

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**В. В. Капустин**

## **ЭВМ И ПЕРИФЕРИЙНЫЕ УСТРОЙСТВА**

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины  
для студентов бакалавриата по направлению  
подготовки 09.03.03 Прикладная информатика,  
профиль «Прикладная информатика в экономике»

Калининград  
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»  
2022

УДК 338

Рецензент:  
кандидат технических наук,  
профессор кафедры Цифровых систем и автоматики института Цифровых технологий ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»  
В. А. Петрикин

**Капустин, В. В.**

ЭВМ и периферийные устройства: учеб.-метод. пособие по изучению дисциплины для студентов бакалавриата по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, профиль «Прикладная информатика в экономике» / **В. В. Капустин.** – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2022. – 25 с.

В учебно-методическом пособии приведен тематический план по дисциплине и даны методические указания по её самостоятельному изучению, подготовке к лабораторным занятиям, подготовке к сдаче экзамена.

Пособие подготовлено в соответствии с требованиями утвержденной рабочей программы общепрофессионального модуля (В) 09.03.03 Прикладная информатика.

Учебно-методическое пособие рассмотрено и одобрено в качестве локального электронного методического материала кафедрой цифровых систем и автоматики «29» сентября 2022 г., протокол № «2»

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины рекомендовано к использованию в качестве локального электронного методического материала в учебном процессе методической комиссией института цифровых технологий ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» «29» сентября 2022 г., протокол № «7»

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Калининградский государственный технический университет», 2022 г.

© Капустин В.В., 2022 г..

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1.	Введение.....	4
2.	Тематический план.....	5
3.	Содержание дисциплины и указания к изучению.....	10
3.1.	Раздел 1. Архитектура ЭВМ, основные понятия.....	10
	Тема 1.1. Архитектура ЭВМ, основные понятия.....	10
	Тема 1.2. Поколения ЭВМ и отличительные черты архитектуры. ....	10
	Тема 1.3. Система команд компьютеров с архитектурой CISC. ....	11
	Тема 1.4. Основные методы и средства повышения производительности .....	11
	Тема 1.5. Архитектурные решения для повышения производительности.....	12
	Тема 1.6. Элементы структуры ЭВМ. Их работа и взаимодействие. ....	12
	Тема 1.7. Иерархия конструктивных элементов ЭВМ. ....	12
3.2.	Раздел 2. Архитектура системного ядра персонального компьютера.....	13
	Тема 2.1. Архитектура процессоров современных ПК. ....	13
	Тема 2.2. Система памяти ЭВМ. Иерархия системы памяти компьютера.....	13
	Тема 2.3. Системные платы. ....	14
3.3.	Раздел 3. Периферийные устройства.....	15
	Тема 3.1. Интерфейсы системной платы. ....	15
	Тема 3.2. Периферийные интерфейсы и порты .....	15
	Тема 3.3. Интерфейсы внешних ЗУ. ....	16
	Тема 3.4. Конструкция и характеристики HDD и SSD. ....	16
	Тема 3.5. Твердотельные накопители (SSD).....	16
4.	Методические указания по выполнению самостоятельной работы.....	17
5.	Требования к аттестации по дисциплине.....	17
5.1.	Текущая аттестация.....	17
5.2.	Условия получения положительной оценки.....	18
5.3.	Примерные вопросы к экзамену по дисциплине.....	18
6.	Заключение .....	20
7.	Литература .....	21

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Данное учебно-методическое пособие предназначено для студентов направления подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, изучающих дисциплину «ЭВМ и периферийные устройства»

**Цель** освоения дисциплины:

Целью освоения дисциплины «ЭВМ и периферийные устройства» является формирование знаний и основ построения устройств и элементов вычислительных систем, необходимых для выбора их архитектуры, конфигурации и эксплуатации.

Для успешного освоения дисциплины, в соответствии с учебным планом, ей предшествуют дисциплины: физика, основы электроники, дискретная математика.

В результате освоения дисциплины студенты должны:

**знать:** основы построения и архитектуры ЭВМ; принципы построения, параметры и характеристики цифровых и аналоговых элементов ЭВМ; современные средства взаимодействия с ЭВМ;

**уметь:** выбирать, комплексировать и эксплуатировать программно-аппаратные средства в создаваемых вычислительных и информационных системах и сетевых структурах; устанавливать и использовать программно-аппаратные средства вычислительных и информационных систем;

**владеть:** методами выбора элементной базы для построения различных архитектур вычислительных средств для работы над проектом.

Далее в пособии представлен тематический план, содержащий перечень изучаемых тем, обязательных лабораторных работ, мероприятий текущей аттестации и отводимое на них аудиторное время (в соответствии с расписанием) и самостоятельную работу. При формировании личного образовательного плана на семестр следует оценивать рекомендуемое время на изучение дисциплины, возможно, вам потребуется больше времени на выполнение отдельных заданий или проработку отдельных тем.

В разделе Содержание дисциплины приведены подробные сведения об изучаемых вопросах, по которым вы можете ориентироваться в случае пропуска каких-то занятий, а также методические рекомендации преподавателя для самостоятельной подготовки, каждая тема имеет ссылки на литературу (или иные информационные ресурсы), а также контрольные вопросы для самопроверки.

Раздел «Текущая аттестация» содержит описание обязательных мероприятий контроля самостоятельной работы и усвоения разделов или отдельных тем дисциплины. Далее изложены требования к завершающей аттестации – экзамену.

Помимо данного пособия, студентам следует использовать материалы, размещенные в соответствующем данной дисциплине разделе ЭИОС, в которые более оперативно вносятся изменения для адаптации дисциплины под конкретную группу.

При выполнении лабораторных работ может быть использовано программное обеспечение - программа MicroCap 9.0 5.0 Evaluation version, или иная, также являющаяся свободно распространяемой демоверсией профессиональной программы машинного моделирования электронных схем, установленная в компьютерных классах университета. При желании студент может выполнять лабораторные работы дома, в этом случае можно использовать любую иную программу машинного моделирования электронных схем, распространяемую по открытой лицензии.

## 2. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (ЗЕТ), т.е. 180 академических часов контактной (лекционных и лабораторных занятий) и самостоятельной учебной работы студента, в том числе связанной с текущей и промежуточной (заключительной) аттестацией по дисциплине.

Распределение трудоемкости освоения дисциплины по семестрам ОП, темам и видам учебной работы студента приведено далее:

Формы аттестации по дисциплине:

- очная форма, четвертый семестр – экзамен

Номер и наименование темы, вид учебной работы	Объем учебной работы, ч					
	Контактная работа				СРС	Всего
	Лекции	ЛЗ	РЭ	КА		
<b>Семестры – 4 , трудоемкость – 5 ЗЕТ (180 ч)</b>						
1. Архитектура ЭВМ, основные понятия	14	16	4	0,7	30	64,7
2. Архитектура системного ядра персонального компьютера	6	14	4	0,7	30	54,7
3. Периферийные устройства	10	-	6	1,4	10	27,4
<b>Учебные занятия</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>14</b>	<b>2,8</b>	<b>70</b>	<b>146,8</b>
<b>Подготовка и аттестация в период сессии</b>	<b>Экзамен</b>					<b>33,2</b>
Итого по дисциплине						<b>180</b>

- заочная форма, четвертый семестр – контрольная работа, экзамен

Номер и наименование темы, вид учебной работы	Объем учебной работы, ч					
	Контактная работа				СРС	Всего
	Лекции	ЛЗ	РЭ	КА		
<b>Семестры – 4 , трудоемкость – 5 ЗЕТ (180 ч)</b>						
1. Архитектура ЭВМ, основные понятия	1	6	1	1	30	39
2. Архитектура системного ядра	1	8	1	2	80	92

Номер и наименование темы, вид учебной работы	Объем учебной работы, ч					СРС	Всего	
	Контактная работа				СРС			Всего
	Лекции	ЛЗ	РЭ	КА				
персонального компьютера								
3. Периферийные устройства	2	-	2	0,35	38,25		42,6	
<b>Учебные занятия</b>	<b>4</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>3,35</b>	<b>148,25</b>		<b>173,6</b>	
<b>Подготовка и аттестация в период сессии</b>	<b>Экзамен</b>						<b>6,4</b>	
Итого по дисциплине							<b>180</b>	

Обозначения: КР – курсовая работа, Лек – лекционные занятия; Лаб - лабораторные занятия; РЭ – контактная работа с преподавателем в ЭИОС; КА – контактная работа, консультации, инд.занятия, практики и аттестации; СРС – самостоятельная работа студентов.

Раздел (модуль) дисциплины	Тема	Объем аудитор. работы, ч	Объем самост. работы
	Лекции		
Раздел 1. Архитектура	Тема 1.1. Архитектура ЭВМ, основные понятия. Структурная схема классической ЭВМ на функциональном уровне архитектуры. Ход операции преобразования данных. Эволюция архитектур традиционных ЭВМ. Критерии оценки и сравнения характеристик архитектур ЭВМ.	2	2
1.1. ЭВМ, основные понятия	Тема 1.2. Поколения ЭВМ и отличительные черты архитектуры. Технические характеристики ЭВМ. Аппаратная структура типичного ПК. Особенности системы интерфейсов. Архитектуры процессора – фон Неймана и Гарвардская. Сравнительные преимущества и недостатки.	2	2
1.2.	Тема 1.3. Система команд компьютеров с архитектурой CISC. Классификация команд. Форматы команд. Адресация. Способы адресации. Примеры форматов команд. RR-команды. RI-команды. RS-команды. RX-команды.	2	2
1.3.	Тема 1.4. Основные методы и средства повышения производительности	2	2

1.4.	компьютера. Режимы работы процессора. Выбор режима распределения ресурсов. Частные режимы работы процессора. Преимущества и недостатки мультипрограммного режима.		
1.5.	Тема 1.5. Архитектурные решения для повышения производительности. Классификация архитектур по Флинну. Конвейерная обработка. Суперскалярная обработка. Сопроцессирование. Структуры высокопроизводительных многопроцессорных ЭВМ. Система интерфейсов.	2	2
1.6.	Тема 1.6. Элементы структуры ЭВМ. Их работа и взаимодействие. Система интерфейсов. Работа канала ввода-вывода. Система аппаратных прерываний. Последовательный и параллельный опрос. Аппаратное ускорение последовательного опроса. Синхронизация в параллельных интерфейсах. Синхронный и асинхронный обмен.	2	2
1.7.	Тема 1.7. Иерархия конструктивных элементов ЭВМ. Модули уровня 0. Виды исполнения и способы монтажа. Процессоры персональных ЭВМ. Корпуса PGA, LGA, BGA. Особенности эксплуатации. Комплектные корпуса и системные блоки. Типы корпусов. Особенности эксплуатации. Форм-факторы системных блоков AT, ATX, VTX.	2	2
2.1.	Раздел 2. Архитектура системного ядра персонального компьютера Тема 2.1. Архитектура процессоров современных ПК. Их потребительские, технические, функциональные, конструктивно - технологические характеристики. Основные критерии выбора процессора. Многоядерные процессоры. Разновидности ядер процессоров. Архитектура ядра процессора ПК. Сокет. Тепловой пакет процессора. Технологический процесс. Частота процессора и всё, что с ней связано. Кэш. Набор инструкций. Расширенные инструкции.	2	2
2.2.	Тема 2.2. Система памяти ЭВМ. Иерархия системы памяти компьютера. Иерархия системы памяти компьютера. Адресное пространство процессора x86, реальный и защищенный режим работы с памятью. Адресное пространство процессора x86 организация ввода-вывода, порты. Элементы внутренней памяти ЭВМ. Статическая память. Динамическая память. Структура матрицы памяти. Эволюция модулей памяти DRAM. Эволюция модулей памяти DDR Конструктивные особенности модулей памяти DDR. Организация банков памяти DDR. Работа DDR. Тайминги	2	2
	Тема 2.3. Системные платы. Элементы магистрально-модульной архитектуры	2	2

2.3.	ЭВМ IV поколения. Ключевые технологии IBM PC. Основные критерии оценки и выбора системных плат. Форм-факторы системных плат. Ключевые особенности системных плат форм-фактора ATX. Типоразмеры материнских плат. Форм-фактор ВТХ. Компоновка системных плат. Примеры компоновки. Интерфейсы компонентов системной платы. Внутренние шины. Компоновка интерфейсов и портов. Размещение разъёмов и портов системных плат. Питание системной платы.		
3.1.	Раздел 3. Периферийные устройства.		
4.1.	Тема 3.1. Интерфейсы системной платы. Интерфейс ISA. Особенности ISA bus. Интерфейс MCA. Системный интерфейс PCI. Система прерываний. Контроллер прерываний (PIC) Intel 8259. Контроллер прерываний APIC. Конфигурирование PCI. Версии PCI и их совместимость. Архитектура системного интерфейса PCIe. Сетевой и транспортный уровни. Тема 3.2. Периферийные интерфейсы и порты. Архитектура интерфейса PCIe. Структура системы протоколов PCIe. Физический уровень протокола. Реализация. Интерфейсы USB. Требования и технические характеристики. Режимы работы и технические характеристики. Физический уровень. Линии связи USB 2.0. Сигналы в USB 2.0. Архитектура USB. Структура системы интерфейса. Структура системы протоколов USB. Разъёмы USB 3.0 и их совместимость с USB 2.0. Обмен данными через USB 3.0.	2	2
4.2.	Тема 3.3. Интерфейсы внешних ЗУ. Система ВЗУ. Интерфейсы ATA. Интерфейсы SATA. Характеристики SATA1 - SATA3, eSATA (External SATA), eSATAp. Форм-фактор M.2. Режимы работы с накопителями M.2. Форм-фактор SATA Express (SATAe) (SATA 3.2). Режимы работы SATA Express с накопителями. Режимы работы хостов ATA, SATA, M.2 и SATAe. Режим NVM Express. Режимы RAID. Тема 3.4. Конструкция и характеристики HDD и SSD. Состав и структура системы внешних запоминающих устройств. Режимы работы с внешними запоминающими устройствами.	2	2
4.3.	Элементы конструкции НЖМД (HDD). Плата электроники и её функции. Гермоблок и пакет дисков. Блок магнитных головок. Технологии записи: Обычная перпендикулярная запись (CMR, PMR). Черепичная запись (SMR). Термомагнитная запись (HAMR). Характеристики накопителей HDD. Технология HAMR.	2	2
	Тема 3.5. Твердотельные накопители (SSD). Конструкция и характеристики.	2	2



5.1	Транзисторы с плавающим затвором. Конструкция ячейки памяти. Конструкция и потребительские характеристики. Конструктивные характеристики SSD. Форм-фактор, интерфейсы. Технология. Типы ячеек памяти. Ячейки памяти QLC. Технология 3D NAND. Слои памяти. Проблемы функционирования. Показатели надёжности и технологии её обеспечения. Технологии обеспечения быстродействия. Функции контроллера. Преимущества и недостатки SSD. Рекомендации по использованию HDD и SSD в составе систем.	30	30
Лабораторные занятия			
1	Раздел 1. Архитектура		
1.1.	ЭВМ, основные понятия	Лабораторная работа №1. Элементы процессоров ЭВМ. Исследование логических элементов	4 6
1.2.		Лабораторная работа №2. Элементы процессоров ЭВМ. Исследование сумматоров и АЛУ	4 4
1.3.		Лабораторная работа №3. Элементы процессоров ЭВМ. Исследование последовательностных элементов	4 4
1.4.		Лабораторная работа №4. Исследование элементов регистровой и оперативной памяти ЭВМ. JK-, D-триггеры, регистры, счетчики	4 6
2	Раздел 2. Архитектура системного ядра		
2.1.	персонального компьютера	Лабораторная работа №5. Запоминающие устройства ЭВМ. Исследование структур и функций. Синхронные счетчики. Микропрограммные устройства	6 8
2.2.		Лабораторная работа №6. Микропрограммные устройства и контроллеры. Организация и типовые структуры. Проектирование специализированного микропрограммного автомата	8 12
			30 40
	<b>Всего</b>		<b>60 70</b>

---

### 3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ

#### 3.1. Раздел 1. Архитектура ЭВМ, основные понятия

*Тема 1.1. Архитектура ЭВМ, основные понятия*

*Перечень изучаемых вопросов:*

Архитектура ЭВМ, основные понятия. Структурная схема классической ЭВМ на функциональном уровне архитектуры. Ход операции преобразования данных. Эволюция архитектур традиционных ЭВМ. Критерии оценки и сравнения характеристик архитектур ЭВМ.

*Методические указания к изучению:*

Обратить внимание на определения используемую терминологию и базовые понятия. Изучить особенности структурной схемы классической ЭВМ на функциональном уровне архитектуры как объекта исследования.

Объём самостоятельной работы – 2 ч.

Одновременно с изучением темы можно выполнять лабораторную работу № 1 с использованием программы машинного моделирования электронных схем, распространяемой по открытой лицензии.

*Литература:*

Горнец, Н.Н. ЭВМ и периферийные устройства. Компьютерные и вычислительные системы : учеб. / Н. Н. Горнец, А. Г. Рощин . - Москва : Академия, 2012. - 235 с. Стр. 4-18

*Контрольные вопросы:*

1. Дайте определение архитектуры ЭВМ. Какие уровни архитектуры принято выделять?
2. Какие элементы образует структура ЭВМ?
3. Какие стандартные операции выполняются различными элементами структуры ЭВМ?
4. Какие общие черты свойственны различным ЭВМ традиционной архитектуры?
5. Какие характеристики ЭВМ используются при их оценке и сравнении?

*Тема 1.2. Поколения ЭВМ и отличительные черты архитектуры.*

*Перечень изучаемых вопросов:*

Поколения ЭВМ и отличительные черты архитектуры. Технические характеристики ЭВМ. Аппаратная структура типичного ПК. Особенности системы интерфейсов. Архитектуры процессора – фон Неймана и Гарвардская. Сравнительные преимущества и недостатки.

*Методические указания к изучению:*

Обратить внимание на архитектуры процессора – фон Неймана и Гарвардскую.

Объём самостоятельной работы – 2 ч. В рамках самостоятельной работы ознакомиться с Поколениями ЭВМ и отличительными чертами их архитектуры.

Одновременно с изучением темы можно продолжить выполнять лабораторную работу № 1 с использованием программы машинного моделирования электронных схем, распространяемой по открытой лицензии.

*Литература:*

Пятибратов, А.П. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации [Электронный ресурс]: учеб. / А. П. Пятибратов, Л. П. Гудыно, А. А. Кириченко. - Москва : КноРус, 2017. - 372 с. (ЭБС «Book.ru»). Стр. 14-26

*Контрольные вопросы:*

1. Какие основные черты архитектуры ЭВМ положены в основу деления на поколения?
2. Какие черты архитектуры свойственны четвёртому поколению ЭВМ?
3. Чем отличаются ЭВМ, основанные на архитектурах фон Неймана и Гарвардской?
4. Что характерно для системы интерфейсов ЭВМ четвёртого поколения?

*Тема 1.3. Система команд компьютеров с архитектурой CISC.*

*Перечень изучаемых вопросов:*

Система команд компьютеров с архитектурой CISC. Классификация команд. Форматы команд. Адресация. Способы адресации. Примеры форматов команд. RR-команды. RI-команды. RS-команды. RX-команды.

*Методические указания к изучению:*

Обратить внимания на примеры форматов команд, а именно - RR-команды. RI-команды. RS-команды. RX-команды..

Объём самостоятельной работы – 2 ч.

Одновременно с изучением темы можно приступить к выполнению лабораторной работы № 2 с использованием программы машинного моделирования электронных схем, распространяемой по открытой лицензии.

*Литература:*

Горнец, Н.Н. ЭВМ и периферийные устройства. Компьютерные и вычислительные системы : учеб. / Н. Н. Горнец, А. Г. Роцин . - Москва : Академия, 2012. - 235 с. Стр. 108-122.

*Контрольные вопросы:*

1. В чём состоят отличия архитектур CISC и RISC?
2. В чём заключаются преимущества архитектуры CISC?
3. Чем обусловлено широкое использование процессоров с архитектурой CISC?
4. Какие недостатки свойственны архитектуре CISC?
5. Чем вызвано разнообразие способов адресации процессоров с архитектурой CISC?
6. Какие форматы команд используют процессоры с архитектурой CISC?

*Тема 1.4. Основные методы и средства повышения производительности*

*Перечень изучаемых вопросов:*

Основные методы и средства повышения производительности компьютера. Режимы работы процессора. Выбор режима распределения ресурсов. Частные режимы работы процессора. Преимущества и недостатки мультипрограммного режима

*Методические указания к изучению:*

Обратить внимание на выбор режима распределения ресурсов. Частные режимы работы процессора.

Объём самостоятельной работы – 2 ч.

Одновременно с изучением темы можно продолжить выполнение Лабораторной работы № 2 с использованием программы машинного моделирования электронных схем, распространяемой по открытой лицензии.

*Литература:*

Горнец, Н.Н. ЭВМ и периферийные устройства. Компьютерные и вычислительные системы : учеб. / Н. Н. Горнец, А. Г. Роцин . - Москва : Академия, 2012. - 235 с. Стр. 118-131.

*Контрольные вопросы:*

1. Чем обусловлена необходимость использования различных режимов работы процессора? Что обеспечивают эти режимы?
2. Что такое режим распределения ресурсов?
3. В чём состоят преимущества и недостатки мультипрограммного режима?
4. В чём заключаются преимущества архитектуры RISC?

*Тема 1.5. Архитектурные решения для повышения производительности.*

*Перечень изучаемых вопросов:*

Архитектурные решения для повышения производительности. Классификация архитектур по Флинну. Конвейерная обработка. Суперскалярная обработка. Сопроцессирование. Структуры высокопроизводительных многопроцессорных ЭВМ. Система интерфейсов.

*Методические указания к изучению:*

Обратить внимание на примеры структур высокопроизводительных многопроцессорных ЭВМ.

Объём самостоятельной работы – 2 ч.

Одновременно с изучением темы можно приступить к выполнению лабораторной работы № 3 с использованием программы машинного моделирования электронных схем, распространяемой по открытой лицензии.

*Литература:*

Горнец, Н.Н. ЭВМ и периферийные устройства. Компьютерные и вычислительные системы : учеб. / Н. Н. Горнец, А. Г. Рошин . - Москва : Академия, 2012. - 235 с. Стр. 131-147.

*Контрольные вопросы:*

1. Какие архитектурные решения повышения производительности характерны для современных ЭВМ?
2. Что такое конвейерная обработка? В чём заключаются её преимущества?
3. Какие преимущества и недостатки свойственны сопроцессированию?
4. Что ограничивает производительность ЭВМ традиционной архитектуры?

*Тема 1.6. Элементы структуры ЭВМ. Их работа и взаимодействие.*

*Перечень изучаемых вопросов:*

Элементы структуры ЭВМ. Их работа и взаимодействие. Система интерфейсов. Работа канала ввода-вывода. Система аппаратных прерываний. Последовательный и параллельный опрос. Аппаратное ускорение последовательного опроса. Синхронизация в параллельных интерфейсах. Синхронный и асинхронный обмен.

*Методические указания к изучению:*

Обратить внимание на систему аппаратных прерываний.

Объём самостоятельной работы – 2 ч.

Одновременно с изучением темы можно продолжить выполнение лабораторной работы № 3 с использованием программы машинного моделирования электронных схем, распространяемой по открытой лицензии

*Литература:*

Пятибратов, А.П. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации [Электронный ресурс]: учеб. / А. П. Пятибратов, Л. П. Гудыно, А. А. Кириченко. - Москва : КноРус, 2017. - 372 с. (ЭБС «Book.ru»). Стр. 165-183

Горнец, Н.Н. ЭВМ и периферийные устройства. Компьютерные и вычислительные системы : учеб. / Н. Н. Горнец, А. Г. Рошин . - Москва : Академия, 2012. - 235 с. Стр. 169-197.

*Контрольные вопросы:*

1. Какие функции у канала ввода-вывода?
2. Какие структуры системы интерфейсов характерны для ЭВМ четвёртого поколения? Чем обусловлена эволюция систем интерфейсов?
3. Что такое аппаратные и программные прерывания?
4. Чем обусловлено разнообразие прерываний?
5. Какие тенденции развития системы интерфейсов характерны для настоящего времени?

*Тема 1.7. Иерархия конструктивных элементов ЭВМ. .*

*Перечень изучаемых вопросов:*

Иерархия конструктивных элементов ЭВМ. Модули уровня 0. Виды исполнения и способы монтажа. Процессоры персональных ЭВМ. Корпуса PGA, LGA, BGA. Особенности эксплуатации. Комплектные корпуса и системные блоки. Типы корпусов. Особенности эксплуатации. Форм-факторы системных блоков AT, ATX, VTX.

*Методические указания к изучению:*

Обратить внимание на наборы инструкций.

Объём самостоятельной работы – 2 ч.

Одновременно с изучением темы можно продолжить выполнение лабораторной работы № 3 с использованием программы машинного моделирования электронных схем, распространяемой по открытой лицензии

*Литература:*

Горнец, Н.Н. ЭВМ и периферийные устройства. Компьютерные и вычислительные системы : учеб. / Н. Н. Горнец, А. Г. Рошин . - Москва : Академия, 2012. - 235 с. Стр. 34-68.

Пятибратов, А.П. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации [Электронный ресурс]: учеб. / А. П. Пятибратов, Л. П. Гудыно, А. А. Кириченко. - Москва : КноРус, 2017. - 372 с. (ЭБС «Book.ru»). Стр. 26-50

*Контрольные вопросы:*

1. Чем обусловлена иерархия системы конструктивных элементов?
2. Что относится к модулям уровней 0 - 3? Каковы их отличительные черты?
3. Чем обусловлено использование корпусов PGA, LGA, BGA?
4. Чем обусловлено разнообразие прерываний?
5. Чем обусловлен выбор конкретного форм-фактора системных блоков AT, ATX, VTX?

### **3.2. Раздел 2. Архитектура системного ядра персонального компьютера**

*Тема 2.1. Архитектура процессоров современных ПК.*

*Перечень изучаемых вопросов:*

Архитектура процессоров современных ПК. Их потребительские, технические, функциональные, конструктивно - технологические характеристики. Основные критерии выбора процессора. Многоядерные процессоры. Разновидности ядер процессоров. Архитектура ядра процессора ПК. Сокет. Тепловой пакет процессора. Технологический процесс. Частота процессора и всё, что с ней связано. Кэш. Набор инструкций. Расширенные инструкции.

*Методические указания к изучению:*

Обратить внимание на наборы инструкций.

Объём самостоятельной работы – 2 ч.

Одновременно с изучением темы можно приступить к выполнению лабораторной работы № 4 с использованием программы машинного моделирования электронных схем, распространяемой по открытой лицензии

*Литература:*

Пятибратов, А.П. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации [Электронный ресурс]: учеб. / А. П. Пятибратов, Л. П. Гудыно, А. А. Кириченко. - Москва : КноРус, 2017. - 372 с. (ЭБС «Book.ru»). Стр. 102-139

*Контрольные вопросы:*

1. Какие конструктивно-технологические особенности процессоров отражаются на эксплуатационных характеристиках ЭВМ?
2. На основе каких критериев следует производить выбор центрального процессора ЭВМ?
3. Чем отличаются архитектуры центральных процессоров INTEL и AMD?

*Тема 2.2. Система памяти ЭВМ. Иерархия системы памяти компьютера*

*Перечень изучаемых вопросов:*

Система памяти ЭВМ. Иерархия системы памяти компьютера. Иерархия системы памяти компьютера. Адресное пространство процессора x86, реальный и защищенный режим работы с памятью. Адресное пространство процессора x86 организация ввода-вывода, порты. Элементы внутренней памяти ЭВМ. Статическая память. Динамическая память. Структура матрицы памяти. Эволюция модулей памяти DRAM. Эволюция модулей памяти DDR Конструктивные особенности модулей памяти DDR. Организация банков памяти DDR. Работа DDR. Тайминги.

*Методические указания к изучению:*

Обратить внимание на адресное пространство процессора x86, реальный и защищенный режим работы с памятью.

Объем самостоятельной работы – 2 часа.

Одновременно с изучением темы можно продолжить выполнение Лабораторной работы № 4 с использованием программы машинного моделирования электронных схем, распространяемой по открытой лицензии.

*Литература:*

Горнец, Н.Н. ЭВМ и периферийные устройства. Компьютерные и вычислительные системы : учеб. / Н. Н. Горнец, А. Г. Роцин . - Москва : Академия, 2012. - 235 с. Стр. 148-168.

*Контрольные вопросы:*

1. Чем обусловлена иерархия системы памяти ЭВМ?
2. Какие требования предъявляются к элементам верхних уровней системы памяти?
3. Что такое реальный режим работы с памятью?
4. Чем отличается динамическая память от статической?
5. Какой физический смысл имеют тайминги?

*Тема 2.3. Системные платы.*

*Перечень изучаемых вопросов:*

Системные платы. Элементы магистрально-модульной архитектуры ЭВМ IV поколения. Ключевые технологии IBM PC. Основные критерии оценки и выбора системных плат. Форм-факторы системных плат. Ключевые особенности системных плат форм-фактора ATX. Типоразмеры материнских плат. Форм-фактор VTX. Компоновка системных плат. Примеры компоновки. Интерфейсы компонентов системной платы. Внутренние шины. Компоновка интерфейсов и портов. Размещение разъемов и портов системных плат. Питание системной платы.

*Методические указания к изучению:*

Обратить внимание на специфические элементы магистрально-модульной архитектуры ЭВМ IV поколения и ключевые технологии IBM PC..

Объем самостоятельной работы – 2 ч.

Одновременно с изучением темы можно приступить к выполнению лабораторной работы № 5 с использованием программы машинного моделирования электронных схем, распространяемой по открытой лицензии

*Литература:*

Пятибратов, А.П. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации [Электронный ресурс]: учеб. / А. П. Пятибратов, Л. П. Гудыно, А. А. Кириченко. - Москва : КноРус, 2017. - 372 с. (ЭБС «Book.ru»). Стр. 61-77

*Контрольные вопросы:*

1. Какие функции выполняет системная плата?
2. Что такое системный интерфейс? Какие системные интерфейсы распространены наиболее широко в настоящее время?
3. Чем отличаются компоновки системных плат форм-факторов AT, ATX, VTX?
4. Каковы критерии выбора системных плат ЭВИ?

### 3.3. Раздел 3. Периферийные устройства

*Тема 3.1. Интерфейсы системной платы.*

*Перечень изучаемых вопросов:*

Интерфейсы системной платы. Интерфейс ISA. Особенности ISA bus. Интерфейс MCA. Системный интерфейс PCI. Система прерываний. Контроллер прерываний (PIC) Intel 8259. Контроллер прерываний APIC. Конфигурирование PCI. Версии PCI и их совместимость. Архитектура системного интерфейса PCIe. Сетевой и транспортный уровни.

*Методические указания к изучению:*

Обратить внимание на организацию системы прерываний.

Объём самостоятельной работы – 2 ч.

№ 5 с использованием программы машинного моделирования электронных схем, распространяемой по открытой лицензии.

*Литература:*

Горнец, Н.Н. ЭВМ и периферийные устройства. Компьютерные и вычислительные системы : учеб. / Н. Н. Горнец, А. Г. Рощин . - Москва : Академия, 2012. - 235 с. Стр. 169-198.

*Контрольные вопросы:*

1. Каковы отличительные черты и основная сфера использования интерфейса ISA?
2. Каковы отличительные черты и основная сфера использования системного интерфейса PCI?
3. Какие общие черты и в чём существенные отличия интерфейсов PCI и PCIe?
4. Каково назначение контроллера прерываний? В чём отличия контроллеров прерываний интерфейсов PCI и PCIe?

*Тема 3.2. Периферийные интерфейсы и порты*

*Перечень изучаемых вопросов:*

Периферийные интерфейсы и порты. Архитектура интерфейса PCIe. Структура системы протоколов PCIe. Физический уровень протокола. Реализация.

Интерфейсы USB. Требования и технические характеристики. Режимы работы и технические характеристики. Физический уровень. Линии связи USB 2.0. Сигналы в USB 2.0. Архитектура USB. Структура системы интерфейса. Структура системы протоколов USB. Разъёмы USB 3.0 и их совместимость с USB 2.0. Обмен данными через USB 3.0

*Методические указания к изучению:*

Обратить внимание на организацию обмена данными через USB 3.0.

Объём самостоятельной работы – 2 ч.

№ 6 с использованием программы машинного моделирования электронных схем, распространяемой по открытой лицензии.

*Литература:*

Пятибратов, А.П. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации [Электронный ресурс]: учеб. / А. П. Пятибратов, Л. П. Гудыно, А. А. Кириченко. - Москва : КноРус, 2017. - 372 с. (ЭБС «Book.ru»). Стр. 175-183

*Контрольные вопросы:*

1. Укажите особенности периферийных устройств различного назначения и требования, предъявляемые к их интерфейсам
2. Каково предназначение интерфейса USB? Какие конструктивно-технологические решения обусловили его универсальность?
3. В чём состоят отличия реализаций стандарта USB?
4. Что означает цвет разъёма интерфейса USB?

### *Тема 3.3. Интерфейсы внешних ЗУ.*

#### *Перечень изучаемых вопросов:*

Интерфейсы внешних ЗУ. Система ВЗУ. Интерфейсы ATA. Интерфейсы SATA. Характеристики SATA1 - SATA3, eSATA (External SATA), eSATAp. Форм-фактор M.2. Режимы работы с накопителями M.2. Форм-фактор SATA Express (SATAe) (SATA 3.2). Режимы работы SATA Express с накопителями. Режимы работы хостов ATA, SATA, M.2 и SATAe. Режим NVM Express. Режимы RAID.

#### *Методические указания к изучению:*

Обратить внимание на классификацию, номенклатуру, систему обозначений интерфейсов.

Объём самостоятельной работы – 2 ч.

Одновременно с изучением темы можно продолжить выполнение лабораторной работы № 6 с использованием программы машинного моделирования электронных схем, распространяемой по открытой лицензии.

#### *Литература:*

Горнец, Н.Н. ЭВМ и периферийные устройства. Компьютерные и вычислительные системы : учеб. / Н. Н. Горнец, А. Г. Рошин . - Москва : Академия, 2012. - 235 с. Стр. 197-225, 304-308.

#### *Контрольные вопросы:*

1. Сравните конструктивно-технологические характеристики интерфейсов ATA и SATA, чем обусловлена их эволюция?
2. Каким образом сняты ограничения протокола ATA при переходе к форм-фактору M.2?
3. Какие существуют структуры RAID, и в каких случаях они используются?

### *Тема 3.4. Конструкция и характеристики HDD и SSD.*

#### *Перечень изучаемых вопросов:*

Конструкция и характеристики HDD и SSD. Состав и структура системы внешних запоминающих устройств. Режимы работы с внешними запоминающими устройствами.

Элементы конструкции НЖМД (HDD). Плата электроники и её функции. Гермоблок и пакет дисков. Блок магнитных головок. Технологии записи: Обычная перпендикулярная запись (CMR, PMR). Черепичная запись (SMR). Термомагнитная запись (HAMR). Характеристики накопителей HDD. Технология HAMR. .

#### *Методические указания к изучению:*

Объём самостоятельной работы – 2 ч.

Одновременно с изучением темы можно приступить к выполнению лабораторной работы № 7 с использованием программы машинного моделирования электронных схем, распространяемой по открытой лицензии.

#### *Литература:*

Горнец, Н.Н. ЭВМ и периферийные устройства. Компьютерные и вычислительные системы : учеб. / Н. Н. Горнец, А. Г. Рошин . - Москва : Академия, 2012. - 235 с. Стр. 210-217.

#### *Контрольные вопросы:*

1. Какие характеристики внешних ЗУ являются наиболее важными?
2. Каковы конструктивные отличия HDD и SSD, как они связаны с эксплуатационными характеристиками?
3. Каковы наиболее важные критерии выбора и особенности эксплуатации HDD и SSD?
4. Какими недостатками обладают SSD?

### *Тема 3.5. Твердотельные накопители (SSD)*

#### *Перечень изучаемых вопросов:*

Твердотельные накопители (SSD). Конструкция и характеристики. Транзисторы с плавающим затвором. Конструкция ячейки памяти. Конструкция и потребительские характеристики. Конструктивные характеристики SSD. Форм-фактор, интерфейсы. Технология.



Типы ячеек памяти. Ячейки памяти QLC. Технология 3D NAND. Слои памяти. Проблемы функционирования. Показатели надёжности и технологии её обеспечения. Технологии обеспечения быстродействия. Функции контроллера. Преимущества и недостатки SSD. Рекомендации по использованию HDD и SSD в составе систем.

*Методические указания к изучению:*

Объём самостоятельной работы – 2 ч.

Изучите рекомендации по использованию HDD и SSD в составе систем.

Одновременно с изучением темы можно продолжить выполнение лабораторной работы № 7 с использованием программы машинного моделирования электронных схем, распространяемой по открытой лицензии

*Литература:*

Горнец, Н.Н. ЭВМ и периферийные устройства. Компьютерные и вычислительные системы : учеб. / Н. Н. Горнец, А. Г. Рошин . - Москва : Академия, 2012. - 235 с. Стр. 210-217.

*Контрольные вопросы:*

1. Какие разновидности форм-факторов SSD существуют в настоящее время.
2. Чем отличаются типы ячеек памяти SSD?.
3. В чём состоит преимущество технологии 3D NAND?
4. Каким образом обеспечивается производительность SSD?.
5. Чем обеспечивается производительность SSD? Какова взаимосвязь стоимости, надёжности и производительности?

#### 4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Самостоятельная работа студентов по дисциплине, а также работа в ЭИОС университета может проводиться, в том числе в компьютерных классах ИЦТ.

Объем (трудоемкость освоения) и формы СРС

№	Вид (содержание) СРС	Кол-во часов		Форма контроля, аттестации
		очная форма	заочная форма	
1	Освоение теоретического учебного материала (в т.ч. подготовка к лабораторным занятиям)	70	130	Текущий контроль: • контроль на лекциях; • защита лабораторных работ
2	Контрольная работа	-	18,25	Текущий контроль: -защита контрольной работы
Итого		<b>70</b>	<b>148,25</b>	

В качестве темы задания для контрольной работы студентов заочной формы обучения выбираются (по указанию преподавателя) два вопроса из примерного перечня вопросов по дисциплине (п. 5.3).

#### 5. ТРЕБОВАНИЯ К АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

##### 5.1. Текущая аттестация

В ходе изучения дисциплины студентам предстоит пройти следующие этапы текущей аттестации: защита лабораторных работ, экзамен.

Для оценивания знаний студентов используется традиционная зачетно-экзаменационная методика.

### 5.2. Условия получения положительной оценки

Завершающим этапом изучения дисциплины является промежуточная аттестация, представляющая собой экзамен.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие и защитившие лабораторные работы.

Экзамен проводится устно. Экзаменационный билет содержит два экзаменационных вопроса из разных разделов. Для продумывания ответа и, возможно, подготовки письменных набросков ответа студенту дается 30 мин.

При оценивании ответа учитывается правильность и полнота ответа на экзаменационные вопросы.

Если замечаний нет, студент получает отличную оценку. Если ответ неполный, либо содержит неточности или небольшие ошибки, дальнейшая работа со студентом по промежуточной аттестации ведется с учетом его активности в течение семестра, а также с учетом его посещаемости аудиторных занятий. При слабой активности и/или низкой посещаемости выставляется результирующая оценка – 3 или 4 в зависимости от качества ответа. Если студент работал в течение семестра хорошо, проводится его дополнительный устный опрос, позволяющий, возможно, повысить ему оценку. При низком качестве ответа на экзаменационный билет знания студента оцениваются неудовлетворительно, и ему предлагается прийти на пересдачу экзамена. Экзаменационная оценка («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно») выставляется в соответствии с критериями, указанными в таблице:

Критерий	Система оценок			
	2	3	4	5
	0 – 40 %	41 – 60 %	61 – 80 %	81 – 100 %
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов ..... Обладает частичными и разрозненными знаниями	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно-корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект

### 5.3. Примерные вопросы к экзамену по дисциплине

1. Комбинационные элементы. Логические элементы. Номенклатура и характеристики TTL серий.
2. Система конструктивных элементов. Иерархия. Электронные компоненты – разновидности конструктивных исполнений, особенности монтажа и эксплуатации.
3. Микропрограммные автоматы. Автоматы Мили и Мура. Синтез автоматов.
4. Компоновка системных плат. Внутренние шины, интерфейсы, порты и разъёмы.
5. Понятие архитектуры ЭВМ. Уровни архитектуры. Структура и работа ЭВМ классической архитектуры.
6. Параллельные системные интерфейсы ISA, PCI. Характеристики, реализация, сигналы, передача данных и прерывания.
7. Микропрограммное управление. Понятие и принципы. Ход выполнения типичной операции. Элементы структуры простейшей ЭВМ.

8. Последовательный системный интерфейс PCie. Физическая структура и организация системы протоколов. Преимущества PCie.
9. Общие черты и отличия ЭВМ различных поколений традиционной (фон Неймановской) архитектуры. Критерии оценки и сравнения. Характерные черты ЭВМ 1-3 поколений.
10. Последовательный системный интерфейс PCie. Характеристики, реализация, сигналы, кодирование и синхронизация.
11. Тенденции развития архитектуры ЭВМ. Характерные черты ЭВМ 4-го поколения: элементная база, аппаратная структура, состав и функции программного обеспечения, эксплуатационные и потребительские свойства. Перспективы и ограничения эволюции традиционных ЭВМ.
12. Интерфейсы USB. Назначение, версии. Режимы работы и технические характеристики. Разъёмы, сигналы, кодирование и синхронизация.
13. Основные характеристики ЭВМ. Взаимосвязь между эксплуатационными характеристиками и архитектурой ЭВМ. Направления развития архитектур, обеспечивающие совершенствование технических характеристик.
14. Структура и варианты системы интерфейсов внешних ЗУ. Интерфейсы ATA и SATA. Варианты реализации и версии. Технические характеристики.
15. Архитектура фон Неймана. Принципы. Особенности реализации. Преимущества и недостатки в сравнении с альтернативами.
16. Интерфейсы внешних ЗУ форм-фактора M.2. Варианты реализации и версии. Технические характеристики.
17. Гарвардская архитектура. Принципы. Особенности реализации. Преимущества и недостатки в сравнении с альтернативами.
18. Массивы RAID. Типы, характеристики, преимущества и недостатки.
19. Архитектура CISC. Структура процессора. Отличительные черты. Преимущества и недостатки в сравнении с альтернативами.
20. Накопители на жёстких магнитных дисках. Принципы работы и особенности конструкции. Способы магнитной записи, конструкция головок записи и чтения.
21. Архитектура RISC. Структура процессора. Отличительные черты. Преимущества и недостатки в сравнении с альтернативами.
22. Технические характеристики накопителей на жёстких магнитных дисках и конструктивно-технологические меры их обеспечения. Преимущества перед SSD. Перспективы использования.
23. Комбинационные элементы. Шифраторы и преобразователи кодов. Номенклатура и характеристики TTL серий.
24. Система конструктивных элементов. Иерархия. Типовые элементы замены – разновидности конструктивных исполнений, особенности монтажа и эксплуатации.
25. Процессоры CISC. Система команд, форматы команд, система и способы адресации.
26. Твердотельные накопители. Принципы работы, технологии и особенности, обусловленные технологией ячеек памяти. Назначение и функции контроллера. Команды управления SSD.
27. Методы и средства повышения производительности. Режимы работы процессора, распараллеливание вычислений.
28. Твердотельные накопители. Проблемы функционирования. Технические характеристики и конструктивно-технологические меры их обеспечения.
29. Система интерфейсов. Элементы и связи модульной магистрально-радиальной структуры. Основные характеристики системы сигналов и связей ЭВМ.
30. Твердотельные накопители. Форм-факторы. Преимущества и недостатки SSD, рекомендации по использованию.
31. Шина передачи данных. Сигналы, модуляция, синхронизация сигналов. Преимущества и недостатки шины.
32. BIOS и UEFI. Назначение, характеристики, работа. BIOS SETUP. Настройки. Процедура POST.
33. Дифференциальный кабель. Сигналы, модуляция, синхронизация сигналов. Преимущества и недостатки витой пары.
34. Процесс загрузки ОС Windows. Загрузчики Windows и Linux.

35. Структура и состав системы интерфейсов типичной ЭВМ. Работа канала ввода-вывода. Прерывания.
36. Инсталляция Windows. Загрузочные записи. Размещение. Функции. Варианты. Утилиты.
37. Система аппаратных прерываний. Параллельный и последовательный опрос. Векторное прерывание.
38. VHD - дочерние, дифференциальные, динамические. Загрузка ОС из VHD. Создание загрузочного меню.
39. Комбинационные элементы. Мультиплексоры и демультимплексоры. Номенклатура и характеристики TTL серий.
40. Система конструктивных элементов. Иерархия. Блоки и монтажные платы – разновидности конструктивных исполнений, особенности монтажа и эксплуатации.
41. Комбинационные элементы. Сумматоры и АЛУ. Номенклатура и характеристики TTL серий.
42. Система конструктивных элементов. Иерархия. Корпуса – форм-факторы, элементы, требования, стандарты, особенности монтажа и эксплуатации.
43. Последовательностные элементы. Асинхронные и синхронные RS-триггеры. Назначение. Временная диаграмма работы.
44. Intel-совместимые процессоры. Основные характеристики и критерии сравнения и выбора. Особенности архитектур процессоров INTEL и AMD. Тепловой пакет, сокет.
45. Последовательностные элементы. D-триггеры. Назначение. Временная диаграмма работы.
46. Меры обеспечения производительности процессора. Частота, техпроцесс, кэширование, наборы инструкций.
47. Последовательностные элементы. JK-триггеры. Назначение. Временная диаграмма работы.
48. Иерархия системы памяти ЭВМ. Характеристики элементов памяти различных уровней. Адресное пространство. Система адресации. Внутренняя память. Статические и динамические элементы памяти.
49. Последовательностные элементы. Регистры. Назначение. Временная диаграмма работы.
50. Динамическая память. Организация и работа матрицы памяти. Модули DDR. Тайминги. Основные характеристики.
51. Последовательностные элементы. Счетчики. Назначение. Временная диаграмма работы.
52. Системные платы персональных ЭВМ. Основные характеристики и критерии сравнения и выбора. Особенности и разновидности плат форм-фактора ATX.

## 6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотренные в учебном пособии вопросы, относящиеся к основам построения устройств и элементов вычислительных систем, далеко не исчерпывают весь перечень проблем и направлений развития этой отрасли информатики.

Результатами выполнения теоретического курса являются приобретение знаний и навыков выбора, комплексирования и эксплуатации программно-аппаратных средств в вычислительных и информационных системах; формирование базовых знаний, умений и навыков для оптимального (в том числе самостоятельного) выбора элементной базы для построения различных архитектур вычислительных средств.

## 7. ЛИТЕРАТУРА

### Основная

1. Горнец, Н.Н. ЭВМ и периферийные устройства. Компьютерные и вычислительные системы : учеб. / Н. Н. Горнец, А. Г. Роцин . - Москва : Академия, 2012. - 235 с.
2. Пятибратов, А.П. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации [Электронный ресурс]: учеб. / А. П. Пятибратов, Л. П. Гудыно, А. А. Кириченко. - Москва : КноРус, 2017. - 372 с. (ЭБС «Book.ru»).
3. Лошаков, С. Периферийные устройства вычислительной техники [Электронный ресурс] / С. Лошаков. - 2-е изд., исправ. - Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 436 с. (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»).
4. Торгонский, Л.А. Проектирование центральных и периферийных устройств ЭВС [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.А. Торгонский, П.Н. Коваленко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники (ТУСУР). - Томск : Эль Контент, 2012. - Ч. II. Микропроцессорные ЭВС. - 176 с. (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»).

### Дополнительная

1. Гусев, В.Г. Электроника и микропроцессорная техника : учеб. / В. Г. Гусев, Ю. М. Гусев ; авт. Гусев Ю.М. - 5-е изд., стереотип. - Москва : Высшая школа, 2008. - 798 с.
2. Кардашев, Г.А. Цифровая электроника на персональном компьютере. Electronics Workbench и Micro-Cap / Г. А. Кардашев. - Москва : Горячая линия-Телеком, 2003. - 311 с.
3. Суханова, Н.В. Основы электроники и цифровой схемотехники [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.В. Суханова ; Министерство образования и науки РФ, Воронежский государственный университет инженерных технологий. - Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2017. - 97 с. (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»).
4. Микропроцессорные системы : учеб. пособие / Е. К. Александров [и др.]. - Санкт-Петербург : Политехника, 2002. - 935 с.
5. Сычев, А.Н. ЭВМ и периферийные устройства [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Н. Сычев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники (ТУСУР). - Томск : ТУСУР.

Локальный электронный методический материал

Владимир Вячеславович Капустин

## ЭВМ и периферийные устройства

Редактор Г. А. Смирнова

Уч.-изд. л. 1,7. Печ. л. 1,4

Издательство федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Калининградский государственный технический университет».  
236022, Калининград, Советский проспект, 1