

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ

Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Институт физики

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института физики,
д.ф.-м.н., профессор


" 7 "  С.Б. Вениг
2021 г.

Рабочая программа дисциплины

Микросхемотехника

Направление подготовки бакалавриата

11.03.04 «Электроника и микроэлектроника»

Профиль подготовки бакалавриата

«Микро- и микроэлектроника, диагностика микро- и биомедицинских систем»

Квалификация (степень) выпускника




Бакалавр

Форма обучения

очная

Саратов,

2021 г.

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Трофимова Н.Б.		5.10.21
Председатель НМК	Скрипаль Ан.В.		5.10.21
Заведующий кафедрой	Скрипаль Ал.В.		5.10.21
Специалист Учебного управления			

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Микросхемотехника» является формирование у студентов комплекса профессиональных знаний и умений (владений) и усвоение физических принципов работы интегральных микросхем, их параметров, характеристик, их теоретического и экспериментального исследования и практического применения в изделиях электронной техники.

Задачами освоения дисциплины являются:

- формирование и углубление знаний в области специальных глав математической теории (Булева алгебра) для понимания принципов теории релейных устройств и дискретных автоматов;
- формирование умений применять методы логического проектирования для минимизации выходных функций с целью упрощения и повышения надежности микроэлектронных устройств, понижения их энергоемкости и др.;
- овладение методами и навыками оптимального выбора типа микросхемы для решения конкретной задачи с использованием новых технологий;
- формирование знаний основ теории обратной связи для стабилизации параметров аналоговых микросхем.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Микросхемотехника» относится к обязательным дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений, блока 1 «Дисциплины (модули)» и изучается студентами очной формы обучения Института физики СГУ, проходящими подготовку по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», в течение 6 учебного семестра. Материал дисциплины опирается на ранее приобретенные студентами знания по физике, математике, теоретическим основам радиоэлектроники, основам аналоговой электроники и схемотехники, основам цифровой электроники и схемотехники и подготавливает студентов к изучению в последующих семестрах таких дисциплин как «Микроэлектроника и нанoeлектроника», «Квантовая и оптическая электроника», «Твердотельная электроника», а также ряда дисциплин при продолжении обучения в магистратуре.

3. Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	1.1_Б.УК-2. Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач. 2.1_Б.УК-2. Проектирует решение конкретной задачи	Знать физические процессы, протекающие в полупроводниковых структурах, используемых в приборах твердотельной электроники и микроэлектроники и являющиеся физической основой их принципа действия, основные подходы к их теоретическому описанию и анализу, основных параметров и

	<p>проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений.</p> <p>3.1_ Б.УК-2. Решает конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время</p> <p>4.1_ Б.УК-2. Публично представляет результаты решения конкретной задачи проекта.</p>	<p>характеристик, примеров применения;</p> <p>элементную базу аналоговой и цифровой техники, принцип действия и методы расчета элементов аналоговых и цифровых интегральных схем; методы проектирования электронной компонентной базы.</p> <p>Уметь теоретически анализировать, рассчитывать и экспериментально исследовать параметры и характеристики микросхем, производить физическое и математическое моделирование функциональных схемотехнических комплексов; осуществлять выбор элементной базы аналоговых и цифровых интегральных схем и технологии их изготовления в зависимости от требований к электрическим характеристикам, синтезировать аналоговые и цифровые устройства на основе данных об их функциональном назначении, электрических параметрах и условиях эксплуатации; выбирать оптимальный способ решения конкретной задачи проектирования микросхемы с учетом качества и быстродействия,</p> <p>Владеть методами выбора приемов упрощения интегральных схем, методами применения модифицированных элементов для улучшения параметров системы: схемной простоты, площади поверхности, быстродействия, экономичности и др.; навыками представления результатов решения конкретной схемотехнической задачи.</p>
<p>ПК-3. Способен проводить работы по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований в области электроники и нанoeлектроники</p>	<p>1.1_ Б. ПК-3. Проводит критический анализ современной научно-технической литературы и информационных ресурсов.</p> <p>2.1_ Б. ПК-3. Проводит теоретические и экспериментальные исследования в области электроники и нанoeлектроники.</p> <p>3.1_ Б. ПК-3. Обрабатывает и анализирует результаты теоретических и экспериментальных исследований в области электроники и нанoeлектроники.</p>	

4.

Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости и (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лек	Лабораторные		Пр	СРС	
					Общая трудоемкость	Из них – практическая подготовка			
1.	Введение. Микросхемотехника. Классификация, элементная база.	6	1	2	-		-	1	
2.	Основные понятия микросхемотехники и основные направления развития.	6	2	2	-		2	2	Опрос
3.	Цифровые микроэлектронные структуры.	6	3-10	16	12		8	16	Опрос. Отчет по лабораторным работам
4.	Микропроцессоры и микроЭВМ.	6	11-12	4	8		2	4	Опрос. Отчет по лабораторным работам
5.	Аналоговые микроэлектронные структуры.	6	13-15	6	8		2	4	Опрос. Отчет по лабораторным работам. Контрольная работа
6.	Качество и надежность интегральных микросхем.	6	16	2	4		2	1	Опрос. Отчет по лабораторным работам
	Итого:	6		32	32	0	16	28	
	Промежуточная аттестация	6							Зачет
	Общая трудоемкость дисциплины				108				

Содержание дисциплины

Введение. Микросхемотехника как техническое научное направление. Основы классификации микросхем. Элементная база микросхемотехники.

Раздел 1. Основные понятия микросхемотехники и основные направления развития.

Тема 1.1. Микроэлектронные изделия. Интегральные схемы, функциональные компоненты, сопутствующие изделия.

Тема 1.2. Маломасштабные интегральные схемы (МИС), среднемасштабные (СМИС), крупномасштабные (КМИС, БИС). Субсистемы.

Тема 1.3. Конструкция ИС. Монолитные и гибридные ИС. СВЧ-интегральные схемы. Прецизионные ИС.

Тема 1.4. Основные направления развития современной схемотехники. Приемы логического проектирования. Проектирование структур аналогового типа. Морфологические аспекты современной микроэлектронной аппаратуры. Прикладные вопросы.

Раздел 2. Цифровые микроэлектронные структуры.

Тема 2.1. Общая классификация. Элементные структуры, их сравнительная характеристика. Основные требования к вычислительной серии.

Тема 2.2. Методы логического проектирования цифровых структур. Основные понятия, операции и тождества булевой алгебры. Булевы функции одного и двух аргументов, их интерпретация. Функционально полные системы булевых функций.

Тема 2.3. Упрощение булевых функций. Минтермы, макстермы. Конъюнктивные и дизъюнктивные нормальные формы. Методы минимизации булевых выражений выходных функций. Карты Карно-Вейча. Примеры последовательности логического проектирования интегральных схем.

Тема 2.4. Комбинационные структуры. Состязания и ложные сигналы на выходах комбинационных структур. Синтез дешифраторов, диодные ИС, преобразователи кодов, полусумматоры и сумматоры на биполярных и униполярных транзисторах.

Тема 2.5. Последовательные структуры и временные функции. Анализ их, явление состязаний. Варианты бистабильных ячеек. Последовательные структуры с разностными элементами управления. Примеры триггерных схем, их характеристические уравнения. Аппаратурная модификация характеристических уравнений триггеров.

Тема 2.6. Интегральные цифровые субсистемы. Требования к субсистемам последовательного типа. Таблицы состояний и прикладные уравнения. Структуры последовательных субсистем и их сравнение со структурами комбинационного типа. Цифровые интегрирующие среды. Субсистемы цифровых интеграторов. Принципиальные схемы субсистемы широкого применения БИС на однородных средах.

Раздел 3. Микропроцессоры и микроЭВМ.

Тема 3.1. Структурная организация и состав микропроцессорного комплекса (МПК). Электрическая схема, принцип работы и выполняемые операции.

Тема 3.2. Полупроводниковые запоминающие устройства. Последовательная память, устройства с произвольной выборкой (ЗУПВ), постоянные ЗУ и методы репрограммирования (масочный, электрический метод).

Тема 3.3. Перепрограммируемые ПЗУ (РПЗУ); энергонезависимые ПЗУ, ассоциативные запоминающие устройства (АЗУ).

Тема 3.4. Универсальные логические устройства (УЛУ) и матрицы ПЗУ в микропроцессорах. Программируемая логическая матрица (ПЛМ), "и-или" ПЗУ и ПЛМ.

Применение БИС МПК.

Раздел 4. Аналоговые микроэлектронные структуры.

Тема 4.1. Аналоговые функции. Примеры. Основные функции, реализуемые аналоговыми структурами. Основные конфигурации и классификация аналоговых ИС.

Тема 4.2. Многоцелевой усилитель. Операционные усилители (ОУ) на основе монолитных ИС. Аналоговые (линейные) ИС устройств связи. Программируемые ОУ.

Тема 4.3. Обратная связь в усилителях на основе аналоговых ИС. Основные способы подачи обратной связи. Обратная связь и стабильность параметров аналоговых микросхем. Понятие идеального ОУ, показатели неидеальности АИС и схемотехнические методы их устранения.

Тема 4.4. Дифференциальный усилитель. Схема Дарлингтона. Цепи компенсации и устойчивости аналоговых ИС. Примеры применения аналоговых ИС. Аналоговые подсистемы.

Раздел 5. Качество и надежность интегральных микросхем.

Тема 5.1. Пути обеспечения надежности микроэлектронной аппаратуры при проектировании сложной системы (выбор направления, выбор комплектующих изделий, моделирования, контроль).

Тема 5.2. Основы теории и количественные показатели качества и надежности ИС. Менеджмент по качеству в электронной промышленности. Требования государственной стандартизации в РФ и сертификация на систему качества на основе европейских и международных стандартов ISO-9000. Система тотального качества TQM.

Заключение. Микросхемотехника больших систем. Основные тенденции развития и применения.

Перечень лабораторных работ

1. Комбинационная логическая микросхема-1.
2. Комбинационная логическая микросхема-2.
3. Последовательная логическая микросхема (триггер-RS).
4. Дифференциальный операционный усилитель (ОУ).
5. Топология микросхемы, плотность упаковки, тип интеграции.
6. Видеотехнология контроля. Качество и надежность микросхем.

Описания всех перечисленных лабораторных работ имеются на кафедре физики твердого тела.

Примерная тематика практических занятий (семинаров)

1. Цифровые микроэлектронные структуры и схемы.
2. Основы метода логического проектирования цифровых интегральных схем.
3. Проектирование (синтез) логических интегральных микросхем комбинационного типа.
4. Проектирование логических микросхем последовательного типа.
5. Аналоговые микросхемы.
6. Операционные усилители и их применение.
7. Инструментальные аналоговые ИС.
8. Схемы сопряжения аналоговых и цифровых устройств.
9. Интегральные схемы СВЧ.
10. Универсальные логические устройств. Микропроцессоры и микроЭВМ.
11. Обеспечение надежности микроэлектронной аппаратуры при проектировании сложной БИС.

Планы проведения практических (семинарских) занятий и подробные списки рекомендуемой литературы по темам из приведенного перечня изданы в учебно-методическом пособии:

Трофимова Н.Б. План семинарских занятий по курсу “Микросхемотехника”: Учебное пособие для студ. фак. нано- и биомедицинских технологий. – 3-е изд., перераб. и доп. – Саратов: Изд-во Сарат. Ун-та, 2015. – 20 с.

5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

При реализации программы дисциплины «Микросхемотехника» используются различные образовательные технологии – во время аудиторных занятий проводятся лекции с использованием ПК и мультимедийного проектора и практические занятия в компьютерном классе с использованием игровых программ, самостоятельная работа студентов подразумевает работу под руководством преподавателей (консультации и помощь в написании рефератов и при выполнении домашних заданий).

Методы обучения, применяемые при изучении дисциплины, способствуют закреплению и совершенствованию знаний, овладению умениями и получению навыков в области микросхемотехники. Содержание учебного материала диктует выбор методов обучения:

информационно-развивающие – лекция, объяснение, демонстрация, решение задач, самостоятельная работа с рекомендуемой литературой;

проблемно-поисковые и исследовательские – самостоятельная проработка предлагаемых проблемных вопросов по дисциплине.

В процессе обучения предусматривается широкое использование активных и интерактивных форм проведения занятий: адресация аудитории вопросов и коллективный поиск ответов на них в форме дискуссий, встречи с известными специалистами и экспертами.

При проведении лабораторных занятий выполняются натурные эксперименты в лабораторном практикуме.

При проведении практических (семинарских) занятий в активной форме проводится детальный анализ вопросов физики, технологии, конструирования и проектирования конкретных типов микросхем в соответствии с приведенным ниже списком тем (по выбору преподавателя).

Практическая подготовка при реализации данной дисциплины направлена на получение экспериментальных навыков и применения научных компетенций по профилю программы; в процессе обучения на конкретных примерах осваиваются практические приёмы повышения качества проектируемых микроэлектронных изделий с учётом последних требований закона “О техническом регулировании” и ГОСТов на Систему менеджмента качества и бережливого производства в электронной промышленности.

Условиях обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья:

- предоставление инвалидам по зрению или слабовидящим возможностей использовать крупноформатные наглядные материалы;

- организация коллективных занятий в студенческих группах с целью оказания помощи в получении информации инвалидам и лицам с ограниченными возможностями по здоровью;

- проведение индивидуальных коррекционных консультаций для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

- использование индивидуальных графиков обучения
- использование дистанционных образовательных технологий

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине проводится в течение всего периода освоения и заключается в чтении и изучении литературы, подготовке к лекциям, к контрольной работе, в выполнении заданий лектора, написании реферата, работе в компьютерном классе и библиотеке.

Рекомендуется:

- для качественного усвоения материала лекций разбирать вопросы, изложенные в каждой очередной лекции, до следующей, по непонятым деталям консультироваться у лектора, читать соответствующую литературу;
- при подготовке к выполнению и отчетам по лабораторным работам тщательно изучать описание работы, задавать уточняющие вопросы преподавателю и дежурному инженеру, иметь отдельную тетрадь по лабораторному практикуму, для выполнения заданий и оформления отчетов;
- при подготовке к семинарским занятиям пользоваться рекомендациями преподавателя, ведущего семинары, готовить краткий конспект по вопросам темы, изучать рекомендуемую основную и дополнительную литературу;
- при подготовке к контрольной работе пользоваться лекциями и рекомендованной литературой;
- задания, которые даются лектором во время лекции по отдельным вопросам, обязательны для выполнения, и качество их выполнения будет проверяться во время зачета.

Перечень заданий самостоятельной работы, предлагаемых студентам в ходе чтения лекций:

- Доказать распределительное тождество (№ 13) для выходной функции цифровой микросхемы на 3 входа и 1 выход. Упростить микросхему.
- Доказать соотношения двойственности (тождества №№ 14,15), теоремы Д'Моргана, пользуясь методом таблиц истинности.
- Провести оптимизацию микросхемы, заданной таблицей истинности, с использованием совершенной дизъюнктивной нормальной формы (СДНФ) для выходной функции цифровой системы.
- Использовать карту Карно для минимизации выходной функции цифровой микросхемы при существовании избыточных членов.
- Определить структурные факторы микросхемы (число внешних выводов, число диодов, наращиваемость и др.) на примере дешифратора на 6 входов.
- Спроектировать преобразователь двоичных чисел в другой код (например, код Грэя).
- Вывести характеристическое уравнение для синхронного JK-триггера с использованием таблицы истинности для последовательных схем.
- Использование операционного усилителя для преобразования формы сигнала, стробирования и других функций).
- Показатели неидеальности АИС и схемотехнические методы их устранения.

При реализации программы дисциплины «Микросхемотехника» студентам предлагается выполнить реферат.

Примерный перечень предлагаемых тем рефератов:

- Программируемые операционные усилители и их применение.

- Инструментальные аналоговые микросхемы.
- Схемы сопряжения аналоговых и цифровых устройств.
- Интегральные схемы СВЧ.
- Универсальные сложные системы. Микропроцессоры и микроЭВМ.
- Качество и надежность интегральных микросхем. Выбор комплектующих, моделирование, контроль.
- Статистические методы и качество интегральных микросхем.

Рефераты должны содержать элементы литературного обзора по теме, анализа в соответствии с конкретной спецификой выбранной темы. Работу следует выполнять в течение всего семестра с периодическим обсуждением результатов с лектором.

В ходе освоения дисциплины в часы лекционных занятий студенты выполняют одну контрольную работу.

При подготовке к контрольной работе необходимо использовать материал прочитанных лекций.

Контрольная работа.

1 Вариант. Упростить выходную функцию и спроектировать логическое устройство на 4 входа и 1 выход.

2 Вариант. Минимизировать выражение выходной функции логической микросхемы, заданной таблицей истинности с содержанием избыточных состояний.

3 Вариант. Триггер D, триггер RS.

4 Вариант. Операционный усилитель. Помехоустойчивость.

При выполнении данной контрольной работы студент должен продемонстрировать знания основных форм представления выходных функций цифровой микросхемы, их упрощения и проектирования в оптимальном виде, принципов организации памяти (внутренних состояний) в логической цифровой микросхеме, умение проводить анализ их работы и особенности проектирования в оптимальном виде; а также понимание неидеальности аналоговых микросхем и схемотехнические особенности их устранения на примере операционного усилителя.

Результаты выполнения контрольной работы учитываются при проведении промежуточной аттестации студентов.

Промежуточная аттестация проводится в форме теоретического зачета (6-й семестр).

Контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

1. Микросхемотехника как раздел морфологии микроэлектронной аппаратуры. Основы классификации интегральных схем.
2. Конструктивные особенности интегральных схем.
3. Цифровые и аналоговые микроэлектронные структуры. Общая классификация цифровых микросхем.
4. Методы логического проектирования цифровых структур. Булева алгебра. Основные операции.
5. Логические высказывания и основные тождества булевой алгебры.
6. Булевы функции одного и двух аргументов, их логическая интерпретация.
7. Булевы уравнения. Использование диаграмм Венна для доказательства тавтологий. Теоремы де Моргана.
8. Функции импликации, исключения, пересечения и их интерпретация.

9. Интегральные схемы со структурами комбинационного типа. Синтез дешифраторов.
10. Функции запрет импликации, равнозначность и их логическая интерпретация.
11. Функция “штрих Шеффера” и “стрелка Пирса” и их логическая интерпретация.
12. Способы доказательства тождеств булевой алгебры. Метод ключевых схем.
13. Принципы проектирования логических микросхем. Минимизация булевых функций как путь упрощения интегральных схем.
14. Минтермы, макстермы. Обозначения, индексы. Карты Вейча.
15. Двоичная система счисления – основа логического синтеза. Действия в двоичной системе.
16. Свойства минтермов и макстермов. Главные формы представления булевых функций.
17. Метод карт минтермов для решения задачи минимизации булевых функций. Карты Вейча, Карно.
18. Карта Карно и ее пространственная интерпретация. Примеры использования “замкнутости” карты Карно при упрощении булевых функций.
19. Правила группировки (“склеивания”) единиц при упрощении булевых функций. Минимизация функций при существовании избыточных членов.
20. Табличный метод минимизации выходных функций цифровой системы.
21. Упрощение булевых выражений для нескольких функций одновременно.
22. Логические элементы и их условное обозначение в схеме.
23. Принцип работы логических вентилях. Дiodный вентиль.
24. Структурные факторы интегральной микросхемы (на примере ИС-дешифратора).
25. Синтез полусумматора. Обозначение в схемах.
26. Преобразователь двоичного кода в обратный код.
27. Преобразователь двоичных чисел в другой код (на примере кода Грея).
28. Синтез комбинационного сумматора.
29. Состязания и ложные сигналы на выходе комбинационных цепей.
30. Последовательные цифровые цепи. Методы организации внутренних состояний. Примеры (ячейка на основе “и-не”, ячейки с перекрестными связями).
31. Использование МДП-транзисторов в последовательных ИС (с обратной связью).
32. Триггеры и их характеристические уравнения. Д-триггер.
33. Т-триггер и его характеристическое уравнение.
34. R-S-триггер и его характеристическое уравнение.
35. Синхронные D-V и JK-триггеры и их характеристические уравнения.
36. Интегральные цифровые subsystemы.
37. Аналоговые интегральные схемы. Основные функции, реализуемые аналоговыми ИС.
38. Усиление и фильтрация сигналов, реализуемые аналоговыми ИС.
39. Генерация и преобразование частоты с применением аналоговых ИС.
40. Модуляция и детектирование с применением аналоговых ИС.
41. Основные принципы аналоговой схемотехники. Взаимность компонент и стабилизация параметров.
42. Многоцелевой усилитель. Схема Дарлингтона. Обратная связь и стабильность параметров аналоговых схем.

7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1.1 Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого

6	10	20	20	10	0	10	30	100
---	----	----	----	----	---	----	----	-----

Программа оценивания учебной деятельности студента

6 семестр

Лекции

Посещаемость, активность – от 0 до 10 баллов

Лабораторные занятия

Техническая грамотность при выполнении лабораторных работ– от 0 до 5 баллов

Оформление отчётов по лабораторным работам в соответствии с установленными требованиями – от 0 до 5 баллов

Степень раскрытия материала при отчёте по лабораторным работам – от 0 до 10 баллов

Практические занятия:

Самостоятельное выполнение заданий практических занятий – от 0 до 20 баллов

Самостоятельная работа

Выполнение заданий на самостоятельную работу – от 0 до 10 баллов

Автоматизированное тестирование

Не предусмотрено.

Другие виды учебной деятельности:

Контрольная работа - от 0 до 5 баллов.

Реферат - от 0 до 5 баллов.

Промежуточная аттестация (зачёт)

Зачёт проводится в устной форме и предполагает ответ на 2 вопроса билета.

при проведении промежуточной аттестации

ответ на «зачтено» оценивается от 10 до 30 баллов;

ответ на «не зачтено» оценивается от 0 до 9 баллов;

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 6 семестр по дисциплине «Микросхемотехника» составляет 100 баллов.

Таблица 2.1 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Микросхемотехника» в оценку (зачет):

60 баллов и более	«зачтено»
менее 60 баллов	«не зачтено»

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) литература:

1. Алексенко А.Г. Основы микросхемотехники. – 3-е изд., доп. и перераб. – М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2010. – 448 с. (в ЗНБ СГУ 50 экз.), 2006 (25 экз.)
2. Трофимова Н.Б. План семинарских занятий по курсу "Микросхемотехника": Учебное пособие для студ. фак. нано- и биомедицинских технологий. – 4-е изд., перераб. и доп. – Саратов: Изд-во Саратов. Ун-та, 2015. – 20 с. (В ЗНБ СГУ 7 экз.).

3. Новиков Ю.В. Введение в цифровую схемотехнику [**Электронный ресурс**] : учебное пособие. - Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2020. - 392 с. - ЭБС "IPRBOOKS". — URL: <https://www.iprbookshop.ru/89431.html>
4. Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника: учеб. пособие. - 3-е изд. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2010. – 797 с. **Гриф УМО** (в ЗНБ СГУ 15 экз.)
5. Игнатов А. Н. Микросхемотехника и нанoeлектроника [**Электронный ресурс**]: учеб. пособие. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2021. - 528 с. **Гриф УМО**. – ЭБС "ЛАНЬ". — URL: <https://e.lanbook.com/book/167901>
6. Муханин Л. Г. Схемотехника измерительных устройств. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2009. – 281 **Гриф УМО** (в ЗНБ СГУ 81 экз.)
7. Топильский В. Б. Схемотехника измерительных устройств. – М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2010. – 231 с. (в ЗНБ СГУ 20 экз.)
8. Практические основы аналоговых и цифровых схем / Д. Каплан, К. Уайт ; пер. с англ. А. А. Кузьмичёвой под ред. А. А. Лапина. – М.: Техносфера, 2006. – 174 с. (в ЗНБ СГУ 7 экз.)
9. Справочник инженера-схемотехника / Р. Корис, Х. Шмидт-Вальтер. – М.: Техносфера, 2008. – 607 с. (в ЗНБ СГУ 5 экз.), 2006 (8 экз.)
10. Коледов Л. А. Технология и конструкции микросхем, микропроцессоров и микросборок: учеб. пособие. – 3-е изд., стер. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2009. – 399 с. **Гриф УМО** (в ЗНБ СГУ 20 экз.)
11. Ефимов И.Е., Козырь И.Я. Основы микроэлектроники [**Электронный ресурс**]:, 3-е изд.-М.: Лань, 2021.-384 с. – ЭБС "ЛАНЬ". — URL: <https://e.lanbook.com/book/167727>
12. Основы микроэлектроники : учеб. пособие для студентов вузов / А. А. Коваленко, М. Д. Петропавловский. - 3-е изд., стер. - Москва : Изд. центр "Академия", 2010. – 238 с. **Гриф УМО** (в ЗНБ СГУ 30 экз.)

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Windows XP Prof
2. Антивирус Касперского 6.0 для Windows Workstations
3. Microsoft Office профессиональный 2007
4. LabVIEW
5. MathCad 14.0
6. Мейзда Ф. Интегральные схемы [**Электронный ресурс**]. – М., Мир, 1981. URL: <http://www.nehudlit.ru/books/detail1184391.html> (дата обращения: 28.08.2021).
7. Каталог образовательных Интернет-ресурсов. URL: <http://window.edu.ru>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Занятия по дисциплине «Микросхемотехника» проводятся в аудиториях, оснащенных компьютерной техникой, проекторами, измерительными приборами, лабораторным оборудованием, наглядными демонстрационными материалами, мультимедийными установками и пр. (презентации, плакаты).

Место проведения практической подготовки: учебная лаборатория по полупроводниковой технике Института физики.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника» с учётом профиля подготовки «Микро- и нанoeлектроника, диагностика нано- и биомедицинских систем».

Автор, доцент Трофимова Н.Б.

Программа разработана в 2019 г. и одобрена на заседании кафедры физики твёрдого тела от 03 декабря 2019 года, протокол № 4.

Программа актуализирована в 2021 г. и одобрена на заседании кафедры физики твёрдого тела от 05 октября 2021 года, протокол № 3.

Приложение

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Рекомендуемая литература:

1. Игнатов А. Н. Микросхемотехника и наноэлектроника: учеб. пособие. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2011. - 528 с. **Гриф УМО** (в ЗНБ СГУ 3 экз.)
2. Степаненко И.П. Основы микроэлектроники. – 2-ое изд. – М.: Лаборатория базовых знаний, 2003. – 488 с. (в ЗНБ СГУ 3 экз.)
3. Фрике К. Вводный курс цифровой электроники: учеб. пособие / К. Фрике ; пер. с нем. под ред. и с доп. В. Я. Кремлева. – 2-е изд., испр. – М.: Техносфера, 2004. – 426 с (в ЗНБ СГУ 2 экз.)
4. Микросхемотехника: учеб. пособие / А. Г. Алексенко, И. И. Шагурин ; под ред. И. П. Степаненко. – М.: Радио и связь, 1982. – 413 с. **Гриф МО** (в ЗНБ СГУ 4 экз.)
5. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники в 3 т. – 4-ое изд. – М.: Мир, 1993 с. (в ЗНБ СГУ 1 экз.)
6. Управление качеством электронных средств: учеб. пособие для студентов вузов / В. Э. Дрейзин, А. В. Кочура. – М.: Изд. центр "Академия", 2010. – 284 с. (В ЗНБ СГУ 2 экз.)