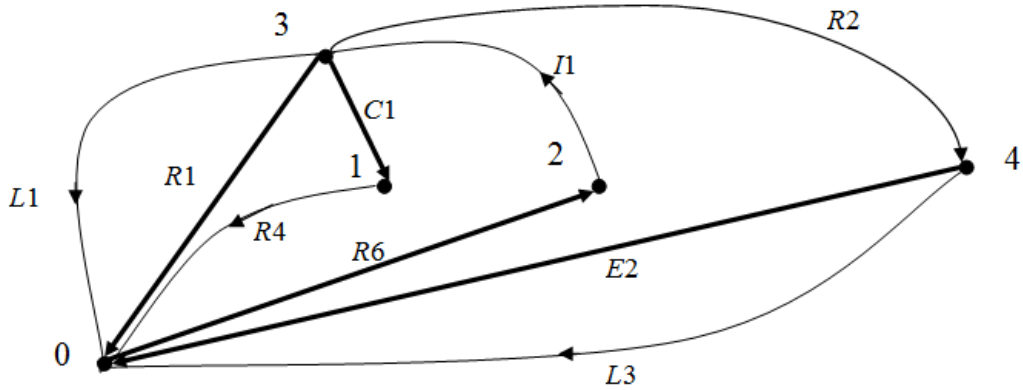


Рис. 2. Фундаментальное дерево для рассматриваемой системы
 2. Матрица связи:

$$M = \begin{matrix} & E2 & C1 & R1 & R6 \\ R2 & \begin{bmatrix} +1 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & +1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & +1 & +1 \end{bmatrix} \\ R4 & \\ L1 & \\ L3 & \\ I & \end{matrix}$$

Системы уравнений для токов и напряжений:

$$\begin{cases} UR2 = -E2 + UR1 \\ UR4 = -UC1 + UR1 \\ UL1 = UR1 \\ UL3 = E2 \\ UI = -UR1 - UR6 \end{cases} ; \begin{cases} IE2 = IR2 - IL3 \\ IC1 = IR4 \\ IR1 = -IR2 - IR4 - IL1 + I \\ IR6 = I \end{cases}$$

3. Структурная схема системы имеет вид (рис. 3):

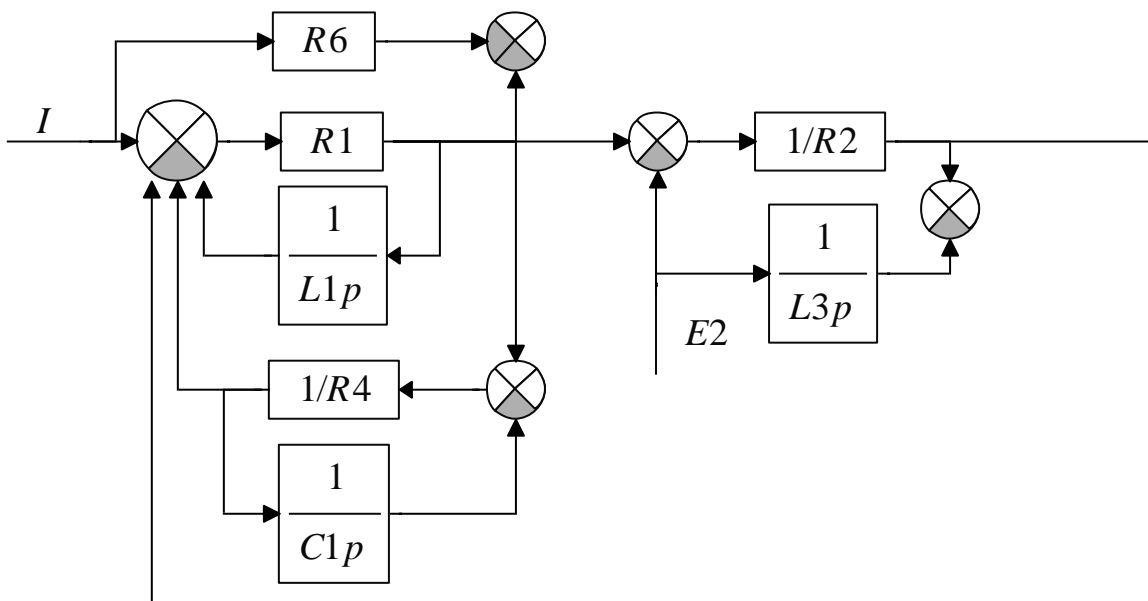


Рис. 3. Структурная схема системы

4. Структурная схема системы с параметрами (рис. 4):

Параметры полученной системы выбираются таким образом, чтобы процесс был устойчивым и имел минимальную длительность:

$$R1 = 0,5; \quad R2 = 5; \quad R4 = 2; \quad R6 = 2; \quad L1 = 0,1; \quad C1 = 0,2; \quad L3 = 100; \quad E2 = 0,2; \quad I = 0,1.$$

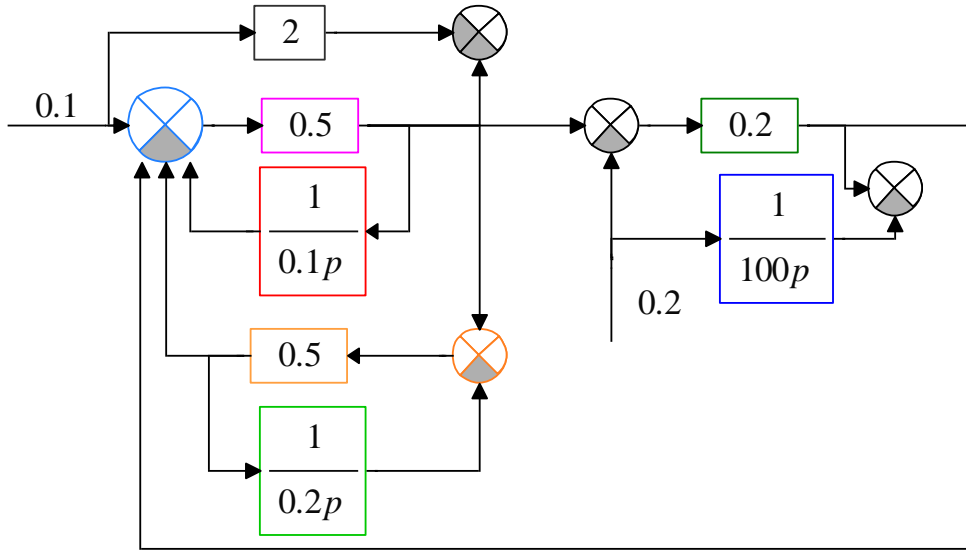


Рис. 5. Структурная схема системы с выбранными параметрами
 Результаты моделирования электрической (рис. 1) и структурной схемы (рис. 5) совпадают, графики представлены на рис. 6.

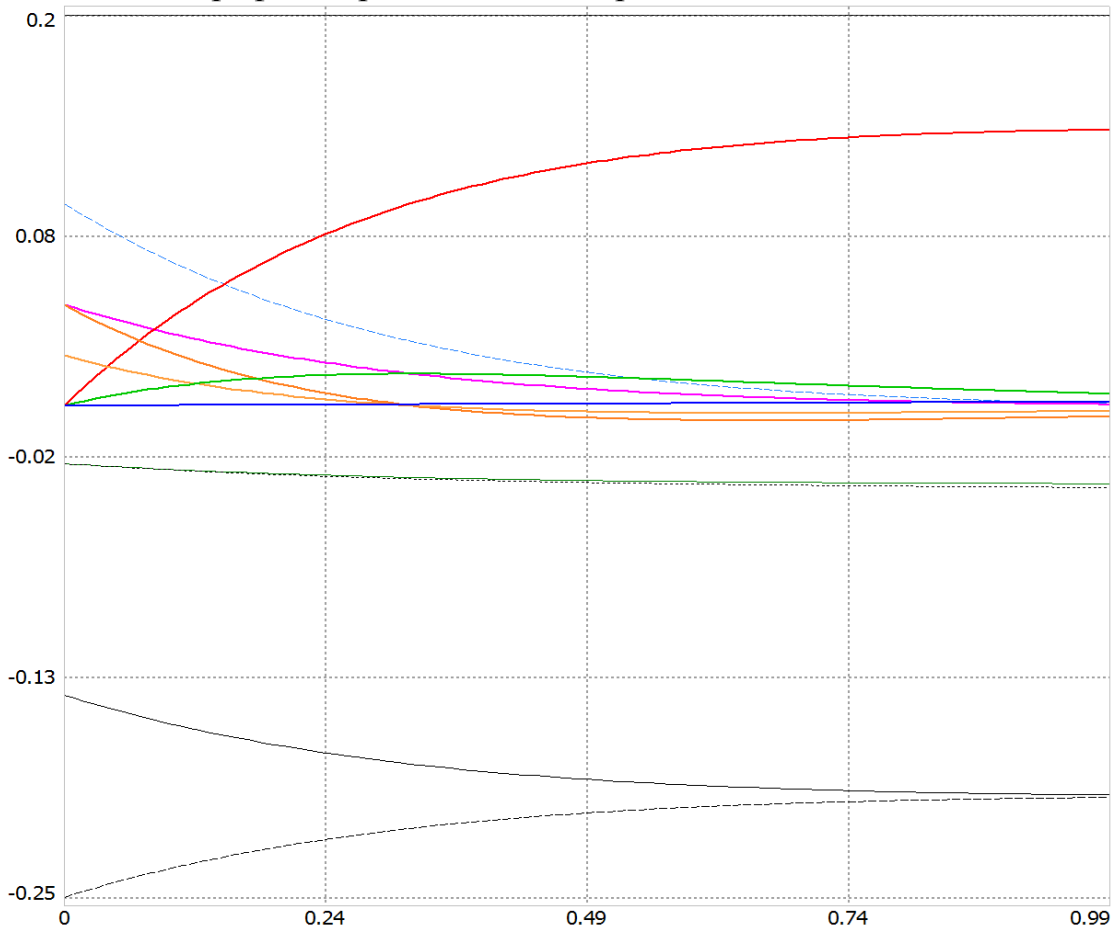


Рис. 6. Графики сигналов системы

5. Теоретический анализ системы в начальный момент времени (рис. 7):

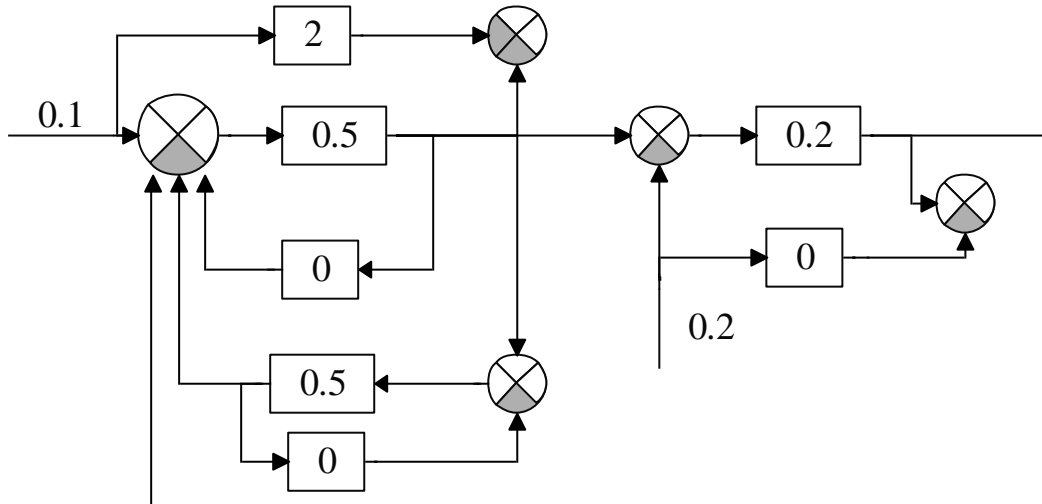


Рис. 7. Структурная схема системы в начальный момент времени

Численные значения всех сигналов представлены в таблице 7.

Таблица 7

UR1	UR2	UR4	UR6	IC1	IL1	IL3
0.0518	-0.0296	0.0259	0.2	0	0	0

Теоретический анализ системы в конечный момент времени (рис. 8):

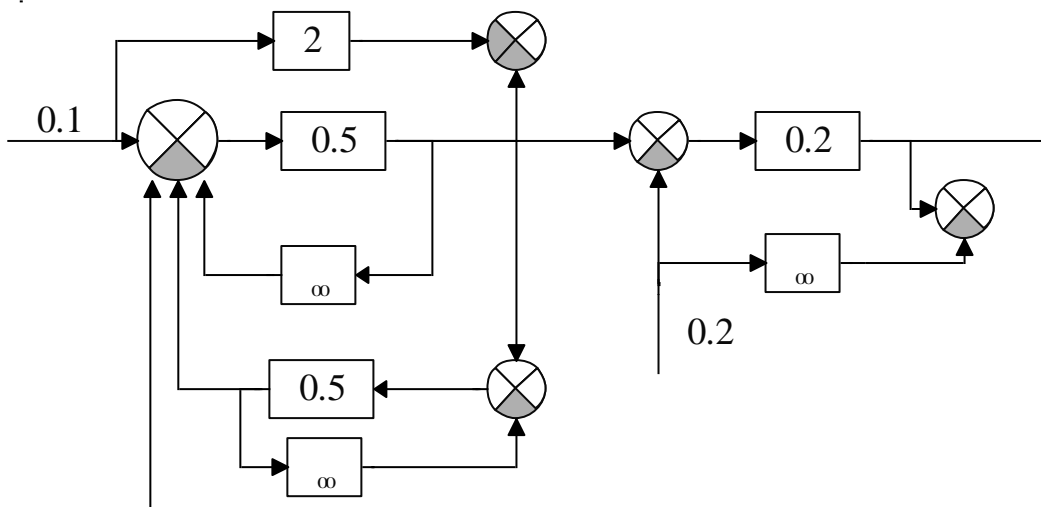


Рис. 8. Структурная схема системы в конечный момент времени

Численные значения всех сигналов представлены в таблице 8.

Таблица 8

UR1	UR2	UR4	UR6	IC1	IL1	IL3
0	-0.03996	0	-0.2	0	0.14	-

Результаты экспериментального анализа системы в начальный и конечный момент времени сведены в таблицы 9 и 10.

Таблица 9

Y	UR1	UR2	UR4	UR6	IC1	IL1	IL3
Теор.	0.0518	-0.0296	0.259	0.2	0	0	0
Эксп. 1	0.0518518	-0.0296296	0.259	0.2	0	0	0
Эксп. 2	0.0518518	-0.0296296	0.259	0.2	0	0	0
Погр.,%	0.1	0.1	0	0	0	0	0

Таблица 10

Y	UR1	UR2	UR4	UR6	IC1	IL1	IL3
Теор.	0	-0.04	0	0.2	0	0.14	–
Эксп. 1	0	-0.04	0	0.2	0	0.14	–
Эксп. 2	0	-0.04	0	0.2	0	0.14	–
Погр.,%	0	0	0	0	0	0	0

Таким образом, экспериментальные данные, полученные при моделировании электрической схемы 1, экспериментальные данные, полученные при моделировании структурной схемы 2, практически совпадают с результатами теоретического анализа, наибольшее отклонение 0,1%.

Контрольные вопросы

Раздел 1

Электропроводность полупроводников. Электронная и дырочная проводимость. Собственные и примесные полупроводники. Свойства электронно-дырочного перехода. Вольтамперная характеристика рп-перехода. Емкости перехода. Электрический пробой перехода. Полупроводниковые диоды. Конструкция диода. Виды и назначение диодов. Параметры диодов. Выпрямительный диод. Основные параметры. Полупроводниковый стабилитрон, его особенности. Вольтамперная характеристика. Основные параметры. Температурная зависимость напряжения стабилизации. Транзисторы. Биполярные транзисторы. Устройство и принцип действия. Основные уравнения. Схемы включения. Статические характеристики для различных схем включения. Системы малосигнальных параметров. Эквивалентные схемы транзистора. Влияние температуры на параметры транзистора. Частотные свойства транзистора. Полевые транзисторы. Транзисторы с управляющим рп-переходом. МОП-транзисторы со встроенным и индуцированным каналами. Статические характеристики и параметры полевых транзисторов. Эквивалентные схемы полевых транзисторов. Сравнение биполярных и полевых транзисторов. Тиристоры. Двухэлектродные тиристоры. Устройство. Принцип действия. Характеристики и параметры. Трехэлектродные (управляемые) тиристоры. Устройство. Принцип действия. Характеристики и параметры. Симисторы. Фотоэлектрические и светоизлучающие приборы. Внутренний фотоэффект. Фоторезистор. Фотодиод. Фототранзистор. Светодиод. Их конструкции, принципы действия, статические и динамические характеристики, параметры и схемы включения в различных режимах.

Выпрямители. Назначение и состав выпрямителей. Схемы выпрямления: однофазные однополупериодная и двухполупериодные нулевая и мостовая – принцип действия и параметры. Умножители напряжения. Сглаживающие фильтры. Назначение, типы, влияние на работу схем выпрямления. Внешние характеристики выпрямителей. Управляемые тиристорные выпрямители. Принцип действия, регулировочная характеристика. Усилители электрических сигналов. Усилители на биполярных транзисторах. Выбор и обеспечение режима работы транзистора. Классы усиления. Температурная стабилизация режима работы. Входное и выходное сопротивления усилительного каскада. Коэффициенты усиления по току, напряжению и мощности. Многокаскадные усилители. Межкаскадные связи. Усилители мощности. Частотные характеристики усилителей. Усилительные каскады на полевых транзисторах различного типа. Смещение рабочей точки. Обратные связи в усилителях. Основные виды. Их влияние на характеристики усилителей.

Усилители постоянного тока. Их особенности. Дифференциальные усилительные каскады на биполярных и полевых транзисторах. Основные уравнения. Коэффициенты усиления дифференциального и синфазного сигналов.

Операционные усилители (ОУ). Идеальный ОУ. Внутренняя схемотехника ОУ. Генератор стабильного тока и токовое зеркало. Частотные характеристики и устойчивость ОУ. Основные схемы включения – дифференциальное, инвертирующее и неинвертирующее. Основные параметры ОУ. Схема замещения ОУ. Входные и выходные сопротивления ОУ с обратными связями. Применение ОУ. Линейные аналоговые вычислительные схемы: сумматор и интегратор. Генератор синусоидального сигнала. Работа ОУ в качестве компаратора. Триггер Шмитта. Автоколебательный мультивибратор. Транзисторные ключи. Ключи на биполярных транзисторах и полевых МОП-транзисторах. Схемы, статические и динамические параметры. Открытое и закрытое состояния. Основные уравнения. Временные диаграммы. Траектории переключения. Ненасыщенные биполярные ключи. Потери энергии в ключах. Источники питания. Импульсные преобразователи. Основные структуры импульсных источников питания. Однотактные преобразователи: понижающий, повышающий, инвертирующий. Схемы, основные уравнения, вывод регулировочных характеристик. Основные схемы инверторов: нулевая, полумостовая и мостовая. Принцип действия, временные диаграммы. Преобразователи на основе инверторов с выходом на постоянном токе. Однотактные схемы с электрической развязкой: прямоходовые и обратноходовые. Схемы, принцип действия, основные параметры.

Раздел 2.

Элементы цифровых устройств. Двоичные числа, их представление. Позиционный и унитарный коды. Параллельный и последовательный коды. Прямой, прямой со знаком, дополнительный и смещенный коды. Двоично-

десятичное представление чисел. Взаимное преобразование кодов. Преобразование целых и вещественных десятичных чисел в двоичные и обратно. Шестнадцатеричные числа. Арифметика двоичных чисел: сложение, вычитание, умножение. Основные логические операции: И, ИЛИ, НЕ, Исключающее ИЛИ. Простейшие логические элементы, их схемы и диаграммы состояния.

Цифровые интегральные микросхемы. Классификация цифровых ИМС. Основные электрические параметры: быстродействие, потребляемая мощность, коэффициент разветвления по выходу, коэффициент объединения по входу. Дiodная логика. Микросхемы различных видов схемотехники и технологии: ДТЛ, ТТЛ, ТТЛШ, МОП, КМОП – схемотехника, принцип действия, основные характеристики. Сопряжение цифровых ИМС различных типов. Триггеры. RS-триггеры, асинхронные и синхронные. D-триггеры, T-триггеры, JK - триггеры. Схемотехника, принцип действия, диаграммы состояний, временные диаграммы переключений, применение.

2. Экзамен

Процедура проведения

Проводится письменно. Студент отвечает на 2 вопроса из перечня

Критерии оценивания

Отлично: правильные ответы на два вопроса.

Хорошо: правильные ответы на два вопроса с незначительными ошибками.

Удовлетворительно: ответ не менее, чем на один вопрос.

Неудовлетворительно: ответ менее, чем на один вопрос.

Экзаменационные вопросы

Раздел 1.

Электропроводность полупроводников. Электронная и дырочная проводимость. Собственные и примесные полупроводники. Свойства электронно-дырочного перехода. Вольт-амперная характеристика pn-перехода.

Выпрямительный диод. Основные параметры. Вольт-амперная характеристика.

Биполярные транзисторы. Устройство и принцип действия. Основные уравнения. Схемы включения.

Полевые транзисторы с управляющим pn-переходом. Конструкция и принцип действия.

МОП-транзисторы со встроенным и индуцированным каналами. Конструкция и принцип действия.

Фотодиод. Конструкция, принципы действия, статические и динамические характеристики, параметры и схемы включения в различных режимах.

Усилительные каскады на биполярных транзисторах. Выбор и обеспечение режима работы транзистора. Нагрузочная прямая – статическая и динамическая.

Схемы выпрямления: однофазные однополупериодная и двухполупериодные нулевая и мостовая. Принцип действия и параметры. Временные диаграммы.

Операционный усилитель. Идеальный ОУ. Внутренняя схемотехника ОУ.

Основные схемы включения операционных усилителей – дифференциальное, инвертирующее и неинвертирующее.

Раздел 2.

Двоичные числа, их представление.

Позиционный и унитарный коды.

Параллельный и последовательный коды.

Прямой, прямой со знаком, дополнительный и смещенный коды.

Двоично-десятичное представление чисел.

Основные логические операции: И, ИЛИ, НЕ, Исключающее ИЛИ.

Простейшие логические элементы, их схемы и диаграммы состояния.

Триггеры. Разновидности, схемотехника, принцип действия, диаграммы состояний, временные диаграммы переключений, применение.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература:

1. Марченко, А. Л. Основы электроники Текст учеб. пособие для вузов по неэлектротехн. направлениям подготовки бакалавров 550000 - технические науки и др. А. Л. Марченко. - М.: ДМК ПРЕСС, 2013. - 292 с. ил., табл.

2. Шишкин, Г. Г. Электроника Текст учебник для вузов по направлению 210300 "Радиотехника" Г. Г. Шишкин, А. Г. Шишкин. - М.: Дрофа, 2009. - 703 с. ил.

3. Волович, Г. И. Схемотехника аналоговых и аналогово-цифровых электронных устройств Г. И. Волович. - М.: Додэка-XXI, 2005. - 527, [1] с.

4. Буренок, В. М. Математические методы и модели в теории информационно-измерительных систем Текст В. М. Буренок, В. Г. Найденов, В. И. Поляков ; Рос. акад. ракет. и артиллер. наук. - М.: Машиностроение, 2011. - 334 с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Опадчий, Ю. Ф. Аналоговая и цифровая электроника Полн. курс: Учеб. для вузов по специальности "Проектирование и технология радиоэлектрон. средств" Ю. Ф. Опадчий, О. П. Глудкин, А. И. Гуров; Под ред. О. П. Глудкина. - М.: Горячая линия-Телеком, 2000

2. Изъюрова, Г. И. Расчет электронных схем Примеры и задачи. - М.: Высшая школа, 1987. - 335 с. ил.

3. Кардашев, Г. А. Виртуальная электроника: Компьютерное моделирование аналоговых устройств Г. А. Кардашев. - М.: Горячая Линия-Телеком, 2002

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Схемотехника : Науч.-техн. журн. / ООО "ИД Скимен" журн.

Электронная учебно-методическая документация (табл. 11):

Таблица 11

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Буренок, В. М. Математические методы и модели в теории информационно-измерительных систем / Текст В. М. Буренок, В. Г. Найденов, В. И. Поляков ; Рос. акад. ракет. и артиллер. наук. - М.: Машиностроение, 2011. - 334 с. ил.	https://e.lanbook.com/	Электронно-библиотечная система Издательства Лань	Интернет / Авторизованный

ОГЛАВЛЕНИЕ

Общие сведения.....	1
Содержание дисциплины.....	2
Лекции	2
Практические занятия, семинары	3
Самостоятельная работа студента	3
Паспорт фонда оценочных средств	3
Типовые задания, процедуры проведения, критерии оценивания	4
1. Подготовка к практическим занятиям.....	4
2. Экзамен	10
Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	11