

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

Кафедра интеллектуальных информационных радиофизических систем

УТВЕРЖДАЮ

Декан математического факультета



Нестеров П.Н.

21 мая 2024 г.

Рабочая программа дисциплины
Аппаратные средства вычислительной техники

Направление подготовки (специальности)
10.03.01 Информационная безопасность

Направленность (профиль)
«Безопасность компьютерных систем (в сфере информационных технологий)»

Форма обучения очная

Программа рассмотрена
на заседании кафедры
от 29 марта 2024 г., протокол № 6

Программа одобрена НМК
физического факультета
протокол № 5 от 30 апреля 2024 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целью курса «Аппаратные средства вычислительной техники» является ознакомление студентов с основными идеями и техническими решениями современной вычислительной техники, а также формирование способности анализировать физическую сущность явлений и процессов, лежащих в основе функционирования микроэлектронной и компьютерной техники, применять основные физические законы и модели для решения задач профессиональной деятельности.

Задачами курса являются: формирование знания структуры и функционирования основных составных частей вычислительных систем и формирование навыков устанавливать, тестировать, испытывать и использовать программно-аппаратные средства вычислительных и информационных систем, а также моделировать основные элементы и узлы, лежащие в основе компьютера.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данная дисциплина относится к обязательной части образовательной программы. Дисциплина «Аппаратные средства вычислительной техники» опирается на знания, полученные в ходе изучения дисциплин «Информатика», «Языки программирования», «Электротехника», и служит основой для ряда дисциплин, изучающих защиту информации от утечки по техническим каналам.

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
Общепрофессиональные компетенции		
ОПК-9 Способен применять средства криптографической и технической защиты информации для решения задач профессиональной деятельности	И-ОПК-9.5 Знает физические законы и модели, необходимые при решении задач в профессиональной деятельности.	Знать: - принципы работы базовых элементов и устройств компьютеров; - состав и назначение функциональных компонентов компьютера; - архитектуру основных типов современных вычислительных систем; - структуру и принципы работы современных и перспективных микропроцессоров.
	И-ОПК-9.6 Владеет навыками моделирования для решения задач в профессиональной деятельности.	Владеть навыками: моделирования основных элементов и узлов, лежащих в основе компьютера.

4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3** зачетных единиц, **108** акад. часов.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Контактная работа					самостоятельная работа	
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания		
1	Вычисления	6	1	0,5				1	Устный опрос
2	Основы цифровой элементной базы – логические элементы	6	2	1		1		2	Устный опрос Практическая работа №1
3	Основы алгебры Буля и методов анализа и синтеза цифровых схем	6	2	1		1		3	Устный опрос Практическая работа №2 Практическая работа №3
4	Шифраторы, дешифраторы, мультиплексоры, демультиплексоры	6	2	1		1		2	Устный опрос Практическая работа №4 Практическая работа №5
5	Компараторы и сумматоры	6	2	1				2	Устный опрос
6	Основы построения памяти	6	2	1		0,5		2	Устный опрос Практическая работа №6
7	Конечные автоматы	6	2	1		0,5		2	Устный опрос Практическая работа №7
8	Архитектура компьютера	6	2	1				2	Устный опрос
9	История развития вычислительной техники	6	1	0,5				1	
10	Материнская плата	6	2	1		0,5		2	Коллоквиум по теме
11	Процессор	6	2	1		0,5		2	Коллоквиум по теме.
12	Классификации памяти и запоминающих устройств. История запоминающих устройств	6	2	1	4	0,5		3	Коллоквиум по теме Лабораторные работы.
13	Современные запоминающие устройства.	6	2	1		0,5		2	Коллоквиум по теме
14	Компьютерная память произвольного доступа: SRAM и DRAM. Флэш- память. Перспективные виды памяти	6	2	1	4	0,5		2	Коллоквиум по теме Лабораторные работы.
15	Параллельные интерфейсы	6	2	1		0,5		2	Коллоквиум по теме
16	Последовательные интерфейсы.	6	2	1	4	0,5		2	Коллоквиум по теме Лабораторные работы.

17	Периферийные устройства	6	2	1	4	0,5		2	Коллоквиум по теме Лабораторные работы.
							0,3	1,7	Зачет
	Всего		32	16	16	8	0,3	35,7	

Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Вычисления

Системы счисления. Двоичная система: представление чисел в двоичной системе. Перевод из десятичной системы в двоичную и обратно. Шестнадцатеричная система: представление чисел в шестнадцатеричной системе. Перевод из десятичной системы в двоичную и шестнадцатеричную и обратно. Понятие количества информации. Энтропия источника. Требования к величине, представляющей энтропию. Формула Хартли для энтропии дискретного источника с равновероятными независимыми символами. Бит и его трактовка. Представление положительных и отрицательных чисел в прямом и дополнительном кодах. Особенности этого представления, в том числе охватываемый диапазон представляемых чисел. Операция дополнения до двух. Примеры представления и операции сложения в прямом и в дополнительном кодах. Странное число (в дополнительном коде). Примеры вычитания чисел в дополнительном коде. Переполнение при операции сложения. Признаки переполнения при выполнении операций сложения в прямом и дополнительном кодах. Правила добавления разрядов.

Тема 2. Основы цифровой элементной базы – логические элементы

Операция сложения по модулю два. Реализующие её логическая функция и логический элемент "исключающее или". Таблица истинности. Логические функции. Их описание с помощью таблицы истинности. Элементы "НЕ", "Буфер", "И", "ИЛИ": реализуемая логическая функция, её таблица истинности, варианты условных графических обозначений. Элементы с инверсией результата: "И-НЕ", "ИЛИ-НЕ", "Исключающее ИЛИ-НЕ". Электроны и дырки. Основные и неосновные носители заряда в полупроводниках n- и p-типов. Биполярные и униполярные транзисторы. Классификация полевых транзисторов. Полевые транзисторы с управляющим p-n-переходом: устройство, физика работы, условные графические обозначения. Двухзатворный транзистор с управляющим p-n-переходом. МОП-транзисторы с индуцированным и со встроенным каналами: устройство, физика работы, условные графические обозначения. Характеристики транзисторов (кратко на основе анализа устройства). Обзор источника характеристик элементной базы (простых двухвходовых одноблоковых логических элементов, реализующих единственную логическую функцию) от производителя. Работа МОП-транзистора с резистором в цепи стока. Метод опрокидывания характеристики для анализа напряжения на нелинейном элементе и тока через него. Формирование выходного сигнала в МОП-транзисторе со встроенным p-каналом. Область насыщения и область работы транзистора как триода. Получение минимального, максимального и номинального значений тока методом опрокинутой характеристики. Синфазность тока стока управляющему напряжению (затвор-исток). Расчёт минимального, максимального и номинального значений напряжения сток-исток на транзисторе методом опрокинутой характеристики. Противофазность напряжения на транзисторе управляющему напряжению. Возможность реализации логического элемента НЕ на такой схеме. Выделение средних и переменных компонент тока стока и напряжения на транзисторе. Выбор параметров, при которых переменный сигнал остаётся несмещённым. Параметры простейших схем на МОП-транзисторе. Переход от полной схемы к схеме в переменных сигналах. Моделирование МОП-транзистора источником напряжения, управляемым напряжением (ИНУН). Эквивалентная схема с учётом внутреннего сопротивления транзистора. Схема с одним источником питания и делителем, отводящим часть напряжения между стоком и землёй на вход (затвор-исток). Вариант с резистором, стабилизирующим свойства

транзистора в рабочей точке Q. Эквивалентная малосигнальная схема на переменном сигнале с делителем напряжения. Пример параметров схемы "общий исток" с делителем напряжения. Параметры МОП-транзистора от производителя.

Практическая работа №1 «Анализ свойств простейших логических элементов»

Тема 3. Основы алгебры Буля и методов анализа и синтеза цифровых схем

Деление цифровых схем на комбинационные и последовательные. Признаки комбинационных схем. Примеры комбинационных схем и схем, которые нельзя отнести к комбинационным. Булева алгебра. Операции Булевой алгебры. Аксиомы. Порядок операций. Принцип двойственности. Примеры представления логических функций в СДНФ и СКНФ. Теоремы Булевой алгебры для функций 2-х переменных. Теорема идентичности. Теорема о нулевом элементе. Теорема об идемпотентности. Теорема об инволюции. Теорема о дополнении. Парные к ним теоремы. Их применение к синтезу логических устройств (экономия энергопотребления, снижение стоимости, уменьшение задержек). Теоремы Булевой алгебры для функций многих (более двух) переменных. Теоремы-свойства: коммутативность, дистрибутивность, ассоциативность, поглощение, склеивание, согласованность, де Моргана. Проверка теоремы о поглощении подстановкой. Проверка теоремы о склеивании анализом таблицы истинности. Применение теоремы де Моргана для смены базиса или для перемещения инверсии с выходов на входы. Правила перемещения инверсии. Упрощение уравнений и как это сказывается на схеме. Упрощение уравнений в СДНФ: правила упрощения, разнообразие вариантов упрощения. Пример упрощения и построение схем для упрощённых функций. Влияние количества литералов в произведениях и слагаемых в СДНФ функции на свойства схемы. Приём перемещения инверсии по схеме: суть приёма и демонстрация его на примере схемы. Схема 4-х-уровневого приоритета. Задача бронирования помещения по запросам с разными уровнями приоритета. Формализация задачи. Таблица истинности. Построение схемы.

Практическая работа №2 «Схема 4-х-уровневого приоритета»

Карты Карно. Правила построения карт Карно. Зеркальный код Грея. Пример построения карт Карно и демонстрация возможности "склеивания", т.е. удаления литерала из произведения, входящего в состав СДНФ функции.

Практическая работа №3 «Схема голосования по 50%-му критерию принятия решения».

Семисегментный индикатор цифр от 0 до 9 (7-ми-сегментный индикатор чисел из светодиодов или других светящихся элементов как индикатор номера или элемент табло часов). Формализация задачи формирования на выводах дешифратора сигналов, зажигающих сегменты, соответствующие поступившему на вход десятичному числу от 0 до 9 (цифре). Таблица истинности. Карта Карно. Склеивание единиц и формирование СДНФ формы функций выводов. Безразличные (невозможные в условиях данной задачи) минтермы, соответствующие двоичному четырёхразрядному представлению чисел от 10 до 15. Склеивание нулей с учётом безразличных термов и формирование СКНФ формы функций выводов. Пример вывода сегмента "а".

Тема 4. Шифраторы, дешифраторы, мультиплексоры, демультиплексоры

Мультиплексоры. Двухвходовый мультиплексор, его идеальная (простая) модель. Таблица истинности. Карта Карно. Получение функции, реализуемой двухвходовым мультиплексором. Схема мультиплексора. Количество адресных входов в зависимости от числа входов данных. Реализация функций и логики на мультиплексорах. Реализация логических элементов "И" и "Исключающее ИЛИ" на мультиплексорах 2-в-1. Пример: реализуем функцию на мультиплексорах 8-в-1 и 4-в-1. Реальные мультиплексоры (более точная модель): адресные входы, входы данных, вход тактового (разрешающего) сигнала. Использование отрицательной логики для такового сигнала и положительной для сигналов данных и адреса. Функция и схема реального мультиплексора. Демультиплексор. Модель реального демультиплексора 1 в 2: адресный вход, абонентские

выходы, вход тактирующего (разрешающего) сигнала. Таблица истинности. Функция. Схема демультиплексора. Построение и анализ демультиплексора 1 в 2 в QUCS. Проверка правильности работы соотносением временной диаграммы построенной схемы с таблицей истинности функции.

Практическая работа №4 «Реализация и анализ мультиплексора и демультиплексора»

Шифратор (энкодер) как устройство, преобразующее входную кодовую комбинацию в выходную. Модель шифратора. Соотношение между числом входов и выходов. Пример: шифратор четырёх позиций (нажатий кнопок "вверх", "вниз", "влево", "вправо") двоичным кодом - шифратор "4 в 2" - для независимых входов (одновременно разрешено нажатие только одной кнопки). Произвольность кодирования позиций двухбитными кодовыми комбинациями. Таблица истинности. Функции выходов. Схема шифратора. Построение и анализ 4-х-позиционного шифратора в QUCS. Нехватка сигнала о фактическом нажатии одной из кнопок - неопределённость кода "1 1" на выходе и одна из комбинаций, соответствующих какой-то позиции, в случаях, когда нажато более одного сигнала (с $3n$ по $4n$, с $5n$ по $8n$, например). Шифраторы с приоритетом. Два варианта построения шифраторов с приоритетом: двухступенчатая схема и единая схема. Пример построения двухступенчатой схемы шифратора 4-х-разрядного кода с приоритетом. Договорённость о соответствии старших разрядов входного кода высшим уровням приоритета. Первая ступень: схема приоритета для этого случая. Таблица истинности. Функции выходных разрядов приоритета. Вторая ступень: энкодер. Таблица истинности. Функции выходных разрядов кода. Переход в базис "ИЛИ-НЕ" для уменьшения числа отдельных инверторов. Схема шифратора с приоритетом.

Практическая работа №5 «Построение шифратора 4-х-разрядного кода с приоритетом» в QUCS.

Дешифраторы.

Тема 5. Компараторы и сумматоры

Компараторы. Функции сравнения двух одноразрядных чисел. Их реализация. Полный компаратор. Реализация функции проверки равенства двух одноразрядных чисел в базисе И-ИЛИ: простая и с выравниванием задержек на путях прохождения сигналов. Построение многоразрядного компаратора. Сумматоры. Одноразрядный двоичный сумматор. Правила сложения одноразрядных чисел. Таблица истинности. Функция суммы и функция переноса в старший разряд. Реализация одноразрядного двоичного сумматора в соответствии с записью функций. Преобразование записи и реализация в едином базисе И-НЕ. Концепция многоразрядного сумматора как устройства, состоящего из сумматоров и полусумматора. Организация переносов. Запись результата. Полный сумматор i -го разряда. Попытка реализации с тремя входами и двумя выходами, анализ недостатков такой конструкции. Реализация с 4-мя входными величинами, в том числе с P_i , и одной выходной: таблица истинности, карта Карно, реализация.

Тема 6. Основы построения памяти

Бистабильная ячейка. Состояние ячейки. Возможность построения бистабильной ячейки на любых простейших логических элементах. Пример построения на элементах "НЕ". Организация комплементарных выводов Q и $\text{не}Q$. Связь числа состояний ячейки и числа хранимых в ней бит. Недостатки бистабильной ячейки. RS-триггер. Расшифровка названия триггера. Построение в базисе ИЛИ-НЕ. Анализ вариантов комбинаций значений входных сигналов (это пример анализа или построения таблицы истинности по схеме). Недостаток RS-триггера - наличие запрещённой комбинации, при которой не реализуются ни установка 1, ни сброс в ноль.

Практическая работа №6 «Построение RS-триггера» в QUCS.

D-защёлка: возможность тактировать работу RS-триггера и избежать запрещённой комбинации $\{R=1, S=1\}$. Реализация. Обозначение. Анализ работы при различных значениях сигнала тактового таймера CLK. "Прозрачность" и "непрозрачность" защёлки.

D-триггер из ведущей и ведомой защёлки. Организация тактирования. Обозначение всей схемы. Свойство триггера: триггер, управляемый передним фронтом тактового импульса. Альтернативные названия и обозначения: MS-триггер (master-slave). Регистр из D-триггеров - устройство записи и хранения сразу нескольких разрядов данных. Триггер с функцией разрешения (для записи-перезаписи в течение заданного разрешительным сигналом интервала времени): реализация разрешения с помощью "И" двух сигналов на тактовом входе, реализация разрешения с помощью мультиплексора 2-в-1. Триггер с функцией сброса (для управления начальными значениями ряда триггеров - сброса их в ноль): реализация, анализ.

Тема 7. Конечные автоматы

Понятие конечного автомата. Структурные элементы конечного автомата. Структурные схемы конечных автоматов Мура и Мили, их сравнительный анализ. Синтез конечного автомата. Пример: контроллер движения для загруженного перекрёстка. Постановка задачи: определение входных, выходных сигналов, тактового интервала, начального состояния автомата. Выбор схемы - автомат Мура. Семь дальнейших шагов. Варианты кодирования: двоичное и прямое (с "горячей единицей" или с "холодным нулём"). Влияние варианта кодирования на схему конечного автомата. Постановка задачи синтеза счётчика с делением на 3, временная диаграмма работы счётчика. Восстановление конечного автомата по схеме. Пример: задача об анализе кодового замка. Постановка задачи анализа кодового замка (требуется определить комбинацию, отпирающую замок). Предположения относительно схемы, в рамках которых решается задача: схема - конечный автомат Мура, используется двоичное кодирование. Пять последующих шагов.

Практическая работа №7 «Восстановление конечного автомата по схеме».

Тема 8. Архитектура компьютера

Архитектура компьютера. Понятие архитектуры компьютера. Примеры архитектур. Операции. Четыре принципа построения "хорошей" архитектуры компьютера. Инструкции ассемблера MIPS. Инструкции сложения, вычитания. Демонстрация принципа единообразия. Демонстрация эффективности второго принципа построения "умной" архитектуры. Преимущества RISC-архитектуры перед CISC. Операнды MIPS и их хранение. Операнды MIPS - регистры, константы, память. Обращение к регистрам при выполнении к инструкциям. Регистры переменных (тип s и тип t). Другие регистры. Память, два варианта адресации памяти. Примеры адресации слов в памяти при пословной адресации. Пример команд чтения слов из памяти в регистр и записи слов из регистра в память. Примеры адресации слов в памяти при побайтовой адресации. Пример команд чтения и записи слов при побайтовой адресации. Адресация памяти. Адрес слова в памяти с побайтовой адресацией. Примеры команд чтения слова из памяти в регистр и записи слова из регистра в память. Организация памяти с побайтовой адресацией: с прямым порядком байтов и с обратным порядком байтов. Примеры систем с такими видами организации памяти. Пример отличия результатов команд чтения слова из регистра в память и записи 1-го байта из памяти в регистр.

Тема 9. История развития вычислительной техники

Механические арифмометры. Электромеханические машины. Программируемые компьютеры. Электронные вычислительные машины. I, II, III, IV поколения ЭВМ. Первые домашние ПК. Аналоговый компьютер. История. Типы.

Тема 10. Материнская плата

Компьютерные системы без материнской платы. Объединительная плата. Первые материнские платы. Материнские платы ATX. Материнская плата IBM PC совместимого компьютера. Блок-схема. Интеграция.

Тема 11. Процессор

Этапы развития процессорных устройств. Гарвардская архитектура. Архитектура фон Неймана. Архитектуры CISC, RISC, MISC, VLIW. Классификация параллельных архитектур. Увеличение производительности процессора. Параллелизм. Конвейер.

Суперскалярность. Многоядерность. Использование параллелизма в GPU. Виды кэш-памяти. Закон Амдала.

Тема 12. Классификации памяти и запоминающих устройств. История запоминающих устройств

Тема 13. Современные запоминающие устройства

Тема 14. Компьютерная память произвольного доступа: SRAM и DRAM. Флэш-память. Перспективные виды памяти

Тема 15. Параллельные интерфейсы

Тема 16. Последовательные интерфейсы

Тема 14. Периферийные устройства

Устройства ввода. Устройства ввода-вывода. Устройства вывода.

Лабораторный практикум

Перечень лабораторных работ по курсу:

Лабораторная работа №1 «Обучение пайке».

Лабораторная работа №2 «Модульная микропроцессорная платформа Arduino. Управление внешним светодиодом».

Лабораторная работа №3 «Модульная микропроцессорная платформа Arduino. Управление внешними светодиодами с помощью внешней кнопки».

Лабораторная работа №4 «Модульная микропроцессорная платформа Arduino. Управление периодом мигания внешнего светодиода с помощью переменного резистора».

Лабораторная работа №5 «Модульная микропроцессорная платформа Arduino. Управление мощной внешней нагрузкой».

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

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

Академическая лекция с элементами лекции - беседы – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Элементы лекции-беседы обеспечивают контакт преподавателя с аудиторией, что позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным темам дисциплины, активно вовлекать их в учебный процесс, контролировать темп изложения учебного материала в зависимости от уровня его восприятия.

Практическое занятие – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по закреплению полученных на лекции знаний.

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.

Лабораторная работа – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

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

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

для формирования текстов материалов для промежуточной и текущей аттестации:

- Acdmc 021-10232 Microsoft Open License

для моделирования электрических цепей

- Qucs 0.0.18 (GNU GPL),

- LTspice XVII (freeware, Copyright by Analog Devices)

для ознакомления с презентациями и другими учебными материалами

- Adobe Acrobat Reader (GNU GPL, freeware);

для проведения лабораторных работ по дисциплине:

- программа Arduino IDE (программное обеспечение Arduino с открытым исходным кодом, позволяет легко писать код и загружать его на плату).

7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используется:

- Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT»

http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php

- Электронная библиотечная система «Лань» <https://e.lanbook.com>

- Электронная библиотечная система «Юрайт» <https://urait.ru>

- Электронная библиотечная система «Консультант студента»

<https://www.studentlibrary.ru>

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости), рекомендуемых для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Дэвид М. Харрис, Сара Л. Харрис Цифровая схемотехника и архитектура компьютера. – Москва: ДМК Пресс, 2018.

<https://www.studentlibrary.ru/ru/doc/ISBN9785970605707-SCN0000/000.html>

2. Толстобров А. П. Архитектура ЭВМ : учебное пособие для вузов – М.: Издательство Юрайт, 2022. <https://urait.ru/viewer/arhitektura-evm-496167>

б) дополнительная литература

1. Лоханин М. В. Архитектура современного компьютера: учеб. пособие для вузов

- Ярославль: ЯрГУ, 2011. <http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20110710.pdf>

2. Шкелев, Е. И. Аппаратные средства вычислительной техники : учебное пособие / Е. И. Шкелев. - Москва : Инфра-Инженерия, 2023. - 292 с. - ISBN 978-5-9729-1307-7. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL :

<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972913077.html>

в) ресурсы сети «Интернет»

1. Портал <https://www.ixbt.com/>

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

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 лабораторных работ;
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций;
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ЯрГУ.

Авторы:

Доцент кафедры инфокоммуникаций и
радиофизики, к.ф.-м.н., доцент

Т.К. Артёмова

Старший преподаватель кафедры
инфокоммуникаций и радиофизики

А.А. Афонин

**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины
«Аппаратные средства вычислительной техники»**

**Фонд оценочных средств
для проведения текущего контроля успеваемости
и промежуточной аттестации студентов
по дисциплине**

**1 Типовые контрольные задания и иные материалы,
используемые в процессе текущего контроля успеваемости**

Задания для самостоятельной работы

Подготовка к устному опросу

(Устный опрос проводится в ходе практических занятий по темам 1-8.)

Примерные вопросы к опросу

Задания по теме № 1 «Вычисления»:

1. Сравнить представление положительных и отрицательных чисел в прямом и дополнительном кодах с примерами.
2. Дать характеристику признаков переполнения при выполнении операций сложения в прямом и дополнительном кодах. Привести примеры.

Задания по теме № 2 «Основы цифровой элементной базы - логические элементы»:

3. Привести таблицы истинности основных логических элементов.
4. Сравнить физические уровни, формируемые биполярными и полевыми транзисторами.

Задания по теме № 3 «Основы алгебры Буля и методов анализа и синтеза цифровых схем»:

5. Привести основные теоремы алгебры Буля для функций многих переменных с примерами применения.
6. Продемонстрировать суть и особенности применения приёма перемещения инверсии по схеме.
7. Продемонстрировать правила составления и оптимизации карты Карно на примере.

Задания по теме № 4 «Шифраторы, дешифраторы, мультиплексоры, демультиплексоры»:

8. Охарактеризовать структуру и описать функционирование мультиплексора и демультиплексора.
9. Охарактеризовать структуру и описать функционирование шифратора и дешифратора.

Задания по теме № 5 «Компараторы и сумматоры»:

10. Охарактеризовать структуру и описать функционирование компаратора на примере.
11. Охарактеризовать структуру и описать функционирование полусумматора и полного сумматора на примерах.

Задания по теме № 6 «Основы построения памяти»:

12. Охарактеризовать структуру и описать функционирование бистабильной ячейки.
13. Охарактеризовать структуру и описать функционирование одного из триггеров на примере.

Задания по теме № 7 «Конечные автоматы»:

14. Провести сравнительный анализ автоматов Мура и Мили.
15. Описать влияние варианта кодирования на схему конечного автомата.

Задания по теме № 8 «Архитектура компьютера»:

16. Привести и охарактеризовать четыре принципа построения "хорошей" архитектуры компьютера.
17. Провести сравнительный анализ вариантов адресации памяти.

Подготовка к коллоквиуму

(Коллоквиум проводится в ходе практических занятий по темам 9-14)

Задания к коллоквиуму

Задания по теме № 10 «Материнская плата»:

18. Проанализировать характеристики чипсетов современных материнских плат.
19. Изучить плюсы и минусы используемых технологий.

Задания по теме № 11 «Процессор»:

1. Проанализировать характеристики современных процессоров, используемых в различных устройствах. Какие процессоры для каких задач лучше использовать?
2. Изучить принципы работы процессоров с различными видами конвейерной архитектуры.
3. Изучить особенности работы графических процессоров.
4. Изучить особенности работы цифровых сигнальных процессоров.

Задания по теме № 12 «Компьютерная память»:

1. Проанализировать характеристики современных типов памяти.
2. Изучить принципы форматирования запоминающих устройств.

Задания по теме № 13 «Компьютерные интерфейсы»:

1. Изучить и проанализировать характеристики современных внешних и внутренних интерфейсов компьютерных систем.

Задания по теме № 14 «Периферийные устройства»:

1. Изучить принципы работы и проанализировать характеристики современных периферийных устройств.
2. Проводные и беспроводные компьютерные сети. Аппаратные средства для их функционирования. Сравнение характеристик.
3. Перспективные устройства человеко-машинного интерфейса.

Критерии оценивания ответа на вопрос устного опроса или коллоквиума

Критерии оценивания ответов на вопросы билета

Критерий	Пороговый уровень (на «удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (на «хорошо»)	Высокий уровень (на «отлично»)
Соответствие ответа вопросу	Хотя бы частичное (<i>не относящееся к вопросу не подлежит проверке</i>)	Полное	Полное
Наличие примеров	Имеются отдельные примеры	Много примеров	Есть практически ко всем утверждениям
Содержание ответа	Понятийные вопросы изложены с классификациями, проблемные с	Ответ почти полный, без	Исчерпывающий и полный ответ

Критерий	Пороговый уровень (на «удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (на «хорошо»)	Высокий уровень (на «отлично»)
	постановкой проблемы и изложением различных точек зрения. Имеются ошибки или пробелы.	ошибок, не хватает отдельных элементов и тонкостей	
Схемы (при необходимости)	Не более двух ошибок при построении схемы, функционал раскрыт	Не более одной ошибки при построении схемы, элементы описаны, функционал схемы раскрыт	Полные, верные, элементы описаны, функционал схемы раскрыт, приведены особенности построения
Формулы (при необходимости)	Не более 2-х ошибок	Не более 1 ошибки	Полностью верные, обозначения раскрыты

Лабораторные работы

Лабораторные работы должны быть выполнены, по ним должен быть оформлен отчёт, и пройдена успешная защита. Защита проводится по вопросам об использованных моделях, применённых методах, полученных результатах, о принципах функционирования и особенностях построения объекта исследования.

Практические работы

Это аналог лабораторных работ, в ходе которого выполняется моделирование цифровых цепей. Работы должны быть выполнены, по ним должен быть оформлен отчёт, и пройдена успешная защита. Защита проводится по вопросам об использованных моделях, применённых методах, полученных результатах, о принципах функционирования и особенностях построения объекта исследования.

Критерии оценивания отчётов по лабораторным и практическим работам и защиты работ

Критерий	Пороговый уровень	Продвинутый уровень	Высокий уровень
Качество модели	Адекватная объекту исследований и заданным условиям	Адекватная объекту исследований и заданным условиям	Адекватная объекту исследований и заданным условиям
Методика	Соблюдена не полностью, есть отступления, повлекшие погрешности или выход в режимы, не	Соблюдена, однако выясняется, что студент не понимает, почему именно предписанные действия следует	Соблюдена полностью и осмысленно

Критерий	Пороговый уровень	Продвинутый уровень	Высокий уровень
	описываемые моделью	предпринимать	
Отчёт	Имеет 1-2 недостатка, однако в целом соответствует требованиям к отчёту по лабораторным работам и читабелен	Имеет некоторые незначительные недостатки в оформлении или представлении результатов	Соответствует всем требованиям к отчёту по лабораторным работам, аккуратно оформлен
Результаты исследования	В целом соответствуют заданию и адекватны объекту, однако погрешность результатов не контролировалась	Соответствуют заданию, адекватны объекту, имеется статистическая обработка результатов	Полностью соответствуют заданию, корректно отображают объект исследования в заданных условиях, погрешность контролировалась, обработка результатов проведена
Объяснения и выводы	Объяснения отрывочны, выводы бессодержательные, причины расхождения с теорией (если требовалось) не объяснены	В объяснениях есть гипотезы и аргументы в их пользу, однако не продемонстрировано уверенное владение методологией и терминологией в данной области	Объяснения проводятся с отсылками к наименованиям и формулировкам законов, указанием методов, аргументация логичная, сделанные выводы соответствуют свойствам исследуемого объекта
Ответы на вопросы при допуске и защите	Правильные ответы на большинство вопросов, однако, излишне краткие или с ошибками в терминологии.	Полные ответы практически на все вопросы с незначительными недостатками и некоторой нехваткой терминологической лексики	Развёрнутые, корректные ответы на все вопросы, с отсылками к наименованиям и формулировкам законов, указанием методов, аргументация логичная.

2. Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации

Список вопросов к зачёту

(зачёт выставляется на основании результатов выполнения лабораторных и практических работ, устных опросов, коллоквиумов и зачетного теста или при сдаче по билетам из двух вопросов)

1. Системы счисления. Двоичная система: представление чисел в двоичной системе. Перевод из десятичной системы в двоичную и обратно. Шестнадцатеричная система: представление чисел в шестнадцатеричной системе. Перевод из десятичной системы в двоичную и шестнадцатеричную и обратно.
2. Понятие количества информации. Энтропия источника. Требования к величине, представляющей энтропию. Формула Хартли для энтропии дискретного источника с равновероятными независимыми символами. Бит и его трактовка.

3. Представление положительных и отрицательных чисел в прямом и дополнительном кодах. Особенности этого представления, в том числе охватываемый диапазон представляемых чисел. Операция дополнения до двух. Примеры представления и операции сложения в прямом и в дополнительном кодах. Странное число (в дополнительном коде). Примеры вычитания чисел в дополнительном коде.
4. Переполнение при операции сложения. Признаки переполнения при выполнении операций сложения в прямом и дополнительном кодах. Правила добавления разрядов.
5. Операция сложения по модулю два. Реализующие её логическая функция и логический элемент "исключающее или". Таблица истинности.
6. Логические функции. Их описание с помощью таблицы истинности. Элементы "НЕ", "Буфер", "И", "ИЛИ": реализуемая логическая функция, её таблица истинности, варианты условных графических обозначений. Элементы с инверсией результата: "И-НЕ", "ИЛИ-НЕ", "Исключающее ИЛИ-НЕ".
7. Электроны и дырки. Основные и неосновные носители заряда в полупроводниках n- и p-типов. Биполярные и униполярные транзисторы. Классификация полевых транзисторов. Полевые транзисторы с управляющим p-n-переходом: устройство, физика работы, условные графические обозначения.
8. Двухзатворный транзистор с управляющим p-n-переходом. МОП-транзисторы с индуцированным и со встроенным каналами: устройство, физика работы, условные графические обозначения. Характеристики транзисторов (кратко на основе анализа устройства).
9. Обзор источника характеристик элементной базы (простых двухвходовых одноблоковых логических элементов, реализующих единственную логическую функцию) от производителя.
10. Работа МОП-транзистора с резистором в цепи стока. Метод опрокидывания характеристики для анализа напряжения на нелинейном элементе и тока через него.
11. Формирование выходного сигнала в МОП-транзисторе со встроенным p-каналом. Область насыщения и область работы транзистора как триода. Получение минимального, максимального и номинального значений тока методом опрокинутой характеристики. Расчёт минимального, максимального и номинального значений напряжения сток-исток на транзисторе методом опрокинутой характеристики. Возможность реализации логического элемента НЕ на такой схеме. Выделение средних и переменных компонент тока стока и напряжения на транзисторе. Выбор параметров, при которых переменный сигнал остаётся несмещённым.
12. Параметры простейших схем на МОП-транзисторе. Переход от полной схемы к схеме в переменных сигналах. Моделирование МОП-транзистора источником напряжения, управляемым напряжением (ИНУН). Эквивалентная схема с учётом внутреннего сопротивления транзистора. Схема с одним источником питания и делителем, отводящим часть напряжения между стоком и землёй на вход (затвор-исток). Вариант с резистором, стабилизирующим свойства транзистора в рабочей точке Q. Эквивалентная малосигнальная схема на переменном сигнале с делителем напряжения. Пример параметров схемы "общий исток" с делителем напряжения.
13. Деление цифровых схем на комбинационные и последовательные. Признаки комбинационных схем. Примеры комбинационных схем и схем, которые нельзя отнести к комбинационным.
14. Булева алгебра. Операции Булевой алгебры. Аксиомы. Порядок операций. Принцип двойственности.
15. Примеры представления логических функций в СДНФ и СКНФ.
16. Теоремы Булевой алгебры для функций 2-х переменных. Теорема идентичности. Теорема о нулевом элементе. Теорема об идемпотентности. Теорема об инволюции. Теорема о дополнении. Парные к ним теоремы. Их применение к синтезу

- логических устройств (экономия энергопотребления, снижение стоимости, уменьшение задержек).
17. Теоремы Булевой алгебры для функций многих (более двух) переменных. Теоремы-свойства: коммутативность, дистрибутивность, ассоциативность, поглощение, склеивание, согласованность, де Моргана. Проверка теоремы о поглощении подстановкой. Проверка теоремы о склеивании анализом таблицы истинности. Применение теоремы де Моргана для смены базиса или для перемещения инверсии с выходов на входы. Правила перемещения инверсии.
 18. Упрощение уравнений и как это сказывается на схеме. Упрощение уравнений в СДНФ: правила упрощения, разнообразие вариантов упрощения. Пример упрощения и построение схем для упрощённых функций. Влияние количества литералов в произведениях и слагаемых в СДНФ функции на свойства схемы.
 19. Приём перемещения инверсии по схеме: суть приёма и демонстрация его на примере схемы
 20. Схема 4-х-уровневого приоритета. Задача бронирования помещения по запросам с разными уровнями приоритета. Формализация задачи. Таблица истинности. Построение схемы.
 21. Карты Карно. Правила построения карт Карно. Зеркальный код Грея. Пример построения карт Карно и демонстрация возможности "склеивания", т.е. удаления литерала из произведения, входящего в состав СДНФ функции.
 22. Мультиплексоры. Двухвходовый мультиплексор, его идеальная (простая) модель. Таблица истинности. Карта Карно. Получение функции, реализуемой двухвходовым мультиплексором. Схема мультиплексора. Количество адресных входов в зависимости от числа входов данных.
 23. Реализация функций и логики на мультиплексорах. Реализация логических элементов "И" и "Исключающее ИЛИ" на мультиплексорах 2-в-1. Пример: реализуем функцию на мультиплексорах 8-в-1 и 4-в-1.
 24. Реальные мультиплексоры (более точная модель): адресные входы, входы данных, вход тактового (разрешающего) сигнала. Использование отрицательной логики для такого сигнала и положительной для сигналов данных и адреса. Функция и схема реального мультиплексора.
 25. Демультимплексор. Модель реального демультимплексора 1 в 2: адресный вход, абонентские выходы, вход тактирующего (разрешающего) сигнала. Таблица истинности. Функция. Схема демультимплексора.
 26. Шифратор (энкодер) как устройство, преобразующее входную кодовую комбинацию в выходную. Модель шифратора. Соотношение между числом входов и выходов. Пример: шифратор четырёх позиций (нажатий кнопок "вверх", "вниз", "влево", "вправо") двоичным кодом - шифратор "4 в 2" - для независимых входов (одновременно разрешено нажатие только одной кнопки). Произвольность кодирования позиций двухбитными кодовыми комбинациями. Таблица истинности. Функции выходов. Схема шифратора.
 27. Шифраторы с приоритетом. Два варианта построения шифраторов с приоритетом: двухступенчатая схема и единая схема. Пример построения двухступенчатой схемы шифратора 4-х-разрядного кода с приоритетом. Договорённость о соответствии старших разрядов входного кода высшим уровням приоритета. Первая ступень: схема приоритета для этого случая. Таблица истинности. Функции выходных разрядов приоритета. Вторая ступень: энкодер. Таблица истинности. Функции выходных разрядов кода. Переход в базис "ИЛИ-НЕ" для уменьшения числа отдельных инверторов. Схема шифратора с приоритетом.
 28. Дешифраторы.
 29. Компараторы. Функции сравнения двух одноразрядных чисел. Их реализация. Полный компаратор. Реализация функции проверки равенства двух одноразрядных чисел в

- базисе И-ИЛИ: простая и с выравниванием задержек на путях прохождения сигналов. Построение многоразрядного компаратора.
30. Сумматоры. Одноразрядный двоичный сумматор. Правила сложения одноразрядных чисел. Таблица истинности. Функция суммы и функция переноса в старший разряд. Реализация одноразрядного двоичного сумматора в соответствии с записью функций. Преобразование записи и реализация в едином базисе И-НЕ. Концепция многоразрядного сумматора как устройства, состоящего из сумматоров и полусумматора. Организация переносов. Запись результата. Полный сумматор i -го разряда.
 31. Бистабильная ячейка. Состояние ячейки. Возможность построения бистабильной ячейки на любых простейших логических элементах. Пример построения на элементах "НЕ". Организация комплементарных выводов Q и $\text{не}Q$. Связь числа состояний ячейки и числа хранимых в ней бит. Недостатки бистабильной ячейки.
 32. RS-триггер. Расшифровка названия триггера. Построение в базисе ИЛИ-НЕ. Анализ вариантов комбинаций значений входных сигналов (это пример анализа или построения таблицы истинности по схеме). Недостаток RS-триггера.
 33. D-защёлка. Реализация. Обозначение. Анализ работы при различных значениях сигнала тактового таймера CLK. "Прозрачность" и "непрозрачность" защёлки.
 34. D-триггер из ведущей и ведомой защёлок. Организация тактирования. Обозначение всей схемы. Свойство триггера: триггер, управляемый передним фронтом тактового импульса. Альтернативные названия и обозначения: MS-триггер (master-slave).
 35. Регистр из D-триггеров - устройство записи и хранения сразу нескольких разрядов данных. Триггер с функцией разрешения (для записи-перезаписи в течение заданного разрешительным сигналом интервала времени): реализация разрешения с помощью "И" двух сигналов на тактовом входе, реализация разрешения с помощью мультиплексора 2-в-1.
 36. Триггер с функцией сброса (для управления начальными значениями ряда триггеров - сброса их в ноль): реализация, анализ.
 37. Понятие конечного автомата. Структурные элементы конечного автомата. Структурные схемы конечных автоматов Мура и Мили, их сравнительный анализ.
 38. Синтез конечного автомата. Пример: контроллер движения для загруженного перекрёстка. Постановка задачи: определение входных, выходных сигналов, тактового интервала, начального состояния автомата. Выбор схемы - автомат Мура. Семь дальнейших шагов.
 39. Варианты кодирования: двоичное и прямое (с "горячей единицей" или с "холодным нулём"). Влияние варианта кодирования на схему конечного автомата. Постановка задачи синтеза счётчика с делением на 3, временная диаграмма работы счётчика.
 40. Восстановление конечного автомата по схеме. Пример: задача об анализе кодового замка. Постановка задачи анализа кодового замка (требуется определить комбинацию, открывающую замок). Предположения относительно схемы, в рамках которых решается задача: схема - конечный автомат Мура, используется двоичное кодирование. Пять последующих шагов.
 41. Архитектура компьютера. Понятие архитектуры компьютера. Примеры архитектур. Операции. Четыре принципа построения "хорошей" архитектуры компьютера.
 42. Инструкции ассемблера MIPS. Инструкции сложения, вычитания. Демонстрация принципа единообразия. Демонстрация эффективности второго принципа построения "умной" архитектуры. Преимущества RISC-архитектуры перед CISC.
 43. Операнды MIPS и их хранение. Операнды MIPS - регистры, константы, память. Обращение к регистрам при выполнении инструкций. Регистры переменных (тип s и тип t). Другие регистры. Память, два варианта адресации памяти. Примеры адресации слов в памяти при пословной адресации. Пример команд чтения слов из

памяти в регистр и записи слов из регистра в память. Примеры адресации слов в памяти при побайтовой адресации. Пример команд чтения и записи слов при побайтовой адресации.

44. Адресация памяти. Адрес слова в памяти с побайтовой адресацией. Примеры команд чтения слова из памяти в регистр и записи слова из регистра в память. Организация памяти с побайтовой адресацией: с прямым порядком байтов и с обратным порядком байтов. Примеры систем с такими видами организации памяти. Пример отличия результатов команд чтения слова из регистра в память и запись 1-го байта из памяти в регистр.

Критерии оценивания ответов на вопросы билета зачёта

Критерий	Пороговый уровень (на «удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (на «хорошо»)	Высокий уровень (на «отлично»)
Соответствие ответа вопросу	Хотя бы частичное (<i>не относящееся к вопросу не подлежит проверке</i>)	Полное	Полное
Наличие примеров	Имеются отдельные примеры	Много примеров	Есть практически ко всем утверждениям
Содержание ответа	Понятийные вопросы изложены с классификациями, проблемные с постановкой проблемы и изложением различных точек зрения. Имеются ошибки или пробелы.	Ответ почти полный, без ошибок, не хватает отдельных элементов и тонкостей	Исчерпывающий и полный ответ
Схемы (при необходимости)	Не более двух ошибок при построении схемы, функционал раскрыт	Не более одной ошибки при построении схемы, элементы описаны, функционал схемы раскрыт	Полные, верные, элементы описаны, функционал схемы раскрыт, приведены особенности построения
Формулы (при необходимости)	Не более 2-х ошибок	Не более 1 ошибки	Полностью верные, обозначения раскрыты

Зачетный тест для проверки по результатам освоения дисциплины (тест проводится в ЭУК «Аппаратные средства вычислительной техники» в LMS Moodle)

В тесте 20 вопросов, за правильный ответ на каждый вопрос дается 1 балл. На прохождение теста дается время 1 академический час.

Примерные вопросы теста:

1. Расположите виды вычислительных машин по времени изобретения (сделать выбор).
2. Кем была описана современная двоичная система? (сделать выбор)

3. С появлением каких видов вычислительных машин стали использовать первые материнские платы? (сделать выбор)
4. Задайте соответствие между названием и описанием архитектуры команд процессора (сделать выбор).
5. Задайте последовательность работы системы внеочередного исполнения суперскалярного процессора (сделать выбор).
6. Задайте соответствие в утверждениях о преимуществах и недостатках конвейерной архитектуры процессора (сделать выбор).
7. Задайте соответствие запоминающих устройств по назначению (сделать выбор).
8. Физическое форматирование включает в себя разбиение диска на следующие элементы (сделать выбор).
9. Задайте соответствие между описанием и названием оперативной памяти (сделать выбор).
10. Какие утверждения верны для параллельных интерфейсов? (сделать выбор)
11. Какие утверждения верны для последовательных интерфейсов? (сделать выбор)
12. Выберите верные утверждения для дифференциальных сигнальных пар, используемых в интерфейсах (сделать выбор).
13. Сопоставьте вид сетевого оборудования и описание его работы (сделать выбор).
14. Сопоставьте описание периферийного устройства вывода информации с его названием (сделать выбор).

Критерии выставления оценки за тест

На «3»	На «4», продвинутый уровень	На «5», высокий уровень
Верные ответы на 50% из заданий теста	Верные ответы на 70% из заданий теста	Верные ответы на 90% из заданий теста

3. Описание процедуры выставления оценки

Для успешного освоения дисциплины обязательно:

- выполнение самостоятельных заданий и участие в опросах или коллоквиумах на практических занятиях (являются формой текущей аттестации);
- выполнение и защита всех лабораторных работ (являются формой текущей аттестации и допуском к зачёту);
- выполнение и защита всех практических работ (являются формой текущей аттестации и допуском к зачёту).

Правила выставления оценки на зачёте

Зачёт принимается по окончании 6-го семестра и выставляется на основании результатов выполнения лабораторных и практических работ и устных опросов и коллоквиумов или при сдаче по билетам из двух вопросов).

В билет зачёта включается два теоретических вопроса, подразумевающих, однако, изложение материалов с примерами, включающими вывод выражений и построение схем. На подготовку к ответу дается не менее 0,3 часа.

По итогам зачёта выставляется одна из оценок: «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется, если:

- выполнены и успешно защищены все лабораторные работы и
- выполнены и успешно защищены все практические работы и

- по итогам устных опросов не менее, чем на 6 практических занятиях ответы были уровнем не ниже порогового и
- по итогам коллоквиумов не менее, чем на 6 практических занятиях ответы были уровнем не ниже порогового;
- зачетный тест пройден не менее, чем на 50%

ИЛИ

- даны ответы на вопросы билета на уровне не ниже порогового и
- зачетный тест пройден не менее, чем на 50%.

Зачетный тест проводится в электронном курсе «Аппаратные средства вычислительной техники» в Moodle ЯрГУ. На подготовку даётся не менее 0,5 часа. На прохождение – 1 попытка.

Приложение №2 к рабочей программе дисциплины «Аппаратные средства вычислительной техники»

Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Все формы занятий важны для освоения дисциплины в равной степени, все они обеспечивают формирование различных аспектов общепрофессиональной компетенции ОПК-4.

Для успешного освоения дисциплины очень важна самостоятельная работа студента. В частности, важно самостоятельно найти базы данных производителей элементной базы, памяти и других комплектующих компьютера и ознакомиться с их характеристиками и возможностями. Так как ситуация в этой бурно развивающейся отрасли изменяется очень быстро, без личного вклада студента быть в курсе современных достижений невозможно.

Изучение дисциплины заканчивается зачётом в 6 семестре и экзаменом в 7.

Ознакомьтесь с критериями оценивания вашей самостоятельной работы, лабораторных и практических работ, ответов на вопросы зачёта, приведёнными в рабочей программе курса.

В ходе выполнения лабораторных и практических работ формируются важные практические навыки, поэтому обязательно своевременное выполнение всех работ. Это является одним из условий получения зачёта.

По дисциплине имеется электронный учебный курс «Аппаратные средства вычислительной техники», который является местом приёма отчётов по выполнению лабораторных работ, а также содержит полезные материалы и форум для асинхронных консультаций.