

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО

**Директор физтех-школы
электроники, фотоники и
молекулярной физики**

В.В. Иванов

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Введение в микроэлектронику. Основы схемотехники
по направлению:	Электроника и нанoeлектроника
профиль подготовки:	Микро- и нанoeлектроника Физтех-школа Электроники, Фотоники и Молекулярной Физики кафедра микро- и нанoeлектроники
курс:	4
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 7 (осенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 0 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 15 час.

Всего часов: 45, всего зач. ед.: 1

Программу составил: В.В. Эннс, канд. техн. наук

Программа обсуждена на заседании кафедры микро- и нанoeлектроники 29.05.2020

Аннотация

Курс "Введение в микроэлектронику. Основы схемотехники" предусматривает изучение студентами особенностей построения и работы аналоговых и цифровых схем.

Задачи курса:

- обладать базовыми знаниями в области интегральной микроэлектроники;
- знать принципы работы основных цифровых и аналоговых интегральных схем.
- знать и уметь применять на практике метод исследования аналоговых электронных устройств, работающих в режиме малых сигналов;
- знать сущность отрицательной и положительной обратной связи (ОС) в электронных устройствах и принципы построения схем с ОС.
- уметь выполнять расчеты по обеспечению требуемого режима работы и показателей изучаемых электронных устройств;
- иметь представление о компьютерном моделировании, проектировании и оптимизации цифровых и аналоговых электронных устройств

По результатам освоения курса студент должен:

Знать:

- основные принципы, особенности и возможности интегральной схемотехники;
- методы системо- и схемотехнического проектирования на основе ИС.

Уметь:

- характеризовать современные тенденции проектирования различных видов ИС;
- характеризовать специфические особенности проектирования ИС;
- анализировать аналоговые и цифровые интегральные микросхемы с использованием методов машинного проектирования.

Владеть:

- навыками инженерного проектирования и расчета;
- навыками моделирования и экспериментального исследования интегральных схем.

Основное содержание курса изложено в следующих разделах:

1. Лекция 1. Практика проектирования аналоговых ИС. Аналоговые и дискретные сигналы и цепи.
2. Лекция 2. Элементная база микроэлектроники. Состав и принципы работы
3. Лекция 3. Цифровые схемы. Основные типы и принципы работы (часть 1)
4. Лекция 4. Цифровые схемы. Основные типы и принципы работы (часть 2)
5. Лекция 5. Малосигнальный анализ в моделировании АИС. Малосигнальные эквивалентные схемы.
6. Лекция 6. Вопросы проектирования операционных усилителей (часть 1)
7. Лекция 7. Вопросы проектирования операционных усилителей (часть 2)
8. Лекция 8. Проектирование компараторов напряжения.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

- изучение студентами особенностей построения и работы аналоговых и цифровых схем.

Задачи дисциплины

- обладать базовыми знаниями в области интегральной микроэлектроники;
- знать принципы работы основных цифровых и аналоговых интегральных схем;
- знать и уметь применять на практике метод исследования аналоговых электронных устройств, работающих в режиме малых сигналов;
- знать сущность отрицательной и положительной обратной связи (ОС) в электронных устройствах и принципы построения схем с ОС;

- уметь выполнять расчеты по обеспечению требуемого режима работы и показателей изучаемых электронных устройств;
- иметь представление о компьютерном моделировании, проектировании и оптимизации цифровых и аналоговых электронных устройств.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ПК-1 Способен планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования	ПК-1.4 Умеет строить математические модели для описания и исследования процессов и явлений в соответствующих научных областях
	ПК-1.8 Владеет навыками работы с современными языками программирования и программными пакетами для научных расчетов
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.3 Способен обосновать причинно-следственные отношения используемых понятий и моделей

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные принципы, особенности и возможности интегральной схемотехники;
- методы системно- и схемотехнического проектирования на основе ИС.

уметь:

- характеризовать современные тенденции проектирования различных видов ИС;
- характеризовать специфические особенности проектирования ИС;
- анализировать аналоговые и цифровые интегральные микросхемы с использованием методов машинного проектирования.

владеть:

- навыками инженерного проектирования и расчета;
- навыками моделирования и экспериментального исследования интегральных схем.

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

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Практика проектирования аналоговых ИС. Аналоговые и дискретные сигналы и цепи.	4			1
2	Элементная база микроэлектроники. Состав и принципы работы.	4			2
3	Цифровые схемы. Основные типы и принципы работы (часть 1).	4			2
4	Цифровые схемы. Основные типы и принципы работы (часть 2).	4			1
5	Малосигнальный анализ в моделировании АИС. Малосигнальные эквивалентные схемы.	4			1

6	Вопросы проектирования операционных усилителей (часть 1).	4			2
7	Вопросы проектирования операционных усилителей (часть 2).	4			4
8	Проектирование компараторов напряжения.	2			2
Итого часов		30			15
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		45 час., 1 зач.ед.			

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 7 (Осенний)

1. Практика проектирования аналоговых ИС. Аналоговые и дискретные сигналы и цепи.

Рассматривается как теоретические, так и практические аспекты разработки ИС. Кратко затрагиваются технологии изготовления. Предметом настоящей лекции является рассмотрение ряда основных теоретических положений аналоговых и дискретных сигналов и цепей.

2. Элементная база микроэлектроники. Состав и принципы работы.

В этой лекции рассматривается современная элементная база микроэлектроники: активные компоненты – транзисторы, тиристоры и диоды; пассивные компоненты – резисторы, конденсаторы, индуктивность. Разбираются принципы работы и состав элементной базы микроэлектроники.

3. Цифровые схемы. Основные типы и принципы работы (часть 1).

В данной лекции приводятся основные понятия цифровой схемотехники. Рассматриваются различные цифровые схемы. Предметом этой лекции являются элементы комбинационной логики, которые составляют основу понимания работы цифровых схем. Элементы комбинационной логики: инверторы, и-не / или-не, сложные комбинационные элементы – и-или / или-и.

4. Цифровые схемы. Основные типы и принципы работы (часть 2).

В этой лекции рассматривается теоретические и практические принципы работы более сложных цифровых схем. В этой лекции рассматриваются триггеры, их классификация, способы их применения.

5. Малосигнальный анализ в моделировании АИС. Малосигнальные эквивалентные схемы.

Предметом настоящей лекции является рассмотрение с теоретической и практической сторон малосигнального анализа. Типы узлов: каскад с общим истоком, коэффициент усиления каскада с общим затвором, каскад с общим стоком, транзистор в диодном включении, каскод и дифференциальный усилитель.

6. Вопросы проектирования операционных усилителей (часть 1).

В этой лекции рассматривается состав операционных усилителей, а также принципы работы базовых функциональных блоков, дифференциальных пар, источников тока и токовых зеркал.

7. Вопросы проектирования операционных усилителей (часть 2).

Виды ОС. Основные способы обеспечения отрицательной ОС и ее влияние на показатели и характеристики усилителей аналоговых сигналов. Устойчивость усилителей, охваченных отрицательной ОС. Оценка устойчивости усилителя на основе физических представлений (баланс амплитуд и фаз). Частотный критерий Найквиста. Запасы устойчивости.

8. Проектирование компараторов напряжения.

Предметом рассмотрения этой лекции будут компараторы, основные параметры компараторов, блоки компараторов. Будут рассмотрены примеры построения предусилителя, блоков принятия решения, выходного буфера и электрических схем компараторов.

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

Необходимое оборудование для лекций: учебная аудитория, оснащенная компьютером и мультимедийным оборудованием (проектор, звуковая система).

Обеспечение самостоятельной работы: доступ в сеть Интернет, доступ к рекомендованной литературе.

6. Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Эннс В.И. Проектирование аналоговых КМОП микросхем: краткий справочник разработчика. М.: Горячая линия – Телеком. – 2005. – 454 с.
2. Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника. СПб.: БХВ-Петербург, 2004..
3. Травин Г.А. Основы схемотехники устройств радиосвязи, радиовещания и телевидения. Ч.1. Учебное пособие для вузов и факультетов связи. Новосибирск, СибГУТИ, 2001. – 196с.
4. Травин Г.А. Основы схемотехники устройств радиосвязи, радиовещания и телевидения. Ч.2. Учебное пособие для радиотехнических специальностей вузов. Новосибирск, СибГУТИ, 2002. – 354с.

Дополнительная литература

1. Гутников В.С. Интегральная электроника в измерительных устройствах. 2-е изд., перераб. и доп. - Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1988.
2. Букреев И.Н., Горячев В.И., Мансуров Б.М. Микроэлектронные схемы цифровых устройств. 4-изд. перераб. доп. 2006 год.
1. Бонни Бэйкер. Что нужно знать цифровому разработчику об аналоговой электронике. 2010 год
2. Волович Г. И. Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств. 2005 год

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Не используются

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

На лекционных занятиях используются мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Студент, прослушавший курс лекций, должен овладеть общим понятийным аппаратом и научиться применять теоретические знания на практике.

Успешное освоение курса требует:

- 1) посещения всех лекций, предусмотренных учебным планом; ведение конспектов занятий; активное участие в обсуждении лекций;
- 2) важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультацией к преподавателю на лекции.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Электроника и нанoeлектроника
профиль подготовки:	Микро- и нанoeлектроника Физтех-школа Электроники, Фотоники и Молекулярной Физики кафедра микро- и нанoeлектроники
курс:	4
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 7 (осенний) - Дифференцированный зачет

Разработчик: В.В. Эннс, канд. техн. наук

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ПК-1 Способен планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования	ПК-1.4 Умеет строить математические модели для описания и исследования процессов и явлений в соответствующих научных областях
	ПК-1.8 Владеет навыками работы с современными языками программирования и программными пакетами для научных расчетов
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.3 Способен обосновать причинно-следственные отношения используемых понятий и моделей

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Введение в микроэлектронику. Основы схемотехники» обучающийся должен:

знать:

- основные принципы, особенности и возможности интегральной схемотехники;
- методы системо- и схемотехнического проектирования на основе ИС.

уметь:

- характеризовать современные тенденции проектирования различных видов ИС;
- характеризовать специфические особенности проектирования ИС;
- анализировать аналоговые и цифровые интегральные микросхемы с использованием методов машинного проектирования.

владеть:

- навыками инженерного проектирования и расчета;
- навыками моделирования и экспериментального исследования интегральных схем.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

С целью контроля освоения обучающимися учебного материала проводится устный опрос в начале занятия по теме прошлой лекции или в конце занятия по пройденной теме.

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Вопросы для подготовки к дифференцированному зачету:

1. Практика проектирования аналоговых ИС.
2. Аналоговые и дискретные сигналы и цепи.
3. Элементная база микроэлектроники. Состав и принципы работы .
4. Цифровые схемы. Основные типы и принципы работы.
5. Малосигнальный анализ в моделировании АИС.
6. Малосигнальные эквивалентные схемы.
7. Вопросы проектирования операционных усилителей.
8. Проектирование компараторов напряжения.

Критерии оценивания

10 баллов — (ПРЕВОСХОДНО):

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы;
- точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;
- безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;

- выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- умение ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку, использовать научные достижения других дисциплин;
- творческая самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, активное участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

9 баллов — (ОТЛИЧНО):

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы;
- точное использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы, полное усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку;
- самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

8 баллов — (ПОЧТИ ОТЛИЧНО):

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем поставленным вопросам в объеме учебной программы;
- использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- владение инструментарием учебной дисциплины (методами комплексного анализа, техникой информационных технологий), умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку с позиций государственной идеологии (по дисциплинам социально-гуманитарного цикла);
- активная самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, систематическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

7 баллов — (ОЧЕНЬ ХОРОШО):

- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы;
- использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), лингвистически и логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку;
- самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

6 баллов — (ХОРОШО):

- достаточно полные и систематизированные знания в объеме учебной программы;
- использование необходимой научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы;
- усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;

- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку; активная самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

5 баллов — (ПОЧТИ ХОРОШО):

- достаточные знания в объеме учебной программы;
- использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы;
- усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку;
- самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

4 балла — (УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО), ЗАЧТЕНО:

- достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта;
- усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок;
- владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач;
- умение под руководством преподавателя решать стандартные (типовые) задачи;
- умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им оценку;
- работа под руководством преподавателя на практических, лабораторных занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий.

3 балла — (НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО), НЕЗАЧТЕНО:

- недостаточно полный объем знаний в рамках образовательного стандарта;
- знание части основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;
- использование научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными лингвистическими и логическими ошибками;
- слабое владение инструментарием учебной дисциплины, некомпетентность в решении стандартных (типовых) задач;
- неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях изучаемой дисциплины;
- пассивность на практических и лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий.

2 балла — (НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО):

- фрагментарные знания в рамках образовательного стандарта;
- знания отдельных литературных источников, рекомендованных учебной программой дисциплины;
- неумение использовать научную терминологию дисциплины, наличие в ответе грубых стилистических и логических ошибок;
- пассивность на практических и лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий.

1 балл — (НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО):

- отсутствие знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта или отказ от ответа.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

При проведении дифференцированного зачета обучающемуся предоставляется 30 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету не должен превышать двух астрономических часов в устной и (или) письменной форме.