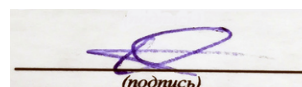


**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова**

Базовая кафедра нанотехнологий в электронике  
в ЯФ ФГБУН «Физико-технологический институт» РАН

УТВЕРЖДАЮ  
Декан физического факультета



(подпись)

И. С. Огнев

« 23 » мая 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**«Схемотехника»**

Направление подготовки  
11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Направленность (профиль)  
«Интегральная электроника и нанoeлектроника»

Форма обучения  
очная

Программа одобрена  
на заседании кафедры  
от « 30 » марта 2023 года, протокол № 8

Программа одобрена НМК  
физического факультета  
протокол № 5 от « 25 » апреля 2023 года

Ярославль

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины **Схемотехника** являются:

- изучение принципов схемотехнического проектирования устройств современной микро- и наноэлектроники;
- изучение физических и технологических ограничений процесса схемотехнического проектирования;
- знакомство с основными математическими принципами построения интегральных схем;
- приобретение знаний и умений, позволяющих проводить информационный поиск в рамках поставленной научно-исследовательской задачи

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина **Схемотехника** относится к базовой части профессионального цикла изучается после прохождения дисциплин математического и естественнонаучного цикла, параллельно с основами проектирования электронной компонентной базы. При изучении широко используются знания, умения и практические навыки указанных дисциплин.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		
ПК-5 Способен выполнять работы по схемотехническому проектированию аналоговых и цифровых интегральных схем	ИД_ПК-5.1. Знает базовые принципы схемотехнического проектирования узлов и устройств электронной техники	Знать: теоретические и математические основы схемотехнического проектирования интегральных схем
	ИД_ПК-5.2. Знает основные аналоговые функции и аналоговые эталоны, реализация которых позволяет проектировать специальные аналоговые устройства.	Уметь: проводить информационный поиск в рамках поставленной задачи, планировать и осуществлять процесс нисходящего проектирования интегральной схемы
	ИД_ПК-5.3. Осуществляет схемотехническое проектирование базовых логических элементов, устройств комбинационного и последовательностного типов	Владеть: основными принципами схемотехнического проектирования

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины Схемотехника

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Сем естр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и их трудоемкость (в академических часах)					Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации ( <i>по семестрам</i> ) Формы ЭО и ДОТ (при наличии)
			Лекции	Практические	Лабораторные	Консультации	Аттестационные испытания		
1	<b>Классификация ИС</b> Введение, задачи курса. Классификация и номенклатура цифровых и аналоговых ИС. Основные параметры и характеристики ИС	7	1			1		4	Задания для самостоятельной работы
2	<b>Принципы схемотехники аналоговых микросхем</b> Эвристическое утверждение о существовании основных аналоговых функций. Определение основных аналоговых функций. Аналоговые эталоны Усилители, компараторы, фильтры, их простейшие реализации.	7	3	2	10	1		4	Задания для самостоятельной работы

3	<b>Кодирование информации</b> Системы счисления. Виды кодов, (двоичные, двоично-десятичные и т.д.) Основные арифметические операции и способы их выполнения.	7	1	3		0,5		4	Задания для самостоятельной работы
4	<b>Основы булевой алгебры</b> Основные логические функции. Постулаты и теоремы Булевой алгебры. Функциональная полнота. Формы представления логических функций. Способы перехода от одной формы представления к другой. Минтермы и макстермы, СДНФ и СКНФ. Упрощение и минимизация логических функций. Карты Карно. Метод Квайна – Маккласки.	7	3	3		0,5		4	Задания для самостоятельной работы
5	<b>Общая методика схемотехнического проектирования базовых логических элементов</b> Метод токовых графов. Основные	7	1	1	8	0,5		4	Контрольная работа

	параметры и схемотехника ТТЛ, ТТЛШ, ШТЛ, ЭСЛ, И <sup>2</sup> Л, МДПТЛ, КМДПТЛ.								
6	<b>Интегральные схемы и узлы комбинационно го типа.</b> Преобразователи кодов, шифраторы и дешифраторы, логические матрицы, сумматоры Общая методика схемотехническо го проектирования узлов комбинационного типа. Одноразрядный сумматор.	7	4	4	7	0,5		5	Задания для самостоятельной работы
7	<b>Интегральные схемы и узлы последовательно стного типа, элементы памяти</b> Динамические и статические элементы. Бистабильные ячейки. Функция переходов и словарь переходов. Структура и классификация статических триггеров. Характеристичес кое уравнение триггера. Графы переходов. Общая методика схемотехническо	7	3	3	9	0.5		5	Задания для самостоятельной работы

	го проектирования триггеров и узлов последовательного типа. Регистры, счетчики.								
8	<b>Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи</b> Особенности проектирования цифро-аналоговых и аналого-цифровых преобразователей. Простейшие ЦАП и АЦП. Параллельный АЦП	7	1	1		0.5		5	Задания для самостоятельной работы
						2	0,5	33,5	<b>Экзамен</b>
<b>Всего:</b>		17	17	34	7	0,5	68,5		

##### **5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Активная форма проведения практических занятий (анализ постановки задачи, обсуждение возможных методов решения, привлечение студентов к решению задач на доске, анализ полученных результатов).

Использование образовательных Интернет-ресурсов.

Компьютерное тестирование.

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

**Вводная лекция** – дает первое целостное представление о дисциплине и ориентирует студента в системе изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор курса, история развития науки и практики, достижения в этой сфере, имена известных ученых, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции высказываются методические и организационные особенности работы в рамках данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

**Академическая лекция** (или лекция общего курса) – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Требования к академической лекции: современный научный уровень и насыщенная информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, обоснований, фактов.

**Лабораторные работы** - организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов и физических явлений.

**Консультации** – вид учебных занятий, являющийся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов. На консультациях по просьбе студентов рассматриваются наиболее сложные моменты при освоении материала дисциплины, преподаватель отвечает на вопросы студентов, которые возникают у них в процессе самостоятельной работы.

#### **6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе осуществления образовательного процесса используются:

– для формирования текстовых и графических материалов промежуточной и текущей аттестации – программы Microsoft Office, графический редактор Inkscape;

– для поиска учебной литературы библиотеки ЯрГУ – Автоматизированная библиотечная информационная система "БУКИ-NEXT" (АБИС "Буки-Next").

#### **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

а) основная литература:

1. Алексенко А.Г. Основы микросхемотехники: Элементы морфологии микросхемной аппаратуры. – М.: Советское радио, 1977

2. Кривелевич С.А. Проектирование цифровых функциональных узлов в микро- и нанoeлектронике. Учебное пособие. – Ярославль: ЯрГУ, 2009

б) дополнительная литература:

1. Проектирование специализированных микропроцессорных систем. - М.: Высшая школа, 1985

2. Алексенко А.Г. Шагурин И.И. Микросхемотехника. – М.: Радио и связь, 1990

3. Аналоговые и цифровые интегральные микросхемы Справочное пособие. Под редакцией С.В. Якубовского. - М.: Энергия, 1985.

4. Функциональные устройства на микросхемах. Под редакцией В.З. Найденкова. - М.: Энергия, 1985.

5. Казеннов Г.Г., Сердобинцев Е.В. Проектирование топологии матричных БИС. - М.: Высшая школа 1990

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Федеральный портал «Информика» <http://www.informika.ru/> и его проекты

2. Сайт ЦКП «Диагностика микро и наноструктур» <http://www.nano.yar.ru>

Использование специализированного программного обеспечения не требуется

#### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) Схемотехника**

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

— учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;

— учебные аудитории для проведения практических занятий (семинаров);

— учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций;

— лабораторное оборудование Центра коллективного пользования «Диагностика микро и наноструктур»

— учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;

- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Автор:

Доцент базовой кафедры нанотехнологий в электронике

в ЯФ ФГБУН ФТИАН им. К. А. Валиева РАН, к.ф.-м.н. \_\_\_\_\_ С.А. Кривелевич



**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины  
«Схемотехника»**

**Фонд оценочных средств  
для проведения текущей и промежуточной аттестации студентов  
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания или иные материалы,  
необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности,  
характеризующих этапы формирования компетенций**

**1.1 Контрольные задания и иные материалы,  
используемые в процессе текущей аттестации**

**Примерный вариант контрольной работы**

1. Выполнить операцию сложения заданных двоичных чисел, используя обратный и дополнительный коды.
2. Минимизировать заданную логическую функцию, используя карты Карно.
3. Минимизировать заданную логическую функцию методом Квайна – Маккласки.

**Вопросы к экзамену в 7 семестре.**

1. Принципы схемотехники аналоговых микросхем.
2. Эвристическое утверждение о существовании основных аналоговых функций.
3. Аналоговые эталоны, способы их реализации
4. Определение основных аналоговых функций.
5. Реализация основных аналоговых функций
6. Системы счисления, кодирование информации
7. Основные арифметические операции. Выполнение операции сложения
8. Способы выполнения операций умножения и деления.
9. Основные логические функции,
10. Постулаты и теоремы булевой алгебры
11. Функциональная полнота. Функциональный базис.
12. Формы представления логических функций.
13. Минтермы и макстермы, СДНФ и СКНФ.
14. Упрощение и минимизация логических функций. Карты Карно.
15. Табличный метод Квайна – Маккласки
16. Таблицы покрытия, метод Петрика
17. Факторизация и декомпозиция логических функций
18. Общая методика схемотехнического проектирования базовых логических элементов.
19. Метод токовых графов.
20. Основные параметры и схемотехника ТТЛ, ТТЛШ.
21. Основные параметры и схемотехника ШТЛ, ЭСЛ, И<sup>2</sup>Л.
22. Основные параметры и схемотехника, МДПТЛ, КМДПТЛ.
23. Интегральные схемы и узлы комбинационного типа.
24. Преобразователи кодов, методика.
25. Мультиплексоры –демультиплексоры.
26. Шифраторы – дешифраторы.
27. Двоичные компараторы.
28. Программируемые логические матрицы.
29. Общая методика проектирования узлов комбинационного типа.
30. Одноразрядный сумматор.

31. Интегральные схемы со структурами последовательностного типа, элементы памяти.
32. МОП – ячейка динамического ОЗУ
33. Статические элементы. Бистабильные ячейки.
34. Структура и классификация статических триггеров.
35. Характеристическое уравнение триггера.
36. Функция переходов, словарь переходов, графы переходов
37. Общая методика схемотехнического проектирования триггеров.
38. Схемотехническое проектирование узлов последовательного типа
39. Регистры, счетчики.
40. Простейшие ЦАП и АЦП.

### **Правила выставления оценки на экзамене.**

В экзаменационный билет включается два теоретических вопроса. На подготовку к ответу дается не менее 1 часа. По итогам экзамена выставляется одна из оценок: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

**Оценка «Отлично»** выставляется студенту, который демонстрирует глубокое и полное владение содержанием материала и понятийным аппаратом схемотехники; осуществляет межпредметные связи; умеет связывать теорию с практикой. Студент дает развернутые, полные и четкие ответы на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы, соблюдает логическую последовательность при изложении материала. Грамотно использует схемотехническую терминологию.

**Оценка «Хорошо»** выставляется студенту, ответ которого на экзамене в целом соответствуют указанным выше критериям, но отличается меньшей обстоятельностью, глубиной, обоснованностью и полнотой. В ответе имеют место отдельные неточности (несущественные ошибки), которые исправляются самим студентом после дополнительных и (или) уточняющих вопросов экзаменатора.

**Оценка «Удовлетворительно»** выставляется студенту, который дает недостаточно полные и последовательные ответы на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы, но при этом демонстрирует умение выделить существенные и несущественные признаки и установить причинно-следственные связи. Ответы излагаются в терминах физических основ электроники, но при этом допускаются ошибки в определении и раскрытии некоторых основных понятий, формулировке положений, которые студент затрудняется исправить самостоятельно. При аргументации ответа студент не обосновывает свои суждения. На часть дополнительных вопросов студент затрудняется дать ответ или дает неверные ответы.

**Оценка «Неудовлетворительно»** выставляется студенту, который демонстрирует разрозненные, бессистемные знания; беспорядочно и неуверенно излагает материал; не умеет выделять главное и второстепенное, не умеет соединять теоретические положения с практикой, не устанавливает межпредметные связи; допускает грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, явлений, вследствие непонимания их существенных и несущественных признаков и связей; дает неполные ответы, логика и последовательность изложения которых имеют существенные и принципиальные нарушения, в ответах отсутствуют выводы. Дополнительные и уточняющие вопросы экзаменатора не приводят к коррекции ответов студента. На основную часть дополнительных вопросов студент затрудняется дать ответ или дает неверные ответы.

Оценка «Неудовлетворительно» выставляется также студенту, который взял экзаменационный билет, но отвечать отказался.

## **Приложение №2 к рабочей программе дисциплины «Методы анализа поверхности»**

### **Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Схемотехника» являются лекции.

Одной из главных целей освоения дисциплины ставится формирование широкого профессионального кругозора и усвоения основных методов анализа поверхности и тонкопленочных структур. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо дома еще раз прорабатывать и при необходимости дополнять информацией, полученной на лабораторных занятиях, консультациях, из учебной литературы. Большое количество вопросов на лекциях способствуют установлению более тесного взаимного понимания в системе преподаватель – группа.

Курс продолжается один семестр, итоговым контрольным мероприятием является экзамен. Для получения допуска к экзамену необходимо своевременное и полное выполнение лабораторных работ. Это обстоятельство не указывает на необходимость выполнения лабораторных работ в высоком темпе. Напротив, практика показывает, что поспешное выполнение лабораторных измерений является причиной повторного выполнения лабораторной работы. Безопасность проведения работ должна быть в приоритете перед любыми факторами, требующими ускоренного проведения измерений.

Экзамен является двухуровневым – минимум – для претендующих на оценку «удовлетворительно» представляет собой набор из определенного количества вопросов, на которые нужно ответить кратко с итоговым результатом не менее 90% успешно выполненных заданий. Претендующие на более высокие оценки после прохождения минимума сдают классический устный экзамен по билетам.