

УЗБЕКСКОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ  
ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

ФАКУЛЬТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Кафедра «Компьютерные системы»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
к выполнению курсовой работы по дисциплине  
«ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ»  
для студентов направлений 5811200-“Сервис” (информационный  
сервис), 5811300-“Сервис” (электронной и компьютерной техники)

Ташкент 2008

УДК 681.321

Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Производительность информационных систем». Расулова С.С., Каххаров А.А. Ташкент. 2008. – 28 с.

В данной работе излагаются общие положения и методика разработки основных вопросов курсовой работы по дисциплине «Производительность информационных систем». Даются указания по оформлению расчетно-пояснительной записи и графической части работы, формулируются требования, предъявляемые к содержанию и оформлению работы. В доходчивой форме рассмотрены принципы построения и способы оценки производительности информационных систем. Приведен вариант индивидуального задания на примере матричной компьютерной системы и список литературы для самостоятельного углубленного изучения.

Методические указания предназначены для студентов направлений 5811200-“Сервис” (информационный сервис), 5811300-“Сервис” (электронной и компьютерной техники). Кафедра «Компьютерные системы».

Печатается по решению Научно-методического совета Ташкентского университета информационных технологий.

Рецензенты: проф., д.т.н. Шипулин Ю.Г. (ТГТУ)  
доц. Васильева С.А. (ТГТУ)

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

Курсовая работа по дисциплине «Производительность информационных систем» занимает важное место в самостоятельной работе студентов направлений 5811200-“Сервис” (информационный сервис), 5811300-“Сервис” (электронной и компьютерной техники). Курсовая работа выполняется в 3-м семестре в течение 10 недель по индивидуальным заданиям, утвержденным кафедрой.

Целью курсовой работы является закрепление знаний бакалавров в области разработок новых компьютерных систем (КС), систем параллельной обработки данных, методах и принципах построения КС, архитектурных решений, способах повышения и оценки производительности информационных систем. Развитие навыков их практического применения в процессе творческого научного решения задач, связанных с обеспечением высокой производительности и надежности информационных систем (ИС).

Задачами курсовой работы являются:

- овладение методом выбора высокопроизводительных процессоров и проектирования цифровых узлов КС;
- грамотное оформление пояснительной записки, умение правильно изображать функциональные и блок-схемы аппаратно-программных средств информационных систем;
- закрепление и углубление знаний, предварительно полученных на лекциях и практических занятиях, самостоятельное изучение литературы по данной дисциплине.

Курсовая работа – это форма самостоятельной работы, где все технические решения принимает студент. Руководитель работы даёт оценку принимаемых решений, помогает методическими указаниями, контролирует сроки и объемы выполненной работы.

В процессе выполнения курсовой работы студенты вырабатывают умение применять современные методы исследования, анализа и построения аппаратно-программных информационных средств информационных систем. Они приобретают практические навыки по методам повышения производительности ИС, различным способам оценки и расчета производительности конкретных элементов.

Студенты должны научиться пользоваться научно-технической и справочной литературой, WEB-материалами по профилю специальности, системами стандартов в области информационных систем.

В целом курсовая работа должна подготовить студентов к курсовому проектированию по другим дисциплинам направления, а также к последующей инженерной деятельности.

## **2. СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

Содержание курсовой работы определяется типовой программой ведения дисциплины «Производительность информационных систем» и рабочей программой курса, утвержденной методическим советом ТУИТ.

Курсовая работа включает самостоятельное решение студентом комплекса вопросов, связанных с выбором средств обеспечения производительности, надежности, отказоустойчивости КС, характеристик и параметров информационных систем, методов оценки и расчета устройств преобразования и обработки информации.

В число этих вопросов входит:

- исследование и анализ возможных путей решения поставленной задачи;
- обоснование выбора аппаратно-программных средств высокопроизводительных КС;
- выбор процессорного элемента КС с высоким быстродействием;
- определение метода измерения реальной производительности ИС;
- исследование пакетов тестовых программ для оценки производительности ИС (Linpack, SPEC, TPC, NPB);
- выбор аппаратно-программных средств обеспечения надежности и отказоустойчивости матричных, конвейерных, потоковых, ассоциативных, функционально-распределенных систем, КС с программируемой архитектурой и кластерных систем;
- разработка эффективных вычислительных алгоритмов и выполнение расчетов, связанных с определением производительности, надежности, быстродействия.

**Расчеты выполняются с использованием компьютера.**

Темы курсовых работ могут быть посвящены как однопроцессорным, так и многопроцессорным информационным системам. Перечень примерных тем курсовых работ приведен в приложении 1. Тематика курсовых работ может быть учебной или реальной.

**Указания по выполнению курсовой работы.** Курсовая работа выполняется в виде расчетно-пояснительной записки объемом 15-20 страниц формата А4 компьютерного текста (шрифт 14), графической части объемом 2-3 листа формата А4.

**Оформление расчетно-пояснительной записи и графической части работы.** Расчетно-пояснительная записка оформляется в соответствии ГОСТ 7.32-96, устанавливающим общие требования, структуру и правила оформления работы.

Расчетно-пояснительная записка должна содержать:

- бланк задания на курсовую работу (приложение 2);
- аннотацию;
- содержание;
- введение;
- основную часть;
- заключение;
- список используемых источников;
- приложение.

Перечисленные заголовки структурных частей записи пишутся с новой страницы строчными буквами, кроме первой прописной, и без точки в конце заголовка. Подчёркивание заголовка не допускается. Нумерация записи должна быть сквозной от листа задания на курсовую работу до последней страницы, включая все иллюстрации, таблицы, приложения. Первой страницей является лист задания на работу. На листе задания номера страниц не ставятся, хотя и подразумеваются. Номера страниц проставляются в правом верхнем углу листа.

**Аннотация** должен содержать сведения об объёме работы, количестве иллюстраций и таблиц. Кратко раскрываются результаты проектирования, основные технические характеристики узла (устройства) КС. Объем аннотации – 0,5 страницы.

**Содержание.** Пример содержания расчетно-пояснительной записи приведен в приложении 3.

**Введение.** В этом разделе даются сведения о назначении и области применения проектируемого устройства ИС. Излагается общая постановка и цель исследования. Отмечаются достоинства и степень оригинальности предпринимаемого исследования. Объём введения не более 2-3 страницы.

**Основная часть** должна содержать методы, средства и алгоритмы, обеспечивающие высокую производительность и готовность компьютерных систем, расчётный материал, подтверждающий обоснованность построения функциональных схем; расчеты, иллюстрирующие правильность функционирования устройства; расчеты быстродействия, надежности, производительности. В основной части приводятся результаты исследования и расчетов на компьютере.

Студент должен оформлять записку грамотно, красиво и разборчиво. На листах записи рекомендуется оставлять поля сверху шириной 20 мм, слева – 30 мм, снизу – 25 мм, справа – 10 мм.

Рисунки, помещенные в записку, должны быть вшиты, пронумерованы, в тексте следует поместить ссылки на эти рисунки по ходу расчета и пояснения.

В записке не допускаются произвольные сокращения слов. Можно прибегать только к общепринятым сокращениям, условным обозначениям.

Текст основной части записи делится на разделы, подразделы, пункты, которые обозначают арабскими цифрами, разделенными точками, например: 1.4.2 (второй пункт четвертого подраздела первого раздела). Иллюстрации обозначают словом «Рис. 1» и последовательно нумеруют арабскими цифрами, например:

Место рисунка

*Рис. 1. Структурная схема процессора КС*

Таблицы нумеруют арабскими цифрами, в правом верхнем углу таблицы помещают надпись «таблица», например:

Таблица 4


Формулы, на которые в тексте имеются ссылки, нумеруются арабскими цифрами:

$$S = \frac{1}{r}; \quad (1)$$

$$U = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n U_i. \quad (2)$$

В тексте иллюстрации и таблицы располагаются после первой ссылки на них. Ссылки на источники делаются в виде [ ]. В скобках указывается порядковый номер по списку использованных источников [2]. Объем основной части не более 15-16 страниц.

Графическая часть работы является технической и эксплуатационной документацией. По своему формату, условным обозначениям, шрифтом и масштабам она должна соответствовать требованиям ГОСТ, ЕСКД и ЕСПД. Основные стандарты, используемые в курсовой работе, приведены в разделе «Литература». Рекомендуется следующее содержание и объем графического материала курсовой работы (в листах формата А4):

- Блок-схема или функциональная схема устройства.....1
- Схема структурная процессора.....1
- Диаграммы временные.....1

Примеры оформления листов графической части приведены в приложении 4.

**Заключение.** В заключение делаются краткие выводы по результатам проектирования с указанием соответствия технических характеристик спроектированного устройства. Объем заключения 1-2 страницы.

**Литература.** Список использованных источников ставится в порядке их появления в тексте записи. Например:

1. Расулова С.С., Рашидов А.А. Построение отказоустойчивых микропроцессорных систем. Ташкент: Mehнат, 2004. 147 с.
2. Корнеев В.В. Вычислительные системы. М.: Гелиос АРВ, 2004. 512 с.

### **3. ГРАФИК ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

В первую неделю курсовой работы руководитель выдаёт студенту тему и техническое задание на бланке, рекомендует литературу по теме, знакомит с графиком выполнения. Срок выполнения отдельных этапов соответствует учебному графику, установленному учебной частью.

Примерный график работы студента над курсовой работой дан в таблице 1.

Табл. 1

Этап	Содержание работы	Объем этапа (рукописный)	Общий объем (рукописный)	Неделя окончания
1	Выдача заданий на проект	-	-	1-я
2	Анализ технического задания, обоснование выбора функциональной схемы узла КС, принцип ее работы.	10	10	2-я
3	Обоснование выбора элементной базы (процессора, памяти).	10	20	3-я
4	Разработка временных диаграмм функционирования узла.	13	33	4-я
5	Выполнение расчетов. Определение надежности и производительности КС.	13	46	5-я
6	Окончательное оформление графической части работы и расчетно-пояснительной записки.	5	51	6-я
7	Подготовка доклада и защита курсовой работы.	-	-	7-я

Студенты обязаны по расписанию являться на консультации, чтобы получать необходимые методические указания по возникающим в процессе проектирования вопросам и отчитываться о проделанной работе, представлять все графические и расчетные материалы.

#### **4. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ**

В первую неделю семестра каждому студенту выдается индивидуальное задание на курсовую работу, оформленное на бланке и подписанное руководителем работы.

В техническом задании определяются назначение проектируемого узла, область применения, перечень выполняемых функций.

В технических требованиях указываются основные функциональные особенности проектируемого узла: разрядность, система счисления, точность представления информации, число процессоров, способы восстановления ошибок, параметры быстродействия, потребляемая мощность, надежность, производительность.

Образец типового задания на курсовую работу приведен в приложении 2.

В разделе «Содержание работы» указывается объем и содержание графической части (конкретно каждого листа) и расчетно-пояснительной записи (должны быть определены виды расчетов: по анализу узла КС, определению его разрядности, быстродействия, точности, потребляемой мощности, надежности, производительности).

В задании должно быть указано, какие расчеты выполняются с применением компьютера.

#### **5. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ АУДИТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ**

Все студенты обязаны присутствовать на аудиторных занятиях по курсовой работе и при этом должны иметь при себе задание, литературу, WEB-материалы по курсовой работе.

До прихода преподавателя староста учебной группы должен составить список очередности консультации и вручить его преподавателю.

Студент обязан по теме курсовой работы обращаться за консультацией, должен подготовить вопросы, которые возникли в ходе выполнения работы и все материалы по курсовой работе (черновые записи).

## **6. ЗАЩИТА КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

К защите допускаются студенты, выполнившие работу в полном объеме, после утверждения всех рисунков и расчетно-пояснительной записи.

Руководитель дает отзыв о работе студента в течение семестра.

Курсовая работа защищается студентом перед комиссией кафедры. Во время защиты студент делает краткий доклад о результатах выполненной работы.

Студент при защите своей курсовой работы должен показать знание следующих вопросов:

1. Принцип действия спроектированного узла, его назначение и применение.
2. Назначение всех элементов схемы КС.
3. Единицы измерения производительности.
4. Описание функционального устройства с помощью логических функций.
5. Основные характеристики логических и запоминающих элементов.
6. Изменения в работе рассчитанного устройства при выходе из строя того или иного элемента схемы.
7. Восстановительные процедуры, реконфигурация, способы обеспечения отказоустойчивости.

Комиссия оценивает содержание и качество выполнения работы с учетом доклада и ответов на вопросы по 100 бальной системе: отлично (86-100), хорошо (71-85), удовлетворительно (56-70), неудовлетворительно (0-55).

В случае выявления принципиальных ошибок защита прекращается и работа возвращается на доработку, либо выдается новое задание на курсовую работу.

## **7. ВЫПОЛНЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ЧАСТЕЙ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

На начальной стадии работы студент анализирует техническое задание, знакомится с литературой по теме исследования. Рекомендованная литература для выполнения работы приводится в конце методических указаний и уточняется конкретно по каждой теме руководителем.

По характеру выполняемых работ процесс проектирования можно условно разделить на три части:

1. Общая постановка цели исследования, анализ компьютерной системы, аналитическая формулировка задачи.
2. Функционально-логическое проектирование, которое завершается разработкой, функциональных и структурных схем, а также временных диаграмм.
3. Расчетная часть (оценка надежности и производительности устройства).

### **7.1. Исследование и анализ возможных путей решения поставленной задачи**

Курсовая работа начинается с общей части, содержащей анализ задач, решаемых проектируемой КС, анализ условий ее эксплуатации и обоснование требований к ней. В процессе анализа систематизируются все задачи, определяются время и место решения каждой из них в общей схеме работы КС. Далее в общих чертах рассматриваются алгоритмы решения этих задач, и по ним находятся основные характеристики КС. Это могут быть, например, разрядность, быстродействие, надежность, производительность, разрешается пользоваться данными, приведенными в литературе. На основе анализа предлагаемых условий эксплуатации КС проводится обоснование дополнительных требований, которые необходимо учесть при проектировании. Объем этой записи обычно составляет до 6-8 страниц компьютерного текста.

## **7.2. Работа над функциональными схемами**

Функциональная схема разъясняет определенные процессы обработки в изделии, или в отдельных его частях. В пояснительной записке излагается работа функциональных и структурных схем проектируемого устройства. Сначала приводятся сравнительные характеристики различных способов построения устройства. В результате анализа возможных способов построения и учета предъявленных требований находится структурная схема устройства. От неё переходят к разработке функциональных схем, при этом излагаются теоретические вопросы, связанные с синтезом схем. Разработки структурных и функциональных схем тесно связаны между собой.

Если в задании указана необходимость включения элементов контроля, или разработки схем повышенной надежности, эти вопросы решаются одновременно с разработкой функциональных и структурных схем и включаются в данный раздел курсовой работы. Этот раздел работы наиболее ответственный и трудоемкий, он должен занимать приблизительно 8-10 страниц.

## **7.3. Выбор процессора и элементов компьютерной системы**

По методикам, приведенным в [2, 8, 14], осуществляется выбор элементов КС, наилучшим образом удовлетворяющих поставленным в задании техническим требованиям (разрядности, числу процессоров, надежности).

Выбор оптимального микропроцессора (МП) для конкретного применения является наименее решенной из многочисленных проблем развития КС. Это определяется постоянным ростом числа модификаций современных МП, расширением области их применения, а также отсутствием четкой методики, позволяющей сделать однозадачный выбор.

МП является функционально-сложным программно-управляемым устройством, выполненным в виде БИС и характеризуется большим количеством параметров. Поэтому задача выбора оптимального с технической и экономической точек зрения МП БИС для конкретной области применения является многокритериальной.

При выборе МП БИС важным является формирование основных требований, предъявляемых к проектируемой аппаратуре. Аппаратура со встроенным МП должна удовлетворять следующим требованиям:

- высокое быстродействие;
- работа в реальном времени;
- повышенная надежность, помехозащищенность, простота обслуживания.

Выбор МП БИС обычно производится с трех основных позиций:

1) с точки зрения разработки математического обеспечения следует анализировать: разрядность, число используемых регистров общего назначения, набор команд и способы адресации, наличие и организация стека;

2) с точки зрения системного проектирования нужно анализировать следующие характеристики МП БИС: тип архитектуры МП, тип организации управления, наличие логических совместимых БИС, быстродействие МП, возможность прерывания и прямого доступа в память, наличие систем проектирования;

3) с точки зрения разработки аппаратных средств МП необходимо учитывать: электрическую совместимость БИС, число источников питания и рассеиваемую мощность, размер, тип корпуса и число выводов, диапазон рабочих температур.

#### **7.4. Временные диаграммы**

Временные диаграммы разрабатываются одновременно с разработкой функциональных схем проектируемых устройств. Они подразделяются на два вида:

- отображающие реальные формы сигналов;
- отображающие логическое состояние сигналов во времени и их взаимное соответствие.

Чаще всего для описания работы устройства применяются диаграммы второго вида.

На одной временной диаграмме изображаются временные развертки функционально связанных между собой сигналов. Ось времени на диаграмме всегда ориентирована слева направо. В верхней части листа имеется шкала времени, на которой задается масштаб в реальных или условных единицах времени. Слева от шкалы времени проставляется размерность времени.

Изменения состояния сигнала (нулевое или единичное) во времени изображаются прямоугольной ступенькой. В графической части проекта на листе выполняются диаграммы, иллюстрирующие работу функциональной схемы и временные диаграммы сигналов, поясняющие работу элементов КС (процессора, памяти). При этом должна быть показана наиболее «длинная» цепь сигналов, характеризующих переключения элементов. С помощью этой цепи сигналов определяется наибольшая задержка распространения сигнала, и тем самым оценивается быстродействие устройства.

## 7.5. Оценка надежности элемента КС

Поскольку отказ устройства наступает при отказе одного из его элементов, такое устройство имеет «основное соединение элементов». При оценке надежности подобных устройств обычно предполагают, что отказы элементов являются событиями случайными и независимыми.

Тогда вероятность безотказности работы устройства в течение некоторого времени равна произведению вероятностей безотказной работы его элементов в течение того же времени:

$$P(t) = P_1(t) \cdot P_2(t) \cdots \cdot P_n(t) = \prod_{i=1}^N P_i(t),$$

где  $P_i(t)$  – вероятность безотказной работы отдельных элементов (ИС, корпуса, паек, навесных элементов);

$N$  – общее количество элементов (корпусов, паек).

Наиболее часто в инженерной практике в качестве справочного критерия надежности отдельных элементов приводится интенсивность отказов.

Интенсивность отказов устройства непосредственно зависит от интенсивности отказов составляющих его элементов. При этом время возникновения отказов обычно подчинено экспоненциальному закону распределения, т.е. для нормального периода работы узла справедливо условие  $\lambda = \text{const}$ , и, если все элементы одного и того же типа равнонадежны, интенсивность отказов устройства можно определить по выражению

$$\lambda = \sum_{i=1}^K n_i \cdot \lambda_i,$$

где  $n_i$  – число элементов  $i$ -го типа;

$K$  – число различных между собой типов элементов.

В этом случае выражение для количественных характеристик надежности устройства примут вид (для экспоненциального закона распределения):

$$P(t) = e^{-\lambda \cdot t},$$

$$T_{cp} = \frac{1}{\lambda},$$

где  $P(t)$  – вероятность безотказной работы устройства в течение времени  $t$ ;  $T_{cp}$  – среднее время безотказной работы.

Сущность расчета для оценки надежности состоит в определении численных значений основных критериев надежности (в частности  $P(t)$  по известным интенсивностям отказов элементов  $\lambda$  для заданных условий эксплуатации).

Для оценки надежности спроектированного устройства целесообразно все элементы устройства разделить на группы с одинаковыми интенсивностями отказов, после чего произвести расчет.

В таблице 2 приведены наиболее характерные группы микроэлектронного оборудования и соответствующие им интенсивности отказов.

Табл. 2

Элементы	Интенсивность отказов ( $\lambda$ ) $10^{-6}$ 1/ч	Элементы	Интенсивность отказов ( $\lambda$ ) $10^{-6}$ 1/ч
Микропроцессор	152	Проводники печатные	0,8
Модуль ОЗУ	300	Контроллер памяти	15
Устройство памяти на дисках	250	Контроллер устройства ввода	10
Устройство памяти на магнитных дисках	350	Контроллер принтера	15
Устройство ввода	250	Принтер	1000
Интегральные схемы	$0,46 \cdot 10^{-7}$	Диод	$0,2 \div 0,5$
Пайка	0,2	Транзистор	$0,05 \div 0,3$
Разъем	$1 \div 3$	Конденсатор	$0,0002 \div 0,04$
Плата	1	Резистор	$0,01 \div 0,1$

В зависимости от условий эксплуатации устройства при оценочных расчетах надежности значения  $\lambda$ , надо умножить на поправочные коэффициенты в зависимости от условий эксплуатации (вибрации, качка, радиации, температуры, влажности). При расчетах, выполняемых в курсовой работе, будем предполагать, что все эти коэффициенты равны 1.

Методика оценочного расчета надежности поясняется следующим примером.

Дано: пусть к проектируемому устройству предъявляются следующие требования по надежности:

- а) вероятность безотказной работы устройства  $P_{\text{зад}} > 0,99$ ;
- б) время непрерывной работы устройства  $t=24$  ч в сутки;
- в) межрегламентный период  $t \geq 3$  месяца;
- г) монтаж элементов узла печатный.

Требуется определить: удовлетворяет ли спроектированный узел заданным требованиям по надежности?

Решение.

1. Используем формулу вероятности безотказной работы узла

$$P(t) = e^{-\lambda \cdot t},$$

где  $\lambda = \sum_{i=1}^K n_i \cdot \lambda_i$ .

Определяем количество типов  $K$  и число элементов  $n_i$  каждого типа.

Допустим, имеем  $K=4$ , так как надежность устройства определяется надежностью интегральных схем (ИС), пакетов, печатными проводниками и платами. Количество элементов каждого типа равно:

- интегральных схем  $n_1=12$ ;
- пакетов печатного монтажа  $n_2=73$ , по количеству выводов интегральных схем и разъемов;
- соединительных плат  $n_3=1$ ;
- суммарная длина печатных проводников между корпусами ИС устройства составляет  $h_{n_4}=52$ , а с учетом связей элементов с соединительной платой  $h_{n_4}=59$ .

2. Из таблицы интенсивностей отказов (см. таблицу 2) находится интенсивность отказов  $\lambda_i$  для каждого типа:

$$\lambda_1 = 0,46 \cdot 10^{-7} \text{ 1/u; } \lambda_3 = 1 \cdot 10^{-6} \text{ 1/u; } \\ \lambda_2 = 0,02 \cdot 10^{-6} \text{ 1/u; } \lambda_4 = 0,01 \cdot 10^{-6} \text{ 1/u.}$$

3. По данным пунктам 1 и 2 определяется интенсивность отказов узла (устройства):

$$\lambda = \sum_{i=1}^4 n_i \cdot \lambda_i = n_1 \cdot \lambda_1 + n_2 \cdot \lambda_2 + n_3 \cdot \lambda_3 + n_4 \cdot \lambda_4 = \\ = 12 \cdot 0,46 \cdot 10^{-7} + 1 \cdot 10^{-6} + 0,02 \cdot 10^{-6} + 0,01 \cdot 10^{-6} = 3,602 \cdot 10^{-6} \text{ 1/u.}$$

4. Определяется общее время работы устройства. Так как устройство должно работать непрерывно 24 ч в сутки в течение 3 месяцев, то

$$t = t' \cdot \tau = 24 \cdot \frac{365}{4} = 2190 \text{ u.}$$

5. Вероятность безотказной работы устройства в течение  $t=2190$  часов равна

$$P(t) = e^{\lambda \cdot t} = e^{-3,602 \cdot 10^{-6} \cdot 2190} = e^{-0,0079}$$

Так как  $(\lambda \cdot t) = 0,0079$ , то

$$P(t) \approx 1 - \lambda \cdot t = 1 - 0,0079 = 0,9921$$

Таким образом, получено, что вероятность безотказной работы спроектированного устройства  $P = 0,9921 > P_{зад}$ . Это означает, что спроектированный узел удовлетворяет заданным требованиям по надежности.

В случае, если вероятность безотказной работы спроектированного узла  $P < P_{зад}$ , необходимо выполнить одно из трех условий:

- 1) резервирование;
- 2) уменьшение межрегламентного периода;
- 3) первое и второе одновременно.

## 7.6. Расчет производительности КС

Исторически первым способом оценки производительности было определение пиковой или технической производительности, представляющей собой теоретический максимум быстродействия компьютера при идеальных условиях. Данный максимум определяется как число операций, выполняемое в единицу времени всеми имеющимися в компьютере обрабатывающими логико-арифметическими устройствами. Значение пиковой производительности измеряется количеством операций в секунду (instructions per second). Например, в современных компьютерах используется оценка в миллион операций в секунду MIPS (millions institution per second) или в миллионах операций с плавающей точкой в секунду MFLOPS (million floating point operation per second), а также в миллиардах GFLOPS или триллионах операций с плавающей точкой в секунду TFLOPS.

Чтобы определить пиковую производительность машины надо умножить тактовую частоту на количество параллельно выполняемых операций. При этом необходимо учитывать архитектурные возможности по совмещению операций, выполняемых в одном такте.

Например, арифметическое устройство микропроцессора Pentium каждый такт может формировать один результат 64-битной операции с плавающей точкой, или два 32-разрядных результата целочисленных операций. Следовательно, для Pentium/90 с тактовой частотой 990 МГц пиковая производительность равна 90 MFLOPS при выполнении вычислений с плавающей точкой и 180 MIPS, при целочисленной 32-разрядной обработке. Умножив это значение на число процессоров Pentium в вычислительной системе, получим ее пиковую производительность при обработке данных.

КС имеют различную организацию структуры и функционирования, разнообразные наборы команд и применяются для решения различных задач. Поэтому для оценки производительности привлекаются аналитические методы, методы измерений в процессе работы систем при помощи программных и аппаратных средств, методы моделирования. Имеются различные методы оценки производительности для отказоустойчивых, многопроцессорных систем [2, 8, 14].

Рассмотрим отказоустойчивую многопроцессорную систему (ОМС). Если система содержит  $N$  одинаковых процессоров, то ее производительность можно оценить при помощи выражения

$$S_N = \frac{N - k_N}{0,7t_c + 0,3t_y + 2k_m \cdot t_m},$$

где  $k_N$  определяет затраты на организацию работы  $N$  процессоров в составе системы и управления ими. В качестве возможных значений величины  $k_N$  можно использовать  $k_2=0,3$  и  $k_4=0,5$ ; где  $t_c$ ,  $t_y$  – время выполнения операций сложения и умножения при выполнении операции типа «регистр-регистр»;  $k_m$  – коэффициент степени «доступная» памяти, характеризующей эффективность совмещения времени процессов вычисления и обращения памяти за счет просмотра вперед. Величина  $k_m$  может иметь значения  $0 \leq k_m \leq 1$ ,  $t_m$  – время цикла памяти.

В таблице 3 приведен пример расчета производительности для матричной и многопроцессорной КС.

Табл. 3

Тип компьютерной системы	Время сложения $t_c$ (нсек)	Время умножения $t_y$ (нсек)	Время цикла памяти $t_m$ (нсек)	Степень доступности памяти $k_m$	Среднее время выполнения операции $t_c$ (нсек)	Производительность $S$ (млн.оп./сек)
Матричная КС	0,9-2,5	12-30	1	1	10-16	$N=2$ 90-60 $N=128$ 6200-3800
Многопроцессорная КС	0,9-2,5	12-35	2	0,2	5-12	$N=2$ 180-80 $N=128$ 630÷290

Сравнивая данные можно видеть, что многопроцессорная конфигурация имеет более высокую производительность по сравнению с матричной КС.

## **7.7. Заключение**

Объем заключения 1-2 страницы. В нем кратко излагаются основные выводы по проделанной работе в целом, намечаются возможные пути продолжения и перспективы развития данной работы.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Степанов А.Н. Архитектура вычислительных систем и компьютерных сетей. Учебное пособие. – СПб.: Питер, 2007. - 509 с.
2. Корнеев В.В. Вычислительные системы. М.: Гелиос АРВ, 2004. – 512 с.
3. Бройдо В.Л. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации. 2 –изд. Учебник. СПб.: «Питер», 2005. - 703 с.
4. Евреинов Э.В., Косарев Ю.Г. Вычислительные системы высокой производительности. Новосибирск: Наука, 2000. – 318 с.
5. Расулова С.С., Рашидов А.А. Построение отказоустойчивых микропроцессорных систем. Учебное пособие. Т.: Mehnat, 2004. – 142 с.
6. Расулова С.С., Рашидов А..А. Микропроцессоры и микропроцессорные системы. Учебное пособие. Т., 2001. – 116 с.
7. Расулова С.С., Магрупов Т.М., Арипова М.Х. Компьютерные средства и системы. Учебное пособие, 2004. – 166 с.
8. Пятибраторов А.П. и др. Вычислительные системы и сети. Учебник. М.: Финансы и статистика, 2001. - 512 с.
9. Бройдо В.А., Ильина Д.П. Архитектура ЭВМ и систем. СПб: Питер, 2006 –718 с.
10. Расулова С.С., Каххаров А.А., Магрупов Т.М. Современные микропроцессоры и их применение в медицинских компьютерных системах. Учебное пособие. ТГТУ, 2006. – 116 с.
11. Петров В.Н. Информационные системы. СПб: Питер, 2000. – 688 с.
12. Каган Б.М. Электронные вычислительные машины и системы. М.: Энергоатомиздат, 1991. – 592 с.
13. Максимов Н.А. Системы стандартов в микроэлектронике. Учебное пособие. М.: Радио и связь. 2003.
14. Пахальский В. Стандарты // Стандарты и качество. 2003. №3.

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

### **I. Перечень примерных тем курсовых работ**

1. Структурная организация матричных компьютерных систем класса ОКМД.
2. Современные решения по созданию суперкомпьютеров МВС-1000.
3. Особенности построения и реализация ассоциативных компьютерных систем.
4. Исследование характеристик высокопроизводительных RISC-процессоров КС.
5. Аппаратно-программные решения массово-параллельных кластерных систем.
6. Многопроцессорные компьютеры с отказоустойчивыми компонентами.
7. Исследование средств реконфигурации и автоматического восстановления отказоустойчивых компьютерных систем.
8. Аппаратные средства для создания высокопроизводительных функционально-распределенных компьютерных систем.
9. Методы оценки производительности компьютерных систем высокой надежности.
10. Пути повышения производительности современных процессоров и компьютерных систем.

## **II. Титульный лист**

УЗБЕКСКОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ  
ТАШКЕНТСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

ФАКУЛЬТЕТ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Кафедра  
«Прикладная  
информатика»

### **КУРСОВАЯ РАБОТА**

по дисциплине: “Производительность информационных систем”

на тему: Структурная организация матричных компьютерных систем (МКС)  
класса OKMD (SIMD)

Выполнил: студент группы  
270-06АС  
Абдурахмонов Б.С.

Приняла: к.т.н, доцент,  
Расулова С.С.

Ташкент 2008

### **III. Образец задания**

«Утверждаю»  
Заведующий кафедрой

«\_\_» \_\_\_\_ 200\_ г.

#### **ЗАДАНИЕ на курсовую работу**

**По дисциплине:** \_\_\_\_\_

**Студент:** \_\_\_\_\_  
(ф.и.о., номер группы)

**Руководитель:** \_\_\_\_\_  
(должность, ученый степень, ф.и.о.)

**Срок выполнения работы по графику:** \_\_\_\_\_  
(дата выполнения)

**Защита курсовой работы:** \_\_\_\_\_  
(дата защиты)

**1. Тема:** \_\_\_\_\_

**2. Техническое задание.** Разработать высокопроизводительную матричную компьютерную систему с использованием RISC микропроцессоров (Pentium). Разрядность процессора не менее 16, тактовая частота от 50-450 МГц. Число микропроцессоров – 16;  $P(t)>0,99$ ;  $W\geq200$  млн. оп./с.

**3. Содержание работы.** Объем и содержание расчетно-пояснительной записи на 15-20 листах формата А4.

#### **Графическая часть в листах формата А4:**

**а) Схема функциональная МКС – 1.**

**б) Структура микропроцессора (МП) – 1.**

**в) Таблицы: характеристики МП – 1, параметры КС-1.**

**г) Временные диаграммы работ – 1.**

**Расчетная часть.** В расчетно-пояснительной записке курсовой работы выполнить расчет основных параметров МКС: оценку производительности и надежности ( $S$ ,  $t_{cp}$ ,  $\lambda$ ,  $K_r$ ).

Подпись преподавателя: \_\_\_\_\_

Подпись студента: \_\_\_\_\_

Дата выдачи задания: «\_\_» \_\_\_\_ 200\_ г.

## **IV. Пример содержания расчетно-пояснительной записи**

стр.

Титульный лист.....
Задание на курсовую работу.....
Аннотация .....
Содержание .....
Введение. Назначение и свойства компьютерных систем.
Постановка задачи .....
1. Обоснование выбора конкретной архитектуры многопроцессорной компьютерной системы (например, матричной КС) .....
2. Описание функциональной или структурной схемы матричной КС.
3. Принцип работы матричной КС (МКС) .....
4. Основные характеристики и параметры МКС .....
5. Особенности аппаратно-программной реализации МКС .....
6. Пути повышения производительности МКС (схемотехнические, технологические, программные) .....
7. Методы обеспечения надежности МКС (на примере процессора, памяти) .....
8. Расчет надежности МКС .....
9. Расчет реальной производительности МКС .....
10. Заключение (Выводы). Перспектива развития .....
Список использованной литературы .....
Приложение. Руководство пользователя, листинг с исходными данными и результатами .....

## V. Примеры оформления листов графической части курсовой работы

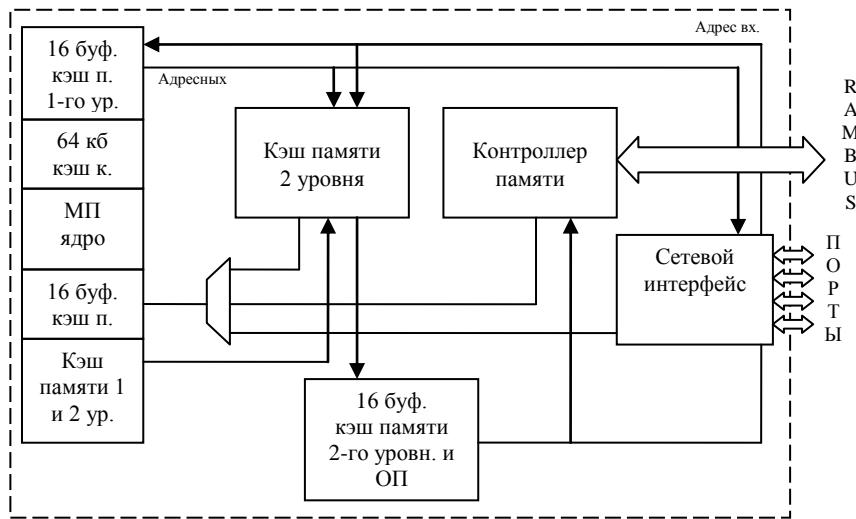


Рис. 1. Архитектура микропроцессора Alpha 21364

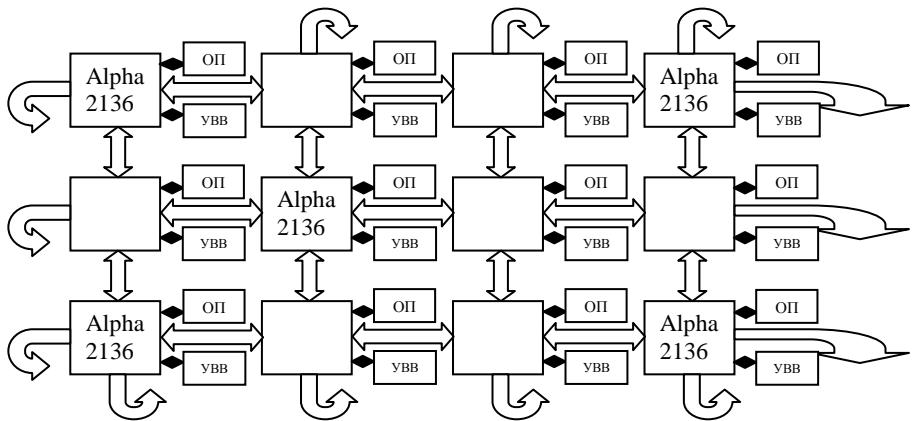


Рис. 2. Пример структуры многопроцессорной системы на основе  
процессора Alpha 21364

Архитектура ОКС на гипербольших интегральных схемах.

ОП – Оперативная память

УВВ – Устройство ввода-вывода

Alpha – микропроцессор 21364

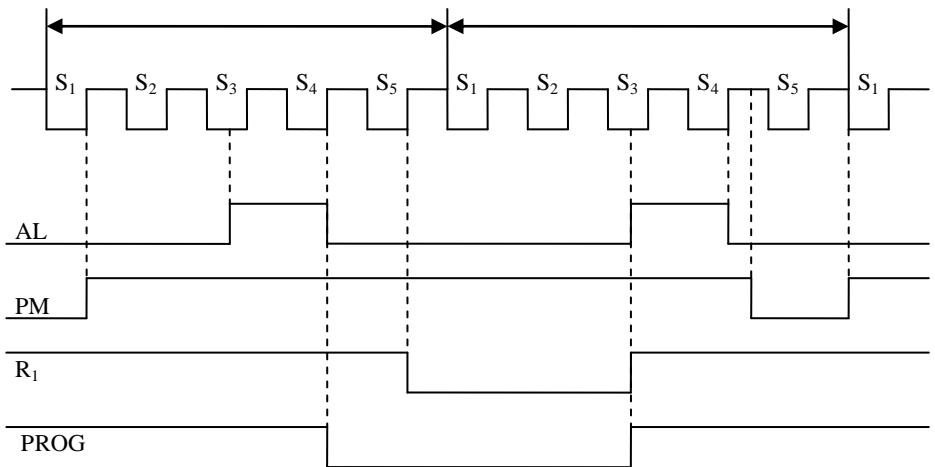


Рис. 3. Временные диаграммы работы микропроцессора

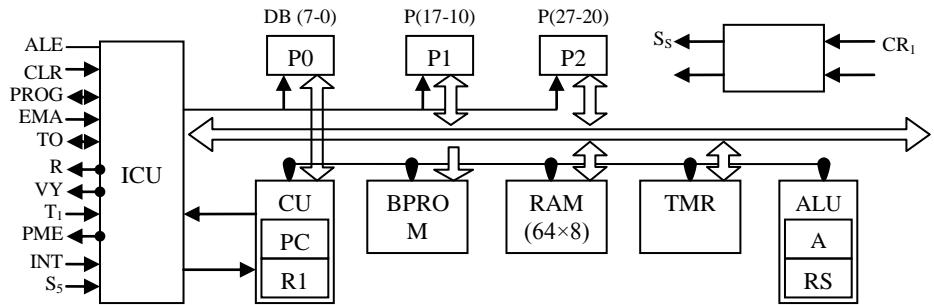


Рис. 4. Структура микропроцессора. КМ 1816 BM48

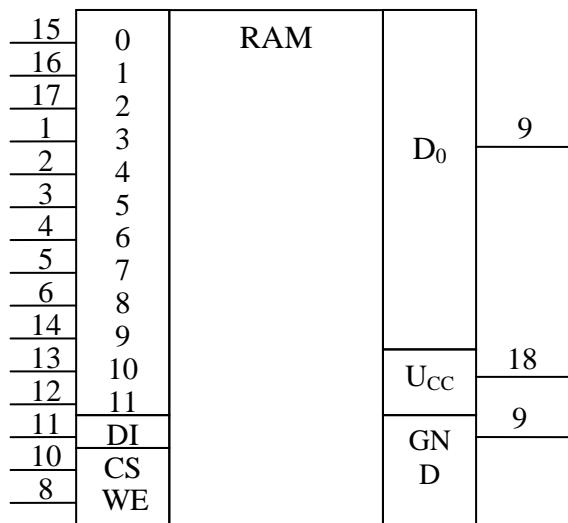


Рис. 7. Условное графическое обозначение (УГО) К, KP537 РУ оперативной памяти

## СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	3
2. СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	4
3. ГРАФИК ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	8
4. ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ.....	9
5. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ АУДИТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ...	9
6. ЗАЩИТА КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	10
7. ВЫПОЛНЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ ЧАСТЕЙ КУРСОВОЙ РАБОТЫ.....	11
7.1. Исследование и анализ возможных путей решения поставленной задачи.....	11
7.2. Работа над структурными и функциональными схемами....	12
7.3. Выбор процессора КС и элементов компьютерной системы.....	12
7.4. Временные диаграммы работы.....	13
7.5. Оценка производительности матричной КС.....	14
7.6. Расчет надежности элементов матричной КС.....	18
7.7. Заключение. Выводы по работе.....	20
ЛИТЕРАТУРА.....	20
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	21
I. Перечень тем курсовых работ.....	21
II. Титульный лист.....	22
III. Образец задания.....	23
IV. Пример содержания расчетно-пояснительной записки	24
V. Примеры оформления листов графической части курсовой работы.....	25

Методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине  
«Производительность информационных систем» для студентов  
направлений 5811200-“Сервис” (информационный сервис),  
5811300-“Сервис” (электронной и компьютерной техники)

Обсуждена  
на заседании кафедры  
протокол №11  
от 23.01.2008 г.

Рассмотрена и рекомендована  
к изданию на заседании  
научно-методического  
Совета ТУИТ  
протокол №7  
от 20.03.2008 г.

Составители:

Расурова С.С.  
Каххаров А.А.

Ответственный редактор

Мусаев М.М.

Корректор

Яковлева Т.М.

Подписано в печать \_\_\_.\_\_.2008 Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>  
Гарнитура «Times New Roman» объем –  
Тираж – 100 Заказ №

Подготовлено к изданию и отпечатано в издательско-полиграфическом центре «ALOQACHI» при Ташкентском университете информационных технологий. 700084, г. Ташкент, ул. Амира Темура, 108.