

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»  
(Новосибирский государственный университет, НГУ)

**Физический факультет  
Кафедра радиофизики**



УТВЕРЖДАЮ  
Декан ФФ  
А. Е. Бондарь  
« 04 » 10 2020 г.

академик РАН

**Рабочая программа дисциплины  
ОСНОВЫ ЦИФРОВОЙ СХЕМОТЕХНИКИ**

направление подготовки: **03.04.02 Физика, Курс 1, семестр 2**  
направленность (профиль): **Общая и фундаментальная физика**

Форма обучения  
**Очная**

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	72	32			18	18	2			2
Всего 72 часа / 2 зачетные единицы из них: - контактная работа 36 часов Компетенции : ПК-1, ПК-2										

Разработчик:  
к.т.н., доцент

Г. А. Фатькин

И.о. зав. кафедрой радиофизики,  
к.т.н.

Г. А. Фатькин

Руководитель программы  
д.ф.-м.н.

И.Б. Логашенко

Новосибирск, 2020

## Содержание

Аннотация.....	3
1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы. ....	4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.....	5
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведённого на них количества академических часов и видов учебных занятий. ....	5
5. Перечень учебной литературы. ....	9
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся. ....	9
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.....	9
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине. ....	9
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине. ....	10
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине. ....	10

**Аннотация**  
**к рабочей программе дисциплины «Основы цифровой схемотехники»**  
**направление подготовки: 03.04.02 Физика,**  
**Направленность (профиль): Общая и фундаментальная физика**

Программа курса «Основы цифровой схемотехники» составлена в соответствии с требованиями СУОС к уровню магистратуры по направлению подготовки **03.04.02 Физика, Общая и фундаментальная физика**, а также задачами, стоящими перед Новосибирским государственным университетом по реализации Программы развития НГУ. Дисциплина реализуется на физическом факультете Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования Новосибирский национальный исследовательский государственный университет (НГУ) кафедрой радиофизики в качестве дисциплины по выбору в весеннем семестре.

Цели курса – дать студентам базовые знания об основных функциональных блоках цифровой электроники, умения и навыки по теории разработки цифровых электронных схем на программируемой логике. Умение функциональной классификации электронных схем, понимание принципов построения и функционирования элементов цифрового оборудования необходимы для освоения дисциплин по вычислительной и экспериментальной технике.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника профессиональных компетенций:

**ПК-1** – способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта (в части формирования способности понимать и использовать современные цифровые системы для сбора, обработки и анализа информации, а также для задач управления).

**ПК-2** – способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности (в части использования полученных знаний в области цифровой схемотехники).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- **Знать:** основные понятия булевой алгебры, устройство и способы производства цифровых схем различных технологий: ТТЛ, КМОП, ECL, элементы цифровой схемотехники, способы реализации запоминающих устройств, существующие технические и физические ограничения; основные современные методы обработки цифровой информации, устройство современных программируемых цифровых устройств: ПЛИС и процессоров и области их применения; используемые программные средства для разработки цифровых схем, способы их анализа и симуляции, ограничения этих способов.
- **Уметь:** строить простые цифровые схемы; уметь проводить анализ работы цифровых схем: строить диаграммы состояния, временные диаграммы, таблицы истинности.
- **Владеть:** международной системой обозначения логических элементов; понятиями, используемыми для анализа работы цифровых устройств.

Курс рассчитан на один семестр (2-й). Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, самостоятельная работа студента, консультации, экзамен.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

- текущий контроль: опрос в начале лекции и разбор заданий для самостоятельного решения.
- промежуточная аттестация: экзамен.

Общая трудоемкость рабочей программы дисциплины составляет **2** зачетные единицы, **72** академических часа.

## **1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы.**

Дисциплина «**Основы цифровой схемотехники**» представляет собой начальный курс по современной цифровой схемотехнике, рекомендуемый для обучения студентов-физиков, специализирующихся в области физики современных радиоэлектронных технологий.

Цели курса – дать студентам базовые знания об основных функциональных блоках цифровой электроники, умения и навыки по теории разработки цифровых электронных схем на программируемой логике. Умение функциональной классификации электронных схем, понимание принципов построения и функционирования элементов цифрового оборудования необходимы для освоения дисциплин по вычислительной и экспериментальной технике.

Всюду, где это допускается уровнем знаний и подготовки студентов, материал лекционного курса увязывается с современным состоянием дел в цифровой электронике. Специально указываются темы, активно обсуждающиеся в текущей профессиональной научной литературе и планах дальнейших работ в институте, в котором студенты планируют проходить научную практику.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника профессиональных компетенций:

**ПК-1 – способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта** (в части формирования способности понимать и использовать современные цифровые системы для сбора, обработки и анализа информации, а также для задач управления).

**ПК-2 – способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности** (в части использования полученных знаний в области цифровой схемотехники).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

### **• Знать:**

- основные понятия булевой алгебры, устройство и способы производства цифровых схем различных технологий: ТТЛ, КМОП, ECL, элементы цифровой схемотехники, способы реализации запоминающих устройств, существующие технические и физические ограничения (ПК-2.1);
- основные современные методы обработки цифровой информации, устройство современных программируемых цифровых устройств: ПЛИС и процессоров, и области их применения (ПК-2.1).
- используемые программные средства для разработки цифровых схем, способы их анализа и симуляции, ограничения этих способов. (ПК-1.1).

### **• Уметь:**

- строить простые цифровые схемы (ПК-2.2);
- уметь проводить анализ работы цифровых схем: строить диаграммы состояния, временные диаграммы, таблицы истинности (ПК-1.2).

### **• Владеть:**

- международной системой обозначения логических элементов (ПК-2.3)
- понятиями, используемыми для анализа работы цифровых устройств (ПК-1.3).

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Основы цифровой схемотехники» относится к вариативной части блока 1 программы магистратуры.

Дисциплина «Основы цифровой схемотехники» опирается на следующие дисциплины:

1. Радиоэлектроника.

2. Линейные электронные схемы
3. Программируемые логические устройства

Результаты освоения дисциплины «Основы цифровой схемотехники» используются при изучении дисциплин:

1. Цифровые сигнальные процессоры

### 3. Трудоёмкость дисциплины в зачётных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу.

Семестр	Общий объем	Виды учебных занятий (в часах)				Промежуточная аттестация (в часах)				
		Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа, не включая период сессии	Самостоятельная подготовка к промежуточной аттестации	Контактная работа обучающихся с преподавателем			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			Консультации	Зачет	Дифференцированный зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	72	32			18	18	2			2
Всего 72 часов / 2 зачетных единицы из них: - контактная работа 36 часов Компетенции: ПК-1, ПК-2										

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, самостоятельная работа студента и её контроль преподавателями с помощью заданий, консультация, экзамен.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

- текущий контроль успеваемости: опрос в начале лекции и разбор заданий для самостоятельного решения
- промежуточная аттестация: экзамен.

Общая трудоёмкость рабочей программы дисциплины составляет 2 зачетные единицы.

- занятия лекционного типа – 32 часа;
- самостоятельная работа обучающегося в течение семестра, не включая период сессии – 18 часов;
- промежуточная аттестация (подготовка к сдаче экзамена, консультации и экзамен) – 22 часа;

Объём контактной работы обучающегося с преподавателем (занятия лекционного типа, групповые консультации, экзамен) составляет 36 часов.

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

Дисциплина «Основы цифровой схемотехники» представляет собой полугодовой курс, читаемый на 1 курсе магистратуры Физического факультета НГУ во втором семестре. Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 академических часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Неделя семестра	Всего	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Консультации перед экзаменом (часов)	Промежуточная аттестация (в часах)
				Аудиторные часы		Сам. работа во время занятий (не включая период сессии)	Сам. работа во время промежуточной аттестации		
				Лекции (кол-во часов)	Практические занятия				
1	2	3	4		6	7		8	
1	Основные характеристики ЦИС. Базовые элементы ТТЛ и КМОП ЦИС. Простейшие системы цифровой логики, способы их описания, кодирование.	1-8	28	16		6			
2	Последовательные схемы – формальное описание и реализация на программируемой логике. Автомат Мили (англ. Mealy machine) Автомата Мура (англ. Moore machine) Элементы цифровой схемотехники	9-12	24	8		6			
3	Запоминающие устройства: классификация, принципы функционирования памяти произвольного доступа.	13-14	7	4		3			
4	ПЛИС и микропроцессоры	15-16	7	4		3			
5	Групповая консультация		2					2	
6	Самостоятельная подготовка к экзамену		12				18		
8	Экзамен		2						2
<b>Всего</b>			<b>72</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

## **Программа и содержание курса лекций (32 часа)**

### **Раздел 1 Основные характеристики ЦИС. Базовые элементы ТТЛ и КМОП ЦИС (16 часов)**

1. Цифровые системы, комбинаторика и простейшие логические элементы, законы булевой алгебры, КДНФ и ККНФ, кодирование, системы счисления, операции с двоичными числами: сложение, вычитание, умножение и деление, код Грея.
2. Временные характеристики логических схем и уровни переключения, допуски на шумы, понятие инверсной логики, передаточные характеристики, построение вентилях на основе ключей: инвертор, totem-pole схема, схема с открытым коллектором, схемы с третьим состоянием.
3. КМОП логика. Устройство NMOS и PMOS транзисторов с изолированным затвором, их характеристики. Схема инвертора, её переходная характеристика. Базовый вентиль И-НЕ, вентиль ИЛИ-НЕ, передаточный вентиль, вентиль с третьим состоянием. Устройство реального вентиля. Свойства КМОП микросхем, энергопотребление.
4. ТТЛ логика. Устройство биполярного транзистора, режимы работы и характеристики. Базовый вентиль 2И-НЕ, схема с открытым коллектором, схема с третьим состоянием. Ускорение за счёт диодов Шоттки. Устройство реального вентиля с пуш-пулл выходом. Свойства ТТЛ микросхем, серии ТТЛ, энергопотребление.
5. ECL, PECL и LVPECL логика. Устройство вентиля НЕ, устройство вентиля ИЛИ-НЕ. Устройство реального вентиля. Свойства ECL микросхем, область применения, энергопотребление.

### **Раздел 2 Последовательностные схемы - формальное описание и реализация на программируемой логике. Автомат Мили (англ. Mealy machine). Автомат Мура (англ. Moore machine). Элементы цифровой схемотехники (8 часов)**

6. Автоматы Мура и Мили. Асинхронные триггеры, способы описания работы: диаграммы состояний, таблицы истинности, диаграммы Карно-Вейча. RS триггер, без учёта и с учётом задержек, запрещённые состояния. D-триггер, временная диаграмма его работы. Управление по фронтам. J-K триггер: одноступенчатая и двухступенчатые схемы. Типы триггеров, способы тактирования.
7. Устройство синхронных автоматов. Синтез автоматов по таблице состояний с помощью диаграммы Карно-Вейча. Временные характеристики синхронных автоматов.
8. Мультиплексоры, демультиплексоры и преобразователи кода. Каскадирование мультиплексоров. Реализация произвольных логических функций при помощи мультиплексоров (LUT). Передача данных по последовательному каналу при помощи мультиплексора (TDMA). Аналоговые мультиплексоры.
9. Счётчики. Асинхронный счётчик, счётчик до N, обратный счётчик. Задержки в асинхронных счётчиках, просчёты. Синхронные счётчики, временные характеристики синхронных счётчиков. Сдвиговые регистры, их временные характеристики. Реализация протокола SPI на основе сдвиговых регистров. Счётчик Джонсона. Псевдослучайные последовательности на основе сдвиговых регистров.
10. Двоичная арифметика. Элементарный сумматор. Последовательный сумматор, сумматор с последовательным переносом и сумматор с параллельным переносом, их временные характеристики. Каскадирование сумматоров с параллельным переносом, схема переноса. Устройство АЛУ. Компараторы. Умножители на основе множительно-суммирующих блоков ускоренное умножение.

### **Раздел 3 Запоминающие устройства: классификация, принципы функционирования памяти произвольного доступа (4 часа)**

11. Запоминающие устройства. ROM, PROM. Транзистор с плавающим затвором, EPROM и EEPROM. Flash память: NOR и NAND Flash. RAM память: SRAM, DRAM,

временные диаграммы, реализация Non-Volatile памяти. SDRAM, DDRAM. Каскадирование ЗУ.

#### Раздел 4 ПЛИС и микропроцессоры (4 часа)

12. ПЛИС. Варианты реализации цифровых систем, плюсы и минусы. Современный процесс разработки. LUT на основе ROM, устройство PLA, устройство PAL. Программирование PAL и PLA, JEDEC. Устройство FPGA: логические ячейки, логические блоки, блоки ввода-вывода и программируемые переключатели. Устройство CPLD. Языки программирования ПЛИС.

13. Принципы построения микропроцессоров. Управляющий блок, блок ввода-вывода и операционный блок. Шины адреса и данных.

#### Самостоятельная работа студентов (36 часов)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Изучение, повторение теоретического материала лекций в течение семестра	9
Решение задач для самостоятельной работы	9
Подготовка к экзамену	18

#### Примеры задач для самостоятельной работы:

<b>1</b>
Оцените энергопотребление 8-битного КМОП счётчика, работающего на частоте 1 МГц и 20 МГц.
<b>2</b>
Разработайте схему входного турникета в метро. Входы — сигналы с трех оптопар, сигнал о срабатывании жетоноприёмника, кнопка сброса у оператора. Выходы — сигнал, управляющий воротами. С какой скоростью должен промчаться нарушитель, чтобы ваша схема не успела отработать?
<b>3</b>
Разработайте схему расчёта поступившей в монетоприёмник суммы. Входы — сигналы о поступлении монет номиналом 50 коп., 1 руб., 2 руб., 5 руб., 10 руб. Выход — 16-битный регистр с полученной суммой с точностью до 50 коп.
<b>4</b>
Разработайте схему восьмибитного порта ввода-вывода для процессора. Интерфейс — процессорная шина типа Avalon A/D шириной 16 бит, ALE, R, W, 8 ножек входа-выхода.
<b>5</b>
Разработайте (насколько сможете детально) схему управления DDR-памятью с автоматическим обновлением ячеек. Входы схемы — тактовая частота, RD, WR, A[16:0], D[16:0]. Обновление производите на каждый второй такт.

## **5. Перечень учебной литературы.**

### **5.1. Основная литература**

1. М. Х. Джонс, Электроника – практический курс Москва: ПОСТМАРКЕТ, 1999. 527 с.
2. В. А. Прянишников, Электроника : Курс лекций 2-е изд., испр. и доп. СПб.: Корона-Принт, 2000. 415 с.

### **5.2. Дополнительная литература**

1. Г. Хокинс Цифровая электроника для начинающих / Пер. с англ. А.В. Лукачера; Под ред. Г.Н. Соловьева М.: Мир, 1986. 231 с.
2. Д. Харрис, С. Харрис. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера, цифровой перевод «Morgan Kaufman», 2013.2, свободный доступ: <http://easyelectronics.ru/files/Book/digital-design-and-computer-architecture-russian-translation.pdf>

## **6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся.**

1. М. Х. Джонс, Электроника-практический курс Москва: ПОСТМАРКЕТ, 1999 527 с.
2. В.А. Прянишников, Электроника: Курс лекций 2-е изд., исп. и доп. СПб.: Корона-Принт, 2000. 415 с.
3. Г. Хокинс Цифровая электроника для начинающих / Пер. с англ. А.В. Лукачера; Под ред. Г.Н. Соловьева М.: Мир, 1986. 231 с.
4. Д. Харрис, С. Харрис. Цифровая схемотехника и архитектура компьютера, цифровой перевод «Morgan Kaufman», 2013.2, свободный доступ: <http://easyelectronics.ru/files/Book/digital-design-and-computer-architecture-russian-translation.pdf>

## **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

Для освоения дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

### **7.1 Современные профессиональные базы данных**

Не используется

### **7.2. Информационные справочные системы**

Не используются.

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Использование специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины не требуется.

## **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Для реализации дисциплины «Основы цифровой схемотехники» используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестации.

2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

## **10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.**

### **Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине**

#### ***Текущий контроль***

Текущий контроль осуществляется в ходе семестра путем опроса в начале каждой лекции по материалам предыдущей лекции, а также решением предложенных задач и ответов на доске совместно преподавателями и студентами.

После изложения каждого нового понятия следует контрольный вопрос к аудитории. Обсуждаются несколько вариантов ответа, оценивается оптимальность и наглядность.

В конце каждой лекции формулируется задача для самостоятельного решения, а в начале следующей лекции обсуждаются и сравниваются полученные результаты и способы решения.

#### ***Промежуточная аттестация***

Окончательная оценка работы студента в течение семестра происходит на экзамене. Экзамен проводится в конце семестра в экзаменационную сессию по билетам в устной форме. Вопросы билета подбираются таким образом, чтобы проверить уровень сформированности компетенций ПК-1 и ПК-2. Билет содержит два вопроса и задачу

Вывод об уровне сформированности компетенций принимается преподавателем. Каждый вопрос билета оценивается от 0 до 5 баллов. Положительная оценка ставится, когда все компетенции освоены не ниже порогового уровня. Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

**Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине «Основы цифровой схемотехники».**

Критерии оценивания результатов обучения	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции)	Уровень освоения компетенции			
		Не сформирован (0 баллов)	Пороговый уровень (3 балла)	Базовый уровень (4 балла)	Продвинутый уровень (5 баллов)
1	2	3	4	5	6
Полнота знаний	ПК 1.1 ПК 2.1	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имеют место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допускается значительное количество негрубых ошибок.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Допускается несколько негрубых/несущественных ошибок. Не отвечает на дополнительные вопросы.	Уровень знаний соответствует программе подготовки по темам/разделам дисциплины. Свободно и аргументированно отвечает на дополнительные вопросы.
Наличие умений	ПК 1.2 ПК 2.2	Отсутствие минимальных умений. Не умеет решать стандартные задачи. Имеют место грубые ошибки.	Продемонстрированы частично основные умения. Решены типовые задачи. Допущены негрубые ошибки.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания с негрубыми ошибками или с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задания в полном объеме без недочетов и ошибок.
Наличие навыков (владение опытом)	ПК 1.3 ПК 2.3	Отсутствие владения материалом по темам/разделам дисциплины. Нет навыков в решении стандартных задач. Наличие грубых ошибок.	Имеется минимальный набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.	Имеется базовый набор навыков при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. Продемонстрированы знания по решению нестандартных задач.

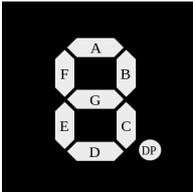
**Типовые контрольные задания и материалы, необходимые для оценки результатов обучения**

**Вопросы к экзамену**

1. Законы булевой алгебры. КДНФ и ККНФ. Системы счисления. Сложение, вычитание, умножение и деление двоичных чисел с фиксированной запятой. (ПК-2)
2. Устройство PLA, PAL. Принципы устройства FPGA и CPLD. (ПК-1)
3. Временные и передаточные характеристики логических схем. Сравнение этих характеристик для серий КМОП, ТТЛ и ЭСЛ. (ПК-2)
4. Устройство постоянной памяти ROM. PROM, EPROM, EEPROM, Flash-память, её характеристики. (ПК-1)
5. КМОП логика. Вентили И-НЕ, ИЛИ-НЕ. Энергопотребление КМОП микросхем. (ПК-2)
6. Элементарный сумматор, последовательный сумматор. Сумматор с параллельным переносом. (ПК-1)

7. ECL и PECL логика. Вентили НЕ, ИЛИ-НЕ. Энергопотребление ECL логики. (ПК-2)
8. Устройство ЗУ типа SDRAM, DDRAM, временные диаграммы. (ПК-1)
9. TTL логика. Вентили НЕ, И-НЕ. Энергопотребление TTL логики. Ограничения TTL. (ПК-2)
10. Счётчики синхронные и асинхронные. Способы повышения скорости работы. (ПК-1)
11. RS триггер без учета и с учетом задержек. Запрещенные состояния RS триггера. (ПК-2)
12. Устройство реального КМОП вентиля. (ПК-1)
13. D-триггер, временная диаграмма его работы. J-К триггер. (ПК-2)
14. Арифметико-логические устройства. (ПК-1)
15. Мультиплексоры и демultipлексоры. LUT на основе мультиплексора. (ПК-2)
16. Схема КМОП вентиля с третьим состоянием. Схема КМОП вентиля с «открытым коллектором». (ПК-1)
17. Компараторы и умножители. (ПК-2)
18. ТТЛ вентили. Схема ТТЛ с push-pull выходом. (ПК-1)
19. Сдвиговые регистры, скорость их работы. Псевдослучайные последовательности на основе сдвиговых регистров. (ПК-2)
20. ТТЛ вентили. Схема ТТЛ с третьим состоянием. (ПК-1)
21. Триггеры с управлением по фронту. Типы управления по фронту. (ПК-2)
22. Характеристики PMOS и NMOS транзисторов, схема totem-pole. (ПК-1)
23. Автоматы Мура и Мили. Синхронные автоматы. (ПК-2)
24. Устройство биполярного транзистора, его работа в каскаде ТТЛ. (ПК-1)

### Примеры задач к экзамену

<b>1</b>	
Разработайте схему управления светофором (с миганием жёлтым цветом 2 раза). Входы — сигнал от таймера, поступающий раз в 3 секунды. Выходы — Красный, Желтый, Зеленый.	
<b>2</b>	
Разработайте схему цифровых часов с выводом на четыре семисегментных индикатора, работающих от кварца 32 768 Гц. Декодер из двоичного кода в сигналы, подающиеся на ножки индикатора у вас имеется.	
<b>3</b>	
Разработайте схему выходного турникета в метро. Входы — сигналы с трех оптопар, кнопка сброса у оператора. Выходы — сигнал, управляющий воротами. С какой скоростью должен промчаться нарушитель, чтобы ваша схема не успела отработать?	
<b>4</b>	
Разработайте схему термодатчика с SPI выходом. Входы — сигнал с АЦП (8 бит), пропорциональный температуре, сигнал о готовности измерения, шина SCK. Выходы — сигнал CNVST (начало измерения), шина SDA. Длительность измерения — не более двух тактов SCK.	
<b>5</b>	
На рисунке представлено расположение сегментов семисегментного светодиодного индикатора. С помощью LUT реализуйте декодер из двоичного кода в отображение цифры на индикаторе.	
<b>6</b>	
Сигналы FLASH памяти: A[0..N], WR, RD, CS, D[7..0] Каким образом при помощи четырех микросхем FLASH памяти объёмом 128кx8 бит получить единое адресное пространство 512Кx8бит? Каким образом организовать двукратное резервирование, необходимое при нахождении в	

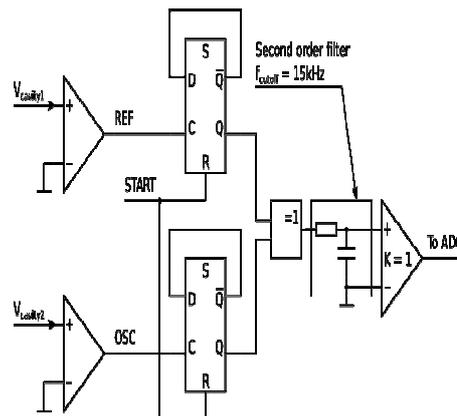
радиационно-опасной зоне, как при этом детектировать ошибки?

7

На входы REF и OSC подаётся меандр одинаковой частоты и скважности, но сигналы сдвинуты по фазе. Нарисуйте временную диаграмму выхода схемы для следующих значений разницы фазы:

- 1) 45 градусов
- 2) 90 градусов
- 3) -90 градусов
- 4) 180 градусов

Есть ли способ получить аналоговый сигнал, пропорциональный разнице фаз при помощи такой схемы?



8

Разработайте схему, генерирующую на выходе сигнал ШИМ, длительность импульса которого пропорциональна поданному на вход 8-битному значению.

### Пример экзаменационного билета

1. Мультиплексоры и демultipлексоры. LUT на основе мультиплексора.
2. Схема КМОП вентиля с третьим состоянием. Схема КМОП вентиля с «открытым коллектором».
3. Практическое задание: Разработайте (насколько сможете детально) схему управления DDR-памятью с автоматическим обновлением ячеек. Входы схемы — тактовая частота, RD, WR, A[16:0], D[16:0]. Обновление производите на каждый второй такт.

Форма экзаменационного билета представлена на рисунке

<b>МИНОБРНАУКИ РОССИИ</b>	
<i>Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ) Физический факультет</i>	
<b>ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № _____</b>	
1	.....
2	.....
3	.....
Составитель	_____ /Ф.И.О. преподавателя/ (подпись)
«___»	_____ 20 г.

Оценочные материалы по промежуточной аттестации, предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям СУОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.

**Лист актуализации рабочей программы**  
**по дисциплине «Основы цифровой схемотехники»**  
**по направлению подготовки 03.04.02 Физика**  
**Профиль «Общая и фундаментальная физика»**

№	Характеристика внесенных изменений (с указанием пунктов документа)	Дата и № протокола Ученого совета НГУ	Подпись ответственного