

Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Н. А. Долгий

ЭЛЕКТРОНИКА И СХЕМОТЕХНИКА

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины
для студентов специалитета по специальности
10.05.03 – Информационная безопасность автоматизированных систем

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2023

УДК 681.5

Рецензент:

кандидат технических наук, доцент кафедры цифровых систем и автоматики
Института цифровых технологий ФГБОУ ВО «Калининградский
государственный технический университет» В. И. Устич

Долгий, Н. А.

Электроника и схемотехника : учеб.-метод. пособие по изучению дисциплины для студентов специалитета по специальности 10.05.03 – Информационная безопасность автоматизированных систем / Н. А. Долгий. – Калининград : Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ», 2023. – 21 с.

В учебно-методическом пособии приведен тематический план по дисциплине и даны методические указания по ее самостоятельному изучению, подготовке к лабораторным занятиям, подготовке и выполнению расчетно-графической работы, подготовке и сдаче экзамена, выполнению самостоятельной работы.

Табл. 3, список лит. – 16 наименований

Пособие подготовлено в соответствии с требованиями утвержденной рабочей программы направления подготовки 10.05.03 – Информационная безопасность автоматизированных систем.

Учебно-методическое пособие рассмотрено и одобрено в качестве локального электронного методического материала кафедрой цифровых систем и автоматики 28 сентября 2022 г., протокол № 2.

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины рекомендовано к использованию в качестве локального электронного методического материала в учебном процессе методической комиссией Института цифровых технологий ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 6 декабря 2022 г., протокол № 10.

© Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Калининградский государственный
технический университет», 2022 г.
© Долгий Н. А., 2022 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1 Введение.....	4
2 Тематический план.....	5
3 Содержание дисциплины и указания к изучению	7
3.1 Тема 1. Полупроводниковые приборы.....	7
3.2 Тема 2. Аналоговые электронные устройства.....	8
3.3 Тема 3. Основы цифровых устройств	9
3.4 Тема 4. Комбинационные устройства	10
3.5 Тема 5. Устройства последовательного действия	11
3.6 Тема 6. Аналого-цифровое преобразование	12
4 Требования к аттестации по дисциплине	14
4.1 Текущая аттестация	14
4.2 Условия получения положительной оценки	16
4.3 Примерные вопросы к экзамену по дисциплине	17
5 Заключение	19
6 Литература	19

1 ВВЕДЕНИЕ

Данное учебно-методическое пособие предназначено для студентов специальности 10.05.03 – Информационная безопасность автоматизированных систем, изучающих дисциплину «Электроника и схемотехника».

Целью освоения дисциплины является формирование знаний и навыков по анализу и проектированию электрических и электронных цепей, изучению принципов действия и особенностей функционирования типовых электрических и электронных устройств, основ элементной базы ЭВМ.

Задачи изучения дисциплины:

- формирование базовых знаний в области элементной базы полупроводниковой электроники;
- изучение методов анализа и расчета линейных и нелинейных электрических и электронных цепей при различных входных воздействиях;
- изучение основ функционирования электронных аналоговых устройств и схемотехники электронных цифровых устройств.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать: основные параметры и характеристики линейных и нелинейных (полупроводниковых) элементов электрической цепи, временные и частотные характеристики линейных электрических цепей, характеристики аналоговых и цифровых функциональных узлов электронной аппаратуры.

Уметь: проводить анализ линейных электрических цепей постоянного и переменного тока, полупроводниковых цепей, проводить выбор элементов в составе аналогового или цифрового функционального узла и рассчитывать их номиналы.

Владеть: навыками экспериментального определения характеристик полупроводниковых элементов, временных и частотных характеристик линейных электрических цепей и функциональных узлов электронной аппаратуры.

Для успешного освоения дисциплины в соответствии с учебным планом ей предшествуют дисциплины: «Физика», «Информатика», «Математический анализ».

Результаты освоения дисциплины могут быть использованы при выполнении выпускной квалификационной работы, а также в дальнейшей профессиональной деятельности.

В пособии представлен тематический план, содержащий перечень изучаемых тем, лабораторных занятий, мероприятий текущей аттестации, отводимое на них аудиторное время (занятия в соответствии с расписанием) и время на самостоятельную работу. При формировании личного образовательного плана на семестр следует оценивать рекомендуемое время на изучение дисциплины; возможно, вам потребуется больше времени на выполнение отдельных заданий или проработку отдельных тем.

В разделе «Содержание дисциплины» приведены подробные сведения об изучаемых вопросах, по которым вы можете ориентироваться в случае пропуска каких-либо занятий, а также методические рекомендации преподавателя для самостоятельной подготовки. Каждая тема имеет ссылки на литературу (или иные информационные ресурсы), а также контрольные вопросы для самопроверки.

Раздел «Требования к аттестации по дисциплине» содержит описание обязательных мероприятий контроля самостоятельной работы и усвоения разделов или отдельных тем дисциплины. Далее изложены требования к завершающей аттестации – экзамену.

Помимо данного пособия, студентам следует использовать материалы, размещенные в соответствующем данной дисциплине разделе ЭИОС, в которые оперативно вносятся изменения для адаптации дисциплины под конкретную группу.

2 ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (ЗЕТ), т. е. 108 академических часов контактной (лекционные, лабораторные занятия, а также контактная работа посредством электронной информационно-образовательной среды) и самостоятельной работы студента, в том числе связанной с текущей и промежуточной аттестацией по дисциплине.

Формы аттестации по дисциплине: четвертый семестр – экзамен.

Таблица 1. Распределение трудоемкости освоения дисциплины по семестрам ОП, темам и видам учебной работы студентов

№ п/п	Тема	Объем аудиторной работы, ч	Объем самостоятельной работы, ч
Лекции			
1	Тема 1. Полупроводниковые приборы	4	0,5
2	Тема 2. Аналоговые электронные устройства	4	0,5
3	Тема 3. Основы цифровых устройств	3	0,5
4	Тема 4. Комбинационные устройства	2	0,5
5	Тема 5. Устройства последовательностного действия	2	0,5
6	Тема 6. Аналого-цифровое преобразование	2	0,5
	Всего	17	3

№ п/п	Тема	Объем аудиторной работы, ч	Объем самостоятельной работы, ч
Лабораторные занятия			
1	Лабораторная работа 1. Исследование ВАХ полупроводникового диода	2	0,5
2	Лабораторная работа 2. Исследование ВАХ полупроводникового тиристора	2	0,5
3	Лабораторная работа 3. Исследование ВАХ полупроводникового биполярного транзистора	2	0,5
4	Лабораторная работа 4. Исследование ВАХ полупроводникового полевого транзистора	2	0,5
5	Лабораторная работа 5. Исследование ВАХ полупроводникового стабилитрона	2	0,5
6	Лабораторная работа 6. Исследование усилителя постоянного тока на биполярных транзисторах	2	0,5
7	Лабораторная работа 7. Исследование характеристик операционного усилителя	2	0,5
8	Лабораторная работа 8. Базовые логические элементы. Реализация простейших логических функций	2	0,5
9	Лабораторная работа 9. Комбинационные преобразователи логических сигналов. Дешифраторы	4	0,5
10	Лабораторная работа 10. Последовательностные схемы. Триггеры, регистры	4	0,5
11	Лабораторная работа 11. Элементы операционных устройств. Мультиплексоры. Сумматоры	4	0,5
12	Лабораторная работа 12. Счетчики и делители частоты импульсов	2	0,5
13	Лабораторная работа 13. Исследование работы функциональной схемы цифрового компаратора	2	0,5
14	Лабораторная работа 14. Исследование работы АЦП и ЦАП	2	0,5
		34	7
Рубежный и итоговый контроль			
	Расчетно-графическая работа	0	8
	Итоговый контроль (экзамен)		33,75
		0	8
	Всего	51	18

3 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ

3.1 Тема 1. Полупроводниковые приборы

Перечень изучаемых вопросов:

Цель и задачи изучения дисциплины. Место дисциплины в структуре образовательной программы. Планируемые результаты освоения дисциплины.

Принцип действия, характеристики и параметры полупроводниковых приборов. Полупроводниковые диоды, тиристоры, биполярные и полевые транзисторы.

Методические указания к изучению:

При изучении темы следует иметь в виду, что здесь приводятся базовые сведения о физических процессах, проходящих в полупроводниках, которые являются основой построения всех полупроводниковых приборов. Материала, содержащегося в данной теме, вполне достаточно для того, чтобы освоить основные понятия аналоговой электроники. Необходимо обратить внимание на принцип действия, характеристики и параметры полупроводниковых приборов.

Литература: [1], [3].

Контрольные вопросы:

1. Что называют электрическим переходом? Какие признаки используют для их классификации? Опишите процессы при образовании р-п перехода и его равновесное состояние. Как строится зонная диаграмма? Опишите неравновесные состояния р-п перехода. Как влияет полярность напряжения на потенциальный барьер, ширину запирающего слоя и сопротивление р-п перехода?

2. Какой интерес представляют контакты металла с полупроводником? Опишите процессы, протекающие в выпрямляющих и невыпрямляющих контактах. Что такое работа выхода и в качестве какого критерия она используется?

3. Какие полупроводниковые приборы относят к диодам? Какие признаки используют для их классификации? Как влияет технология изготовления диодов на их параметры? В чем отличие выпрямительных (силовых) диодов от их высокочастотных и импульсных аналогов? Каковы особенности характеристик и параметров стабилитронов? В чем состоят особенности диодов Шоттки по сравнению с диодами на р-п переходах? Чем вызваны емкостные свойства обратно смещенного р-и-перехода, и как они влияют на форму вольт-кулонной характеристики и параметры варикапа?

4. Какой полупроводниковый прибор называют транзистором и каким главным свойством он обладает? На какие два класса разделят транзисторы? В чем состоит главное отличие биполярных транзисторов от униполярных,

полевых транзисторов от МОП-транзисторов? Опишите структуры полевого транзистора и МОП-транзистора.

5. Каковы особенности структуры биполярного транзистора? Перечислите основные режимы его работы. Какие отдельные фазы процесса движения носителей через транзистор вам известны? Как оценивают усилительные свойства транзистора?

6. В чем состоят особенности управления каналом полевого транзистора? Опишите протекающие процессы в рабочем режиме. Почему полевые транзисторы имеют высокое входное сопротивление?

7. Каково главное отличие МОП-транзисторов от транзисторов с управляющим р-п переходом? На какие четыре группы разделяют МОП-транзисторы? Какими свойствами обладают структуры «металл — диэлектрик — полупроводник»? Опишите структуру и принцип действия МОП-транзистора с индуцированным каналом. Какие два вида каналов имеют МОП-транзисторы со встроенным каналом?

3.2 Тема 2. Аналоговые электронные устройства

Перечень изучаемых вопросов:

Транзисторные усилители. Передаточная характеристика усилительного каскада. Обратные связи. Стабилизация режима покоя. Усилители постоянного тока (УПТ). Дифференциальный каскад. Операционный усилитель (ОУ). Неинвертирующий и инвертирующий операционный усилитель с обратной связью.

Методические указания к изучению:

При изучении данной темы студенты должны разобраться в структуре транзисторного усилителя, понимать назначение каждого элемента схемы. Особое внимание необходимо обратить на схемотехнические решения различных по назначению видов схем, построенных на базе операционного усилителя, выполнять анализ переходных характеристик схем усилителя.

Литература: [1], [3], [7].

Контрольные вопросы:

1. Каковы причины дрейфа нуля? Методы снижения дрейфа нуля.
2. Приведите принципиальную и эквивалентную схемы УПТ.
3. Нарисуйте типичные амплитудную, частотную и фазовую характеристики УПТ.
4. Укажите особенности обеспечения стабильности работы многокаскадных УПТ.
5. Почему дрейф нуля в усилителях переменного тока значительно меньше, чем в УПТ?
6. Какие вы знаете схемные методы уменьшения дрейфа нуля?

7. Какие вы знаете конструктивные методы уменьшения дрейфа нуля?
8. Каково назначение схемы сдвига уровня?
9. Как осуществляется согласование потенциалов на входе УПТ?
10. Поясните особенности схемного построения усилителей постоянного тока.
11. Дайте определение ОУ. Каковы свойства идеального ОУ?
12. В чем заключается балансировка операционного усилителя?
13. Перечислите основные каскады ОУ.
14. Каково назначение каскада сдвига уровня?
15. Поясните назначение высокочастотной коррекции, используемой в ОУ.
16. Поясните вид амплитудно-частотной характеристики нескорректированного ОУ.
17. Как изменится вид АЧХ ОУ при увеличении глубины обратной связи?
18. Что называется входным напряжением смещения нуля?
19. Что называется частотой единичного усиления?
20. Какими характеристиками обладают современные ОУ?

3.3 Тема 3. Основы цифровых устройств

Перечень изучаемых вопросов:

Логические основы цифровых устройств. Арифметические основы цифровых устройств. Интегральные логические элементы. Классификация и основные параметры логических элементов. Транзисторно-транзисторная логика. Цифровые микросхемы с КМОП-транзисторами. Микросхемы на основе ЭСЛ.

Методические указания к изучению:

При изучении данной темы особое внимание необходимо обратить на классификацию и основные параметры логических элементов, применяемых для построения цифровых узлов ЭВМ. При изложении лекционного материала следует начать с логических основ построения цифровых устройств и далее рассмотреть существующие элементные логики построения интегральных микросхем: ТТЛ, КМОП и ЭСЛ.

Литература: [2], [3].

Контрольные вопросы:

1. Какие технологии построения логических элементов вы знаете?
2. Нарисуйте и объясните принцип действия базового элемента диодно-транзисторной логика. Укажите недостатки, по причине которых диодно-транзисторной логика не находит широкого применения.
3. Нарисуйте и объясните принцип действия базового элемента И-НЕ транзисторно-транзисторной логики.

4. Нарисуйте и объясните принцип действия базового элемента ИЛИ-НЕ эмиттерно-связанной транзисторной логики. Какими преимуществами ЭСЛ обладает перед ТТЛ?

5. Нарисуйте логические схемы и поясните работу элементов И-НЕ и ИЛИ-НЕ, реализованных на КМОП структурах.

6. Какие особенности применения КМОП микросхем вы знаете?

7. Перечислите основные параметры логических элементов и поясните их.

3.4 Тема 4. Комбинационные устройства

Перечень изучаемых вопросов:

Устройства комбинационного типа. Шифраторы и дешифраторы. Ступенчатые дешифраторы. Формирование логических функций. Дешифраторы-демультиплексоры ТТЛ. Схемы сравнения цифровых кодов. Сумматоры. Мультиплексоры. Нарастивание разрядности мультиплексоров. Шинные формирователи.

Методические указания к изучению:

При изучении лекционного материала данной темы необходимо предварительно обратиться к материалам 3-й темы, чтобы вспомнить основные понятия алгебры логики. Особое внимание необходимо обратить на схемотехнические решения различных по назначению видов схем устройств комбинационного типа.

Литература: [2], [3].

Контрольные вопросы:

1. Что понимают под комбинационными узлами?

2. Для чего используется таблица истинности?

3. Назовите простейшие комбинационные узлы, реализованные в виде микросхем.

4. Дайте определение шифратора и чем он отличается от приоритетного шифратора.

5. Дайте определение дешифратора и чем он отличается от преобразователя кодов.

6. В какой форме должна быть представлена Булева функция для ее реализации на основе дешифратора?

7. Дайте определение мультиплексора и приведите пример таблицы истинности для него.

8. Дайте определение демультиплексора и приведите пример таблицы истинности для него.

9. Основное назначение шинных формирователей.

10. Нарисуйте условное графическое обозначение четырехразрядного компаратора с тремя выходами и опишите назначение всех входов и выходов.

11. Чем отличаются последовательные сумматоры от параллельных?
12. Как произвести вычитание с помощью сумматора.
13. Нарисуйте условное графическое обозначение АЛУ и опишите назначение всех входов и выходов.
14. Перечислите задачи, решаемые на этапе абстрактного синтеза.
15. Перечислите задачи, решаемые на этапе схемного синтеза.
16. Перечислите основные факторы, которые должны быть учтены при построении принципиальных схем.
17. Поясните процесс возникновения импульсных помех при переключении цифровых элементов.
18. Перечислите основные конструктивные меры борьбы с помехами в цифровых устройствах.
19. Критерии оценки качества технической реализации комбинационных схем.

3.5 Тема 5. Устройства последовательного действия

Перечень изучаемых вопросов:

Цифровые последовательностные устройства. Триггеры-зашелки SR. Синхронные защелки SR-типа. Синхронный D-триггер-зашелка. Двухступенчатый D-триггер. Счетные триггеры. Универсальные J-K триггеры. Регистры. Параллельные регистры. Сдвигающие регистры. Реверсивный регистр. Кольцевые счетчики. Программируемые делители.

Методические указания к изучению:

При изучении темы следует рассматривать схемную реализацию триггеров и регистров как элементов, которые обладают памятью. Необходимо привести примеры реализации этих элементов в узлах ЭВМ.

Литература: [2], [3].

Контрольные вопросы:

1. Какие устройства относят к простейшим устройствам последовательного типа?
2. Перечислите основные классификационные признаки триггеров. Дайте сравнительную оценку триггеров по каждому признаку.
3. Почему бистабильная ячейка служит основой для построения триггеров?
4. Какими двумя способами строятся асинхронные RS-триггеры на ее основе?
5. Что такое таблица состояний триггера? Чем она отличается от таблицы истинности комбинационного устройства? Как заполняется таблица состояний?

6. Почему одна из комбинаций входных сигналов RS-триггеров является запрещенной?
7. Чем отличаются таблицы состояний триггеров на элементах ИЛИ-НЕ от триггеров на элементах И-НЕ?
8. Как строят синхронные RS-триггеры и в чем их особенность?
9. Поясните общий принцип построения двухступенчатых триггеров.
10. Какими особенностями обладают T-триггеры?
11. Что такое регистр? На какие группы разделяются регистры?
12. Какой тип триггеров должен использоваться при построении параллельно-последовательных регистров? Какие особенности имеют реверсивные регистры?
13. Для чего предназначены счетчики? Перечислите основные классификационные признаки счетчиков.
14. Поясните принципы построения и функционирования суммирующих и вычитающих счетчиков с последовательным переносом.
15. Дайте сравнительную оценку счетчиков по каждому признаку. В чем состоит особенность построения счетчиков с параллельным переносом?
16. Что лежит в основе принципа построения счетчиков с произвольным коэффициентом пересчета?

3.6 Тема 6. Аналого-цифровое преобразование

Перечень изучаемых вопросов:

Дискретизация и квантование. Погрешности ЦАП и АЦП. Цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП). Классификация ЦАП. Параллельные ЦАП с суммированием весовых токов. Аналого-цифровые преобразователи (АЦП). Классификация АЦП. Параллельные и последовательные АЦП. АЦП последовательного счета. АЦП последовательного приближения. Интегрирующие АЦП. АЦП многотактного интегрирования.

Методические указания к изучению:

При изучении темы следует начать изложение материала с принципов дискретизации и квантования сигналов. Далее необходимо подробно описать основные типы ЦАП и АЦП, объясняя принцип их работы, указать параметры, характеризующие качество работы преобразователей.

Литература: [4], [5].

Контрольные вопросы:

1. Для каких целей используются аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи сигналов? Какова их роль в современных электронных устройствах? Перечислите основные этапы обработки аналоговых сигналов цифровыми методами и поясните их суть.

2. Поясните сущность и общие принципы цифро-аналогового и аналого-цифрового преобразований. Какие базовые узлы используются при построении преобразователей? На чем базируется цифро-аналоговое преобразование? Какие основные операции выполняются при аналого-цифровом преобразовании? В чем состоит недостаток их совмещения? Какие способы используют для аналого-цифрового преобразования и в чем их сущность?

3. Перечислите основные классификационные признаки ЦАП и АЦП. Какие характерные признаки имеют ЦАП и АЦП?

4. На какие группы можно разбить технические показатели ЦАП и АЦП?

5. Назовите основные статические и динамические показатели преобразователей. Поясните, какие качества преобразователей они характеризуют?

6. Перечислите основные типы параллельных ЦАП с суммированием эталонных напряжений и токов. Каковы их особенности? Поясните принцип построения схемы и работы каждого из преобразователей.

7. На каком принципе строят ЦАП последовательного типа? Поясните принцип построения и функционирования ЦАП с ШИМ.

8. Какие базовые элементы используются в ЦАП на переключаемых конденсаторах? Приведите схемы четырехразрядных ЦАП с матрицей конденсаторов и поясните принцип их работы. Как строят двухступенчатые ЦАП? Как строится и работает сигма-дельта ЦАП на переключаемых конденсаторах? В чем состоят особенности преобразователей на переключаемых конденсаторах по сравнению с классическими ЦАП?

9. Что такое сегментация? Как осуществляется сегментирование с использованием строковых ЦАП? Поясните принцип построения и работы сегментированных ЦАП с токовым выходом и с использованием преобразователя на переключаемых конденсаторах.

10. Перечислите основные типы быстродействующих АЦП. Каковы недостатки параллельных АЦП? С помощью каких средств достигается упрощение АЦП при небольшой потере быстродействия? Поясните принцип построения и работы двухступенчатых и конвейерных АЦП.

11. Перечислите основные типы последовательных АЦП и дайте их краткую характеристику. Поясните принцип построения и работы АЦП на переключаемых конденсаторах, АЦП с двойным интегрированием, АЦП ускоренного интегрирования, АЦП последовательного приближения, многоступенчатых АЦП последовательного счета.

4 ТРЕБОВАНИЯ К АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1 Текущая аттестация

Текущая аттестация (текущий контроль) проводится с целью оценки освоения теоретического учебного материала, в том числе в рамках самостоятельной работы студента. Выполняется текущая аттестация в формах опроса, выполнения и защиты РГР, защиты лабораторных работ.

Контроль на лекциях производится в виде устного опроса. Типовые контрольные вопросы для устного опроса по темам приведены в п. 3 настоящего пособия.

Положительная оценка («зачтено») по результатам каждого опроса выставляется в соответствии с универсальной системой оценивания, приведенной в таблице 2. В случае получения оценки «не зачтено» студент должен пройти повторный контроль по данной теме в ходе последующих консультаций.

Таблица 2 – Система оценок и критерии выставления оценки при прохождении опроса

Критерий	Система оценок			
	«не зачтено»	«зачтено»		
Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект

Текущий контроль в виде защиты лабораторных работ осуществляется на лабораторном практикуме, целью которого является формирование умений и навыков по проектированию схем аналоговой и цифровой электроники. Защита лабораторной работы проводится на основании отчета, а также ответа на контрольные вопросы к лабораторным работам. Студент, самостоятельно выполнивший задание, продемонстрировавший знание использованных им схемотехнических решений, получает по лабораторной работе оценку «зачтено».

Выполнение расчетно-графической работы (РГР) служит целям приобретения и закрепления умений и навыков обучающегося в области решения типовых задач проектирования, расчета, анализа в предметной области, изучаемой в дисциплине. Обучающимся выдается задание на выполнение РГР, включающее индивидуальный вариант исходных данных на

проектирование схемы усилителя постоянного тока. Каждый студент получает индивидуальное задание, в котором указаны: наименование электронного устройства, электрическую схему которого необходимо выбрать и рассчитать; исходные данные для расчета и литературу с указанием разделов, в которых даны примерные варианты описания схем и методики электрического расчета. Указанная литература не является обязательной. В работе можно использовать и другую соответствующую литературу. Ознакомившись с конкретным заданием, студент должен выбрать и изучить принципиальную схему и ознакомиться с временными диаграммами или иными характеристиками указанного устройства.

Далее студент должен познакомиться с соответствующей расчетной методикой, приведенной в указанной литературе, определиться с исходными данными. В результате расчета должны быть определены: электрическая принципиальная схема, типы используемых полупроводниковых приборов, типы и номиналы элементов и основные характерные электрические параметры схемы, нарисованы временные диаграммы.

Выполняется РГР в рамках самостоятельной работы студента (при необходимости с консультацией у преподавателя в рамках лабораторных занятий). Выполнение РГР завершается подготовкой отчета, который сдается преподавателю на проверку. В случае обнаружения ошибок, неточностей и пр. отчет возвращается студенту на доработку. По завершении выполнения РГР студенту проставляется отметка о выполнении.

Оценивание результатов РГР осуществляется по пятибалльной шкале. При этом используются показатели:

- 1) правильность и полнота решения задачи,
- 2) своевременность представления на проверку,
- 3) качество оформления решения.

Если по всем показателям работа выполнена без замечаний, ставится отличная оценка. При своевременном представлении решения задачи, но при наличии ошибок, неполноты решения или замечаний по качеству оформления решения студенту предоставляется возможность доработки с одновременным снижением оценки до 4-х баллов. При несвоевременном представлении задания (при условии его правильности, полноты и должного качества оформления) проверяется самостоятельность решения задачи путем пояснений, даваемых студентом по каждому пункту задания. Если же задание решено неверно или неполно либо некачественно оформлено, оно возвращается студенту на доработку. Оценка снижается до 3-х баллов.

4.2 Условия получения положительной оценки

Промежуточная аттестация по дисциплине предусматривает проведение экзамена (экзаменационного тестирования).

К экзамену допускаются студенты:

- выполнившие и защитившие все предусмотренные лабораторные работы (получившие положительную оценку по результатам лабораторного практикума);

- выполнившие и защитившие расчетно-графическую работу (получившие положительную оценку по результатам защиты расчетно-графической работы);

- имеющим положительную оценку («зачтено») по результатам устного опроса.

Экзамен может проводиться как в традиционной форме, так и в виде экзаменационного тестирования.

Экзаменационный билет содержит три экзаменационных вопроса.

Система оценивания и критерии выставления оценок по экзамену (экзаменационному тестированию) приведена в таблице 3.

Таблица 3 – Система оценок и критерии выставления оценки за экзамен (экзаменационное тестирование)

Критерий	Система оценок			
	2	3	4	5
	0–40 %	41–60 %	61–80 %	81–100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
1	2	3	4	5
1 Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно корректно связывать между собой (только некоторые из них может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимых для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
2 Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи

1	2	3	4	5
3 Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно-корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно-корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задаче данные	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
4 Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

4.3 Примерные вопросы к экзамену по дисциплине

- 1) Общие сведения о полупроводниках. Характеристики р-п перехода. Полупроводниковые диоды. Принцип действия, характеристики.
- 2) Специальные типы диодов. Стабилитрон. Диод Шотки.
- 3) Биполярные транзисторы. Режимы работы транзистора. Схемы включения биполярного транзистора.
- 4) Вольт-амперные характеристики биполярных транзисторов.
- 5) Усилительный каскад на биполярном транзисторе, включенном по схеме с общим эмиттером и отрицательной обратной связью по току.
- 6) МОП-транзистор с индуцированным каналом. Принцип действия и характеристики.
- 7) МОП-транзистор с встроенным каналом. Принцип действия и характеристики.
- 8) Усилители. Основные определения и характеристики.

- 9) Обратные связи в усилителях. Классификация обратных связей. Влияние отрицательной обратной связи на характеристики усилителя.
- 10) Дифференциальные усилители. Принцип действия и характеристики дифференциальных усилителей на биполярных и МОП-транзисторах.
- 11) Операционные усилители. Структура и характеристики ОУ на биполярных и МОП-транзисторах.
- 12) Базовые логические элементы. Логический инвертор. Передаточная характеристика инвертора.
- 13) Инвертор на биполярном транзисторе. Анализ работы инвертора в статическом и динамическом режимах.
- 14) КМОП инвертор. Анализ в статическом и динамическом режимах.
- 15) Основные статические и динамические параметры и характеристики логических элементов и цифровых устройств.
- 16) Транзисторно-транзисторная логика. Базовый логический элемент ТТЛ.
- 17) Логические элементы с открытым коллектором и тремя состояниями выхода.
- 18) Микросхемы ТТЛ с транзисторами Шоттки.
- 19) Цифровые микросхемы с КМОП транзисторами.
- 20) Микросхемы на основе ЭСЛ.
- 21) Устройства комбинационного типа. Шифраторы. Приоритетные шифраторы.
- 22) Устройства комбинационного типа. Дешифраторы. Ступенчатые дешифраторы.
- 23) Устройства комбинационного типа. Мультиплексоры. Дешифраторы-демультиплексоры ТТЛ. Мультиплексоры КМОП.
- 24) Демультиплексоры. Принципы построения и схемотехническая реализация.
- 25) Схемы сравнения цифровых кодов. Цифровые компараторы.
- 26) Сумматоры. Комбинационные двоичные сумматоры. Накапливающий четырехразрядный двоичный сумматор.
- 27) Одноразрядный сумматор. Принципы построения многоразрядных сумматоров.
- 28) Цифровые последовательностные устройства. SR-защелка на ЛЭ ИЛИ-НЕ, И-НЕ, Синхронные защелки SR-типа.
- 29) Синхронный D-триггер-защелка. Двухступенчатый D-триггер. D-триггер переключающийся по переднему фронту.
- 30) Счетные триггеры. Универсальные J-K триггеры.
- 31) Регистры. Параллельные регистры. Сдвигающие регистры. Реверсивный регистр.
- 32) Кольцевые регистры-счетчики. Кольцевой регистр сдвига единицы.

- 33) Асинхронные счетчики с последовательным переносом.
- 34) Синхронные счетчики. Реверсивные счетчики.
- 35) Делители частоты импульсов. Программируемые делители.
- 36) Программируемые делители с предварительной установкой.
- 37) Программируемый делитель с использованием компаратора.
- 38) Программируемый делитель на кольцевых счетчиках.
- 39) Принципы дискретизации аналоговых сигналов. Погрешности ЦАП и АЦП.
- 40) Цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП). Классификация ЦАП. Параллельные ЦАП с суммированием весовых токов.
- 41) Классификация АЦП. Параллельные АЦП.
- 42) АЦП последовательного счета. АЦП последовательного приближения.
- 43) Интегрирующие АЦП. АЦП многотактного интегрирования.

5 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Освоение дисциплины «Электроника и схемотехника» является одним из основополагающих шагов к формированию будущего специалиста в области информационной безопасности автоматизированных систем. Приобретенные в ходе изучения дисциплины знания, умения и навыки будут углубляться и совершенствоваться в процессе дальнейшего обучения и могут быть применены в профессиональной деятельности.

6 ЛИТЕРАТУРА

1. Мазин, А. В. Электроника и схемотехника: учеб. пособие: [16+] / А. В. Мазин, А. В. Потапов. – Москва: Директ-Медиа, 2022. – 160 с. : схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=692180> (дата обращения: 08.10.2022). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-4499-3062-0. – DOI 10.23681/692180. – Текст: электронный.
2. Лобач, В. Т. Основы проектирования цифровых устройств радиоэлектронных систем : учеб. пособие: [16+] / В. Т. Лобач, М. В. Потипак; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Южный федеральный университет, 2020. – 140 с.: ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=619151> (дата обращения: 08.10.2022). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9275-3656-6. – Текст: электронный.
3. Парфенкин, А. И. Схемотехника : учеб. пособие / А. И. Парфенкин, О. А. Белов. – Москва: МОРКНИГА, 2017. – 366 с.
4. Кучумов, А. И. Электроника и схемотехника : учеб. пособие / А. И. Кучумов. – Изд. 4-е, стер. – Москва : Гелиос АРВ, 2011. – 335 с.

5. Шейдаков, Н. Е. Основы электроники и схемотехники: учебное пособие: [16+] / Н. Е. Шейдаков; Ростовский государственный экономический университет (РИНХ). – Ростов-на-Дону: Издательско-полиграфический комплекс РГЭУ (РИНХ), 2020. – 208 с.: ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=616896> (дата обращения: 20.04.2023). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7972-2766-3. – Текст: электронный.

6. Пуховский, В. Н. Схемотехника высокопроизводительных вычислительных систем: учебное пособие: [16+] / В. Н. Пуховский, А. О. Пьявченко, С. А. Черный; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону; Таганрог: Южный федеральный университет, 2019. – 231 с.: ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=598636> (дата обращения: 20.04.2023). – Библиогр.: с. 189–191. – ISBN 978-5-9275-3432-6. – Текст: электронный.

7. Дуркин, В. В. Схемотехника аналоговых электронных устройств: базовые схемы основных функциональных устройств: учебное пособие: [16+] / В. В. Дуркин, С. В. Тырыкин, М. А. Степанов; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 127 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574691> (дата обращения: 20.04.2023). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7782-3335-5. – Текст: электронный.

8. Селиванова, З. М. Схемотехника электронных средств: учебное пособие / З. М. Селиванова; Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2017. – 128 с.: ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=498898> (дата обращения: 20.04.2023). – Библиогр.: с. 99-102. – ISBN 978-5-8265-1680-5. – Текст: электронный.

9. Кравец, А. В. Схемотехника радиоэлектронных устройств: учебное пособие: [16+] / А. В. Кравец; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону; Таганрог: Южный федеральный университет, 2021. – 156 с.: ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=683912> (дата обращения: 20.04.2023). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9275-3746-4. – Текст: электронный.

10. Водовозов, А. М. Основы электроники: учебное пособие / А. М. Водовозов. – 2-е изд. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. – 141 с.: ил., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564844> (дата обращения: 20.04.2023). – Библиогр.: с. 137. – ISBN 978-5-9729-0346-7. – Текст: электронный.

11. Кулакова, А. А. Мемристорная логика в цифровой схемотехнике / А. А. Кулакова, Е. Б. Лукьяненко // Известия высших учебных заведений. Электроника. – 2020. – Т. 25. – № 4. – С. 330–338. – DOI 10.24151/1561-5405-2020-25-4-330-338. – EDN QMCGCZ.

12. Денисенко, Д. Ю. Универсальные активные RC-фильтры: современное состояние схемотехники, новые и перспективные архитектуры / Д. Ю. Денисенко, Н. Н. Прокопенко // Актуальные проблемы физической и функциональной электроники : материалы 22-й Всероссийской молодежной научной школы-семинара, Ульяновск, 22–24 октября 2019 года. – Ульяновск : Ульяновский государственный технический университет, 2019. – С. 12–21. – EDN BAVODT.

13. Морозов, С. К. Электроника и схемотехника : Учебное пособие / С. К. Морозов. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный экономический университет, 2019. – 104 с. – ISBN 978-5-7310-4574-2. – EDN ITMYNT.

14. Особенности схемотехники операционных усилителей на комплементарных полевых транзисторах с управляющим рп-переходом / Н. Н. Прокопенко, В. Е. Чумаков, А. В. Бугакова, А. Е. Титов // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2022. – № 2 (226). – С. 126–135. – DOI 10.18522/2311-3103-2022-2-126-135. – EDN IKOYME.

15. Суханова, Н. В. Электроника и схемотехника : лабораторный практикум: [16+] / Н. В. Суханова; науч. ред. В. С. Кудряшов. – Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2019. – 93 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=601607> (дата обращения: 20.04.2023). – Библиогр.: с. 90. – ISBN 978-5-00032-394-6. – Текст: электронный.

16. Circuit Design of a Frequency Synthesizer Device for High-Speed Data Transmission Systems / A. L. Makarevich, D. V. Garaga, S. M. Sokovnich [et al.] // 2022 Systems of Signals Generating and Processing in the Field of on Board Communications, SOSG 2022 – Conference Proceedings, Moscow, 15–17 марта 2022 года. – Moscow, 2022. – P. 9744274. – DOI 10.1109/IEEECONF53456.2022.9744274. – EDN AKHVXA.

Локальный электронный методический материал

Николай Алексеевич Долгий

ЭЛЕКТРОНИКА И СХЕМОТЕХНИКА

Редактор М. А. Дмитриева

Уч.-изд. л. 1,0. Печ. л. 1,3.

Издательство федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Калининградский государственный технический университет».
236022, Калининград, Советский проспект, 1.