

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Аналоговая и цифровая схемотехника

Направление подготовки: 28.03.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника

Профиль подготовки: Синтез и диагностика наноматериалов, компоненты микро- и нанoeлектронной техники

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): доцент, к.н. Александров А.С. (Кафедра физики молекулярных систем, Отделение физики), aaleksan@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-7	Способен проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области нанотехнологий и микросистемной техники
ПК-2	Готовность проводить экспериментальные исследования по синтезу и анализу материалов и компонентов нано- и микросистемной техники

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- основные принципы действия электронных компонентов; математические модели электронных компонентов, а также построение эквивалентных схем для различных режимов работы; особенности расчёта узлов электронных устройств.
- пути развития и проблемы полупроводниковой электроники; основы твердотельной электроники, устройство и принципы работы твердотельных компонент электроники и микроэлектроники; принцип действия, свойства, основные характеристики и параметры различных полупроводниковых приборов и элементов интегральных микросхем.
- методы разработки функциональных и структурных схем аналоговых и цифровых блоков электронных систем.

Должен уметь:

- читать электрические принципиальные схемы, проводить анализ схем, понимать назначение каждого элемента схемы.
- осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования цифровых блоков, компонентов и узлов электронных систем различного назначения; эксплуатировать цифровую технику, применять результаты освоения дисциплины в профессиональной деятельности.
- разрабатывать функциональные и структурные схемы аналоговых и цифровых блоков электронных систем различного назначения.

Должен владеть:

- навыками измерения параметров и характеристик полупроводниковых приборов.
- навыками разработки проектной и конструкторской документации на аналоговые и цифровые устройства в соответствии с нормативными требованиями.
- навыками определения физических принципов действия устройств в соответствии с техническими требованиями с использованием теоретических методов и программных средств проектирования и конструирования.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- к решению задач, связанных с необходимостью применения средств и методов аналоговой и цифровой электроники в своей практической деятельности;
- эксплуатировать современную аналоговую и цифровую радиоэлектронную аппаратуру и оборудование;
- работать с современными образовательными и информационными технологиями.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.04 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 28.03.01 "Нанотехнологии и микросистемная техника (Синтез и диагностика наноматериалов, компоненты микро- и нанoeлектронной техники)" и относится к части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 3 курсе в 5, 6 семестрах.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных(ые) единиц(ы) на 288 часа(ов).

Контактная работа - 146 часа(ов), в том числе лекции - 72 часа(ов), практические занятия - 36 часа(ов), лабораторные работы - 36 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 2 часа(ов).

Самостоятельная работа - 88 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 54 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 5 семестре; экзамен в 6 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Се-местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Само-стоя-тельная ра-бота
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи-ческие занятия, всего	Практи-ческие в эл. форме	Лабора-торные работы, всего	Лабора-торные в эл. форме	
1.	Тема 1. Полупроводниковые диоды. Эквивалентная схема диода. Типы диодов - выпрямительные, стабилитроны, варикапы, пин-диоды.	5	2	0	2	0	0	0	6
2.	Тема 2. Биполярные транзисторы. Режимы работы. Эквивалентные схемы. Основные включения.	5	6	0	2	0	0	0	6
3.	Тема 3. Полевые транзисторы. Режимы работы. Эквивалентные схемы. Основные включения.	5	6	0	2	0	0	0	6
4.	Тема 4. Усилительные каскады на биполярных и полевых транзисторах. Рабочая точка. Обратные связи.	5	4	0	4	0	8	0	6
5.	Тема 5. Специальные включения транзисторов. составные транзисторы. Токовые зеркала. Дифференциальный каскад.	5	6	0	2	0	2	0	5
6.	Тема 6. Операционный усилитель. Устройство, характеристики, типы усилителей. Основные включения.	5	4	0	2	0	6	0	6
7.	Тема 7. Функциональные устройства на основе операционных усилителей.	5	6	0	2	0	0	0	6
8.	Тема 8. Основы алгебры логики. Логические функции. Построение логических выражений и логических схем с помощью таблиц истинности и таблиц Карно.	6	4	0	2	0	0	0	8
9.	Тема 9. Реализация логических функций. РТЛ, ДТЛ, ТТД, ЭСЛ, КМОП логика.	6	4	0	2	0	0	0	8
10.	Тема 10. Кодеры и декодеры. Мультиплексоры и Демультимплексоры.	6	6	0	4	0	4	0	9
11.	Тема 11. Триггеры и Счетчики	6	4	0	2	0	4	0	6
12.	Тема 12. Представление чисел. Сумматоры, вычитатели, умножители.	6	6	0	4	0	8	0	10
13.	Тема 13. ЦАП и АЦП. Устройства памяти.	6	4	0	2	0	0	0	6
14.	Тема 14. Программируемые логические интегральные схемы	6	6	0	0	0	0	0	12

N	Разделы дисциплины / модуля	Се- местр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)					Само- стоя- тель- ная рабо- та	
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практи- ческие занятия, всего	Практи- ческие в эл. форме	Лабора- торные работы, всего		Лабора- торные в эл. форме
Итого			68	0	32	0	32	0	100

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Полупроводниковые диоды. Эквивалентная схема диода. Типы диодов - выпрямительные, стабилитроны, варикапы, пин-диоды.

Устройство дискретных и интегральных диодов. Вольтамперная и переходная характеристики диода. Описание характеристик диода с помощью уравнений. Режим малых сигналов. Предельные параметры диода. Температурная зависимость параметров диода. Динамическая характеристика. Барьерная и диффузионная емкости диода. Полная модель диода. Специальные диоды и их применение: стабилитроны, варикапы, пин-диоды.

Тема 2. Биполярные транзисторы. Режимы работы. Эквивалентные схемы. Основные включения.

Устройство дискретных и интегральных биполярных транзисторов. Характеристики транзисторов: входная, выходная и передаточная характеристика. Описание транзистора с помощью уравнений. Модуляция длины базы, эффект Эрли. Зависимость усиления по току от тока коллектора. Уравнения и параметры режима малых сигналов. Параметры транзистора в режиме малых сигналов. Эквивалентная схема режима малых сигналов. Границы применимости концепции режима малых сигналов. Предельные параметры и обратные токи. Температурная зависимость параметров транзистора. Модели биполярных транзисторов. Дополнительные эффекты. Динамические характеристики. Полная модель биполярного транзистора.

Тема 3. Полевые транзисторы. Режимы работы. Эквивалентные схемы. Основные включения.

Устройство дискретных и интегральных полевых транзисторов. Характеристики транзисторов: входная, выходная и передаточная характеристика. Описание транзистора с помощью уравнений. Удельная крутизна. Модуляция длины канала. Уравнения и параметры режима малых сигналов. Параметры транзистора в режиме малых сигналов. Эквивалентная схема режима малых сигналов. Границы применимости концепции режима малых сигналов. Предельные параметры и обратные токи. Температурная зависимость параметров транзистора. Модели полевых транзисторов. Дополнительные эффекты. Динамические характеристики. Полная модель полевого транзистора.

Тема 4. Усилительные каскады на биполярных и полевых транзисторах. Рабочая точка. Обратные связи.

Типовые схемы с биполярными транзисторами: включение с ОЭ, ОК, ОБ. Отрицательные обратная связи в схемах с общим эмиттером. Установка рабочей точки. Типовые схемы с полевыми транзисторами: включение с ОИ, ОС, ОЗ. Отрицательные обратная связи в схемах с общим истоком. Установка рабочей точки. Установка рабочей точки в случае связи по постоянному напряжению. Частотная характеристика и верхняя граничная частота. Сравнение характеристик различных включений.

Тема 5. Специальные включения транзисторов. составные транзисторы. Токовые зеркала.

Дифференциальный каскад.

Составной транзистор - транзистор Дарлингтона. Характеристики транзистора Дарлингтона. Описание с помощью уравнений. Параметры режима малых сигналов. Применение составных транзисторов. Источники тока и токовое зеркало. Схемы простого токового зеркала. Токовое зеркало на основе каскодной схемы. Токовое зеркало Вильсона. Дифференциальный усилитель на биполярных транзисторах и полевых транзисторах.

Тема 6. Операционный усилитель. Устройство, характеристики, типы усилителей. Основные включения.

Операционный усилитель (ОУ). Идеальный операционный усилитель, типы ОУ, принцип обратной связи. Построения ОУ на биполярных транзисторах. Неидеальности ОУ и способы компенсации эффектов, связанных с ними. Разновидности операционных усилителей: универсальные, прецизионные, широкополосные, с единственным источником питания. Усилительные каскады на основе ОУ.

Тема 7. Функциональные устройства на основе операционных усилителей.

Схема суммирования. Схемы вычитания. Схема вычитания, расширенная до любого количества входов. Схема с изменяемыми модулем и знаком коэффициента усиления. Схемы интегрирования. Суммирующий интегратор. Схемы дифференцирования. Решение дифференциальных уравнений на ОУ. Логарифмирующее устройство. Реализация экспоненциальной функции. Вычисление степенных функций. Формирование функций \sin и \cos . Перестраиваемые функциональные схемы. Умножитель.

Тема 8. Основы алгебры логики. Логические функции. Построение логических выражений и логических схем с помощью таблиц истинности и таблиц Карно.

Системы связи, типы сигналов. Цифровой сигнал. Системы счисления, представление чисел в различных системах счисления. Основы логики и алгебры логики. Логические функции двух операндов. Базовые логические операции, конъюнкция, дизъюнкция, отрицание штрих Шеффера, стрелка Пирса. Положительная и отрицательная логика. Построение комбинационных логических схем на основе базисных элементов при помощи таблиц истинности и таблиц Карно.

Тема 9. Реализация логических функций. РТЛ, ДТЛ, ТТД, ЭСЛ, КМОП логика.

Построение базисного логического элемента на основе биполярных транзисторов. Транзисторно-транзисторная логика (ТТЛ), основные характеристики ТТЛ-элементов. Эмиттерно-связанная логика (ЭСЛ), схемотехника базисного элемента, ключевая идея повышения быстродействия. Логические элементы на основе комплементарных структур металл-оксид-полупроводник (КМОП). Преимущества КМОП-элементов перед элементами ТТЛ и ЭСЛ. Характеристики серийно выпускаемых логических схем.

Тема 10. Кодеры и декодеры. Мультиплексоры и Демультиплексоры.

Простые цифровые коды. Двоично-десятичные коды. Построение кодеров и декодеров. Мультиплексирование и демультиплексирование аналоговых сигналов. Мультиплексирование и демультиплексирование цифровых сигналов. Построение цифровых мультиплексоров и демультиплексоров. Расширение мультиплексоров и демультиплексоров на большее количество входов/выходов. Использование мультиплексоров для операции сложения чисел.

Тема 11. Триггеры и Счетчики

Типы триггеров. Асинхронный RS-триггер. Синхронный RS-триггер. Статический D-триггер. Динамический D-триггер. Универсальный JK-триггер. Счетный T-триггер. Параллельный и последовательный регистры (регистра сдвига). Сдвиговой регистр с параллельной загрузкой. Асинхронный счетчик с последовательным переносом. Увеличение разрядности регистров. Синхронный счетчик с параллельным переносом. Реверсивный счетчик. Увеличение разрядности счетчиков.

Тема 12. Представление чисел. Сумматоры, вычитатели, умножители.

Представление чисел в цифровой технике. Отрицательные числа в коде со знаком, в дополнительном коде, в коде со смещением. Числа с фиксированной и плавающей запятой. Полусумматор, сумматор, многоразрядный последовательный и параллельный сумматор, увеличение разрядности сумматора. Полувычитатель, вычитатель, многоразрядные вычитатели. Устройство умножения двух многоразрядных чисел.

Тема 13. ЦАП и АЦП. Устройства памяти.

Дискретизация сигнала по уровню и во времени (квантование). Цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП), схема со взвешенными разрядами и R-2R схема. Аналогово-цифровые преобразователи (АЦП). Способы построения АЦП: параллельное преобразование, последовательные приближения, сигма-дельта АЦП. Характеристики ЦАП и АЦП. Оперативное запоминающее устройство - ОЗУ. Статическое и динамическое ОЗУ. Постоянное запоминающее устройство - ПЗУ. Ретроспектива ПЗУ - однократно записываемые устройства на пережигаемых переключателях, память на ферритовых кольцах, ПЗУ со стиранием ультрафиолетовым излучением, перезаписываемые ПЗУ на полевых транзисторах с плавающим затвором, ферроэлектрические ПЗУ. Перспективы развития.

Тема 14. Программируемые логические интегральные схемы

Программируемые логические вентиляльные матрицы или программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС). Языки описания аппаратуры (HDL) Verilog и VHDL. Логический элемент или логическая ячейка в ПЛИС, её устройство. Способ соединения элементов в ПЛИС, ограничения сложности и быстродействия. Создание логических схем на ПЛИС: от простейших устройств комбинационной логики до микропроцессора. Сочетание микроконтроллеров и ПЛИС на примере SoC Zynq-7000 (Xilinx) и Cyclone V (Altera/Intel).

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-99бин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.
практические занятия	В ходе практических занятий рекомендуется: - делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике); - составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора); - готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы); - создавать конспекты (развернутые тезисы).
лабораторные работы	В случае возникновения неясностей при прохождении лабораторного практикума рекомендуется письменно сформулировать вопросы, выписать неясные термины и обратиться к преподавателю. Выполнение лабораторных работ включает в себя изучение студентом теоретической части каждой из работ с последующей оценкой преподавателем степени готовности студента к выполнению работы. При достаточном уровне готовности студент получает допуск к выполнению работы на экспериментальной установке. Экспериментальные результаты, полученные в ходе выполнения лабораторных работ, оформляются в произвольном виде. Объем представляемого материала определяется самим студентом. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.
самостоятельная работа	Изучение дисциплины и самостоятельную работу следует начинать с проработки настоящей рабочей программы, особое внимание, уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса. Студентам рекомендуется получить в Библиотечно-информационном центре института учебную литературу по дисциплине, необходимую для эффективной работы на всех видах аудиторных занятий, а также для самостоятельной работы по изучению дисциплины. Успешное освоение курса предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.
экзамен	При сдаче экзамена допускается наличие у студента вспомогательного рукописного материала объемом не более одного листа А4 (написанного собственноручно, использование чужих вспомогательных материалов не допускается). Студент может записать на этот лист любую информацию по тематике курса, которую он считает необходимой.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 28.03.01 "Нанотехнологии и микросистемная техника" и профилю подготовки "Синтез и диагностика наноматериалов, компоненты микро- и наноэлектронной техники".

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 28.03.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника

Профиль подготовки: Синтез и диагностика наноматериалов, компоненты микро- и нанoeлектронной техники

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Основная литература:

1. Купцов, С. В. Практическая схемотехника: учебное пособие / С. В. Купцов, В. Т. Николаев, В. Н. Тикменов; под редакцией В. Н. Тикменова. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2016. - 296 с. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/91152> (дата обращения: 25.03.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Волович, Г. И. Схемотехника аналоговых и аналогово-цифровых электронных устройств / Г. И. Волович. - 4-е, изд. - Москва: ДМК Пресс, 2018. - 636 с. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/107891> (дата обращения: 25.03.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Дэвид, М. Х. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера / М. Х. Дэвид, Л. Х. Сара. - Москва: ДМК Пресс, 2017. - 792 с. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/97336> (дата обращения: 25.03.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

Дополнительная литература:

1. Сорокин, В. С. Материалы и элементы электронной техники. Проводники, полупроводники, диэлектрики : учебник / В. С. Сорокин, Б. Л. Антипов, Н. П. Лазарева. - 2-е изд., испр. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 448 с. - ISBN 978-5-8114-2003-2. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/212135> (дата обращения: 25.03.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Ансельм, А. И. Введение в теорию полупроводников : учебное пособие / А. И. Ансельм. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 624 с. - ISBN 978-5-8114-0762-0. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/212255> (дата обращения: 25.03.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Орлова, М. Н. Схемотехника: курс лекций: учебное пособие / М. Н. Орлова, И. В. Борзых. - Москва: МИСИС, 2016. - 83 с. - ISBN 978-5-87623-981-5. - Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com/book/93603> (дата обращения: 25.03.2024). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

*Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.04 Аналоговая и цифровая схемотехника*

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 28.03.01 - Нанотехнологии и микросистемная техника

Профиль подготовки: Синтез и диагностика наноматериалов, компоненты микро- и нанoeлектронной техники

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.