**Правительство Российской Федерации**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение**

**высшего профессионального образования**

**«Национальный исследовательский университет   
«Высшая школа экономики»**

**Московский институт электроники и математики Национального**

**исследовательского университета "Высшая школа экономики"**

**Факультет электроники и телекоммуникаций**

**Кафедра Радиоэлектроника и телекоммуникации**

**ВЫПУСКНАЯ** **КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

На тему: Спецвычислитель на ПЛИС

Студент группы № Р-101

Булекова Виктория Юрьевна

Руководитель ВКР:

ст. преподаватель Крючков Н.М. (МИЭМ НИУ ВШЭ)

Консультанты:

к.т.н.,  доцент Захарова С.С.  (МИЭМ НИУ ВШЭ)

ведущий специалист Савостьянов Н.А. (ОАО НПК НИИДАР)

Москва, 2013

**Правительство Российской Федерации**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования   
"Национальный исследовательский университет   
"Высшая школа экономики"**

Московский институт электроники и математики Национального

исследовательского университета "Высшая школа экономики"

Факультет электроники и телекоммуникаций

Кафедра Радиоэлектроника и телекоммуникации

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ / С.У.Увайсов/

«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2013 г.

**ЗАДАНИЕ**

**НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ (ВКР)**

студенту 5 курса группы Р-101 Булековой Виктории Юрьевне

(ФИО)

1 . Тема «Разработка спецвычислителя на ПЛИС»

(Утверждена приказом от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_)

1. Срок сдачи ВКР руководителю: 27.05.2013

Срок сдачи ВКР на выпускающую кафедру: 10.06.2013

3. **Техническое задание.** Разработка спецвычислителя с применением ПЛИС для непосредственного размещения аппаратуры в модулях антенно-фидерного устройства

4. Содержание расчетно-пояснительной записки.

**Введение**

A. Специальная часть.

**1. Исследовательский раздел** (материал по исследованию предметной области, предмета проектирования, анализ вариантов решения задач, выбор конкретного варианта):

1.1 Понятия и определения

1.2 Передающие и приемные антенны

1.3 Принципы построения фазированных антенных решеток

1.4 Ферритовые фазовращатели

**2. Специальный раздел** (раскрываются все аспекты проектируемой области):

2.1 Тракт управления приемными модулями АФУ

2.2 Блок управления фазовращателями

2.3 Модуль антенно-фидерного устройства

2.4 Функции спецвычислителя антенно-фидерного устройства

2.5 Состав и структурная схема ячейки

**3. Технологический раздел** (технологическое изготовление программного, программно-аппаратного, информационного или технического продукта):

3.1 Общие сведения о структуре и программировании ПЛИС

3.2 Математическое обеспечение для разработки спецвычислителя

3.3 Выбор среды проектирования спецвычислителя

3.4 Принципы кнструирования и необходимое технологическое обеспечение

Б. Экологическая часть.

B. Безопасность жизнедеятельности.

**4. Раздел Безопасность жизнедеятельности:**

4.1 Анализ вредных факторов при длительных статических нагрузках на пользователя

4.2 Организация рабочего места

4.3 Экологическая оценка компьютеризации общества

Г. Экономическая часть.

**5. Организационно-экономический раздел:**

5.1 Планирование разработки ПО с построением графика

5.2 Расчет смены затрат на разработку ПО

5.3 Расчет основных технико-экономических показателей и эффективности проекта

**6. Расчет показателей надежности ячейки спецвычислителя**

Е. Решение задач на ЭВМ.

1 Microsoft Word 2007

2 P-CAD

3 АСРН (Автоматизированная система расчета надежности)

4 Altera MAX+PLUS II

6. Расчет показателей надежности ячейки спецвычислителя

**7. Перечень графического материала**.

7.1 Структурная схема ячейки спецвычислителя

8. Консультанты по ВКР.

Консультант \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /\_Захарова С.С./

(подпись) (ФИО)

Консультант \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /\_Крючков Н.М./

(подпись) (ФИО)

7. Дата выдачи задания «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2013 г.

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /Савостьянов Н.А./

(подпись) (ФИО)

Задание принято к исполнению \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/Булекова В.Ю./

(подпись) (ФИО)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2013 г.

Примечание.

Задание оформляется в двух экземплярах и сдается на кафедру. После утверждения один экземпляр задания выдается на руки студенту. Экземпляр задания вшивается в пояснительную записку.

**Содержание**

|  |  |
| --- | --- |
| Аннотация…………………………………………………………………………………. | 7 |
| Перечень сокращений…………………………………………………………………….. | 8 |
| Введение…………………………………………………………………………………... | 9 |
| 1 Исследовательский раздел……………………………………………………………... | 11 |
| 1.1 Понятия и определения………………………………………………………………. | 11 |
| 1.2 Передающие и приемные антенны………………………………………………….. | 12 |
| 1.3 Принципы построения фазированных антенных решеток………………………... | 14 |
| 1.4 Ферритовые фазовращатели…………………………………………………………. | 16 |
| 1.4.1 Управляющие устройства ферритовых фазовращателей……………………….. | 18 |
| 1.4.2 Перспективы совершенствования и применения ферритовых фазовращателей.. | 20 |
| 2 Специальный раздел……………………………………………………………………. | 22 |
| 2.1 Тракт управления приемными модулями АФУ…………………………………….. | 22 |
| 2.1.1 Назначение тракта…………………………………………………………………... | 22 |
| 2.1.2 Состав и структурная схема………………………………………………………... | 22 |
| 2.1.3 Блоки размножения и управления сигналов……………………………………… | 34 |
| 2.2 Блок управления фазовращателями…………………………………………………. | 34 |
| 2.3 Модуль антенно-фидерного устройства (АФУ)……………………………………. | 36 |
| 2.3.1Состав модуля АФУ………………………………………………………………… | 36 |
| 2.3.2 Блок АФУ…………………………………………………………………………… | 36 |
| 2.4 Функции спецвычислителя антенно-фидерного устройства………………………. | 41 |
| 2.4.1Обмен информацией АФУ с вычислительным комплексом……………………... | 43 |
| 2.4.2 Расчет величины фазового сдвига…………………………………………………. | 45 |
| 2.5 Состав и структурная схема ячейки спецвычислителя…………………………….. | 47 |
| 3 Технологический раздел……………………………………………………………….. | 48 |
| 3.1 Общие сведения о структуре и программировании ПЛИС………………………... | 48 |
| 3.2 Математическое обеспечение для разработки спецвычислителя………………… | 51 |
| 3.2.1 Приложения в системе “MAX+PLUS II”…………………………………………. | 54 |
| 3.3 Выбор среды проектирования спецвычислителя…………………………………… | 56 |
| 3.4 Принципы конструирования и необходимое технологическое обеспечение…….. | 57 |
| 4 Экологическая часть……………………………………………………………………….. | 59 |
| 4.1 Экологическая оценка компьютеризации общества……………………………….. | 59 |
| 5 Безопасность жизнедеятельности…………………………………………………………. | 64 |
|  |  |
| 5.1 Анализ вредных факторов при длительных статических нагрузках на пользователя…………………………………………………………………………… | 64 |
| 5.2 Организация рабочего места…………………………………………………………. | 66 |
| 6 Организационно-экономический раздел……………………………………………… | 71 |
| 6.1 Планирование разработки программного обеспечения с построением графика.... | 71 |
| 6.1.1 Определение трудоемкости и продолжительности работ по созданию ПО……. | 71 |
| 6.1.2 Построение ленточного графика разработки ПО………………………………… | 75 |
| 6.2 Расчет затрат на разработку программного обеспечения………………………….. | 78 |
| 6.3 Расчет основных технико−экономических показателей использования программного продукта……………………………………………………………... | 83 |
| 7 Расчет показателей надежности ячейки спецвычислителя………………………....... | 86 |
| Заключение………………………………………………………………………………... | 91 |
| Список использованных источников……………………………………………………. | 92 |
| Приложение 1……………………………………………………………………………... | 94 |
| Приложение 2……………………………………………………………………………... | 106 |
| Приложение 3……………………………………………………………………………... | 114 |
| Приложение 4……………………………………………………………………………... | 116 |

**Аннотация**

На сегодняшний день существуют РЛС дальнего обнаружения целей. Станция служит для обнаружения и сопровождения космических объектов. Темой данного проекта является составная часть антенно-фидерного устройства, входящую в радиолокационную станцию.

В дипломном проекте была разработана программа проверки параметров (ППП) ячейки спецвычислителя модуля антенно-фидерного устройства на инструментальном языке. Инструментальный язык позволяет разработать текстовые файлы для проверки аппаратуры и включает в себя средства символического кодирования в соответствии с алгоритмами проверки.

В дипломном проекте представлена ячейка спецвычислителя модуля антенно-фидерного устройства, для которой была создана программа управления модулем при его испытании. Программа загружается на специализированный стенд, предназначенный для проверки ячейки и управления ею в составе модуля. Инструментальный язык был разработан на предприятии ОАО НПК НИИДАР.

Так же был произведен расчет параметров ячейки в программе АСРН (Автоматизированная система расчета надежности), разработанной в ОАО «Российский научно-исследовательский институт «ЭЛЕКТРОНСТАНДАРТ»». АСРН разработана на базе справочника "Надежность электрорадиоизделий" и позволяет рассчитывать надежность модулей 1-го и 2-го уровней без резервирования в режиме эксплуатации (только для отечественных ЭРИ) и хранения в составе подвижных и неподвижных объектов.

**Перечень сокращений**

|  |  |
| --- | --- |
| Сокращение | Обозначение сокращения |
| АФУ | Антенно-фидерное устройство |
| ФАР | Фазированная антенная решетка |
| ВК | Вычислительный комплекс |
| БУФ | Блок управления фазовращателями |
| Пи | Период излучения |
| Пп | Период приема |
| Таи | Импульс синхронизации излучения |
| Тап | Импульс синхронизации приема |
| ОЗУ | Оперативное запоминающее устройство |
| ПЛИС | Программируемая логическая интегральная схема |
| ПЗУ | Программируемое запоминающее устройство |
| АУ | Аппаратура управления |
| СВ | Спецвычислитель |
| УУС | Узел управления и синхронизации |
| УУ | Управляющее устройство |
| ФХ | Фазовая характеристика |
| ИВЭ | Блок вторичного электропитания |
| УО | Узел обмена |
| УР | Узел расчета |
| УВ | Узел формирования выходных кодов |
| ЭРИ | Электрорадиоизделие |
| Зп/Чт | Запись, Чтение |
| ФВ | Фазовращатель |
| УПР | Узел предварительного расчета |
| УОР | Узел окончательного расчета |
| МАФК | Местный автоматический функциональный контроль |

**Введение**

В настоящее время широкое применение в радиолокационных комплексах получили антенны, построенные по принципу фазированных антенных решеток.

Главным отличием фазированных антенных решеток является включение в антенный тракт систем фазовращателей и коммутаторов, осуществляющих управление фазовым или амплитудно-фазовым распределением для электрического сканирования[13]. Тракт предназначен для управления модулями антенно-фидерного устройства и распределения фазовых сдвигов в зависимости от расположения излучателя в фазовой решетке. Фазовые сдвиги рассчитываются в ячейке спецвычислителя в зависимости от координат нахождения излучателя в фазовой решетке[2].

Информация управления спецвычислителем поступает от вычислительного комплекса.

Вычислительный комплекс должен обладать высокой производительностью и большим объемом оперативной и командной памяти, поскольку в нем осуществляется вторичная обработка информации, поступающей со всех основных трактов станции, а также решаются задачи контроля их работы, управления и документирования.

Для качественной работы вычислительного комплекса необходимо проводить регулярные проверки правильности работы как комплекса в целом так и отдельных его ячеек. Это позволяет эффективно выявлять сбои в работе системы и цепях передачи данных, возникающих от различных помех, и быстро их устранять.

Целью данного дипломного проекта является разработка программы управления ячейкой спецвычислителя в составе модуля антенно-фидерного устройства при его испытаниях на инструментальном языке. Эта программа позволяет осуществить проверку работоспособности и надежности модуля антенно-фидерного устройства при его испытании на стендовом оборудовании.

Необходимо произвести расчет надежности параметров ячейки с помощью специализированной программы АСРН (Автоматизированная Система Расчета Надежности), разработанной в ОАО «Российский научно-исследовательский институт «ЭЛЕКТРОНСТАНДАРТ»»[23]. Это нужно для повышения надежности всей системы, а так же для того чтобы заранее выявить слабые места конструкции.

**1 Исследовательский раздел**

**1.1 Понятия и определения**

**Антенна** – устройство для излучения и приема радиоволн. Передающая антенна преобразует энергию электромагнитных колебаний высокой частоты, сосредоточенную в выходных колебательных цепях радиопередатчика, в энергию излучаемых радиоволн. Приемная антенна выполняет обратную функцию: преобразует энергию распространяющихся радиоволн в энергию, сосредоточенную во входных колебательных цепях приемника.

**Фазовращатель** – устройство, предназначенное для изменения фазы электромагнитных колебаний на выходе линии передачи СВЧ или КВЧ (полного или диэлектрического радиоволновода, коаксиальной длинной линии, полосковой линии) относительно фазы колебаний на ее входе, осуществляемого посредством изменения электрической длины этой линии.

**ПЛИС** (программируемые логические интегральные схемы) представляют собой цифровые интегральные микросхемы (ИС), состоящие из программируемых логических блоков и программируемых соединений между этими блоками. Возможность конфигурировать эти устройства позволяет инженерам-разработчикам решить множество различных задач.

**ПЗУ** (постоянное запоминающие устройство) – энергонезависимое устройство, в котором хранимая информация не разрушается при отключении питания системы. Другие компоненты системы могут считывать информацию из устройств ПЗУ, но не могут записывать в них новые данные. В отличие от ПЗУ, в **ОЗУ** (оперативное запоминающее устройство) данные могут как записываться, так и считываться. Такие устройства являются энергозависимыми, так как при отключении питания вся информация, хранимая в ОЗУ, будет потеряна.

**Антенная решётка (АР)** — сложная направленная [антенна](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%B0), состоящая из совокупности отдельных слабонаправленных антенн (излучающих элементов), расположенных в пространстве особым образом. Антенные решётки применяются для повышения [усиления](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%8D%D1%84%D1%84%D0%B8%D1%86%D0%B8%D0%B5%D0%BD%D1%82_%D1%83%D1%81%D0%B8%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F_%D0%B0%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B) всей системы в сравнении с отдельным антенным элементом, а также получения возможности управления формой [диаграммы направленности](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B8%D0%B0%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BC%D0%B0_%D0%BD%D0%B0%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8).

**Фазированная антенная решётка** — тип [антенн](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%B0), в виде группы [антенных](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%B0) [излучателей](http://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%98%D0%B7%D0%BB%D1%83%D1%87%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C&action=edit&redlink=1), в которых относительные [фазы сигналов](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B7%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D0%B3%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%B0) изменяются комплексно, так, что эффективное излучение антенны усиливается в каком-то одном, желаемом направлении и подавляется во всех остальных направлениях.

**Антенно - фидерные устройства (АФУ)** — предназначаются для передачи сигналов в системах [радиосвязи](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BE%D1%81%D0%B2%D1%8F%D0%B7%D1%8C), [радиовещания](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D0%B8%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%89%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5), [телевидения](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5), а также других радиотехнических системах, использующих для передачи информации свободное распространение радиоволн.

**1.2 Передающие и приемные антенны**

Антенной называется устройство, служащее для излучения и приема радиоволн. Общая схема радиокомплекса показана на рисунке 1.

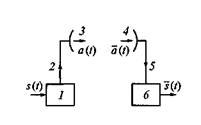


Рис. 1 – Схема радиокомплекса

На рисунке 1 обозначено: 1 - передающее устройство (передатчик); 2,5 – линии связи; 3 – передающая антенна; 4 - приемная антенна; 6 - приемное устройство (приемник)

На входные устройства передатчика попадает управляющий низкочастотный сигнал s(t). В передатчике сигнал s(t) частотой Ω накладывается на высокочастотный несущий сигнал частотой f, и в результате чего образуется радиосигнал а[4].

Пройдя линию связи (фидер) 2 между передатчиком 1 и передающей антенной 3, радиосигнал а попадает в передающую антенну 3 и излучается в пространство между передающей 3 и приемной 4 антеннами, т.е. в канал связи. Таким каналом может служить свободное пространство у поверхности Земли, космическое пространство, волоконно-оптическая линия, волновод и т.п. По мере прохождения радиосигнала а по каналу связи на этот сигнал накладываются помехи, поэтому к приемной антенне 4 подходит несколько измененный радиосигнал а. Пройдя линию связи 5, этот радиосигнал попадает на входные устройства приемника 6. После преобразований в приемнике на его выходе получается некоторый сигнал s(t), измененный по отношению к исходному управляющему сигналу s(t). Общей задачей радиотехники как науки о передачи сообщений с помощью высокочастотных колебаний на большие расстояния является обеспечение минимальной разности между исходным и полученным сигналами [10].

Различают антенны двух типов: передающие и приемные. Передающая антенна преобразует энергию электромагнитных колебаний высокой частоты, сосредоточенную в выходных колебательных цепях радиопередатчика, в энергию излучаемых радиоволн – радиосигнал а. Преобразование основано на свойстве переменного электрического тока быть источником электромагнитных волн.

Приемная антенна выполняет обратную функцию – преобразует энергию приходящих к ней радиоволн в энергию, сосредоточенную во входных колебательных цепях приемника.

Формы, размеры и конструкции антенн весьма разнообразны и зависят от длины излучаемых или принимаемых волн, назначения антенн и типа канала связи [2].

**1.3 Принципы построения фазированных антенных решеток**

Сложность антенных систем приводит к их высокой стоимости. Поэтому процесс проектирования в значительной мере сводится к изысканию таких решений, который с учетом класса радиолокационной станции, требований размещения, мобильности, серийности производства, изменения внешних воздействий позволят найти приемлемый компромисс между стоимостью антенной системы и ее характеристикам [1].

На первый вопрос при проектировании фазированных антенных решеток выдвигается вопрос о создании еще в процессе разработки опытного образца радиолокационной станции крупной серии элементов антенн с требуемыми параметрами и невысокой стоимостью. Поэтому уже в начале проектирования фазированные антенные решетки должны быть рассмотрены технологические возможности отраслевой промышленности, создающей массовую элементную базу фазированных антенных решеток, определены варианты элементной базы для данного типа радиолокационной станции и выработаны технические и экономические требования к каждому элементу с учетом серийного производства. Особенно важно на этом этапе определить возможность получения в процессе промышленного выпуска элементов фазированных антенных решеток повторяемости значений их параметров от экземпляра к экземпляру и сохранения этой повторяемости во всем диапазоне изменений внешних воздействий [5].

Следующий этап проектирования - разработка вариантов функциональных схем фазированных антенных решеток, отвечающих заданным техническим требованиям, а также учитывающих конструкторско-технологические особенности построения антенны. На этом целесообразно рассмотреть варианты построения, имеющие существенные различия, например пассивная фазированная антенная решетка (на передачу или прием), приемная фазированная антенная решетка с обработкой сигнала управлением лучом на несущей или промежуточной частотах и т. п. Это позволит более тщательно и детально оценить возможности существующей технологии и выбрать в дальнейшем наиболее оптимальный для данного типа радиолокационной станции вариант такой сложной системы. Существенным моментом проектирования на этом этапе является расчет потерь потенциала, вызванных применением в радиолокационной станции той или иной схемы антенной решетки [10].

Должны быть учтены как прямые потери энергии, например в системе распределения мощности или управления лучом, так и потери коэффициента усиления антенны, вызванные дискретностью фазирования, ступенчатой аппроксимацией линейного фазового фронта: отклонением луча от нормали или ошибками амплитуд­но-фазового распределения. Эти потери влияют на тактические характеристики системы. Прямые потери можно пересчитать в потери коэффициента усиления фазированной антенной решетки и потенциала радиолокационной станции. На потери потенциала в радиолокационной станции с фазированной антенной решеткой сильно влияют ошибки фазового распределения, возникающие в раскрыве решетки и достигающие значительных размеров. Статистическая теория антенн позволяет оценить падение коэффициента усиления и других характеристик фазированной антенной решетки в зависимости от статистики фазового распределения в ее раскрыве. Для получения оценки необходимо знать эту статистику. В многоканальных системах, какими являются фазированные антенные решетки, эта задача решается достаточно сложно [1].

Результаты расчета характеристик нескольких схем фазированных антенных решеток, каждая из которых отвечает заданным техническим требовани­ям, позволяют на завершающем этапе проектирования сопо­ставить их и выбрать наилучшую. Опыт проектирования фазированных антенных решеток показывает, что такое сопоставление целесообразнее делать по энергопотреблению (КПД, если речь идет о передающей фазированной антенной решетке, или суммарным потерям, если рассматривается приемная фазированная антенная решетка), надежности, стоимости и массогабаритным характеристикам. В зависимости от класса РЛС каждой из этих характеристик должен быть придан соответствующий вес. Интегральное оценивание позволяет принять окончательное решение о выборе наиболее оптимального варианта фазированной антенной решетки.

**1.4 Ферритовые фазовращатели**

Фазовращатели наиболее широко применяются в фазированных антенных решетках радиолокационных станций. Современные фазированные антенные решетки состоят из нескольких тысяч элементов, каждый из которых содержит фазовращатель. В настоящее время в основном используют ферритовые и полупроводниковые фазовращатели. Фазовращатели на основе сегнетоэлектриков, электронных пучков и плазмы еще не столь совершенны и области их применения весьма ограничены.[4]

К фазовращателям, предназначенным для использования в многоэлементных фазированных антенных решетках, предъявляются многообразные и жесткие требования. Основными среди них являются: минимальное время переключения (изменение фазового состояния) при возможно меньшей мощности управляющего сигнала; достаточная точность установки фазового сдвига; электрическая прочность, которая должна быть достаточной для пропускания требуемой импульсной мощности; поперечные габариты фазовращателя, которые, как правило, не должны превышать 0,5×0,5 λ0 с учетом возможности размещения их в полотнах с периодом не более (0,7…0,8) λ0; минимальные потери СВЧ энергии в волноводных элементах фазовращателя; система охлаждения, которая должна обеспечивать работу на заданной средней мощности. Снижение потерь СВЧ мощности и энергии, затрачиваемой на переключение фазы, обеспечивает решение одной из сложнейших проблем в конструировании передающих фазированных антенных решетках - отвод тепла от фазовращающих элементов и стабилизацию их температуры.

Применение ферритовых фазовращателей в большинстве случаев становится целесообразным на частотах 1…2 ГГц и выше. На более низких частотах требуется намагничивать ферритовые элементы до значений, превышающих точку резонанса, что приводит к неизбежности применения весьма мощных и громоздких управляемых магнитных систем.[2]

Наиболее экономичными по затратам энергии на управление являются фазовращатели с замкнутой магнитной цепью, обла­дающие магнитной памятью.

В таких фазовращателях изменение намагниченности феррита, а следовательно, и вносимого фазового сдвига осуществляется короткими импульсами тока, по окон­чанию которых фазовый сдвиг остается неизменным в течение длительного времени.

Фазовращатели с незамкнутой магнитной цепью применя­ются лишь в ряде специальных устройств, например, когда тре­буется непрерывно изменять фазу волны в очень широких пре­делах или если по условиям технологии производства сформировать замкнутую магнитную цепь невозможно.

Ферритовые фазовращатели подразделяют на два класса: невзаимные, которые создают фазовый сдвиг, зависящий от направления распространения волны, и взаимные. В невзаимных фазовращателях феррит подмагничивается поперечно относительно направления рас­пространения волны, во взаимных — продольно (за исключени­ем «синхронных»).

Взаимные фазовращатели подразделяются на проходные и отражатель­ные. Последние, как правило, имеют более простую конструк­цию, меньший продольный размер. При их использовании в полотне отражательной фазированной антенной решетки проще разместить электронные блоки системы управления, что особенно важно при создании антенн миллиметрового диапазона волн. К недостаткам отра­жательных фазовращателей следует отнести меньшую точность установки фазовых сдвигов по сравнению с проходными при одинаковом уровне согласования.

Наибольшее распространение по сравнению с коаксиальными, полосковыми и микрополосковыми фазовращателями к настоящему времени получили волноводные фазовращатели, характеризующиеся значительно меньшими потерями и лучшим согласованием.

Ферриты, используемые в фазовращателях, являются магнитодиэлектрическими материалами с кристаллической струк­турой.[5]

С увеличением напряженности внешнего ВЧ поля в ферро­магнитных материалах начиная с некоторого значения наблю­даются пороговые явления — резко увеличиваются потери из-за возбуждения спиновых волн. В связи с этим при разработке фазовращателя, рассчитанного на высокую импульсную мощность, необхо­димо определить максимальную напряженность ВЧ магнитного поля в ферритовом стержне и с учетом его выбрать ферромаг­нитный материал.

Поперечные размеры волновода и ферритового стержня фазорегулирующей секции фазовращателя выбираются такими, чтобы в задан­ном рабочем диапазоне частот распространялся лишь низший тип электромагнитной волны. [8]

**1.4.1 Управляющие устройства ферритовых фазовращателей**

Управляющие устройства (УУ) должны обеспечивать уста­новку заданного значения фазового сдвига с необходимой точ­ностью и с учетом формы фазовой характеристики (ФХ), ее из­менения в диапазоне частот и температур. Форму и изменения ФХ в диапазоне частот обычно учитывают алгоритмическими методами. Изменение же свойств фазовращателя в диапазоне температур таким способом учесть и устранить чрезмерно труд­но, а иногда и невозможно. Поэтому фазовращатели либо снабжаются системой термостабилизации, либо система управления строится так, что изменения параметров феррита в зависимости от тем­пературы учитываются автоматически. Это усложняет и удоро­жает фазовращатели в целом. [9]

Для управления фазовращателями применяются системы с переменными амплитудой или длительностью управляющего импульса и си­стемы с обратной связью по магнитному потоку. При управле­нии импульсами с переменной длительностью (время-импульс­ный метод) относительно просто реализуется цифровой метод формирования управляющего сигнала и обеспечивается сравни­тельно высокий коэффициент полезного действия выходных устройств системы управления[2].

Цикл установки фазы поясняет рисунок 2. Сначала сердечник переводится в состояние остаточной намагниченности (характе­ризующейся точкой Br)достаточно мощным импульсом тока, создающим магнитное поле, в несколько раз превышающее Hc. Затем подается импульс тока противоположного направления, длительность которого и определяет остаточную намагничен­ность Вs(процесс перемагничивания показан стрелками). Ана­логично управляют намагниченностью феррита при использова­нии управляющих импульсов регулируемой амплитуды.

Система с обратной связью по магнитному потоку позволяет ослабить зависимость управляемого фазового сдвига от темпе­ратуры ферритового сердечника, изменяющихся в процессе ста­рения параметров феррита, амплитуды управляющего напряже­ния и ряда других внешних воздействий.

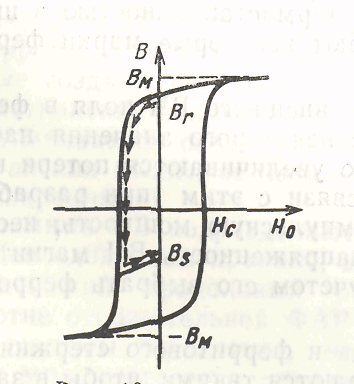


Рис. 2 - Зависимость магнитной индукции от внешнего магнитного поля

**1.4.2 Перспективы совершенствования и применения ферритовых фазовращателей**

Электрические характеристики ферритовых фазовращателей сантиметрового диапа­зона определяются параметрами ферритовых материалов и схемными ре­шениями. Ферритовые фазовращатели еще не удовлетворяют современным требовани­ям по быстродействию, вносимым потерям и энергии, потребляемой по це­пям управления. Остается высокой их стоимость, что, в частности, огра­ничивает область использования ФАР. Конкурентом ферритовых фазовращателей в диа­пазонах частот ниже 2 ... 3 ГГц являются прежде всего диодные фазовращатели. На частотах 3... 5 ГГц диодные и ферритовые фазовращатели экономически равноценны и их применение определяется дополнительными эксплуатационными сообра­жениями. По-видимому, в ближайшем будущем ферритовые фазовращатели не будут испытывать реальной конкуренции в коротковолновой части миллиметрового диапазона волн. [4]

Совершенствование, вероятнее всего, будет идти в направ­лении улучшения их массогабаритных характеристик (в сантиметровом и дециметровом диапазонах волн) и упрощения их конструкции и техноло­гии производства. Можно ожидать появления более совершенных конструк­ций фазовращателей на основе коаксиальных, полосковых линий и линий поверхностных волн с продольным и поперечным управляющим магнитным полем. Приме­нение коаксиальных и полосковых линий передачи в ферритовых фазовращателях целе­сообразно в дециметровом и метровом диапазонах волн в тех случаях, когда требуются повышенная электрическая прочность и радиационная стой­кость, недостижимые для полупроводниковых фазовращателей. В коротковолновой ча­сти сантиметрового и в миллиметровом диапазонах волн следует обратить внимание на перспективность повышения степени интеграции фазовращателей с излуча­ющими устройствами и элементами системы управления[5].

С экономической точки зрения, а также для улучшения надежности и электрических харак­теристик ФАР в целом целесообразно применять интегрированные блоки фа­зирования, изготовляемые в едином технологическом цикле и эквивалент­ные по функциональным возможностям нескольким десяткам или даже сотням отдельных ФВ и излучателей[9].

Такая интеграция неизбежна при создании устройств для коротковолновой части миллиметрового диапазона волн.

**2** **Специальный раздел**

**2.1 Тракт управления приемными модулями АФУ**

**2.1.1 Назначение тракта**

Тракт предназначен для управления модулями антенно-фидерного устройства (АФУ) и распределения фазовых сдвигов в зависимости от расположения излучателя в фазовой решетке. Фазовые сдвиги рассчитываются в зависимости от координат нахождения излучателя в фазовой решетке.

**2.1.2 Состав и структурная схема**

Обмен модулей с ВК производиться по последовательным линиям связи, при этом каждое место расположения модуля имеет свой адрес.

Такое построение позволяет производить групповую запись информации в ячейку каждого модуля и индивидуальное считывание информации состояния выбранного модуля.

По отдельным линиям на модуль поступают импульсы синхронизации Пи.

Общей частью тракта являются активные узлы размножения последовательных линий связи и синхронизации и непосредственно кабельный монтаж.

Таким образом тракт спецвычислителя состоит из 256 распределенных по модулям узлов (ячеек) спецвычислителей, общих узлов (блоков) размножения сигналов информации и синхронизации и линий связи.

Структурная схема тракта приведена на рисунке 3.

Основным техническим параметром, требующим обоснования, является обеспечение требуемого быстродействия расчета Аху.

Время расчета и выдачи на модуль кодов для 8 фазовращателей (1 столбец) по техническим требованиям должно быть не более 12 мкс. Учитывая, что из этого времени 3 мкс требуются аппаратуре модуля для приема и обработки кодов, время, отведенное для расчета кодов должно быть не более 8 мкс.

##### Состояние ЭП

Код,Таи,

Тап

на 16 мод.

Код,Таи,

Тап

на 16 мод.

Код,Таи,

Тап

на 16 мод.

Код,Таи,

Тап

на 16 мод.

Код,Таи,

Тап

на 166 мод.

Код,Таи,

Тап

на 16 мод.

Код,Таи,

Тап

на 16 мод.

Код,Таи,

Тап

на 16 мод.

Блок

размножения

на 4

Код,Таи,

Тап

на 16 мод.

Код,Таи,

Тап

на 16 мод.

ЦУ/МУ, ВКЛ/ВЫКЛ

1

5

1

5

1

5

5

1

Блок

размножения

на 4

Блок

размножения

на 4

Блок

размножения

на 4

Блок

размножения

на 4

1

5

1

5

1

5

5

1

Блок

размножения

на 4

Блок

размножения

на 4

Блок

размножения

на 4

Блок

размножения

на 4

1

5

1

5

1

5

5

1

Блок

размножения

на 4

Блок

размножения

на 4

Блок

размножения

на 4

1

5

1

5

1

5

5

1

Блок

размножения

на 4

Блок

размножения

на 4

Блок

размножения

на 4

Блок

размножения

на 4

Блок

размножения

на 4

Код, Зп/Чт, Пи

Код, Зп/Чт, Пи

Код, Зп/Чт, Пи

Код, Зп/Чт, Пи

Питание +5 В, 1А\*16

Команды от ПЭВМ

##### Питание +5 В, 3А

Код, ,Таи, Тап

Блок технического управления

Код,Таи,

Тап

на 16 мод.

Код,Таи,

Тап

на 16 мод.

Код,Таи,

Тап

на 16 мод.

Код,Таи,

Тап

на 16 мод.

Код,Таи,

Тап

на 16 мод.

Код,Таи,

Тап

на 16 мод.

От

ВК

Аппар.

ЭП

Рис. 3 - Структурная схема тракта

Виды массивов обмена (режимы работы и коды фазовых набегов или константы Кфху или Кмху или контрольное чтение или ТУмод, ТУфар) определяются командами Зп инф, Зп Кфху, Зп Кмху, Чт и ТУмод, ТУфар, которые поступают одновременно на все СВ ФАР и хранятся до следующего такта обмена.

Так как на спецвычислителе каждого модуля распаян индивидуальный адрес, то при совпадении кодов Умк, Хмк и Хшк с индивидуальным адресом модуля происходит считывание имеющейся на модуле информации состояния.

Обмен аппаратуры управления ВК с модулями, абонентами системы управления, производится по двунаправленным линиям связи последовательным бифазным кодом, при этом управление направлением передачи информации на блоках разветвления производится командой Запись/Чтение, поступающей от блока технического управления. Временная диаграмма обмена с аппаратурой управления ВК приведена на рисунке 4.

Предполагаются следующие режимы обмена:

- Запись кодов фазовых набегов во входные регистры, при этом бит Зп инф равен 1, биты Зп ОЗУ, Зп Кмху и Чт равены 0;

- Запись в ОЗУ Кфху, при этом бит Зп ОЗУ равен 1, биты Зп инф, Зп Кмху и Чт равны 0 (таблица 1.2);

- Последовательная запись кодов Кмху, при этом бит Зп Кмху равен 1, биты Зп инф, Зп ОЗУ и Чт равны 0 (таблица 1.3). В этом режиме независимо от значения кодов Хш, Хм, Ум последовательно записываются значения Кмху во все модули выбранной ФАР.

Все, приведенные выше режимы, предполагают обязательное считывание информации для контроля в том же такте обмена с ВК что и запись (таблица 1.4).

- Контрольное чтение, при этом бит Чт равен 1, значения битов Зп ОЗУ, биты Зп инф, Зп Кмху зависит от типа массива, предполагаемого чтения (таблица 1.6). Режим позволяет более быстрый съем контрольной информации заданного модуля, так как в цикле записи выдается только одно управляющее слово;

- Техническое управление, при этом бит ТУмод равен 1, биты Зп Кмху, Зп инф, Зп ОЗУ и Чт равны 0 (таблица 1.5). Раскодированная информация технического управления передается на аппаратуру электропитания ФАР.

Основной режим загрузки - запись текущих кодов фазовых набегов, остальные режимы используются при начальном включении электропитания или при обнаружении ошибки средствами контроля.

Длительность одного цикла обмена с ВК определяется количеством слов информации записи (Nзп ), количеством слов информации чтения (Nчт ), временем передачи одного слова информации (Тсл) с учетом двух контрольных разрядов свертки по М2, временем вхождения СВ в обмен и выхода из него (Тоб).

Частота обмена с аппаратурой управления ВК –2,5 мГц ,

т е. передача одного бита информации – 400 нс, то Тсл = 0,4\*16 + 2\*0,4 = 7,2 мкс;

Тоб состоит из признака начала обмена (2 мкс) и признака конца обмена (1,2 мкс), т.е. Тоб равно 3,2 мкс.

Таким образом, время обмена можно рассчитать по формулам:

Тзп/чт = Тсл\* Nзп + Тоб+ Тсл \* Nчт +Тоб , где N чт состоит из 2-х слов состояния и n слов квитанций принятой информации, т.е. Nчт=Nзп+2;

В соответствии с кодограммами обмена (Приложение 2 табл. 1.1…1.3, 1.6) имеем следующие времена обмена по режимам записи:

- запись кодов фазовых набегов /чтение:

Тзп/чт = 7,2 \* 4 + 3,2+ 7,2 \* 6 +3,2 =78,4 мкс

- запись кодов Кфху /чтение:

Тзп/чт = 7,2 \* 144 + 3,2+ 7,2 \* 146 +3,2 =2094,4 мкс

- запись кодов Кмху /чтение:

Тзп/чт = 7,2 \* 128 + 3,2+ 7,2 \* 130 +3,2 =1864 мкс.

- контрольное чтение кодов Кфху ( выбран наибольший массив информации):

Тзп/чт = 7,2 \* 1 + 3,2+ 7,2 \* 146 +3,2 =1064,8 мкс, т.е. время контрольного чтения примерно в 2 раза меньше полного цикла запись/чтение.

С выхода узла обмена информация записывается во входные регистры, регистры узла управления и синхронизации (УУС) или в ОЗУ Кфху или считывается с них.

Узел управления и синхронизации выполняет следующие задачи:

- принимает импульсы станционной синхронизации Пи (начало импульсов соответствует импульсу Таи, конец - Тап);

- вырабатывает сетку импульсов внутренней синхронизации;

- вырабатывает микрокоманды, управляющие проведением расчетов и формированием выходных сигналов спецвычислителя;

- формирует команды управления узлами спецвычислителя (НУ, Ки, Кр, управление режимом АФР);

- формирует сигналы управления модулями То, Тзап;

- формирует сигнал Тс - импульс записи кодов фазового сдвига во входные регистры блоков управления фазой модулей АФУ;

- формирует сигналы неисправности входных импульсов Пи.

Для реализации этих функций в УУС имеются:

- схема приема импульсов Пи и формирование управляющей команды излучение/прием;

- кварцевый генератор со сдвигающим регистром для формирования сетки импульсов;

- счетчик микрокомманд с ПЗУ микропрограммы управления;

- входной "двухстраничный" регистр режимов работы АФУ, позволяющий предварительно записывать информацию от ВК в буферный регистр (одна "страница") и переписывать ее в рабочий регистр (другая "страница") по импульсу Пи;

- схема формирования управляющих команд для организации режима АФР, приема и излучения;

- схема контроля входных импульсов Пи.

##### 1 2 3 1 4 3 t

##### ЗАПИСЬ АБОНЕНТУ ЧТЕНИЕ ОТ АБОНЕНТА

##### 1 - признак начала обмена

##### 2 - массив информации при выдаче ее на абонент (ЗП)

##### 3 - признак конца обмена

##### 4 - массив информации при приеме ее от абонента (ЧТЕНИЕ)

##### 

##### Временная диаграмма выдачи одного 5-разрядного слова информации. Код 10110 (бифазный код)

##### Признак начала Инф. 1 слова Признак конца

##### обмена 0 1 1 0 1 обмена

##### 

##### t

##### 

##### 

##### 5Т 3Т Т (200+50)нс 3Т 3Т

##### 

##### Т=(400±50)нс

##### 

##### Рис. 4 - Временная диаграмма обмена с аппаратурой управления ВК

Узел входных регистров состоит из 6 "двухстраничных" регистров для хранения 8 - разрядных кодов Кфх, Кфу, Кмх, Кму, Кшх, Кшу и регистра хранения кода Кмху (записывается при начальном включении СВ или в процессе работы по инициативе ВК по признаку ЗпКмху).

Узел ОЗУ состоит из четырех ОЗУ с объемом 128 байт каждый и предназначен для хранения 72-х 8 - разрядных кодов Кфху (записывается при начальном включении СВ) в каждом ОЗУ.

Узел расчета имеет общую часть - узел предварительного расчета (УПР), где производится расчет фрагмента формулы Аху (Кмх\*Хм + Кму\*Ум + +Кшх\*Хш + Кшу\*Уш + Кмху) и четыре узла окончательного расчета (УОР) для расчета остальных слагаемых и общего суммирования.

Величины слагаемых Кмх\*Хм, Кму\*Ум, Кшх\*Хш, Кшу\*Уш общие для обоих каналов расчета, зависят от места СВ в координатной сетке ФАР, задаваемого "запайкой" на разъеме соответствующих значений Хф и Уф.

В режиме АФР каждый период между Таи и Тап к двум старшим разрядам фазового сдвига производится последовательное, повторяющееся прибавление кодов 00 (0 0), 01 (90 0), 10 (180 0), 11 (270 0), поступающих от УУС.

Результаты расчетов поступает из УПР на УОР.

В каждом УОР расчет слагаемых Кфх\*Х и Кфу\*У производится под управлением ПЗУ микрокомманд, при этом изменение сомножителя У от 0 до 7 формирует строки в столбце, а изменение Х от 0 до 8 - столбцы. Каждый такт расчета (400 нс) производится расчет фазового сдвига одного фазовращателя. Сомножитель У принимает четные значения при четном значении Х и нечетные - при нечетном значении сомножителя Х.

Схема общего суммирования производит сложение результатов предварительного расчета с корректирующими коэффициентами Кфху, выбираемых счетчиком расчета из ОЗУ.

Старшие два разряда (7р, 8р) рассчитанного кода Аху обоих каналов расчета поступают на узел формирования выходных кодов фазовых сдвигов, где производится формирование выходного кода в зависимости от режима работы АФУ. При излучении выходной код Инф - прямой, при приеме код для модулей II и III подрешетки - дополнительный, а для модулей I и IV подрешетки - дополнительный плюс 1800. Задание групп модулей подрешетки зависит от "запайки" на разъеме.

Узел выходных каскадов состоит из шинных формирователей с повышенной нагрузочной способностью.

Каждый разряд кодов Инф очередного столбца записывается импульсом Тс в входной регистр блока. Запись в схемы исполнения БУФ информационного столбца производится по синхроимпульсу Тзап.

Узел контроля получает на схему сравнения расчетный код и код с выходного разъема и определяет их идентичность. В результате контроля на узел обмена выдаются сообщения об ошибке.

Электропитание СВ производится от отдельного источника + 5В, расположенного в модуле.

Схемотехнически спецвычислитель реализован на ПЛИС "ALTERA" типа EPF10K50RI240-4, ПЗУ конфигурации ПЛИС типа EPC1P18 и ТТЛ микросхем серий 530, 1533 и 559, используемых для буферной развязки ПЛИС с внешней аппаратурой.

Электропитание ячейки +5В должно поступать с аппаратуры электропитания модуля. Ток потребления не более 2А на ячейку.

Алгоритм работы спецвычислителя представлен на рисунке 5.

После включения источников электропитания производится загрузка от ВК в ОЗУ СВ кодов Кфху и Кфу.

Далее во время отсутствия импульса Пи производится загрузка в буферные регистры значений кодов текущей информации.

По началу импульса синхронизации Пи производится перепись информации из буферных регистров во внутренние регистры, запускается счетчик микрокоманд и начинается формирование То.

Обмен ВК с СВ

начальными кодами

Заполнение буферных регистров текущей информацией

Запущен счетчик

микрокоммад?

Выступ Тс и расчет значений для фазовращателя

Завершен расчет всех столбцов фазовращателей?

Формирование Тзап и расчет приема

Да

Да

Нет

Нет

Рис. 5 - Алгоритм работы ячейки спецвычислителя

Через 27 тактов Тc (задержка после То) рассчитывается значение фазового сдвига первого фазовращателя первого столбца с координатами Х=0, У=0, по следующему импульсу Тc рассчитывается значение для фазовращателя с координатами Х=0, У=1 т.д. до фазовращателя 9 столбца с координатами Х=8, У=7. После расчета значений фазы для каждого столбца (8 фазовращателей) формируется импульс Тзап. Расчет производится одновременно для всех блоков БУФ. В соответствии с алгоритмом расчета фазовых сдвигов микропрограмма управляет работой всех узлов СВ. После завершения работы счетчик микрокоманд останавливается до окончания импульса Пи. По заднему фронту этого импульса цикл расчета повторяется с формированием фазовых сдвигов приема.

Входные и выходные сигналы спецвычислителя приведены в таблицах 1 и 2 соответственно.

Таблица 1 - Входные сигналы спецвычислителя

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| NN  п/п | Наименование  сигнала | Обознач.  сигнала | Колич. сигналов | Частота след., Гц | Полярн. | Амплит., допуск, В | Длительность, мкс | | Примечание |
| Имп.(по ур.0,5 ампл.) | Перед. фр. (по ур. 0,1-0,9 ампл.) |
| 1 | Период  излучения | Пи | 1 | <=500 | Полож. | 3,5±1,5 | =>1000 | <= 0,1 |  |
| 2 | Последо-  вательный, двунаправлен-ный код информации | Код | 1 | 2,5 \* 106 | Полож. | 3,25±1,25 | - | - | Состав информации приведен в  таблицах 1.1...1.5 (Приложение 2) |

Таблица 2 - Выходные сигналы спецвычислителя

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| NN  п/п | Наименование  сигнала | Обознач.  сигнала | Колич. сигналов | Частота след., Гц | Полярн. | Амплит., допуск, В | Длительность, мкс | | Примечание |
| Имп.(по ур.0,5 ампл.) | Перед. фр. (по ур. 0,1-0,9 ампл.) |
| 1 | Сброс (Установка "0" БУФ) | То | 1 | <=1000 | Полож. | 3,4±1,0 | 2,0±0,4 | - |  |
| 2 | Последователь  ный код 90° и 180° БУФ1 | Инф 1 | 18 | <= 90\*103 | Полож. | 3,4±1,4 | 3,0±0,4 | - |  |
| 3 | Последовательный код 90° и 180° БУФ2 | Инф 2 | 18 | <= 90\*103 | Полож. | 3,4±1,4 | 3,0±0,4 | - |  |
| 4 | Последовательный код 90° и 180° БУФ3 | Инф 3 | 18 | <= 90\*103 | Полож. | 3,4±1,4 | 3,0±0,4 | - |  |
| 5 | Последовательный код 90° и 180° БУФ4 | Инф 4 | 18 | <= 90\*103 | Полож. | 3,4±1,4 | 3,0±0,4 | - |  |
| 6 | Импульс запуска | Тзап | 1 | <= 90\*103 | Полож. | 3,4±1,4 | 2,0±0,4 | - |  |

**2.1.3 Блоки размножения и управления сигналов**

В тракте спецвычислителя применяются два типа блоков размножения сигналов:

- Блок технического управления, размножения на 4 направления и узла сопряжения с ПЭВМ;

- Блок размножения на 4 направления.

Блок 1-го типа помимо магистральных усилителей, обеспечивающих размножение сигналов “Код”, “Пи” и “Зап/Чт” на 4 направления, включает в себя схему преобразования команд ПЭВМ в последовательный ”бифазный” код и узел технического управления ФАР. В его состав входит буферное ОЗУ, регистр техуправления, регистр состояния аппаратуры ФАР, контроллер обмена последовательным ”бифазным” кодом и схема подключения к магистралям обмена с спецвычислителями ФАР. При проведении регламентных работ к блоку подключается переносная ПЭВМ.

Линия “Код “ является двунаправленной. В состав тракта входит один блок 1-го типа.

Блок 2-го типа имеет только функцию размножения сигналов “Код”, “Пи” на 4 направления. Сигнал для переключения направления Запись/Чтение поступает от блока 1-ого типа. В состав тракта входят 16 блоков 2-го типа.

К одному каналу блока подключается шлейф из 4-х модулей.

Питание блоков +5В должно поступать с аппаратуры электропитания ФАР.

Ток потребления не более 1А на блок.

Схемотехнически блок 1-ого типа реализован на микросхемах серий 530, 559, 1533 и ПЛИС. В блоке 1-ого типа применение ПЛИС не требуется.

**2.2 Блок управления фазовращателями**

Каждый БУФ управляет матрицей фазовращателей, состоящей из 9 столбцов и 8 строк. Расположение БУФ в координатной сетке модуля (вид в сторону излучения) приведен на рисунке 6.

Рис. 6 - Расположение БУФ

Управление

от БУФ 1

Управление

от БУФ 2

Управление

от БУФ 4

Управление

от БУФ 3

31

16

15

Хф

17

9

8

0

**2.3 Модуль антенно-фидерного устройства (АФУ)**

Модуль АФУ предназначен для работы в составе антенной решетки (секции) в качестве ее элемента и представляет собой плоскую антенную решетку, состоящую из 288 излучающих элементов с проходной схемой возбуждения.

**2.3.1 Состав модуля АФУ**

В состав модуля АФУ входят:

- блок АФУ (1 шт.);

- блок управления фазовращателями (БУФ) (4 шт.);

- блок вторичного электропитания (ИВЭ) (2 шт.);

- дежурный блок (1 шт.);

- ячейка спецвычислителя (1 шт.).

Конструкция модуля АФУ обеспечивает установку в секцию 256 модулей АФУ с шагом 480 мм по вертикали и 460 мм по горизонтали. Схема расположения модулей АФУ в шкафах и шкафов в секции приведена на рисунке 7.

Компоновка входящих в модуль блоков показана на рисунках 8 и 9.

**2.3.2 Блок АФУ**

Блок АФУ представляет собой несущий каркас с пирамидальным рупором. В раскрыве рупора установлены блоки ферритовых фазовращателей в количестве 36 штук, а на его двух гранях смонтированы их четыре матрицы управления. Также в каркас вставляются блоки и ячейки, входящие в состав модуля АФУ (рисунок 4).

Каркас блока АФУ является одновременно каркасом модуля АФУ.

Все блоки ферритовых фазовращателей скомпонованы в пакет, имеющий 18 столбцов по 2 блока в каждом столбце (всего 36 блоков фазовращателей). Соседние столбцы пакета должны быть сдвинуты относительно друг друга по вертикали на 12,6 мм, а по горизонтали установлены вплотную и зафиксированы штифтами.

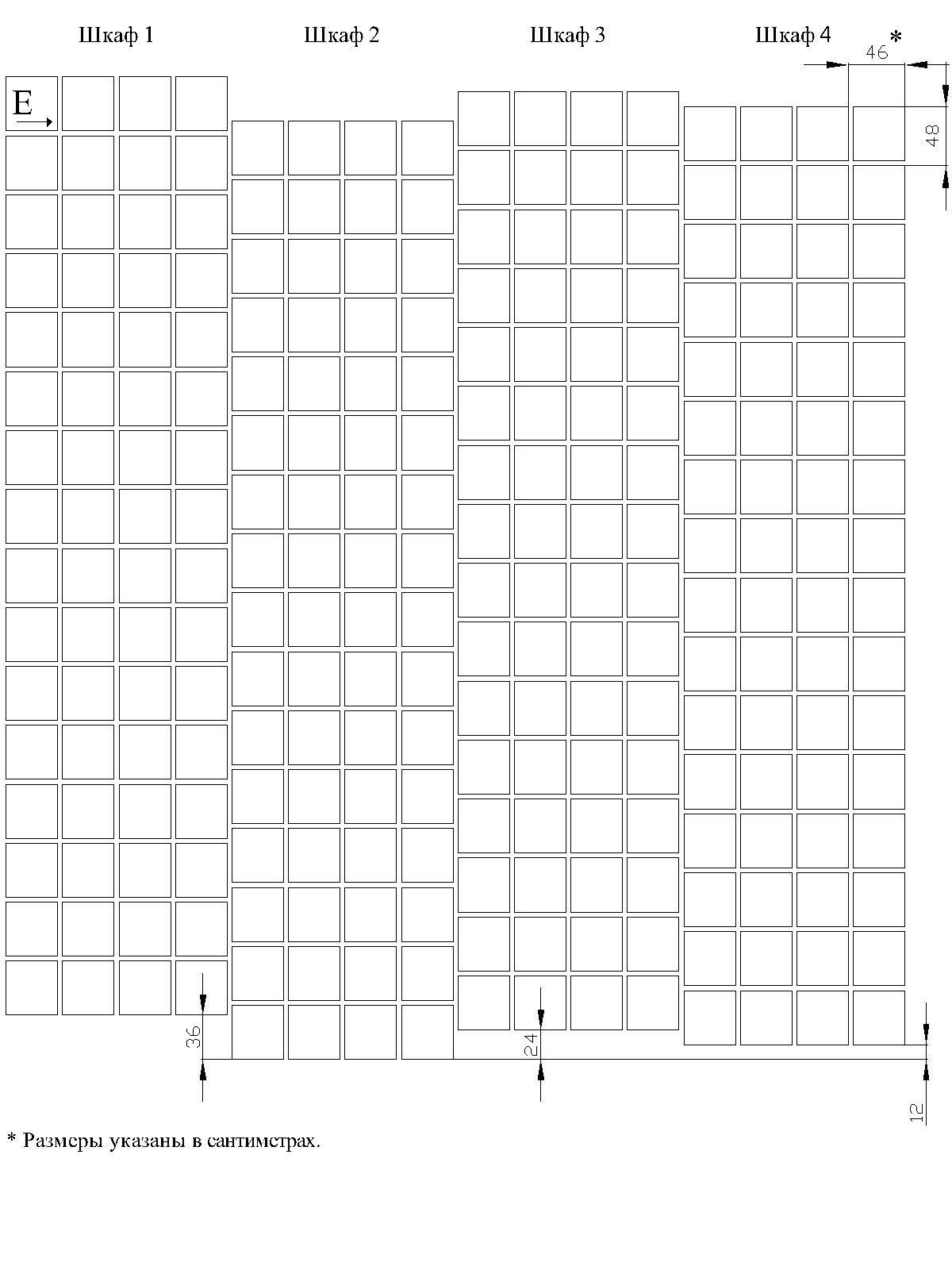


Рис. 7 - Схема расположения модулей АФУ в шкафах и шкафов в секции

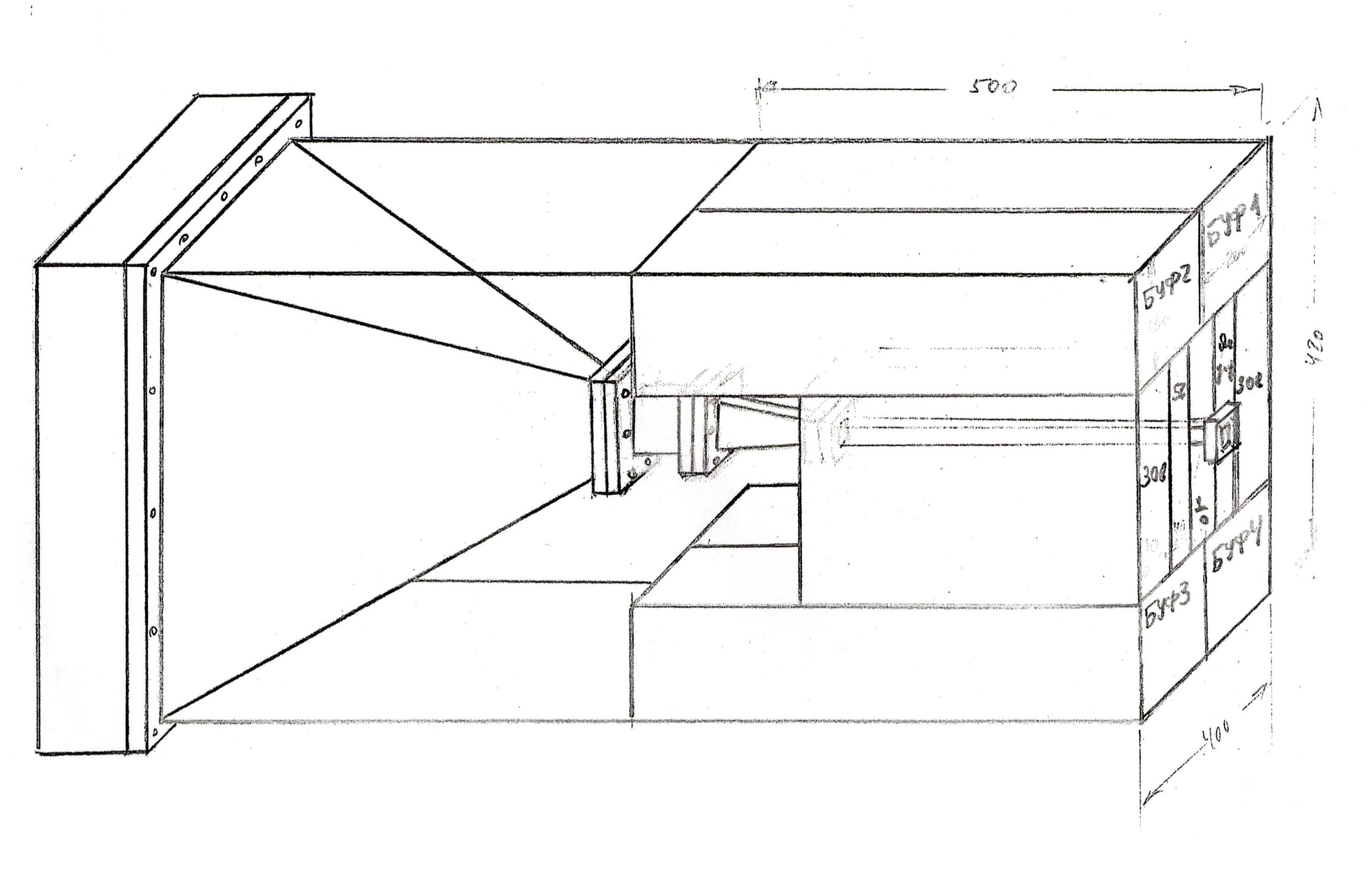


Рис. 8 - Компоновка модуля АФУ



Рис. 9 - Компоновка модуля АФУ

(вид, противоположный раскрыву рупора)

Блоки фазовращателей верхнего ряда установлены в пакете так, чтобы жгуты проводов этих блоков (вместе с разъемами) выходили на верхнюю грань рупора, а блоки нижнего ряда так, чтобы их жгуты и разъемы - на нижнюю грань.

Пакет фазовращателей имеет щели для прохождения разъемов РП15 блоков фазовращателей при сборке пакета и замене самих блоков (рис. 10).

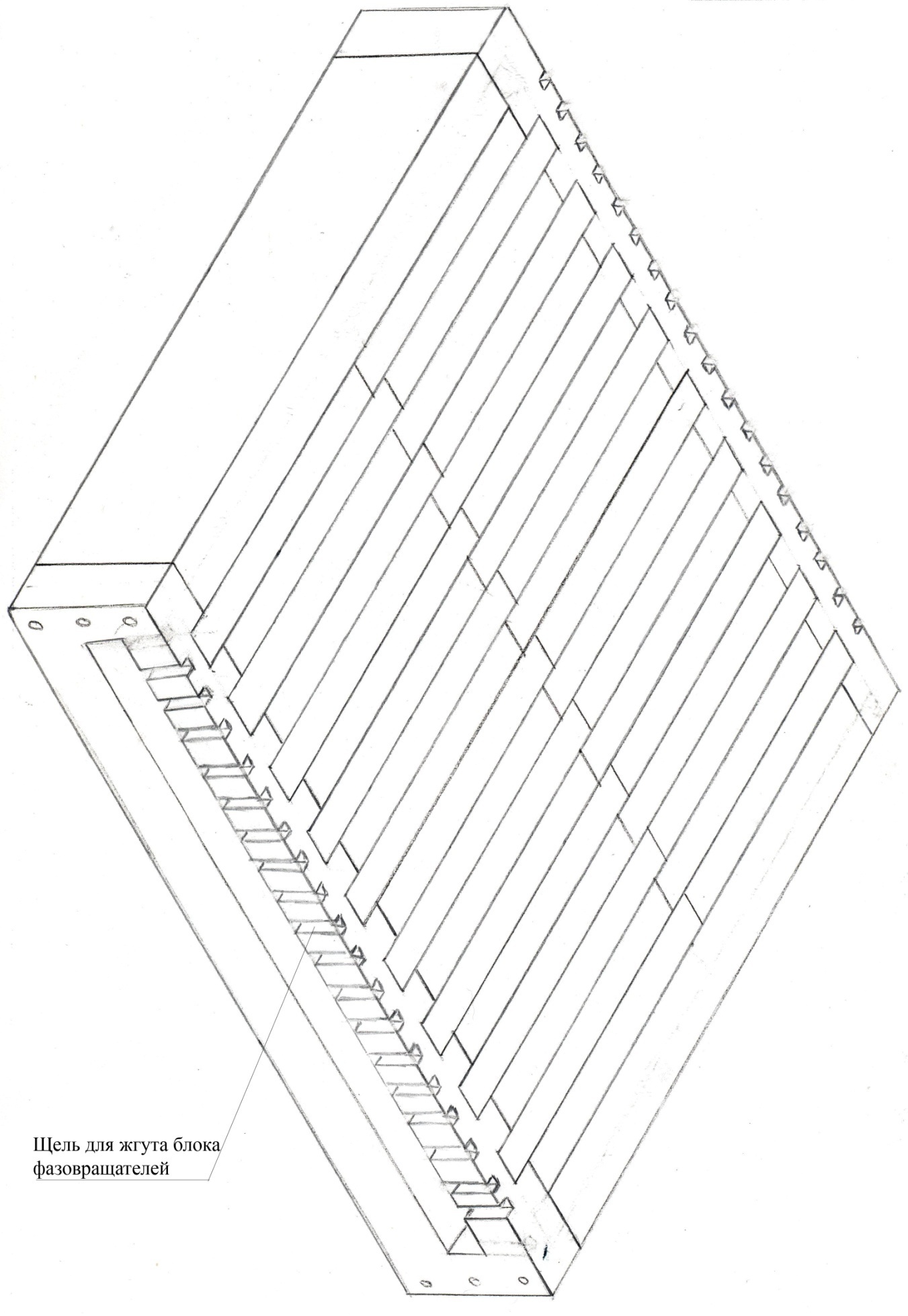


Рис. 10 - Пакет фазовращателей

**2.4 Функции спецвычислителя антенно-фидерного устройства**

Ячейка спецвычислителя модуля антенно-фидерного устройства (АФУ) (далее по тексту ячейка) предназначенна для:

- обеспечения обмена информацией АФУ с вычислительным комплексом (ВК) через тракт управления;

- расчета величин фазового сдвига 288 фазовращателей модуля АФУ приемо-передающей фазированной антенной решетки (ФАР);

- обеспечения модулей ФАР необходимыми сигналами управления.

Исходя из того, что ФАР конструктивно состоит из 4 шкафов (с координатами Уш-2 разряда, Хш-2 разряда), в каждом из которых размещено по 64 модуля (с координатами: Ум-4 разряда, Хм-2 разряда), ячейка обеспечивает управление работой 256 модулей ФАР.

Структура ФАР приведена на рисунке 11. В каждом модуле имеется 288 фазовращателей

Место ячейки спецвычислителя в адресном пространстве управления фазированной антенной решетки (ФАР) определяется запайкой на лицевом разъеме кода адреса ячейки спецвычислителя и зависит от места модуля в ФАР.

Модуль

7

15

Подрешетка

3

2

1

0

0

Ум

Уш

Рис. 11 - Структура ФАР

3

2

1

Шк4

Шк3

Шк2

Шк1

Хм

Хм

Хм

1 2 3 Хм

Хш

0

**2.4.1 Обмен информацией АФУ с вычислительным комплексом**

Ячейка обеспечивает обмен информацией с вычислительным комплексом (ВК) специальным «бифазным» кодом через аппаратуру управления по одной двунаправленной коаксиальной линии. Временная диаграмма обмена с ВК приведена на рисунке 12.

Ячейка предусматривает регулируемое количество повторных посылок от 1 до 3, при этом количество посылок определяется аппаратурой управления.

В режиме регламентных работ информация задается с клавиатуры аппаратуры управления по той же линии.

Ячейка обеспечивает прием от аппаратуры управления импульсов синхронизации Излучение/Прием (Пи). Начало Пи совпадает с началом импульса Таи (начало переключения антенны на излучение), конец импульса Пи совпадает с началом импульса Тап (начало переключения антенны на прием, при этом импульсы Тап сдвинуты относительно импульсов Таи на пол периода. Диаграмма формирования Пи приведена на рисунке 12.

Параметры импульса Пи:

- амплитуда – (3,4 + 1,0) В;

- длительность – 1,0 мс … 16,0 мс.

Ячейка для развязки по времени с ВК обеспечивает запись кодов Кфх, Кфу,Кмх, Кму, Кшх, Кшу в буферные регистры с последующей перезаписью их по переднему фронту импульса Пи в исполнительные регистры. Информация буферных регистров контролируется при их чтении в текущем цикле обмена. Информация исполнительных регистров контролируется ВК при контрольном чтении заданного модуля.

Ячейка производит последовательный расчет и одновременную выдачу на

4 блока управления фазовращателями (БУФ) значения величин фазового сдвига Аху. Процесс расчета запускается импульсами синхронизации Пи по переднему и заднему фронтам.

t

t

t

Контрольное чтение

>1 мкс

Расчет изл.

N

Расчет приема N-1

Расчет изл.

N-1

Данные N+1

t

t

Расчет

Таи

Тап

Данные N

>1 мкс

Пи

Рис. 12 - Диаграмма обмена с ВК и формирования Пи

Обмен с ВК

**2.4.2 Расчет величины фазового сдвига**

Значения величины фазового сдвига Аху для каждого фазовращателя рассчитываются по формуле:

Аху = Кфх\*Хф + Кфу\*Уф + Кмх\*Хм + Кму\*Ум + Кшх\*Хш + Кшу\*Уш +

+ Кфху + Кмху (1)

где:

- Аху - величина фазового сдвига фазовращателя;

- Хф - координата столбцов фазовращателей в модуле ( Хф для БУФ 2 и 3 может принимать значения от 0 до 8, для БУФ 1 и 4 - от 9 до 17);

- Уф - координата строки фазовращателя в модуле (Уф для БУФ 3 и 4 может принимать значения от 0 до 15, для БУФ 1 и 2 - от 16 до 31, при этом четному значению Хф должно соответствовать четное значение Уф (0, 2…30), а нечетному значению Х ф - нечетное значение Уф (1, 3…31);

- Хм и Ум - координаты модулей в каждом шкафу ФАР (Хм может принимать значения от 0 до 3, Ум - от 0 до 15);

- Хш и Уш - координаты шкафа ФАР (Хш и Уш могут принимать значения от 0 до 3);

Для расчета фазовых сдвигов ячейка получает от вычислительного комплекса следующую информацию:

- Кфху - 8 разрядные коды начальных фазовых сдвигов фазовращателей. Всего 288 чисел (по числу фазовращателей в модуле), младший разряд соответствует фазовому сдвигу π/128. Информация загружается от ВК в ОЗУ ячейки однократно после каждого включения электропитания ячейки. Значения Кфху одинаковые для всех модулей ФАР;

- Кмху - 8 разрядные коды начальных фазовых сдвигов модулей ФАР, определяемые при настройке ФАР. Всего 256 чисел, младший разряд соответствует фазовому сдвигу  π/128. Информация загружается от ВК в регистр ячейки однократно после каждого включения электропитания ячейки;

- Кфх, Кфу - 8 разрядные коды фазовых набегов для фазовращателей модуля по осям Хф и Уф соответственно, младший разряд кода соответствует фазовому сдвигу  π/128;

- Кмх, Кму - 8 разрядные коды фазовых набегов для модулей ФАР по осям Хм и Ум соответственно, младший разряд кода соответствует фазовому сдвигу  π/128;

- Кшх, Кшу - 8 разрядные коды фазовых набегов для шкафов ФАР по осям Хш и Уш соответственно, младший разряд кода соответствует фазовому сдвигу  π/128.

Для функционального управления АФУ ячейка принимает дополнительно следующие команды:

- Кафр - признак режима измерения начальных фазовых сдвигов модулей ФАР (Кафр = 1 - режим АФР), при этом адрес модуля задается разрядами 0…7 слова 0 в соответствии с таблицой 1.1;

- Ки - 2-х разрядный код режима прием/излучение (Ки = 00 - режим прием/излучение, Ки = 01 - режим излучения, Ки = 10 режим приема, Ки = 11 - резерв);

- Кр - признак режима работы ФАР (при Кр = 0 вся ФАР работает в соответствии со значением Ки, при Кр = 1 - 1-ый квадрант ФАР работает

только в режиме излучения, остальная часть ФАР - только в режиме

приема для всех подрешеток независимо от значения Ки;

- Сброс НИ - импульс сброса триггеров хранения информации о неисправности.

Ячейка распознает и выполняет режимы обмена с ВК в соответствии с признаками слова 0.

В слове 0 обмена с ВК располагаются признаки типа массива:

- ЗпИнф - признак записи Кфх, Кфу, Кмх, Кму, Кшх, Кшу во все модули ФАР;

- ЗпКфху - признак записи Кфху в ОЗУ спецвычислителя;

- ЗпКмху - признак записи кодов Кмху всем модулям ФАР, при этом адрес модуля определяется при совпадении «запайки» адреса модуля с номером слова в кодограмме обмена таблица 1.3, при этом разряды 0…7 кода записываются в четные модули по оси Ум, а разряды 8…15 – в нечетные модули;

- Чт - признак контрольного считывания выбранного типа массива из модуля с адресом, заданным разрядами 0…7 слова 0 в соответствии с таблицой 1.1;

- ТУмод - признак технического управления электропитанием модуля ;

- ТУфар - признак технического управления блоком управления ФАР (в ячейке спецвычислителя не используется);

- ВыхИнф - признак чтения ОЗУ результата расчета выходной информациии на БУФ.

**2.5 Состав и структурная схема ячейки спецвычислителя**

В состав ячейки спецвычислителя входят следующие функциональные узлы:

- узел обмена с ВК (УО);

- узел управления и синхронизации (УУС);

- узел входных регистров;

- узел ОЗУ Кфху;

- узел расчета фазовых сдвигов (УР);

- узел формирования выходных кодов фазовых сдвигов (УВ).

- узел контроля.

Структурная схема ячейки спецвычислителя АУ приведена в приложении.

В состав модуля АФУ входит блок вторичного электропитания (ИВЭ) (2 шт.).

Питание ячейки спецвычислителя осуществляется от внутреннего источника питания модуля (5.0 + 0.25) В. Ток потребления не более 2 А. Электропитание подводится через задний разъем.

**3 Технологический раздел**

**3.1 Общие сведения о структуре и программировании ПЛИС**

ПЛИС появились на мировом рынке в середине 80-х годов и сразу получили широкое распространение благодаря возможности перенести процесс создания специализированной БИС с завода на рабочее место проектировщика. Это сократило весь цикл разработки БИС до нескольких часов, значительно уменьшив соответствующие затраты.

С начала 90-х годов наибольшим спросом пользуются ПЛИС, обладающие такими характеристиками, как высокая логическая интеграция на основе технологий КМОП, быстродействие до 150 МГц и выше, возможность программирования (загрузки внутренней конфигурации) без программатора, через Byteblaster.

Всем этим требованиям соответствуют ПЛИС фирмы ALTERA (США). В настоящее время ALTERA выпускает 7 семейств ПЛИС различной архитектуры.

Рассматриваемое устройство построено на основе ПЛИС фирмы ALTERA семейства FLEX 10 K. ПЛИС этого семейства – это микросхемы сверхбольшой интеграции (до 100 тысяч эквивалентных логических вентилей). Функциональной особенностью этих ПЛИС является то, что они впервые объединяют на одном кристалле такие узлы, как ОЗУ и комбинаторную логику.

Основу архитектуры этих микросхем составляют конфигурируемые логические блоки (КЛБ или CLB), блоки входа-выхода и трассировочные линии.

Технической особенностью семейства FLEX10K явились структурные элементы, называемые специализированными битовыми блоками (СББ), или EAB -embedded array blocks, предназначенные для эффективной реализации функций памяти и сложных логических устройств (умножителей, конечных автоматов, цифровых фильтров и т.д.). Один такой блок имеет емкость 2 килобита и позволяет сформировать память с организацией 2048 х 1, 1024 х 2, 512 х 4 или 256 х 8, работающую с циклом 12-14 нс. Построение памяти на основе СББ значительно эффективнее так называемой распределенной памяти, используемой, например, в ПЛИС семейства XC4000Е фирмы Xilinx, в которых каждый логический блок (CLB) может реализовать блок памяти объемом 32 бита с организацией 32 х 1 или 16 х 2.

Очевидно, что формирование памяти достаточно большой емкости требует, во-первых, большого количества КЛБ, что снижает логические возможности ПЛИС, а во-вторых, резко увеличивает число внутрисхемных соединений, ограничивая коммутационную гибкость внутри микросхемы и снижая быстродействие.

Еще одним важным преимуществом СББ, особенно если речь идет об устройствах, работающих в режиме реального времени, является независимость временных параметров от типа ПЛИС.

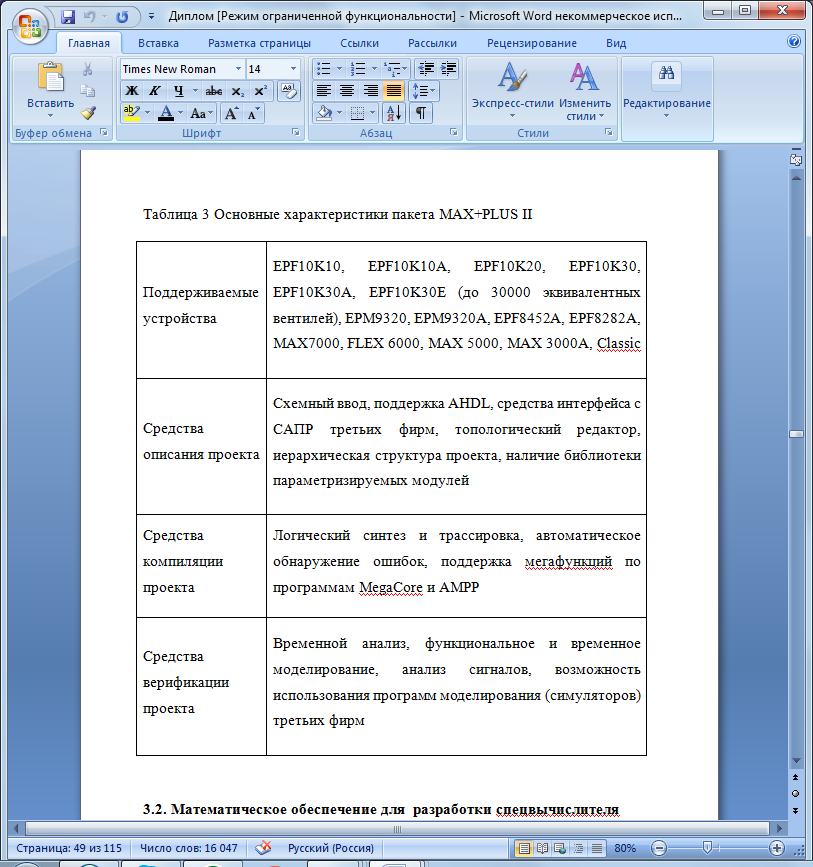
СББ позволяют создавать самые различные функции памяти: синхронное и асинхронное, в том числе и двухпортовое ОЗУ, буферы FIFO (First In First Out) и др. В частности, реализация FIFO на ПЛИС весьма экономична, т.к. все сопутствующие операции (буферизация и обработка данных, генерация битов паритета) при этом также выполняются внутри микросхемы.

Использование СББ значительно повышает эффективность и быстродействие создания сложных логических устройств, например, умножителей. Так, каждый СББ может выполнять функции умножителя 4 х 4, 5 х 3 или 6 х 2.

Важная особенность проектирования цифровых устройств на ПЛИС ALTERA состоит в том, что специально для них разработан пакет "MAX+PLUS II". Название системы MAX+PLUS II является аббревиатурой от Multiple Array MatriX Programmable Logic User System (Пользовательская система программируемой логики матричных упорядоченных структур). Система МAX+PLUS II разработана фирмой Altera и обеспечивает многоплатформенную архитектурно независимую среду создания проекта, легко приспосабливаемую для конкретных требований пользователя. Система MAX+PLUS II имеет средства удобного ввода проекта, его быстрой компиляции и непосредственного программирования устройств.

В Таблице 3 приведены основные характеристики пакета MAX+PLUS II фирмы Altera.

Таблица 3 - Основные характеристики пакета MAX+PLUS II



**3.2 Математическое обеспечение для разработки спецвычислителя**

Возможности системы "MAX+PLUS II":

- возможности использования текстового языка поведенческого описания схемы;

- использовать графический редактор с библиотеками всевозможных логических схем;

- синтеза схемы на ПЛИС;

- формирования файла прошивки (конфигурации);

- временного анализа результатов проектирования;

- структурного редактора для управления использованием ресурсов ПЛИС.

Система MAX+PLUS II разработана фирмой Altera и обеспечивает многоплатформенную архитектурно независимую среду создания проекта, легко приспосабливаемую для конкретных требований пользователя. Система MAX+PLUS II имеет средства удобного ввода проекта, его быстрой компиляции и непосредственного программирования устройств.

Система MAX+PLUS II предлагает полный спектр средств проектирования ПЛИС: разнообразные средства описания проекта для создания проектов с иерархической структурой, логический синтез, компиляцию с заданными временными параметрами, разделение проекта на несколько ПЛИС, функциональное и временное тестирование (симуляцию), тестирование нескольких связанных устройств, анализ временных параметров системы, автоматическую локализацию ошибок, а также программирование (загрузку) и верификацию устройств. В системе MAX+PLUS II можно работать как с файлами описаний на языке AHDL, файлами описания межсоединений в формате EDIF, файлами на языках описания аппаратуры Verilog HDL и VHDL, возможно использовать схемные файлы OrCAD.

Система MAX+PLUS II предлагает пользователю удобный и простой в использовании графический интерфейс, дополненный иллюстрированной справочной системой. В полную систему MAX+PLUS II входят 11 полностью внедренных в систему приложений. Логический дизайн (design), включая все поддизайны (subdesign), называется в системе MAX+PLUS II проектом (project). Структура ячейки спецвычислителя представлена с использованием программы MAX+PLUS II на рисунке 13.

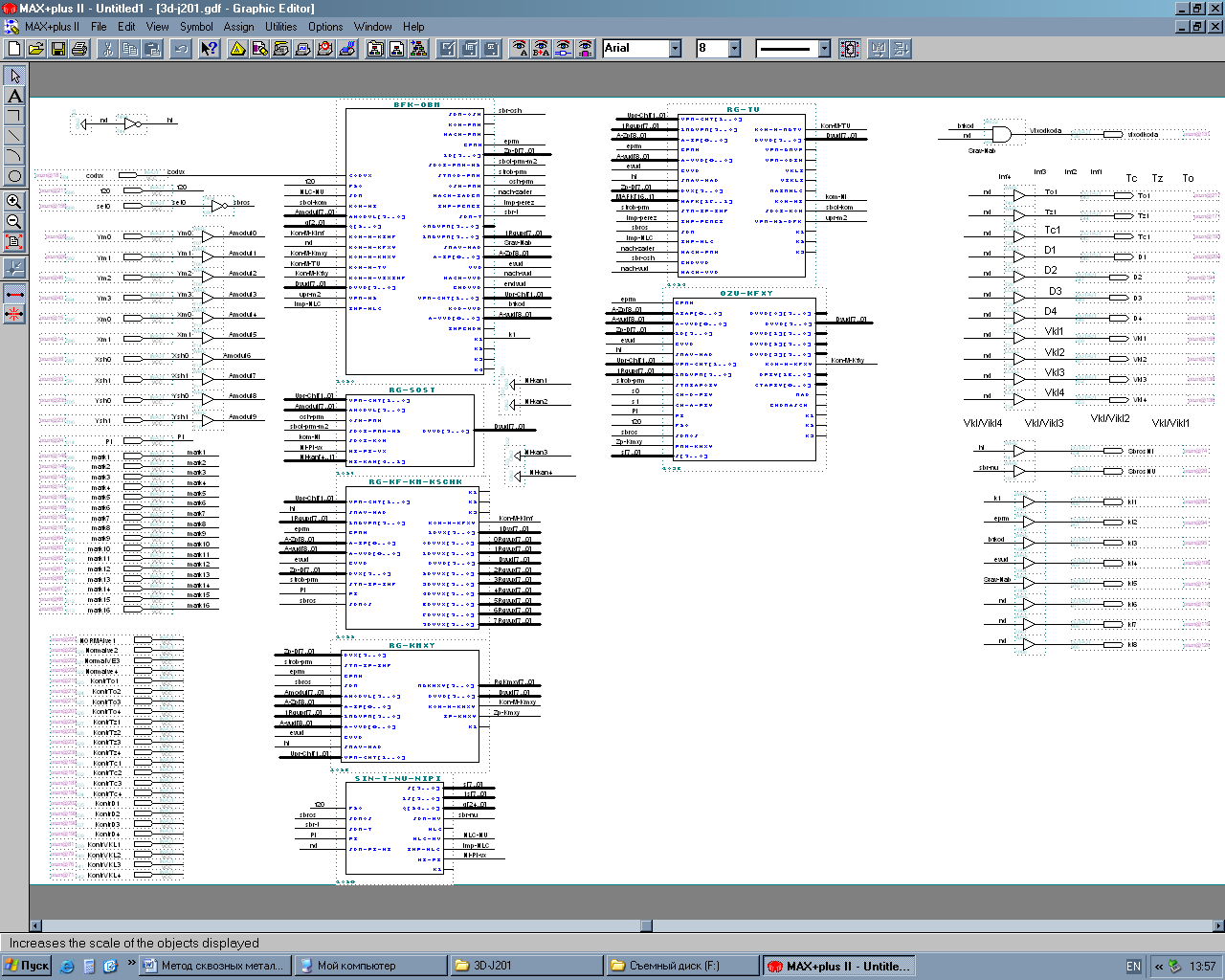


Рис. 13 - Структура ячейки спецвычислителя в программе MAX+PLUS II

**3.2.1 Приложения в системе “MAX+PLUS II”**

Для ввода описания проекта (Design Entry) возможно описание проекта в виде файла на языке описания аппаратуры, созданного либо во внешнем редакторе, либо в текстовом редакторе MAX+PLUS II (Text Editor), в виде схемы электрической принципиальной, созданной с помощью графического редактора Graphic Editor, в виде временной диаграммы, созданной в сигнальном редакторе Waveform Editor. Для удобства работы со сложными иерархическими проектами каждому поддизайну может быть сопоставлен символ, редактирование которого производится с помощью графического редактора Symbol Editor. Размещение узлов по ЛБ и выводам ПЛИС выполняют с помощью поуровневого планировщика (редактора топологий) Floorplan Editor.

Верификация проекта (Project verification) выполняется с помощью симулятора (simulator), результаты работы которого удобно просмотреть в сигнальном редакторе Waveform Editor, в нем же создаются тестовые воздействия.

Компиляция проекта, включая извлечение списка соединений (Netlist Extractor), построение базы данных проекта (Data Base Builder), логический синтез (logic synthesis), извлечение временных, функциональных параметров проекта (SNF Extractor), разбиение на части (Partioner), трассировка (Fitter) и формирование файла программирования или загрузки (Assembler) выполняются с помощью компилятора системы (Compiler).

Непосредственно программирование или загрузка конфигурации устройств с использованием соответствующего аппаратного обеспечения выполняется с использованием модуля программатора (Programmer).

Многие характерные команды, такие как открытие файлов и работа с ними, ввод назначений устройств, выводов и логических элементов, компиляция текущего проекта – похожи для многих приложений системы MAX+PLUS II. Редакторы для разработки проекта (графический, текстовый и сигнальный) имеют много общего со вспомогательными редакторами (топологий и символьным). Каждый редактор разработки проекта позволяет выполнять похожие задачи (например, поиск сигнала или символа) похожим способом. Можно легко комбинировать разные типы файлов проекта в иерархическом проекте, выбирая для каждого функционального блока тот формат описания проекта, который больше подходит. Поставляемая фирмой Altera большая библиотека мега- и макрофункций, в том числе функции из библиотеки параметризованных моделей (LPM), обеспечивает широкие возможности ввода проекта.

Можно одновременно работать с разными приложениями системы MAX+PLUS II. Например, можно открыть несколько файлов проекта и переносить информацию из одного в другой в процессе компиляции или тестирования другого проекта. Или например, просматривать все дерево проекта и в окне просмотра перемещаться с одного уровня на другой, а в окне редактора будет появляться выбранный вами файл, причем вызывается автоматически соответствующий редактор для каждого файла.

Основой системы MAX+PLUS II является компилятор, обеспечивающий мощные средства обработки проекта, при этом можно задавать нужные режимы работы компилятора. Автоматическая локализация ошибки, выдача сообщения и обширная документация об ошибках ускоряют и облегчают проведение изменений в дизайне. Можно создавать выходные файлы в разных форматах для разных целей, таких как работа функций, временных параметров и связи нескольких устройств; анализа временных параметров; программирования устройства.

Если в разработанных ранее спецвычислителях, с подобными задачами, аппаратура размещалась в 4 шкафах, которые по многопроводным кабельным линиям соединяются с модулями ФАР, то применение ПЛИС позволит разместить аппаратуру спецвычислителя непосредственно в модулях АФУ, при этом образуется тракт управления модулями, состоящий из встроенных в модули ячеек спецвычислителя, блоков размножения сигналов и небольшого количества радиочастотных кабелей.

Исходя из приведенного выше описания ПЛИС, средств проектирования и требований по управлению 256 модулями появляется возможность распределения управления АФУ непосредственно по модулям, вводя в них специальные спецвычислители.

**3.3 Выбор среды проектирования спецвычислителя**

Аппаратура управления производит расчет и выдачу на антенно-фидерное устройство (АФУ) кодов для расчета фазового сдвига фазовращателей Аху одновременно для 256 модулей. Исходя из этого, тракт должен состоять из 256 узлов расчета Аху.

Современная импортная элементная база, в том числе программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС), позволяет размещать крупные схемотехнические образования в физических объемах во много раз меньших, чем выполненных на традиционных микросхемах.

Инструментальный язык стенда предназначен для разработки текстовых модулей (файлов) программ проверки параметров (ППП) аппаратуры, проверяемой на стенде C23-01 и включает в себя средства символического кодирования аппаратно-программных средств стенда в соответствии с алгоритмом проверки[24].

Программа проверки подразумевает:

Файл входной и выходной информации (ВВ), где входная информация – есть символическое описание воздействий стенда на входы проверяемой аппаратуры, а выходная – описание ожидаемых значений сигналов на выходах проверяемой аппаратуры[24].

Программа проверки параметров ячейки :

1. м1=21\_м2=00\_1р:00=0\_9р:06=0\_з0020\_у147=0000\_у148=8000\_

у146=у147Vу148\_5р:00-07=0\_6р:00-07=0\_7р:00-07=0\_

2р=у147\_у001=0800\_у002=0000\_у003=0000\_у004=0000\_М1:02\_И\_

т0001\_з0008\_у148=0800\_у146=у147Vу148\_у250=C0C5\_м1:17\_И\_

т0001\_у200=0002\_у201=0000\_у202=0000\_

у149=0000\_у203=у147Vу149\_з0004\_у148=9000\_у146=у147Vу148\_

м1:41\_И\_т0001#|Зад.:М1-БФК,М1-БФК,|Пи=0,блокир НИ,Груп.ВЫКЛ

2. у150#в0005(у150=0001)\_в0006(у150=0002)\_в0182(у150=0003)\_

в0190(у150=0004)\_в0193(у150=0005)\_в0208(у150=0006)\_

в0214(у150=0007)\_в0208(у150=0008)\_в0300(у150=0009)\_

в0317(у150=FFFF)\_б0002|Диспетчер реж.раб.

3. #|

4. #|

|

|Задание адреса модуля

|

Далее код программы рассмотрен в приложении 1.

**3.4 Принципы конструирования и необходимое технологическое обеспечение**

По условиям эксплуатации ячейка относится к аппаратуре группы 1.1 умеренно-холодного (УХЛ) климатического исполнения по ГОСТ В20.39.304-76.

Основным внешним воздействием снижающим надежность ячейки является верхняя граница диапазона рабочих температур.

Температура внутри СВ не должна превышать + 40 0С.

Ячейка должна быть защищена от воздействия электростатических помех.

Ячейка представляет собой нестандартную ячейку на многослойной печатной плате.

Ориентировочные габаритные размеры ячейки: 325,25х178х45 мм.

Связъ с ВК производится через лицевой 25 – контактный разъем, связь с аппаратурой модуля – через 135 – контактный задний разъем.

Ячейка располагается в модуле между блоками модуля над волноводом и отгораживается от воздействия электростатических полей защитными экранирующими стенками.

Охлаждение СВ производится от встроенного в модуль вентилятора.

Остальная аппаратура ячейки (разветвители) располагается на конструкциях АП на минимальном удалении от потребителей. Особенностью технологического обеспечения является необходимость специального оборудования для пайки многоконтактных ПЛИС. Процесс распайки ПЛИС на ОП НИИДАР освоен.

Текущий ремонт восстанавливаемых съемных элементов АУ обеспечивается настроечно-ремонтной лабораторией (НРЛ) на стендовом оборудовании.

**4 Экологическая часть**

Электромагнитные излучения при интенсивностях, выше нормативных показателей, могут вызвать в организме человека необратимые изменения, из-за которых человек получает профессиональное заболевание. Поэтому защита человека от воздействия электромагнитных излучений повышенных интенсивностей является одной из главных проблем.

Действие ЭМП зависит от частоты колебания волны. С повышением частоты, то есть с уменьшением длины волны, биологическое действие электромагнитного поля становится более выраженным.

Поглощаемая тканями энергия ЭМП превращается в тепловую энергию. На частотах примерно до 10 МГц размеры тела человека малы по сравнению с длиной волны, диэлектрические процессы в тканях выражены слабо. Поэтому можно считать тело человека однородным проводящим эллипсоидом.

На повышенных частотах, особенно в диапазонах УВЧ и СВЧ, с длиной волны сравнимы и размеры тела и толщины слоев тканей, в тканях становятся существенными и даже преобладающими диэлектрические потери, заметными оказываются и различия в свойствах тканей – тело уже нельзя считать однородным. Необходимо также учитывать отражение энергии поля от поверхности тела.

**4.1 Экологическая оценка компьютеризации общества**

Быстрое развитие компьютерной техники и глобальная компьютеризация мирового общества повышают проблемы в области экологии. Важнейшими лимитирующими факторами в условиях глобальной компьютеризации мирового общества, является степень разрушения литосферы, вытеснение флоры и фауны в результате поиска, разработки и добычи полезных ископаемых, получении материалов, необходимых для изготовления компьютерной техники. При производстве материалов технологические процессы отрицательно влияют на атмосферу, гидросферу и литосферу, выделяя в больших объемах вредные вещества и отходы производства. Постепенно возрастает загрязнение атмосферы, гидросферы и литосферы за счет утилизации, переработки и захоронения материалов компьютерной техники после окончания срока эксплуатации. При изготовлении компьютерной техники, производства модулей, блоков, печатных плат технологические процессы отрицательно влияют на окружающую среду, потребляя невосполнимые запасы топлива, химические вещества и запасы воды, загрязняя атмосферу, гидросферу и образуя промышленные отходы.

Для производства одного ПЭВМ (системный блок, монитор, принтер) с общим весом 24 кг требуется на технологические расходы 240 кг ископаемого невосполнимого топлива для необходимых энергоносителей, 22 кг химических веществ и 1500 кг воды.

Компьютеризация, как и любая другая наукоемкая технология, привела к гамме факторов, приводящих к отрицательному воздействию на природу и человека, как составной части. Отрицательное воздействие на природу образовавших вредных факторов создают необратимые процессы в глобальной и локальной экологических системах, последствия которых сегодня трудно предугадать. Необходимость изучения проблемы экологии при компьютеризации мирового общества обусловлено, прежде всего, тем, что «цикл жизни» компьютерной техники – это не только его эксплуатация, но и производство и утилизация после окончания срока эксплуатации.

Экологическая оценка компьютерной техники должна рассматриваться на стадиях разработки и получения необходимых материалов, изготовления, эксплуатации, утилизации и переработке компьютерного лома после окончания срока эксплуатации. Все эти этапы с точки зрения загрязнения природы проходят следующие этапы:

1. На первой стадии при разработке и добычи сырья для производства черных, цветных и редких металлов происходит разрушение окружающей среды (уничтожатся или вытесняются флора и фауна, разрушается рельеф местности, истощаются недра земли).

2. На второй стадии при разработке сырья, технологические процессы производства металлов и материалов отрицательно влияют на окружающую среду, выделяя в больших объемах пыль и вредные вещества в атмосферу и гидросферу, создают большое количество промышленных отходов.

3. На третьей стадии при изготовлении компьютерной техники производство модулей, блоков, печатных плат технологические процессы отрицательно влияют на окружающую среду, выделяя вредные вещества в атмосферу, гидросферу и создают промышленные отходы.

4. На четвертой стадии при изготовлении компьютерной техники, возникают три фактора, отрицательно влияющих на окружающую среду:

Возрастает номенклатура и количество расходных материалов;

Широкий спектр различных излучений, который оказывает отрицательное воздействие не только на конкретного пользователя, но и на все население, усиление «электросмога» в мегаполисе повышает вероятность сердечнососудистых заболеваний, нарушение центральной нервной системы, приводит к повышенной утомляемости людей;

Повышение расхода электроэнергии, а, следовательно, всех энергоносителей.

5. На пятой стадии после окончания срока эксплуатации компьютерной техники, возникают проблемы утилизации и переработки отдельных блоков, модулей, печатных плат, а также извлечение редких металлов из перечисленных узлов.

После окончания срока эксплуатации компьютерной техники, образуется лом, одна тонна которого содержит 480 кг черных металлов, 200 кг меди, 32 кг алюминия, 32 кг серебра, 1 кг золота, остальное 33 элемента таблицы Д. И. Менделеева, 230 кг пластмассы.

На стадии утилизации и переработке «компьютерного лома» возникают сложные научно-технические задачи из-за отсутствия надежной и эффективной технологии изготовления элементов из деталей ПЭВМ. Наличие в составе материалов ПЭВМ фтористо-хлористых соединений углеводорода, бромосодержащих средств защиты от возгорания, а также наличие пластмасс отрицательно влияют на природу. Из пластмасс только 20% может быть переработано, остальное требует захоронения. Часть элементов таблицы Д. И. Менделеева: германий, галлий, барий, тантал, ванадий, бериллий, европий, титан, марганец, актиний, висмут, хром, кадмий, ниобий, иттрий, ртуть, мышьяк в силу сложности извлечения практически не подлежат переработке и оседают в виде примесей в переработанном компьютерном ломе. Снижение негативного воздействия компьютеризации на природу может быть обеспечено складывающимися следующими направлениями:

1. сокращением номенклатуры элементов таблицы Д. И. Менделеева на стадии изготовления отдельных деталей компьютерной техники.

2. разработкой и производством «экологически чистых» компьютеров;

3. созданием технологических процессов, обеспечивающих прецизионное извлечение и переработку элементов таблицы Д. И. Менделеева из отдельных деталей;

4. разработкой комплекса нормативных документов, стандартов безопасности и эргономики всеми государствами, которые производят и эксплуатируют компьютерную технику.

Понимание перечисленных проблем имеет важное значение для будущего человеческого общества. Глубокие знания специалистов в области компьютерных технологий «жизненного цикла» компьютерной техники и умение составить экологический баланс является новым этапом в понимании экологической составляющей этой проблемы будущего.

**5 Безопасность жизнедеятельности**

**5.1 Анализ вредных факторов при длительных статических нагрузках на пользователя**

Анализ вредных факторов при длительных статических нагрузках на пользователя проведен в соответствии со следующими рекомендациями.

Эксплуатация современного оборудования (ПЭВМ) и технологического процесса на этом оборудовании (разработка, отладка и реализация программного продукта) сопровождаются возникновением вредных производственных факторов.

Одним из основополагающих понятий вредного воздействия эксплуатации компьютерной техники является синдром длительных статических нагрузок (СДСН). Этот синдром является следствием длительного пребывания пользователя в одном и том же положении и повторении одних и тех же трудовых операций[18].

СДСН обусловлен статическим состоянием пользователя при выполнении им операции на ПЭВМ, в результате несовершенных эргономических характеристик оборудования, мебели и рабочего места.

Структурная схема связи ПЭВМ – программируемый продукт – пользователь представлена на рисунке 14.

ПЭВМ

Разработка, отладка и реализация программного продукта

Вредные факторы

Последствия на пользователей

Рис. 14 – Структурная схема ПЭВМ – пользователь

Характерные особенности трудовых операций на компьютере заключаются в однотипных постоянных движениях кистей и пальцев при нажатии на клавиши с целью ввода, поиска, печатания, построения, анализа необходимой информации, изображаемой в текстовой форме на экране монитора под контролем зрения. Следовательно, ведущими компонентами трудового процесса при работе на компьютере служат однообразные многократно повторяющиеся нагрузки на руки и постоянное зрительное напряжение, а также нервно-эмоциональное напряжение, связанное с ответственностью за решение выполняемых задач. Постоянное сидячее положение связано со статическим напряжением опорно-двигательной системы оператора, в связи с поддержкой рабочей позы и пониженной общей двигательной активностью. Особая опасность компьютера для здоровья состоит в том, что все вредные факторы дают о себе знать не сразу, а спустя некоторое время[18].

В результате неправильной осанки может развиться грыжа межпозвоночных дисков шейного или поясничного отделов, перенапряжение мышцы шеи, плеча и грудной клетки. При многочасовой работе с неправильной осанкой также могут быть признаки травмы запястья – ладони и запястья немеют, опухают, возникают боль и покалывание указательного и среднего пальцев. Необходимо учитывать параметры микроклимата которые приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Допустимые параметры микроклимата

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Период года | Категория работы | Температура, ° С | Относительная влажность, % | Скорость движения  воздуха, м/с |
| опти­мальная | опти­мальная | опти­мальная |
| Холодный | Легкая 1 а | 22-24 | 40-60 | не более 0,1 |
| Легкая 1 б | 21 -23 | 40-60 | не более 0,1 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Теплый | Легкая 1 а | 23-25 | 40-60 | не более 0,1 |
| Легкая 1 б | 22-24 | 40-60 | не более 0,2 |

Категория работ:

1) Легкая 1 а – работы, производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением;

2) Легкая 1 б – работы, производимые сидя и стоя;

Несоответствие параметров микроклимата нормам, чрезмерная запыленность и загазованность – в первую очередь углекислым газом и аммиаком при повышенной температуре и влажности воздуха (особенно в холодный период года). От этого страдают органы дыхания, снижается содержание кислорода в крови и в мышечных тканях сердца, мозга, глаз.

**5.2 Организация рабочего места**

Оптимально организованное рабочее место и взаимное расположение всех его элементов соответствует антропометрическим, физическим и психологическим требованиям. Большое зна­чение имеет также характер работы. В частности, при организации рабочего места програм­миста рекомендуется соблюдать следующие основные условия: эргономичное размеще­ние оборудования, входящего в состав рабочего места и достаточное рабочее простран­ство, позволяющее осуществлять все необходимые движения и перемещения[19].

Эргономическими аспектами проектирования видеотерминальных рабочих мест, в частности, являются: высота рабочей поверхности, размеры пространства для ног, тре­бования к расположению документов на рабочем месте (наличие и размеры под­ставки для документов, возможность различного размещения документов, расстояние от глаз пользователя до экрана, документа, клавиатуры и т.д.), характеристики рабочего кресла, требования к поверхности рабочего стола, регулируемость элемен­тов рабочего места.

Рабочий стол регулируется по высоте в пределах 680-800 мм; при отсутствии такой возможности его высота обычно составляет 725 мм. Оптимальные размеры рабочей поверхности столешницы – 1400х1000 мм. Под столешницей рабочего стола находится свободное пространство для ног с размером по высоте не менее 600 мм, по ширине – 500 мм, по глубине – 650 мм. На поверхности рабочего стола для документов необходимо предусматривать размещение специальной подставки, расстояние которой от глаз аналогично расстоянию от глаз до клавиатуры, что позволяет снизить зрительное утомление.

Зоны досягаемости рук в горизонтальной плоскости с обозначением основных зон досягаемости показаны на рисунке 15.

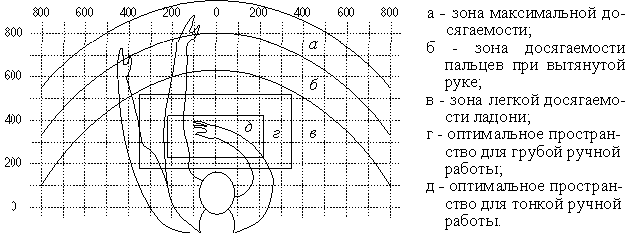


Рис. 15 - Зоны досягаемости рук в горизонтальной плоскости

Оптимальное размещение предметов труда и документации в зонах досягаемости:

Дисплей размещается в зоне а (в центре);

Системный блок размещается в предусмотренной нише стола;

Клавиатура размещается в зоне г/д;

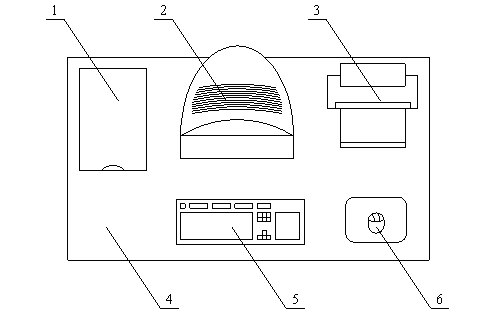
«Мышь» размещается в зоне в справа;

Сканер размещается в зоне а/б (слева);

Принтер находится в зоне а (справа);

На рисунке 16 показан пример размещения основных и периферийных составляющих ПК на рабочем столе пользователя.

Документация: необходимая при работе – в зоне легкой досягаемости ладони – в, а в выдвижных ящиках стола – литература, неиспользуемая постоянно. Рабочий стул (кресло) снабжен подъемно-поворотным устройством, обеспечивающим регуляцию высоты сидений и спинки; его конструкция предусматривает также изменение угла наклона спинки. Рабочее кресло имеет подлокотники.



1 – сканер, 2 – монитор, 3 – принтер, 4 – поверхность рабочего стола,

5 – клавиатура, 6 – манипулятор типа «мышь»

Рис. 16 - Размещение основных и периферийных устройств ПЭВМ

Регулировка каждого параметра должна осуществляться легко, быть независимой и иметь надежную фиксацию. Высота поверхности сидения регулируется в пределах 400-500 мм. Ширина и глубина сиденья составляет не менее 400 мм. Высота опорной поверхности спинки – не менее 300 мм, ширина – не менее 380мм. Радиус ее кривизны в горизонтальной плоскости – 400 мм. Угол наклона спинки изменяется в пределах 90-110o к плоскости сиденья. Рекомендуемый материал покрытия рабочего стула обеспечивает возможность легкой очистки от загрязнения. Оптимальная поверхность сиденья и спинки – полумягкая, с нескользящим, не электризующим и воздухопроницаемым покрытием.

На рабочем месте необходимо предусматривать подставку для ног. Ее длина составляет 400 мм, ширина – 300 мм. Предусматривается регулировка высоты в пределах от 0 – 150 мм и угла её наклона в пределах 0 – 200, а также рифленое покрытие и бортик высотой 10 мм по нижнему краю.

Клавиатуру рекомендуется располагать на поверхности стола на расстоянии 100 – 300 мм от края, обращенного к пользователю или на специальной, регулируемой по высоте рабочей поверхности, отделенной от основной столешницы. Большое значение придается правильной рабочей позе пользователя. При неудобной рабочей позе могут появиться боли в мышцах, суставах и сухожилиях. Требования к рабочей позе пользователя следующие: наклон головы не более, чем на 20o; плечи расслаблены; предплечья и кисти рук – в горизонтальном положении[20].

Необходимо также учитывать режим труда (перерывы на отдых) предоставленный в таблице 5.

Таблица 5 – Время регламентных перерывов в зависимости от продолжительности рабочей смены, вида и категории трудовой деятельности с видеомонитором

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Категория работы с видео-монитором | Уровень нагрузки за рабочую смену при видах работ с видеомонитором | | | Суммарное время регламентированных перерывов, мин. | |
| Группа А, количество знаков | группа Б, количество знаков | группа С, час. | При 8-часовой смене | при 12-часовой смене |
| I | до 20000 | до 15000 | до 2,0 час | 30 | 70 |
| II | до 40000 | до 30000 | до 4,0 час | 50 | 90 |
| III | до 60000 | до 40000 | до 6,0 час | 70 | 120 |

Для снятия утомления с туловища и ног выполняют физические упражнения для мышц ног, живота и спины для усиления венозного кровообращения в этих частях тела, что способствует предотвращению застойных явлений крово- и лимфообразования, отечности в нижних конечностях.

Физические упражнения выполняются в форе физкультурной пятиминутки:

Исходное положение (и.п.) – основная стойка. 1 – шаг влево, руки к плечам, прогнуться. 2. И.п. 3-4 – то же в другую сторону. Повторить 6-8 раз. Темп медленный.

И.п. – стойка руки врозь. 1 – упор присев. 2 – и.п. 3. – наклон вперед, руки впереди. 4 – и.п. Повторить 6-8 раз. Темп средний.

И.п. – стойка ноги врозь, руки за голову. 1-3 – круговые движения тазом в одну сторону. 4-6 – то же в другую сторону. Повторить 4-6 раз. Темп средний

Создание благоприятных условий труда и правильное эстетическое оформление ра­бо­чих мест на производстве имеет психологическое значение и снижает психологические нагрузки на пользователя.

6 Организационно-экономический раздел

6.1 Планирование разработки программного обеспечения с построением графика

В данном разделе определяется трудоёмкость и затраты на создание ПО, а так же производится расчёт основных технико-экономических показателей проекта.

**6.1.1 Определение трудоемкости и продолжительности работ по созданию ПО**

Процесс разработки включает: обзор существующих систем, анализ и выбор программных продуктов для создания программы; отладка; испытание. В свою очередь, каждый из этих этапов можно подразделить на отдельные подэтапы и входящие в них работы.

Согласно ГОСТ 23501.1−79 регламентируются следующие стадии проведения исследования:

* техническое задание − ТЗ (ГОСТ 23501.2 − 79);
* эскизный проект − ЭП (ГОСТ 23501.5 − 80);
* технический проект − ТП (ГОСТ 23501.6−80);
* рабочий проект − РП (ГОСТ 23501.11−81);
* внедрение −ВП (ГОСТ 23501.15−81).

Планирование стадий и содержания работ осуществляется в соответствии с [5.1]. На всех стадиях проведения исследования выполняются следующие виды работ, перечень которых показан в таблице 5.

Таблица 5 - Состав работ и стадии разработки ПО

|  |  |
| --- | --- |
| Стадии разработки | Перечень работ |
| 1 | 2 |
| Техническое задание | * + постановка задачи;   + согласование ТЗ с за­казчиком;   + определение требований к системе;   + определение стадий, этапов и сроков разработки ПО;   + утверждение ТЗ; |
| Эскизный проект | * + анализ систем схожей тематики;   + рассмотрение и ут­верждение ЭП;   + разработка оконча­тельных технических решений;   + разработка документации для изго­товления и испытания опытного образца; |
| Технический проект | * рассмотрение и ут­верждение ТП; * подбор материалов; * проработка ТЭД, принципиальных схемных и конструк­тивных решений; |
| Рабочий проект | * + - изготовление образца;     - проведение предвари­тельных испытаний опытного образца;     - корректировка рабо­чей документации по результатам изготов­ления и предвари­тельных испытаний образца;     - доработка образца по документации для предъявления на приемочные испы­тания |
| Внедрение | * приемочные испыта­ния образца; * анализ данных, полученных в результате эксплуатации; * проверка, согласова­ние и утверждение ра­бочей документации |

Примечание.

ТЗ — техническое задание; ТП – техническое предложение; ЭП – эскизный проект;

ТЭД – тактико-экономические данные.

Трудоемкость выполнения работ по созданию ПО определяется по сумме трудоемкости этапов и видов работ, оцениваемых экспертным путем в человеко-днях, и носит вероятностный характер, так как зависит от множества трудно учитываемых факторов.

Трудоемкость каждого вида работ определяется по формуле:

 (2)

где  ⎯ минимально возможная трудоемкость выполнения отдельного вида работ;  ⎯ максимально возможная трудоемкость выполнения отдельного вида работ.

Продолжительность каждого вида работ в календарных днях (*Ti*) определяется по формуле:

 (3)

где  ⎯ трудоемкость работ, [человеко-дни];  ⎯ численность исполнителей, [чел.]

 ⎯ коэффициент, учитывающий выходные и праздничные дни:

 (4)

где  ⎯ число календарных дней;  ⎯ число рабочих дней;

Для расчета принимается среднее значение равное .

Полный список видов и этапов работ по созданию ПО, экспертные оценки и расчетные величины их трудоемкости, а также продолжительность каждого вида работ, рассчитанные по формулам (2) и (3), представлены в таблице 6. В разработке ПО принимают участие два человека: руководитель работы и инженер – программист.

Таблица 6- Расчет трудоемкости и продолжительности работ по созданию ПО

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ работы** | **Стадии разработки** | **Трудоемкость, чел.дни** | | | **Количество работников, чел.** | **Продолжительность работ, календарные дни** |
| ***tmin*** | ***tmax*** | ***ti*** | ***Чi*** | ***Ti*** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** |
| **Техническое задание** | | | | | | |
| **1** | - постановка задачи | **2** | **2** | **2** | **2** | **1,4** |
| **2** | - согласование ТЗ с за­казчиком | **2** | **3** | **2,4** | **1** | **3,36** |
| **3** | - определение требований к системе | **1** | **2** | **1,4** | **1** | **1,96** |
| **4** | - определение стадий, этапов и сроков разработки ПО | **2** | **3** | **2,4** | **2** | **1,68** |
| **5** | - утверждение ТЗ | **3** | **4** | **3,4** | **1** | **4,76** |
| **Эскизный проект** | | | | | | |
| **6** | - анализ систем схожей тематики | **2** | **3** | **2,4** | **1** | **3,36** |
| **7** | - рассмотрение и ут­верждение ЭП | **3** | **4** | **3,4** | **2** | **2,38** |
| **8** | - разработка оконча­тельных технических решений | **4** | **5** | **4,4** | **1** | **6,16** |
| **9** | - разработка документации для изго­товления и испытания опытного образца | **5** | **7** | **5,8** | **1** | **8,12** |
| **Технический проект** | | | | | | |
| **10** | - рассмотрение и ут­верждение ТП | **2** | **4** | **2,8** | **2** | **1,96** |
| **11** | - подбор материалов | **6** | **7** | **6,4** | **1** | **8,96** |

Продолжение таблицы 6

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | 2 | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** |
| **12** | - проработка ТЭД, принципиальных схемных и конструк­тивных решений | **13** | **20** | **15,8** | **2** | **11,06** |
| **Рабочий проект** | | | | | | |
| **13** | - изготовление образца | **8** | **12** | **9,6** | **1** | **13,44** |
| **14** | - проведение предвари­тельных испытаний опытного образца | **3** | **5** | **3,8** | **1** | **5,32** |
| **15** | - корректировка рабо­чей документации по результатам изготов­ления и предвари­тельных испытаний образца | **6** | **10** | **7,6** | **2** | **5,32** |
| **16** | - доработка образца по документации для предъявления на приемочные испы­тания | **6** | **8** | **6,8** | **1** | **9,52** |
| **Внедрение** | | | | | | |
| **17** | - приемочные испыта­ния образца | 1 | 2 | 1,4 | 1 | **1,96** |
| **18** | - анализ данных, полученных в результате эксплуатации | 3 | 4 | 3,4 | 1 | **4,76** |
| **19** | - проверка, согласова­ние и утверждение ра­бочей документации | 2 | 3 | 2,4 | 1 | **3,36** |
|  | **Общая трудоемкость разработки** |  |  | **88** | **1**1 | **99** |

Таким образом, общая расчетная трудоемкость работ по созданию ПО составляет 88 чел. Дней, а их продолжительность ⎯ 99 календарных дня.

**6.1.2 Построение ленточного графика разработки ПО**

В качестве инструмента планирования работ используется ленточный график. Ленточный график позволяет наглядно представить логическую последовательность и взаимосвязь отдельных работ, срок начала и срок окончания работ. Он представляет собой таблицу, где перечислены наименования стадий разработки и видов работ, длительность выполнения каждого вида работ. Продолжением таблицы является линейный (ленточный) график, построенный в масштабе, отражающий продолжительность каждой работы в виде отрезков времени, которые располагаются в соответствии с последовательностью выполнения работ[21].

Ленточный график разработки ПО, построенный по данным таблицы 6, приведен на рисунке 17.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование работ | Календарные сроки ⎯ дни, недели, месяцы | | | | | | | | | | | |
| Февраль | | | Март | | | Апрель | | | Май | | |
| 0 10 20 30 | | | 40 50 60 | | | 70 80 90 | | | 100 110 120 | | |
| Постановка задачи |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Cогласование ТЗ с за­казчиком |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Определение требований к системе |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Определение стадий, этапов и сроков разработки ПО |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Утверждение ТЗ |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Анализ систем схожей тематики |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Рассмотрение и утверждение ЭП |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Разработка оконча­тельных технических решений |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Разработка документации для изго­товления и испытания опытного образца |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Рассмотрение и ут­верждение ТП |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Подбор материалов |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Проработка ТЭД, принципиальных схемных и конструк­тивных решений |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Изготовление образца |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Проведение предвари­тельных испытаний образца |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Корректировка рабо­чей документации по результатам изготов­ления и предвари­тельных испытаний образца |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Доработка образца по документации для предъявления на приемочные испы­тания |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Приемочные испыта­ния образца |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Анализ данных, полученных в результате эксплуатации |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Проверка и утверждение ра­бочей документации |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Рис. 17 – Ленточный график разработки ПО

**6.2 Расчет затрат на разработку программного обеспечения**

Сметная стоимость проектирования и внедрения программы включает в себя следующие затраты, определяемые по формуле:

*Спр*=*Сосн* + *Сдоп* + *Ссоц* + *См* + *Смаш.вр* + *Сн*, (5)

где:

*Спр* – стоимость разработки ПО; *Сосн* – основная заработная плата исполнителей; *Сдоп* – дополнительная заработная плата исполнителей, учитывающая потери времени на отпуска и болезни (принимается в среднем 10% от основной заработной платы); *Ссоц* – отчисления во внебюджетные фонды государственного социального страхования (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования, фонд социального страхования), рассчитываются как 0,26% от основной и дополнительной заработной платы; *См* – затраты на используемые материалы; *Смаш.вр* – стоимость машинного времени. *Сн* – накладные расходы включают затраты на управление, уборку, ремонт, электроэнергию, отопление и др. (принимаются в размере 60% от основной и дополнительной заработной платы)[21].

**Основная заработная плата исполнителей**

На статью «Заработная плата» относят заработную плату научных, инженерно-технических и других работников, непосредственно участвующих в разработке ПО. Расчет ведется по формуле :

*Зисп* = *Зср* \* *Т*, (6)

где:

*Зисп*– заработная плата исполнителей (руб.);

*Зср* – средняя тарифная ставка работника организации разработчика ПО (руб./чел./дни);

*Т* – трудоемкость разработки ПО (чел.дни).

*Зср*определяется по формуле :

*Зср* = *С* / *Фмес*, (7)

где:

*С* – зарплата труда на текущий момент времени (руб./есс.);

*Фмес*– месячный фонд рабочего времени исполнителя (дни).

# Затраты на статью «Заработной платы» приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Затраты на заработную плату

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | Исполнитель | Оклад, руб./есс. | Оклад, руб./день | Трудоемкость, чел. Дни | Сумма, руб. |
| 1 | Руководитель работы | 45000 | 2250 | 10 | 22500 |
| 2 | Инженер-программист | 32400 | 1620 | 78 | 126360 |
| Общая основная заработная плата исполнителей, Сосн | | | | 88 | 148860 |

## Дополнительная заработная плата

Дополнительная заработная плата на период разработки ПО рассчитывается относительно основной и составляет 10% от ее величины:

*Сдоп* = *Сосн* \* 0,1 = 14886 (руб.)

## Расчет отчислений на социальное страхование

Социальное страхование включает отчисления во все внебюджетные фонды, в том числе пенсионный, занятости, обязательного медицинского страхования, социального страхования. Отчисления на социальное страхование рассчитываются относительно выплаченной заработной платы (суммы основной и дополнительной заработной платы). Составляют 26%:

Ссоц = (Сдоп + Сосн) \* 0,26 (8)

Ссоц = (14886 + 148860) \* 0,26 = 42574 (руб.)

**Расчет расходов на материалы**

На эту статью относят все затраты на магнитные носители данных, бумагу, для печатных устройств, канцтовары и др. Затраты по ним определяются по экспертным оценкам. Расчет расходов на материалы приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Расчёт затрат на материалы

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Материалы | Количество, штуки | Стоимость, рубли |
| 1 | Бумага офисная, листов | 1000 | 540 |
| 2 | Дискеты, шт. | 6 | 80 |
| 3 | Картридж для принтера, шт. | ­­­1 | 2100 |
| 4 | Другие канцтовары | - | 1700 |
| Общая стоимость материалов, *См* | | | 4420 |

**Накладные расходы**

На статью «Накладные расходы» относят расходы, связанные с управлением и организацией работ. Накладные расходы рассчитываются относительно основной заработной платы. Величина накладных расходов принимается равной 60% от основной зарплаты исполнителей[21]. Формула расчета :

*Сн* = *Сосн* \* *К*,(9)

где:

*Сн* – накладные расходы (руб.);

*Сосн* – основная заработная плата исполнителей (руб.);

*К* – коэффициент учета накладных расходов (*К* = 0,6)

*Сн* = 148860 \* 0,6 = 89316 (руб.)

Расчет стоимости машинного времени

Затраты на машинное время, необходимое для разработки ПО, расходы на приобретение и подготовку материалов научно-технической информации, расходы на использование средствами связи. Расчет затрат на машинное время осуществляется по формуле:

*Смаш.вр*= *Кмаш.вр* \* *Змаш.вр* (10)

где:

*К****маш.вр*** – тарифная стоимость одного часа машинного времени (*К****маш.вр***=50 руб./ч.)

*Змаш****.вр*** – машинное время, используемое не проведение работ.

Необходимое количество машинного времени для реализации проекта по разработке программы рассчитывается по формуле:

*Змаш.вр* = *ti* \* *Tсм* \* *Tср.маш*, (11)

где:

*ti* – трудоемкость работ, чел.дней;

*Tсм* – продолжительность рабочей смены (При пятидневной рабочей неделе *Tсм* = 8 ч.);

*Tср.маш* – средний коэффициент использования машинного времени (*Tср.маш* = 0,7).

Тогда: *Змаш.вр* = 88 \* 8 \* 0,7 = 492,8 (ч.)

Стоимость машинного времени составит:

*Смаш.вр* = 50 \* 492,8 = 24640 (руб.)

Результаты расчета затрат на проектирование программного обеспечения сведены в таблице 8.

##### Таблица 8 – Смета затрат на разработку и внедрение программы

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Наименование статей | Обозначение | Сумма, руб. | В % к итогу |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Основная заработная плата | *Сосн* | 148860 | 45,85 |
| 2 | Дополнительная заработная плата | *Сдоп* | 14886 | 4,58 |
| 3 | Отчисления на социальные нужды | *Ссоц* | 42574 | 13,11 |
| 4 | Материалы | *Смат* | 4420 | 1,36 |
| 5 | Стоимость машинного времени | *Смаш.вр* | 24640 | 7,59 |
| 6 | Накладные расходы | *Сн* | 89316 | 27,51 |
| Итого: | | *Спр* | 324696 | 100 |

Таким образом, себестоимость разработки составляет **324696** руб.

Данная программа может быть реализована на рынке. При расчетном количестве реализованных программ (*n*=5), оптовая цена программы (*Цопт*) может быть рассчитана по формуле:

*Цопт* =  (12)

где:

*Спр* – себестоимость разработки программы;

*П* – прибыль, определяется по формуле:

;

где:

*Ур* – средний уровень рентабельности (*Ур* = 20%).

Таким образом, оптовая цена программы составит:

*Цопт* **=** 324696/5 + (324696/5)\*0.2 **= 77927** (руб.)

Отпускная цена реализации программы потребителям (*Цотп*), рассчитывается по формуле:

 (13)

где:

*НДС* – налог на добавленную стоимость, рассчитывается в соответствии с действующей ставкой этого налога – 18% от оптовой цены программы.

*Цопт* **=** 77927 + 77927\*0.18 **=** 77927 + 14027 = **91954** (руб.)

Таким образом, отпускная цена программы составит **91957**  руб., в том числе НДС – **14027** руб.

**6.3 Расчет основных технико−экономических показателей использования программного продукта**

Рынком сбыта разработанного устройства будут являться предприятия, занимающиеся выпуском радиолокационных станций, поскольку ячейка спецвычислителя является элементом, необходимым для их работы .

Вследствие специализации данного товара его распространение будет происходить по заказу предприятий-производителей приемников для РЛС и авиакомпаний, производящих модернизацию существующего оборудования.

Данное устройство можно предложить по­тенциальным покупателям ( в частности для нужд ВПК) по более низкой цене, чем продукция зарубежных фирм и более высокого качества по сравнению с российскими конкурентами[22].

Основные технико−экономические показатели проекта приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Основные технико−экономические показатели проекта

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование показателя | Ед. изм. | Проектный вариант |
| 1 | 2 | 3 |
| Способ обработки информации | ⎯⎯ | С применением ЭВМ и программных средств |
| * Среда моделирования. | ⎯⎯ | MaxPlus2 |
| Использованные технические средства на разработку ПО: |  |  |
| * Персональный компьютер; | ⎯⎯ | Intel Core 2 Duo 2x2533MHz, монитор HP L2151ws , клавиатура, мышь |
| * Принтер. | ⎯⎯ | HP LaserJet P1505 |
| Количество разработчиков. | Чел. | 2 |
| Продолжительность разработки ПО. | Календарные дни | 99 |
| Трудоемкость разработки ПО. | Чел.−дней | 88 |
| Затраты на разработку ПО ⎯ всего, | Руб. | 324696 |
| в том числе: |  |  |
| **1** | **2** | **3** |
| * Основная заработная плата | Руб. | 148860 |
| * Дополнительная заработная плата | Руб. | 14886 |
| * Отчисления на социальные нужды | Руб. | 42574 |
| * Материалы | Руб. | 4420 |
| * Стоимость машинного времени | Руб. | 24640 |
| * Накладные расходы | Руб. | 89316 |

Выводы

В организационно-экономическом разделе определены стадии разработки ПО, состав работ, рассчитано время, требующееся на проведение исследования и тестирование, построен ленточный график разработки ПО, определены затраты на разработку ПО, приведены основные технико-экономические показатели проведения исследования.

Трудоемкость разработки, согласно расчетам, составит 88 человеко-дней, продлится 99 календарных дня, а затраты на нее составят 324696 рублей.

**7 Расчет показателей надежности ячейки спецвычислителя**

Расчет показателей надежности ячейки спецвычислителя произведем с помощью программы АСРН (Автоматизированная система расчета надежности).

АСРН разработана на базе справочника «Надежность электрорадиоизделий» и позволяет рассчитывать надежность модулей 1-го и 2-го уровней без резервирования в режиме эксплуатации (только для отечественных ЭРИ) и хранения в составе подвижных и неподвижных объектов. Система снабжена генератором отчетов, а также конвертором результатов расчета в формат HTML, а также базой данных импортных ЭРИ, формируемой пользователями.

АСРН позволяет производить поиск по базе данных отечественных ЭРИ на предмет наличия. В случае положительного ответа ЭРИ будет выведен в дереве класс-группа-тип и на правой панели отобразятся все поля, которые необходимо заполнить. Поиск ЭРИ осуществляется по частичному соответствию без учета регистра до первого вхождения искомого фрагмента в базу данных типов ЭРИ.

АСРН позволяет рассчитывать надежность выбранного модуля 1-го или 2-го уровня в режимах эксплуатации и хранения.

После выбора всех необходимых исходных данных:

- режима;

- отчета,

- группы аппаратуры.

Становится активной кнопка «Просмотр». Нажатием на кнопку запускается процесс расчета суммарной интенсивности отказов выбранного модуля и одновременная генерация отчета. Сгенерированный отчет для модуля 1-го уровня содержит информацию об интенсивности отказов всех входящих в него ЭРИ и суммарную интенсивность отказов модуля. Если хотя бы один электрорадиоэлемент не просчитан (например, расчет в режиме хранения для импортных ЭРИ), то суммарная интенсивность отказов не выводится. Сгенерированный отчет для модуля 2-го уровня содержит информацию об интенсивности отказов всех входящих в него модулей 1-го уровня (с ЭРИ), интенсивности отказов непосредственно входящих в модуль 2-го уровня ЭРИ и суммарную интенсивность отказов модуля. Если хотя бы один электрорадиоэлемент не просчитан (например, расчет в режиме хранения для импортных ЭРИ), то суммарная интенсивность отказов не выводится как для модуля 1-го уровня, так и для модуля 2-го уровня. Сгенерированный отчет можно распечатать (идет повторный пересчет интенсивности отказов для передачи на канву принтера) выбрав предварительно тип принтера[23].

Расчет показателя надежности приведен ниже (таблица 10).

Таблица 10 Расчет надежности ячейки

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип ЭРИ | Кол. | Схемная позиция | λб (бсг) | Коэффициенты моделей | | | | | | λэ, 1/ч | λэ\*n, 1/ч |
| Интегральные микросхемы | | | | | | | | | | | |
| 559ИП5 | 1 | DD1 | 1.9·10-8 | Кпр = 1 | Кэ = 1 | Ккорп = 1 | Кст =2,07 |  |  | 3,94·10-8 | 3,94·10-8 |
| 1533АП4 | 6 | DD2…DD4, DD6…DD8 | 1.9·10-8 | Кпр = 1 | Кэ = 1 | Ккорп = 1 | Кст =2.07 |  |  | 3.94·10-8 | 2.36·10-7 |
| 530ЛА3ММ | 1 | DD5 | 1.9·10-8 | Кпр = 1 | Кэ = 1 | Ккорп = 1 | Кст =1.66 |  |  | 3.15·10-8 | 3.15·10-8 |
| 1533ЛН1 | 1 | DD9 | 1.9·10-8 | Кпр = 1 | Кэ = 1 | Ккорп = 1 | Кст =2.07 |  |  | 3.94·10-8 | 3.94·10-8 |
| EPF10K50RI240-4 | 1 | DD10 | 1,9•10-8 | Кпр = 1 | Кэ = 1 | Ккорп = 1 | Кст =1,09 |  |  | 2,07•10-8 | 2,07•10-8 |
| 530ТМ2ММ | 1 | DD11 | 1.9·10-8 | Кпр = 1 | Кэ = 1 | Ккорп = 1 | Кст =1.66 |  |  | 3.15·10-8 | 3.15·10-8 |
| 559ИП4 | 9 | DD12…DD16, DD18…DD21 | 1.9·10-8 | Кпр = 1 | Кэ = 1 | Ккорп = 1 | Кст =1.66 |  |  | 3.15·10-8 | 2.83·10-7 |
| 530ЛА9ММ | 1 | DD17 | 1.9·10-8 | Кпр = 1 | Кэ = 1 | Ккорп = 1 | Кст =1.66 |  |  | 3.15·10-8 | 3.15·10-8 |
| EPC1PI8 | 1 | DS1 | 1,9•10-8 | Кпр = 1 | Кэ = 1 | Ккорп = 1 | Кст =1,37 |  |  | 2,6•10-8 | 2,6•10-8 |

Продолжение таблицы 10

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип ЭРИ | Кол. | Схемная позиция | λб (бсг) | Коэффициенты моделей | | | | | | λэ, 1/ч | λэ\*n, 1/ч |
| Приборы пьезоэлектрические и фильтры электромеханические | | | | | | | | | | | |
| К1-4ДС-20000К | 1 | BQ1 | 2.5▪10-8 | Кпр = 1 | Кэ = 1 | Кt = 1.34 |  |  |  | 0.33▪10-7 | 0.33▪10-7 |
| Конденсаторы | | | | | | | | | | | |
| К53-18 | 3 | С1,С2,С49 | 1.6·10-7 | Кпр = 1 | Кэ = 1 | Кp = 0.413 | Кпс = 1 |  |  | 6.61·10-8 | 1.98·10-7 |
| К10-17б | 45 | C3…С47 | 3·10-8 | Кпр = 1 | Кэ = 1 | Кp = 0.0963 | Кc = 1.67 |  |  | 4.83·10-9 | 2.17·10-7 |
| К10-17б | 1 | С48 | 3·10-8 | Кпр = 1 | Кэ = 1 | Кp = 0.0963 | Кc = 0.648 |  |  | 1.87·10-9 | 1.87·10-9 |
| Резисторы и резисторные сборки | | | | | | | | | | | |
| С2-33 | 1 | R1 | 5·10-8 | Кпр = 1 | Кэ = 1 | Кp = 0.896 | КR = 1 | Кстаб = 1 |  | 3.13·10-8 | 3.13·10-8 |
| Б19К | 5 | DA1…DA5 | 2·10-8 | Кпр = 1 | Кэ = 1 | Кp = 0.527 |  |  |  | 1.05·10-8 | 5.27·10-7 |
| Соединители низкочастотные | | | | | | | | | | | |
| СНП306-96 | 1 | ХТ1 | 0.5·10-9 | Кпр = 1 | Кэ = 1 | Кp = 2.42 | Кkc = 1 | Кkk = 20.8 |  | 2.52·10-7 | 2.52·10-7 |
| СНП268-25 | 1 | ХТ2 | 0.5·10-8 | Кпр = 1 | Кэ = 1 | Кp = 2.42 | Кkc = 1 | Кkk = 4.78 |  | 5.79·10-7 | 5.79·10-7 |
| Итого для ячейки | | | | | | | | | | | 0.85•10-6 |

Примечание: λб (бсг) – исходная (базовая) интенсивность отказов типа (группы) ЭРИ для усредненных режимов применения в аппаратуре группы 1.1 (электрическая нагрузка, равная 0,4 от номинальной, температура окружающей среды tокр 30°С);

λэ – значение эксплутационной интенсивности отказов групп ЭРИ;

n – количество элементов;

Кпр – коэффициент приемки – степень жесткости требований к контролю качества и правила приемки изделий;

Кэ – коэффициент эксплуата­ции – степень жесткости условий эксплуатации;

Ккорп – тип корпуса ИС;

Кст – сложность ИС и температура окружающей среды;

Кр - коэффициент режима – величина электрической нагрузки и температура окружающей среды (корпуса изделия);

Кпс – величина последовательно включенного с оксидно-полупроводниковым конденсатором активного сопротивления;

Кс- величина емкости;

KR – величина омического сопротивления;

Кстаб – точность изготовления (допуск) резистора;

Кkc – количество сочленений – расчленений в течение всего времени эксплуатации;

Кkk – количество задействованных контактов.

Время наработки на отказ ячейки:

То ячейки = 1/ λ ячейки = 1/0,85\*10-6 = 117647 часов.

**Заключение**

В данном дипломном проекте была разработана программа управления ячейкой спецвычислителя в составе модуля антенно-фидерного устройства на инструментальном языке. Эта программа помогает выявить неполадки и дополнительные сведения, что способствует эффективному обнаружению неисправных элементов. Программа проста в использовании и имитирует работу аппаратуры в реальном времени.

Был произведен расчет надежности ячейки спецвычислителя с помощью программы АСРН (Автоматизированная система расчета надежности). Расчет надежности помогает выявить слабые места системы, чтобы можно было усовершенствовать конструкцию сразу и повысить надежность системы в целом.

**Список использованных источников**

1. Сканирующие антенные системы СВЧ. Под редакцией Г.Т. Маркова и А.Ф. Чаплина: “Советское радио”, М. 1981.

2. Антенны и устройства СВЧ. Под редакцией Д.И. Воскресенского.: “Радио и связь”, 1993.

3. Применение интегральных микросхем в электронной вычислительной технике: Справочник; Под редакцией Б.Н. Файзуллаева и Б.В. Тарабрина.М: “Радио и связь”, 1986.

4. Нефедов Е.И.: Антенно-фидерные устройства и распространение радиоволн: учебник для студ. Сред. Проф. Образования, - М. : Издательский центр «Академия», 2008.

5. Марков Г. Т., Сазонов Д. М.: Антенны, - М. : «Энергия», 1975

6.Нефедов В. И. Основы радиоэлектроники и связи. Учеб. Пособие, - М.: Высш. Шк., 2009.

7. Максфилд К.: Проектирование на ПЛИС. Курс молодого бойца. – М.: Издательский дом «Додека-21», 2007.

8. В. Л. Гостюхин, В. Н. Трусов, Гостюхин А. В..: Активные фазированные антенные решетки, - М.: Радиотехника, 2011

9. Рохаммель К. «Антенны» Энергия 1979.

10. Белоцерковский «Основы радиотехники и антенны» Москва, Советское радио, 1969.

11. Дупленников Д.А., Володина И.В. «Антенны. Сложные излучатели. (Конспект лекций)» МЭИ, 2005.

12. Трофимова Т.И. Курс физики, «Высшая школа», 1990

## 13. [Воскресенский Д.И., Грановская Р.А., Давыдова Н.С. и др. Антенны и устройства СВЧ](http://www.twirpx.com/file/511261/). — М.: Радио и связь, 1981.

14.Системы автоматизированного проектирования фирмы Altera MAX+plus 2 и Quartus 2. Комолов Д.А., Мяльк Р.А., Зобенко А.А., Филиппов А.С.: “ИП РадиоСофт”, 2002.

15. Интегральные микросхемы ТТЛ, ТТЛШ. Под редакцией А.В. Лысенко.: “Машиностроение”,1995

16. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организация работы.-М.: Федеральный центр госсан-эпиднадзора Минздрава России, 2003. -54с.

17. ГОСТ 12.0.003-74\*. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

18. Гетия И. Г. Безопасность при работе на ПЭВМ. – М.:МГАПИ, 2005, 73 с.

19. ГОСТ 12.2.032-93. ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.

20. Экология компьютерной техники. – Учебное пособие / Гетия И. Г., Шумилин В. К., Леонтьева И. Н., Гетия С. И., Кривенцов С. М.,Комиссарова Т. А., Скребенкова Л. Н., Костюченко В. Е. – М., 2007 г.

21. Чаплыгин В.А. Организационно-экономический раздел дипломных работ научно-исследовательского характера. М., МГАПИ. 2000.

22. Методические указания по сбору материалов на преддипломной практике и выполнению организационно-экономического раздела дипломных проектов. М., 2004.

23. Руководство пользователя программой АСРН. М., ОАО «Российский научно-исследовательский институт «ЭЛЕКТРОНСТАНДАРТ»», 2006.

24. Руководство по эксплуатации стенда С23-01. М., ОАО НПК НИИДАР, 2009.

**Приложение 1**

Программа проверки параметров.

#### Программа проверки параметров (ППП) выполнена на инструментальном языке специализированного стенда С23-01[24]. Текст ППП приведен в виде таблиц.

Таблица 1

|  |  |
| --- | --- |
| № Кадра | Информация и комментарии |

5. у155\_у300=у155^00FF\_2р=у300\_у147=у300\_у300=у155^0300\_

у300=у300/0100\_у460=у147/0002\_у460=у460+0001\_

15р=у300#б0002|Загрузка Уш и адреса модуля (Хш,Ум,Хм)

|

|Загрузка входных данных

|

6. у151#в0007(у151=0001)\_в0170(у151=0002)\_в0176(у151=0003)\_

в0002(у151=FFFF)\_

б0006|Выбор типа данных (1-Кфху,2-Кмху,3-Купр)

|

|Загрузка Кфху

|

7. з0580\_у148=4000\_у146=у147Vу148#|Подготовка к загрузке

8. у152#в0009(у152=0001)\_в0010(у152=0002)\_в0011(у152=0003)\_

в0012(у152=0004)\_в0013(у152=0005)\_в0166(у152=0006)\_

в0167(у152=0007)\_в0168(у152=0008)\_в0002(у152=FFFF)\_

б0008|Диспетчер загрузки Кфху

|

|Подпрограмма загрузки кодов Кфху, Кмху, Кинф.

|

9. м1:03\_И\_т0007\_у203=у147Vу149\_

у450=м0:03(у460)#в0294(у148=2000)\_м1:43\_

б0002|Запись К=0000

10. м1:04\_И\_т0007\_у203=у147Vу149\_

у450=м0:04(у460)#в0294(у148=2000)\_м1:44\_

б0002|Запись К=4040

11. м1:05\_И\_т0007\_у203=у147Vу149\_

у450=м0:05(у460)#в0294(у148=2000)\_м1:45\_

б0002|Запись К=8080

12. м1:06\_И\_т0007\_у203=у147Vу149\_

у450=м0:06(у460)#в0294(у148=2000)\_м1:46\_

б0002|Запись К=C0C0

|

|Код задается оператором

|

13. у156#в0163(у156=FFFF)|Задание номера слова

|входн.инф.

14. у157#в0019(у156=0001)\_в0020(у156=0002)\_в0021(у156=0003)\_

в0022(у156=0004)\_в0023(у156=0005)\_в0024(у156=0006)\_

в0025(у156=0007)\_в0026(у156=0008)\_в0027(у156=0009)\_

в0028(у156=000A)\_в0029(у156=000B)\_в0030(у156=000C)\_

в0031(у156=000D)\_в0032(у156=000E)\_в0033(у156=000F)\_

в0034(у156=0010)\_в0035(у156=0011)\_в0036(у156=0012)\_

в0037(у156=0013)\_в0038(у156=0014)\_в0039(у156=0015)\_

в0040(у156=0016)\_в0041(у156=0017)\_в0042(у156=0018)\_

в0043(у156=0019)\_в0044(у156=001A)\_в0045(у156=001B)\_

в0046(у156=001C)\_в0047(у156=001D)\_в0048(у156=001E)|Cл.1-30

15. #в0049(у156=001F)\_в0050(у156=0020)\_в0051(у156=0021)\_

в0052(у156=0022)\_в0053(у156=0023)\_в0054(у156=0024)\_

в0055(у156=0025)\_в0056(у156=0026)\_в0057(у156=0027)\_

в0058(у156=0028)\_в0059(у156=0029)\_в0060(у156=002A)\_

в0061(у156=002B)\_в0062(у156=002C)\_в0063(у156=002D)\_

в0064(у156=002E)\_в0065(у156=002F)\_в0066(у156=0030)\_

в0067(у156=0031)\_в0068(у156=0032)\_в0069(у156=0033)\_

в0070(у156=0034)\_в0071(у156=0035)\_в0072(у156=0036)\_

в0073(у156=0037)\_в0074(у156=0038)\_в0075(у156=0039)\_

в0076(у156=003A)\_в0077(у156=003B)\_в0078(у156=003C)|Сл.31-60

16. #в0079(у156=003D)\_в0080(у156=003E)\_в0081(у156=003F)\_

в0082(у156=0040)\_в0083(у156=0041)\_в0084(у156=0042)\_

в0085(у156=0043)\_в0086(у156=0044)\_в0087(у156=0045)\_

в0088(у156=0046)\_в0089(у156=0047)\_в0090(у156=0048)\_

в0091(у156=0049)\_в0092(у156=004A)\_в0093(у156=004B)\_

в0094(у156=004C)\_в0095(у156=004D)\_в0096(у156=004E)\_

в0097(у156=004F)\_в0098(у156=0050)\_в0099(у156=0051)\_

в0100(у156=0052)\_в0101(у156=0053)\_в0102(у156=0054)\_

в0103(у156=0055)\_в0104(у156=0056)\_в0105(у156=0057)\_

в0106(у156=0058)\_в0107(у156=0059)\_в0108(у156=005A)|Сл.61-90

17. #в0109(у156=005B)\_в0110(у156=005C)\_в0111(у156=005D)\_

в0112(у156=005E)\_в0113(у156=005F)\_в0114(у156=0060)\_

в0115(у156=0061)\_в0116(у156=0062)\_в0117(у156=0063)\_

в0118(у156=0064)\_в0119(у156=0065)\_в0120(у156=0066)\_

в0121(у156=0067)\_в0122(у156=0068)\_в0123(у156=0069)\_

в0124(у156=006A)\_в0125(у156=006B)\_в0126(у156=006C)\_

в0127(у156=006D)\_в0128(у156=006E)\_в0129(у156=006F)\_

в0130(у156=0070)\_в0131(у156=0071)\_в0132(у156=0072)\_

в0133(у156=0073)\_в0134(у156=0074)\_в0135(у156=0075)\_

в0136(у156=0076)\_в0137(у156=0077)\_в0138(у156=0078)|Сл.91-120

18. #в0139(у156=0079)\_в0140(у156=007A)\_в0141(у156=007B)\_

в0142(у156=007C)\_в0143(у156=007D)\_в0144(у156=007E)\_

в0145(у156=007F)\_в0146(у156=0080)\_в0147(у156=0081)\_

в0148(у156=0082)\_в0149(у156=0083)\_в0150(у156=0084)\_

в0151(у156=0085)\_в0152(у156=0086)\_в0153(у156=0087)\_

в0154(у156=0088)\_в0155(у156=0089)\_в0156(у156=008A)\_

в0157(у156=008B)\_в0158(у156=008C)\_в0159(у156=008D)\_

в0160(у156=008E)\_в0161(у156=008F)\_в0162(у156=0090)\_

б0164|Сл.121-144

19. у001=у157#б0165|Инф. слова 1

20. у002=у157#б0165|Инф. слова 2

21. у003=у157#б0165|Инф. слова 3

22. у004=у157#б0165|Инф. слова 4

23. у005=у157#б0165|Инф. слова 5

24. у006=у157#б0165|Инф. слова 6

25. у007=у157#б0165|Инф. слова 7

26. у008=у157#б0165|Инф. слова 8

27. у009=у157#б0165|Инф. слова 9

28. у010=у157#б0165|Инф. слова 10

29. у011=у157#б0165|Инф. слова 11

30. у012=у157#б0165|Инф. слова 12

31. у013=у157#б0165|Инф. слова 13

32. у014=у157#б0165|Инф. слова 14

33. у015=у157#б0165|Инф. слова 15

34. у016=у157#б0165|Инф. слова 16

35. у017=у157#б0165|Инф. слова 17

36. у018=у157#б0165|Инф. слова 18

37. у019=у157#б0165|Инф. слова 19

38. у020=у157#б0165|Инф. слова 20

39. у021=у157#б0165|Инф. слова 21

40. у022=у157#б0165|Инф. слова 22

41. у023=у157#б0165|Инф. слова 23

42. у024=у157#б0165|Инф. слова 24

43. у025=у157#б0165|Инф. слова 25

44. у026=у157#б0165|Инф. слова 26

45. у027=у157#б0165|Инф. слова 27

46. у028=у157#б0165|Инф. слова 28

47. у029=у157#б0165|Инф. слова 29

48. у030=у157#б0165|Инф. слова 30

49. у031=у157#б0165|Инф. слова 31

50. у032=у157#б0165|Инф. слова 32

51. у033=у157#б0165|Инф. слова 33

52. у034=у157#б0165|Инф. слова 34

53. у035=у157#б0165|Инф. слова 35

54. у036=у157#б0165|Инф. слова 36

55. у037=у157#б0165|Инф. слова 37

56. у038=у157#б0165|Инф. слова 38

57. у039=у157#б0165|Инф. слова 39

58. у040=у157#б0165|Инф. слова 40

59. у041=у157#б0165|Инф. слова 41

60. у042=у157#б0165|Инф. слова 42

61. у043=у157#б0165|Инф. слова 43

62. у044=у157#б0165|Инф. слова 44

63. у045=у157#б0165|Инф. слова 45

64. у046=у157#б0165|Инф. слова 46

65. у047=у157#б0165|Инф. слова 47

66. у048=у157#б0165|Инф. слова 48

67. у049=у157#б0165|Инф. слова 49

68. у050=у157#б0165|Инф. слова 50

69. у051=у157#б0165|Инф. слова 51

70. у052=у157#б0165|Инф. слова 52

71. у053=у157#б0165|Инф. слова 53

72. у054=у157#б0165|Инф. слова 54

73. у055=у157#б0165|Инф. слова 55

74. у056=у157#б0165|Инф. слова 56

75. у057=у157#б0165|Инф. слова 57

76. у058=у157#б0165|Инф. слова 58

77. у059=у157#б0165|Инф. слова 59

78. у060=у157#б0165|Инф. слова 60

79. у061=у157#б0165|Инф. слова 61

80. у062=у157#б0165|Инф. слова 62

81. у063=у157#б0165|Инф. слова 63

82. у064=у157#б0165|Инф. слова 64

83. у065=у157#б0165|Инф. слова 65

84. у066=у157#б0165|Инф. слова 66

85. у067=у157#б0165|Инф. слова 67

86. у068=у157#б0165|Инф. слова 68

87. у069=у157#б0165|Инф. слова 69

88. у070=у157#б0165|Инф. слова 70

89. у071=у157#б0165|Инф. слова 71

90. у072=у157#б0165|Инф. слова 72

91. у073=у157#б0165|Инф. слова 73

92. у074=у157#б0165|Инф. слова 74

93. у075=у157#б0165|Инф. слова 75

94. у076=у157#б0165|Инф. слова 76

95. у077=у157#б0165|Инф. слова 77

96. у078=у157#б0165|Инф. слова 78

97. у079=у157#б0165|Инф. слова 79

98. у080=у157#б0165|Инф. слова 80

99. у081=у157#б0165|Инф. слова 81

100. у082=у157#б0165|Инф. слова 82

101. у083=у157#б0165|Инф. слова 83

102. у084=у157#б0165|Инф. слова 84

103. у085=у157#б0165|Инф. слова 85

104. у086=у157#б0165|Инф. слова 86

105. у087=у157#б0165|Инф. слова 87

106. у088=у157#б0165|Инф. слова 88

107. у089=у157#б0165|Инф. слова 89

108. у090=у157#б0165|Инф. слова 90

109. у091=у157#б0165|Инф. слова 91

110. у092=у157#б0165|Инф. слова 92

111. у093=у157#б0165|Инф. слова 93

112. у094=у157#б0165|Инф. слова 94

113. у095=у157#б0165|Инф. слова 95

114. у096=у157#б0165|Инф. слова 96

115. у097=у157#б0165|Инф. слова 97

116. у098=у157#б0165|Инф. слова 98

117. у099=у157#б0165|Инф. слова 99

118. у100=у157#б0165|Инф. слова 100

119. у101=у157#б0165|Инф. слова 101

120. у102=у157#б0165|Инф. слова 102

121. у103=у157#б0165|Инф. слова 103

122. у104=у157#б0165|Инф. слова 104

123. у105=у157#б0165|Инф. слова 105

124. у106=у157#б0165|Инф. слова 106

125. у107=у157#б0165|Инф. слова 107

126. у108=у157#б0165|Инф. слова 108

127. у109=у157#б0165|Инф. слова 109

128. у110=у157#б0165|Инф. слова 110

129. у111=у157#б0165|Инф. слова 111

130. у112=у157#б0165|Инф. слова 112

131. у113=у157#б0165|Инф. слова 113

132. у114=у157#б0165|Инф. слова 114

133. у115=у157#б0165|Инф. слова 115

134. у116=у157#б0165|Инф. слова 116

135. у117=у157#б0165|Инф. слова 117

136. у118=у157#б0165|Инф. слова 118

137. у119=у157#б0165|Инф. слова 119

138. у120=у157#б0165|Инф. слова 120

139. у121=у157#б0165|Инф. слова 121

140. у122=у157#б0165|Инф. слова 122

141. у123=у157#б0165|Инф. слова 123

142. у124=у157#б0165|Инф. слова 124

143. у125=у157#б0165|Инф. слова 125

144. у126=у157#б0165|Инф. слова 126

145. у127=у157#б0165|Инф. слова 127

146. у128=у157#б0165|Инф. слова 128

147. у129=у157#б0165|Инф. слова 129

148. у130=у157#б0165|Инф. слова 130

149. у131=у157#б0165|Инф. слова 131

150. у132=у157#б0165|Инф. слова 132

151. у133=у157#б0165|Инф. слова 133

152. у134=у157#б0165|Инф. слова 134

153. у135=у157#б0165|Инф. слова 135

154. у136=у157#б0165|Инф. слова 136

155. у137=у157#б0165|Инф. слова 137

156. у138=у157#б0165|Инф. слова 138

157. у139=у157#б0165|Инф. слова 139

158. у140=у157#б0165|Инф. слова 140

159. у141=у157#б0165|Инф. слова 141

160. у142=у157#б0165|Инф. слова 142

161. у143=у157#б0165|Инф. слова 143

162. у144=у157#б0165|Инф. слова 144

163. м1:02\_И\_т0007\_у203=у147Vу149#в0298(у148=2000)\_м1:42\_

б0002|Запись массива инф.,заданной оператором

164. э001#б0013|Информация о переходе границы кол.слов

165. у156=у156+0001#б0013|Модиф.№ слова

166. м1:07\_И\_т0007\_у203=у147Vу149#м1:47\_

б0002|Запись теста 1 Кфху

167. м1:08\_И\_т0007\_у203=у147Vу149#м1:48\_

б0002|Запись теста 2 Кфху

168. м1:09\_И\_т0007\_у203=у147Vу149#м1:49\_

б0002|Запись теста 3 Кфху

169. #|

|

|Загрузка Кмху

|

170. з0516\_у148=2000\_у146=у147Vу148#|Подготовка к загрузке

171. у153#в0009(у153=0001)\_в0010(у153=0002)\_в0011(у153=0003)\_

в0012(у153=0004)\_в0013(у153=0005)\_в0172(у153=0006)\_

в0173(у153=0007)\_в0174(у153=0008)\_в0002(у153=FFFF)\_

б0171|Диспетчер загрузки Кмху

172. м1:10\_И\_т0007\_у203=у147Vу149\_

у450=м0:10(у460)#б0294|Запись теста 1 Кмху

173. м1:11\_И\_т0007\_у203=у147Vу149\_

у450=м0:11(у460)#б0294|Запись теста 2 Кмху

174. м1:12\_И\_т0007\_у203=у147Vу149\_

у450=м0:12(у460)#б0294|Запись теста 3 Кмху

175. #|

|

|Загрузка Кинф.

|

176. з0020\_у148=8000\_у146=у147Vу148#|Подготовка к загрузке

177. у154#в0013(у154=0001)\_в0178(у154=0002)\_в0179(у154=0003)\_

в0180(у154=0004)\_в0002(у154=FFFF)\_

б0177|Диспетчер загрузки Кинф

178. м1:13\_И\_т0007\_у203=у147Vу149#м1:53\_б0002|Запись теста 1 Кинф.

179. м1:14\_И\_т0007\_у203=у147Vу149#м1:54\_б0002|Запись теста 2 Кинф.

180. м1:15\_И\_т0007\_у203=у147Vу149#м1:55\_б0002|Запись теста 3 Кинф.

181. #|

|

|Управление синхронизацией

|

182. у159#в0183(у159=0001)\_в0186(у159=0002)\_в0187(у159=0003)\_

в0002(у159=FFFF)\_

б0182|Выбор синхр.(1-Цикл,2-Разов.изл.,3-Разов.прием)

183. э002#|Экранное сообщение

184. 9р:06=1\_1р:00=1\_т0001\_9р:06=0\_1р:00=0\_т0001#ЦЕ|Цикл

185. #б0002|Выход в диспетчер режима

186. 9р:06=0\_1р:00=0\_т0001\_9р:06=1\_1р:00=1\_т0001\_э003\_9р:06=0\_

1р:00=0#б0002|Раз.режим излучения

187. 9р:06=0\_1р:00=0\_т0001\_9р:06=1\_1р:00=1\_т0001\_9р:06=0\_1р:00=0\_

э004\_9р:06=1\_1р:00=1#б0002|Раз.режим приема

188. #|

189. #|

|

|Циклический обмен информацией

|

190. э005#|Экранное сообщение

191. И\_т0007#ЦЕ|Циклический обмен информацией

192. #б0002|Выход в диспетчер режима

|

|Техническое управление

|

193. з0008\_1р:00=с0001\_у145=0000\_у148=0800\_

у146=у147Vу148#|Подготовка к загрузке 2 слов

194. у158\_м1=21#в0195(у158=0001)\_в0196(у158=0002)\_

в0197(у158=0003)\_

в0198(у158=0004)\_в0199(у158=0005)\_в0200(у158=0006)\_

в0201(у158=0007)\_в0202(у158=0008)\_в0203(у158=0009)\_

в0204(у158=000a)\_в0002(у158=FFFF)\_б0206|Диспетчер техупр.

195. 10р:00,01=1\_10р:02,03=0\_у001=0055\_

у200=003E#б0205|Инф. слова 1 (Групп. ВКЛ)

196. 10р:00,01=0\_10р:02,03=0\_у001=00C5\_

у200=0002#б0205|Инф. слова 1 (Групп. ВЫКЛ)

197. 10р:00,01=1\_10р:02,03=0\_у001=005C\_

у200=003D#б0205|Инф. слова 1 (Один. ВКЛ)

198. 10р:00,01=0\_10р:02,03=0\_у001=00CC\_

у200=0001#б0205|Инф. слова 1 (Один. ВЫКЛ)

199. у001=0300#б0205|Инф. слова 1(ВКЛ ДФК:ош.М2 1-ой посылки)

200. у001=0500#б0205|Инф. слова 1(ВКЛ ДФК:ош.М2 1,2-ой посылок)

201. у001=0700#б0207|Инф. слова 1(ВКЛ ДФК:ош.М2 3-х посылок)

202. у001=0000#б0205|Инф. слова 1(ВЫКЛ ДФК)

203. у001=5000#б0205|Инф. слова 1(ВЫКЛ ИП при АЛС)

204. у001=C000#б0205|Инф. слова 1(Отмена ВЫКЛ ИП при АЛС)

205. м1:02\_И\_т0007\_у203=у147Vу149\_у201=0000#м1:16\_

б0194|Запись команд техуправления и контроль техсостояния

206. э006#б0194|Информация о переходе границы раздела

207. м1:02\_И\_т0007\_у203=у147Vу149\_у201=0000\_м1=23\_

у500=м1(0400)#б0194|Контроль ошибки М2

208. #|

|

|Чтение вых. инф.

|

209. з0004\_у148=1200\_у146=у147Vу148\_м1:41\_И\_

т0001#б0280|Чтение Вых инф.,БП:отображ.Вых инф.

210. #|

211. #|

212. #|

213. #|

|

|Проверка параметров АФУ

|

214. з0020\_у148=8000\_у146=у147Vу148\_1р:00=0\_9р:06=0#|Подг.к загр.5 слов

215. у164#в0216(у164=0001)\_в0255(у164=0002)\_в0259(у164=0003)\_

в0263(у164=0004)\_в0235(у164=0005)\_в0267(у164=0006)\_

в0271(у164=0007)\_в0275(у164=0008)\_

в0002(у164=FFFF)\_б0215|Диспетчер проверки параметров АФУ

|

|Дискретное сканирование по Х

|

216. у161#в0217(у161=0000)\_в0218(у161=0001)\_в0219(у161=0002)\_

в0220(у161=0003)\_в0221(у161=0004)\_в0222(у161=0005)\_

в0223(у161=0006)\_в0224(у161=0007)\_в0225(у161=0008)\_

в0226(у161=0009)\_в0227(у161=000A)\_в0215(у161=FFFF)\_

б0216|Диспетчер изменения угла наклона АФР

217. м1:18\_И\_т0001\_1р:00=1\_9р:06=1\_т0001\_1р:00=0\_9р:06=0#б0216| 0 град.

218. м1:19\_И\_т0001\_1р:00=1\_9р:06=1\_т0001\_1р:00=0\_9р:06=0#б0216|+10 град.

219. м1:20\_И\_т0001\_1р:00=1\_9р:06=1\_т0001\_1р:00=0\_9р:06=0#б0216|+20 град.

220. м1:21\_И\_т0001\_1р:00=1\_9р:06=1\_т0001\_1р:00=0\_9р:06=0#б0216|+30 град.

221. м1:22\_И\_т0001\_1р:00=1\_9р:06=1\_т0001\_1р:00=0\_9р:06=0#б0216|+40 град.

222. м1:23\_И\_т0001\_1р:00=1\_9р:06=1\_т0001\_1р:00=0\_9р:06=0#б0216|+50 град.

223. м1:24\_И\_т0001\_1р:00=1\_9р:06=1\_т0001\_1р:00=0\_9р:06=0#б0216|-10 град.

224. м1:25\_И\_т0001\_1р:00=1\_9р:06=1\_т0001\_1р:00=0\_9р:06=0#б0216|-20 град.

225. м1:26\_И\_т0001\_1р:00=1\_9р:06=1\_т0001\_1р:00=0\_9р:06=0#б0216|-30 град.

226. м1:27\_И\_т0001\_1р:00=1\_9р:06=1\_т0001\_1р:00=0\_9р:06=0#б0216|-40 град.

227. м1:28\_И\_т0001\_1р:00=1\_9р:06=1\_т0001\_1р:00=0\_9р:06=0#б0216|-50 град.

228. #|

229. #|

230. #|

231. #|

232. #|

233. #|

234. #|

|

|Дискретное сканирование по Y

|

235. #|

236. у162#в0237(у162=0000)\_в0238(у162=0001)\_в0239(у162=0002)\_

в0240(у162=0003)\_в0241(у162=0004)\_в0242(у162=0005)\_

в0243(у162=0006)\_в0244(у162=0007)\_в0245(у162=0008)\_

в0246(у162=0009)\_в0247(у162=000A)\_в0215(у162=FFFF)\_

б0236|Диспетчер изменения угла наклона АФР

237. м1:29\_И\_т0001\_1р:00=1\_9р:06=1\_т0001\_1р:00=0\_9р:06=0#б0236| 0 град.

238. м1:30\_И\_т0001\_1р:00=1\_9р:06=1\_т0001\_1р:00=0\_9р:06=0#б0236|+10 град.

239. м1:31\_И\_т0001\_1р:00=1\_9р:06=1\_т0001\_1р:00=0\_9р:06=0#б0236|+20 град.

240. м1:32\_И\_т0001\_1р:00=1\_9р:06=1\_т0001\_1р:00=0\_9р:06=0#б0236|+30 град.

241. м1:33\_И\_т0001\_1р:00=1\_9р:06=1\_т0001\_1р:00=0\_9р:06=0#б0236|+40 град.

242. м1:34\_И\_т0001\_1р:00=1\_9р:06=1\_т0001\_1р:00=0\_9р:06=0#б0236|+50 град.

243. м1:35\_И\_т0001\_1р:00=1\_9р:06=1\_т0001\_1р:00=0\_9р:06=0#б0236|-10 град.

244. м1:36\_И\_т0001\_1р:00=1\_9р:06=1\_т0001\_1р:00=0\_9р:06=0#б0236|-20 град.

245. м1:37\_И\_т0001\_1р:00=1\_9р:06=1\_т0001\_1р:00=0\_9р:06=0#б0236|-30 град.

246. м1:38\_И\_т0001\_1р:00=1\_9р:06=1\_т0001\_1р:00=0\_9р:06=0#б0236|-40 град.

247. м1:39\_И\_т0001\_1р:00=1\_9р:06=1\_т0001\_1р:00=0\_9р:06=0#б0236|-50 град.

248. #|

249. #|

250. #|

251. #|

252. #|

253. #|

254. #|

|

| Сканир.в секторе +-12 град.(шаг-20 мин) по оси Х;

|

255. э007#|

256. у001=0000\_у002=0000\_у003=0000\_у004=0000\_

у300=0000#б0257|НУ,сч.циклов

257. м1:40\_И\_т0001\_1р:00=1\_9р:06=1\_т0001\_1р:00=0\_9р:06=0\_т1000\_у001=у001+0001\_

у002=у002+0001\_у003=у003+0001\_у004=у004+0001\_

у300=у300+0001#в0256(у300=0049)\_ЦЕ|Мод.наклона

258. #б0215|

|

| Сканир.в секторе +- 6 град.(шаг-10 мин) по оси Х;

|

259. э007#|

260. у001=0000\_у002=0000\_у003=0000\_у004=0000\_

у300=0000#б0261|НУ,сч.циклов

261. м1:40\_И\_т0001\_1р:00=1\_9р:06=1\_т0001\_1р:00=0\_9р:06=0\_т1000\_у001=у001+0001\_

у002=у002+0001\_у003=у003+0001\_у004=у004+0001\_

у300=у300+0001#в0260(у300=0049)\_ЦЕ|Мод.наклона

262. #б0215|

|

| Сканир.в секторе +- 3 град.(шаг- 5 мин) по оси Х;

|

263. э007#|

264. у001=0000\_у002=0000\_у003=0000\_у004=0000\_

у300=0000#б0265|НУ,сч.циклов

265. м1:40\_И\_т0001\_1р:00=1\_9р:06=1\_т0001\_1р:00=0\_9р:06=0\_т1000\_у001=у001+0001\_

у002=у002+0001\_у003=у003+0001\_у004=у004+0001\_

у300=у300+0001#в0264(у300=0049)\_ЦЕ|Мод.наклона

266. #б0215|

|

| Сканир.в секторе +-12 град.(шаг-20 мин) по оси Y;

|

267. э007#|

268. у001=0000\_у002=0000\_у003=0000\_у004=0000\_

у300=0000#б0269|НУ,сч.циклов

269. м1:40\_И\_т0001\_1р:00=1\_9р:06=1\_т0001\_1р:00=0\_9р:06=0\_т1000\_у001=у001+0001\_

у002=у002+0001\_у003=у003+0001\_у004=у004+0001\_

у300=у300+0001#в0268(у300=0049)\_ЦЕ|Мод.наклона

270. #б0215|

|

| Сканир.в секторе +- 6 град.(шаг-10 мин) по оси Y;

|

271. э007#|

272. у001=0000\_у002=0000\_у003=0000\_у004=0000\_

у300=0000#б0273|НУ,сч.циклов

273. м1:40\_И\_т0001\_1р:00=1\_9р:06=1\_т0001\_1р:00=0\_9р:06=0\_т1000\_у001=у001+0001\_

у002=у002+0001\_у003=у003+0001\_у004=у004+0001\_

у300=у300+0001#в0272(у300=0049)\_ЦЕ|Мод.наклона

274. #б0215|

|

| Сканир.в секторе +- 3 град.(шаг- 5 мин) по оси Y;

|

275. э007#|

276. у001=0000\_у002=0000\_у003=0000\_у004=0000\_

у300=0000#б0277|НУ,сч.циклов

277. м1:40\_И\_т0001\_1р:00=1\_9р:06=1\_т0001\_1р:00=0\_9р:06=0\_т1000\_у001=у001+0001\_

у002=у002+0001\_у003=у003+0001\_у004=у004+0001\_

у300=у300+0001#в0276(у300=0049)\_ЦЕ|Мод.наклона

278. #б0215|

279. #|

|

| Отображение Вых инф.(продолжение)

|

280. у350=м1(0400)\_у351=м1(0401)\_у351=у351\*0010\_у352=м1(0402)\_

у352=у352\*0100\_у353=м1(0403)\_у353=у353\*1000\_у350=у350Vу351\_

у350=у350Vу352\_у350=у350Vу353\_у400=у350\_

у350=м1(0404)\_у351=м1(0405)\_у351=у351\*0010\_у352=м1(0406)\_

у352=у352\*0100\_у353=м1(0407)\_у353=у353\*1000\_у350=у350Vу351\_

у350=у350Vу352\_у350=у350Vу353\_у401=у350\_

у350=м1(0408)\_у351=м1(0409)\_у351=у351\*0010\_у352=м1(040a)\_

у352=у352\*0100\_у353=м1(040b)\_у353=у353\*1000\_у350=у350Vу351\_

у350=у350Vу352\_у350=у350Vу353\_у402=у350#|Чтение слов 0,1,2

281. у350=м1(040c)\_у351=м1(040d)\_у351=у351\*0010\_у352=м1(040e)\_

у352=у352\*0100\_у353=м1(040f)\_у353=у353\*1000\_у350=у350Vу351\_

у350=у350Vу352\_у350=у350Vу353\_у403=у350\_

у350=м1(0410)\_у351=м1(0411)\_у351=у351\*0010\_у352=м1(0412)\_

у352=у352\*0100\_у353=м1(0413)\_у353=у353\*1000\_у350=у350Vу351\_

у350=у350Vу352\_у350=у350Vу353\_у404=у350\_

у350=м1(0414)\_у351=м1(0415)\_у351=у351\*0010\_у352=м1(0416)\_

у352=у352\*0100\_у353=м1(0417)\_у353=у353\*1000\_у350=у350Vу351\_

у350=у350Vу352\_у350=у350Vу353\_у405=у350#|Чтение слов 3,4,5

282. у350=м1(0418)\_у351=м1(0419)\_у351=у351\*0010\_у352=м1(041a)\_

у352=у352\*0100\_у353=м1(041d)\_у353=у353\*1000\_у350=у350Vу351\_

у350=у350Vу352\_у350=у350Vу353\_у406=у350\_

у350=м1(041c)\_у351=м1(041d)\_у351=у351\*0010\_у352=м1(041e)\_

у352=у352\*0100\_у353=м1(041f)\_у353=у353\*1000\_у350=у350Vу351\_

у350=у350Vу352\_у350=у350Vу353\_у407=у350\_

у350=м1(0420)\_у351=м1(0421)\_у351=у351\*0010\_у352=м1(0422)\_

у352=у352\*0100\_у353=м1(0423)\_у353=у353\*1000\_у350=у350Vу351\_

у350=у350Vу352\_у350=у350Vу353\_у408=у350#|Чтение слов 6,7,8

283. у350=м1(0424)\_у351=м1(0425)\_у351=у351\*0010\_у352=м1(0426)\_

у352=у352\*0100\_у353=м1(0427)\_у353=у353\*1000\_у350=у350Vу351\_

у350=у350Vу352\_у350=у350Vу353\_у409=у350\_

у350=м1(0428)\_у351=м1(0429)\_у351=у351\*0010\_у352=м1(042a)\_

у352=у352\*0100\_у353=м1(042b)\_у353=у353\*1000\_у350=у350Vу351\_

у350=у350Vу352\_у350=у350Vу353\_у410=у350\_

у350=м1(042c)\_у351=м1(042d)\_у351=у351\*0010\_у352=м1(042e)\_

у352=у352\*0100\_у353=м1(042f)\_у353=у353\*1000\_у350=у350Vу351\_

у350=у350Vу352\_у350=у350Vу353\_у411=у350#|Чтение слов 9,10,11

284. у350=м1(0430)\_у351=м1(0431)\_у351=у351\*0010\_у352=м1(0432)\_

у352=у352\*0100\_у353=м1(0433)\_у353=у353\*1000\_у350=у350Vу351\_

у350=у350Vу352\_у350=у350Vу353\_у412=у350\_

у350=м1(0434)\_у351=м1(0435)\_у351=у351\*0010\_у352=м1(0436)\_

у352=у352\*0100\_у353=м1(0437)\_у353=у353\*1000\_у350=у350Vу351\_

у350=у350Vу352\_у350=у350Vу353\_у413=у350\_

у350=м1(0438)\_у351=м1(0439)\_у351=у351\*0010\_у352=м1(043a)\_

у352=у352\*0100\_у353=м1(043b)\_у353=у353\*1000\_у350=у350Vу351\_

у350=у350Vу352\_у350=у350Vу353\_у414=у350#|Чтение слов 12,13,14

285. у350=м1(043c)\_у351=м1(043d)\_у351=у351\*0010\_у352=м1(043e)\_

у352=у352\*0100\_у353=м1(043f)\_у353=у353\*1000\_у350=у350Vу351\_

у350=у350Vу352\_у350=у350Vу353\_у415=у350\_

у350=м1(0440)\_у351=м1(0441)\_у351=у351\*0010\_у352=м1(0442)\_

у352=у352\*0100\_у353=м1(0443)\_у353=у353\*1000\_у350=у350Vу351\_

у350=у350Vу352\_у350=у350Vу353\_у416=у350\_

у350=м1(0444)\_у351=м1(0445)\_у351=у351\*0010\_у352=м1(0446)\_

у352=у352\*0100\_у353=м1(0447)\_у353=у353\*1000\_у350=у350Vу351\_

у350=у350Vу352\_у350=у350Vу353\_у417=у350#|Чтение слов 15,16,17

286. у350=м1(0448)\_у351=м1(0449)\_у351=у351\*0010\_у352=м1(044a)\_

у352=у352\*0100\_у353=м1(044d)\_у353=у353\*1000\_у350=у350Vу351\_

у350=у350Vу352\_у350=у350Vу353\_у418=у350\_

у350=м1(044c)\_у351=м1(044d)\_у351=у351\*0010\_у352=м1(044e)\_

у352=у352\*0100\_у353=м1(044f)\_у353=у353\*1000\_у350=у350Vу351\_

у350=у350Vу352\_у350=у350Vу353\_у419=у350\_

у350=м1(0450)\_у351=м1(0451)\_у351=у351\*0010\_у352=м1(0452)\_

у352=у352\*0100\_у353=м1(0453)\_у353=у353\*1000\_у350=у350Vу351\_

у350=у350Vу352\_у350=у350Vу353\_у420=у350#|Чтение слов 18,19,20

287. у350=м1(0454)\_у351=м1(0455)\_у351=у351\*0010\_у352=м1(0456)\_

у352=у352\*0100\_у353=м1(0457)\_у353=у353\*1000\_у350=у350Vу351\_

у350=у350Vу352\_у350=у350Vу353\_у421=у350\_

у350=м1(0458)\_у351=м1(0459)\_у351=у351\*0010\_у352=м1(045a)\_

у352=у352\*0100\_у353=м1(045b)\_у353=у353\*1000\_у350=у350Vу351\_

у350=у350Vу352\_у350=у350Vу353\_у422=у350\_

у350=м1(045c)\_у351=м1(045d)\_у351=у351\*0010\_у352=м1(045e)\_

у352=у352\*0100\_у353=м1(045f)\_у353=у353\*1000\_у350=у350Vу351\_

у350=у350Vу352\_у350=у350Vу353\_у423=у350#|Чтение слов 21,22,23

288. у350=м1(0460)\_у351=м1(0461)\_у351=у351\*0010\_у352=м1(0462)\_

у352=у352\*0100\_у353=м1(0463)\_у353=у353\*1000\_у350=у350Vу351\_

у350=у350Vу352\_у350=у350Vу353\_у424=у350\_

у350=м1(0464)\_у351=м1(0465)\_у351=у351\*0010\_у352=м1(0466)\_

у352=у352\*0100\_у353=м1(0467)\_у353=у353\*1000\_у350=у350Vу351\_

у350=у350Vу352\_у350=у350Vу353\_у425=у350\_

у350=м1(0468)\_у351=м1(0469)\_у351=у351\*0010\_у352=м1(046a)\_

у352=у352\*0100\_у353=м1(046b)\_у353=у353\*1000\_у350=у350Vу351\_

у350=у350Vу352\_у350=у350Vу353\_у426=у350#|Чтение слов 24,25,26

289. у350=м1(046c)\_у351=м1(046d)\_у351=у351\*0010\_у352=м1(046e)\_

у352=у352\*0100\_у353=м1(046f)\_у353=у353\*1000\_у350=у350Vу351\_

у350=у350Vу352\_у350=у350Vу353\_у427=у350\_

у350=м1(0470)\_у351=м1(0471)\_у351=у351\*0010\_у352=м1(0472)\_

у352=у352\*0100\_у353=м1(0473)\_у353=у353\*1000\_у350=у350Vу351\_

у350=у350Vу352\_у350=у350Vу353\_у428=у350\_

у350=м1(0474)\_у351=м1(0475)\_у351=у351\*0010\_у352=м1(0476)\_

у352=у352\*0100\_у353=м1(0477)\_у353=у353\*1000\_у350=у350Vу351\_

у350=у350Vу352\_у350=у350Vу353\_у429=у350#|Чтение слов 27,28,29

290. у350=м1(0478)\_у351=м1(0479)\_у351=у351\*0010\_у352=м1(047a)\_

у352=у352\*0100\_у353=м1(047d)\_у353=у353\*1000\_у350=у350Vу351\_

у350=у350Vу352\_у350=у350Vу353\_у430=у350\_

у350=м1(047c)\_у351=м1(047d)\_у351=у351\*0010\_у352=м1(047e)\_

у352=у352\*0100\_у353=м1(047f)\_у353=у353\*1000\_у350=у350Vу351\_

у350=у350Vу352\_у350=у350Vу353\_у431=у350\_

у350=м1(0480)\_у351=м1(0481)\_у351=у351\*0010\_у352=м1(0482)\_

у352=у352\*0100\_у353=м1(0483)\_у353=у353\*1000\_у350=у350Vу351\_

у350=у350Vу352\_у350=у350Vу353\_у432=у350#|Чтение слов 30,31,32

291. у350=м1(0484)\_у351=м1(0485)\_у351=у351\*0010\_у352=м1(0486)\_

у352=у352\*0100\_у353=м1(0487)\_у353=у353\*1000\_у350=у350Vу351\_

у350=у350Vу352\_у350=у350Vу353\_у433=у350\_

у350=м1(0488)\_у351=м1(0489)\_у351=у351\*0010\_у352=м1(048a)\_

у352=у352\*0100\_у353=м1(048b)\_у353=у353\*1000\_у350=у350Vу351\_

у350=у350Vу352\_у350=у350Vу353\_у434=у350\_

у350=м1(048c)\_у351=м1(048d)\_у351=у351\*0010\_у352=м1(048e)\_

у352=у352\*0100\_у353=м1(048f)\_у353=у353\*1000\_у350=у350Vу351\_

у350=у350Vу352\_у350=у350Vу353\_у435=у350#|Чтение слов 33,34,35

292. у350=м1(0490)\_у351=м1(0491)\_у351=у351\*0010\_у352=м1(0492)\_

у352=у352\*0100\_у353=м1(0493)\_у353=у353\*1000\_у350=у350Vу351\_

у350=у350Vу352\_у350=у350Vу353\_у436=у350\_

у350=м1(0494)\_у351=м1(0495)\_у351=у351\*0010\_у352=м1(0496)\_

у352=у352\*0100\_у353=м1(0497)\_у353=у353\*1000\_у350=у350Vу351\_

у350=у350Vу352\_у350=у350Vу353\_у437=у350\_

у350=м1(0498)\_у351=м1(0499)\_у351=у351\*0010\_у352=м1(049a)\_

у352=у352\*0100\_у353=м1(049b)\_у353=у353\*1000\_у350=у350Vу351\_

у350=у350Vу352\_у350=у350Vу353\_у438=у350#|Чтение слов 36,37,38

293. э008#б0002|Инф.сообщ.

294. у452=у147^0001#в0295(у452=0000)\_б0296|УП:№модуля-четный

295. у451=у450^000F\_у452=у450^00F0\_

у452=у452/0010#б0297|Форм.контр.кода четного модуля

296. у451=у450^0F00\_у451=у451/0100\_у452=у450^F000\_

у452=у452/1000#|Форм.контр.кода нечетного модуля

297. у453=м1(040c)\_у454=м1(040d)#у451=у453\_у452=у454\_б0002|Контроль Кмху

298. у470=м1(040c)\_у471=м1(040d)\_у471=у471\*0010\_у470=у470Vу471\_

у470=у470^00FF\_э009#б0002|Отображение Кмху

299. #|

|

| Проверка параметров модуля

|

300. у165#в0301(у165=0001)\_в0307(у165=0002)\_в0311(у165=0003)\_

в0002(у165=FFFF)\_б0300|Диспетчер проверки параметров модуля

|

| Режим излучение циклическое

|

301. у300=0001\_2р=у300\_у147=у300\_у300=0000\_

у460=у147/0002\_у460=у460+0001\_

15р=у300#|Загрузка Уш=0 и адреса модуля (Хш=0,Ум=1,Хм=0)

302. з0580\_у148=4000\_у146=у147Vу148\_м1:09\_И\_т0007\_

у203=у147Vу149#м1:49|Запись теста 3 Кфху

303. з0020\_у148=8000\_у146=у147Vу148\_м1:13\_И\_т0007\_

у203=у147Vу149#м1:53|Запись теста 1 Кинф.

304. э002#|Экранное сообщение

305. 9р:06=1\_1р:00=1\_т0001\_9р:06=0\_1р:00=0\_т0001#ЦЕ|Цикл

306. #б0300|Выход в диспетчер режима

|

| Режим излучение розовое

|

307. у300=0001\_2р=у300\_у147=у300\_у300=0000\_

у460=у147/0002\_у460=у460+0001\_

15р=у300#|Загрузка Уш=0 и адреса модуля (Хш=0,Ум=1,Хм=0)

308. з0580\_у148=4000\_у146=у147Vу148\_м1:09\_И\_т0007\_

у203=у147Vу149#м1:49|Запись теста 3 Кфху

309. з0020\_у148=8000\_у146=у147Vу148\_м1:13\_И\_т0007\_

у203=у147Vу149#м1:53|Запись теста 1 Кинф.

310. 9р:06=0\_1р:00=0\_т0001\_9р:06=1\_1р:00=1\_т0001\_э003\_9р:06=0\_

1р:00=0#б0300|Раз.режим излучения

|

| Режим излучение/прием циклическое

|

311. у300=0001\_2р=у300\_у147=у300\_у300=0000\_

у460=у147/0002\_у460=у460+0001\_

15р=у300#|Загрузка Уш=0 и адреса модуля (Хш=0,Ум=1,Хм=0)

312. з0580\_у148=4000\_у146=у147Vу148\_м1:09\_И\_т0007\_

у203=у147Vу149#м1:49|Запись теста 3 Кфху

313. з0020\_у148=8000\_у146=у147Vу148\_м1:15\_И\_т0007\_

у203=у147Vу149#м1:53|Запись теста 3 Кинф.

314. э002#|Экранное сообщение

315. 9р:06=1\_1р:00=1\_т0001\_9р:06=0\_1р:00=0\_т0001#ЦЕ|Цикл

316. #б0300|Выход в диспетчер режима

317. @

**Приложение 2**

Таблица 1.1

Кодограмма записи текущей входной информации

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № слова | Разряды кода | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | 14 | | 13 | | 12 | | 11 | | 10 | 9 | | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 0 | ЗпИнф  =1 | | ЗпКфху  =0 | | ЗпКмху  =0 | | Чт  =0 | | ТУмод  =0 | ТУфар  =0 | Вых.  инф  =0 |  | | Адрес модуля и Адрес чтения | | | | | | | |
| Хст1 | Хст0 | Хм1 | Хм0 | Ум3 | Ум2 | Ум1 | Ум0 |
| 1 | Ки\* | | | | КАФР | | Кр\*\* | | Сбр.  НИ |  |  |  | | Резерв | | | | | | | |
| 1р | | 0р | |
| 2 | Кфу\*\*\*\* | | | | | | | | | | | | | Кфх | | | | | | | |
| 7 | 6 | | 5 | | 4 | | 3 | | 2 | 1 | | 0 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 3 | Кму | | | | | | | | | | | | | Кмх | | | | | | | |
| 7 | 6 | | 5 | | 4 | | 3 | | 2 | 1 | | 0 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 4 | Ксту | | | | | | | | | | | | | Кстх | | | | | | | |
| 7 | 6 | | 5 | | 4 | | 3 | | 2 | 1 | | 0 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| \* Ки - код режима прием/излучение (Ки = 00 - прием/излучение, Ки = 01 - излучения, Ки = 10 - приема;  \*\* Кр - признак режима работы ФАР (Кр = 1 - 1-ый квадрант ФАР работает только в режиме излучения, остальная часть ФАР - только в режиме приема;  \*\*\* Кафр - признак режима измерения начальных фазовых сдвигов модулей ФАР (Кафр = 1 - режим АФР), при этом адрес модуля задается разрядами 0…7 слова 0.  \*\*\*\* Кф - код фазовращателя модуля, Км - код модуля, Кст - код столбца ФАР | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Таблица 1.2

Кодограмма записи кодов начальных фазовых сдвигов фазовращателей (Кфху)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № слова | Разряды кода | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 0 | ЗпИнф  =0 | ЗпКфху  =1 | ЗпКмху  =0 | Чт  =0 | ТУмод  =0 | ТУфар  =0 | Вых.  инф  =0 |  | Адрес чтения | | | | | | | |
| Хст1 | Хст0 | Хм1 | Хм0 | Ум3 | Ум2 | Ум1 | Ум0 |
| 1 | Кфху 1 | | | | | | | | Кфху 0 | | | | | | | |
| 2…143 | Кфху 2…Кфху 286 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 144 | Кфху 288 | | | | | | | | Кфху 287 | | | | | | | |

Таблица 1.3

Кодограмма записи кодов начальных фазовых сдвигов модулей

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № слова | Разряды кода | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 | |
| 0 | ЗпИнф  =0 | ЗпКфху  =0 | ЗпКмху  =1 | Чт  =0 | ТУмод  =0 | ТУфар  =0 | Вых.  инф  =0 |  | | Адрес чтения | | | | | | | | |
| Хст1 | Хст0 | Хм1 | Хм0 | Ум3 | Ум2 | Ум1 | Ум0 | |
| 1 | Кмху 1 | | | | | | | | Кмху 0 | | | | | | | | |
| 2…127 | Кмху 2… Кмху 126 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 128 | Кмху 128 | | | | | | | | Кмху 127 | | | | | | | | |

Таблица 1.4

Кодограмма чтения состояния ячейки и квитанций заданной информации

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № слова | Разряды кода | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | 14 | | 13 | | 12 | | 11 | | 10 | 9 | | | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | | 1 | | 0 |
| 0 | Состояние спецвычислителя | | | | | | | | | | | | | | Квитанция адрес читаемого модуля | | | | | | | | | |
| НИ  Выд.4 | | НИ  Выд.3 | | НИ  Выд.2 | | НИ  Выд.1 | | НИ  Пи вх | Сбой  Ком. | | Сбой  М2 | Ош.  обм. | | Хш1 | Хш0 | Хм1 | Хм0 | Ум3 | Ум2 | Ум1 | | Ум0 | |
| 1…n | Квитанции информации, принятой в текущем такте обмена с ВК | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Таблица 1.5

Кодограмма записи и чтения кодов технического управления модуля (ТУ)

#### А) Запись команд ТУ

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № слова | Разряды кода | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
| 0 | ЗпИнф  =0 | ЗпКфху  =0 | ЗпКмху  =0 | Чт  =0 | ТУмод  =1 | ТУфар  =0 |  |  | Адрес модуля и Адрес чтения | | | | | | | |
| Хш1 | Хш0 | Хм1 | Хм0 | Ум3 | Ум2 | Ум1 | Ум0 |
| 1 | ВЫКЛ ИП при НЛС  (ВЫКЛ ИП-0101, Отмена -1100) | | | | Контр.ДФК  (ВКЛ -0101, ВЫКЛ -1100) | | | | ВКЛ/ВЫКЛ  (ВКЛ -0101, ВЫКЛ -1100) | | | | Групповое/Одиночное  (Гр-0101, Од-1100) | | | |

#### Б) Чтение технического состояния аппаратуры модуля (ТС)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № слова | Разряды кода | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | | 10 | | 9 | | 8 | | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | | 2 | 1 | | 0 |
| 0 | Состояние спецвычислителя | | | | | | | | | | | | Квитанция адрес читаемого модуля | | | | | | | | | |
| НИ  Выд.4 | НИ  Выд.3 | НИ  Выд.2 | НИ  Выд.1 | НИ  Пи вх | | Сбой  Ком. | | Сбой  М2 | | Ош.  обм. | | Хш1 | Хш0 | Хм1 | Хм0 | Ум3 | | Ум2 | Ум1 | | Ум0 |
| 1 | Резерв | | | | | | | | | | | | Норма ИВЭ | | | | | ВКЛ/ВЫКЛ | | | Гр/Од | |
| Резерв | | 2 | 1 | Исп | | Зад | Исп | | Зад |
| 2 | Состояние БУФ4 | | | | | Состояние БУФ3 | | | | | | Состояние БУФ2 | | | | | | Состояние БУФ1 | | | | |
| МАФК  4 | МАФК  3 | МАФК  2 | МАФК  1 | МАФК  4 | | | МАФК  3 | | МАФК  2 | МАФК  1 | | МАФК  4 | МАФК  3 | МАФК  2 | МАФК  1 | МАФК  4 | | МАФК  3 | МАФК  2 | | МАФК  1 |

Таблица 1.6

Кодограмма контрольного чтения

А) Запись управляющего слова

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № слова | Разряды кода | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | 14 | | 13 | | 12 | | 11 | | 10 | 9 | | | 8 | 7 | | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | | 1 | 0 |
| 0 | ЗпИнф  \* | | ЗпКфху  \* | | ЗпКмху  \* | | Чт  =1 | | ТУмод  \* | ТУфар  \* | | Вых. Инф  \* |  | | Адрес читаемого модуля | | | | | | | | | |
| Хш1 | Хш0 | | Хм1 | Хм0 | Ум3 | Ум2 | Ум1 | | Ум0 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № слова | Разряды кода | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | 14 | | 13 | | 12 | | 11 | | 10 | 9 | | | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | | 1 | | 0 |
| 0 | Состояние спецвычислителя | | | | | | | | | | | | | | Квитанция адрес читаемого модуля | | | | | | | | | |
| НИ  Выд.4 | | НИ  Выд.3 | | НИ  Выд.2 | | НИ  Выд.1 | | НИ  Пи вх | Сбой  Ком. | | Сбой  М2 | Ош.  обм. | | Хш1 | Хш0 | Хм1 | Хм0 | Ум3 | Ум2 | Ум1 | | Ум0 | |
| 1…n | Информация заданного массива чтения | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Б) Чтение заданного массива

\* - логическая “1” одного из битов определяет тип массива контролируемой информаци

Таблица 1.7

Кодограмма контрольного чтения выходной информации

А) Запись управляющего слова

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № слова | Разряды кода | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | 14 | | 13 | | 12 | | 11 | | 10 | 9 | | | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | | 1 | | 0 |
| 0 | ЗпИнф  0 | | ЗпКфху  0 | | ЗпКмху  0 | | Чт=1 | | ТУмод  0 | ТУфар  0 | | Вых. Инф  1 |  | | Адрес читаемого модуля | | | | | | | | | |
| Хш1 | Хш0 | Хм1 | Хм0 | Ум3 | Ум2 | Ум1 | | Ум0 | |

Б) Чтение массива

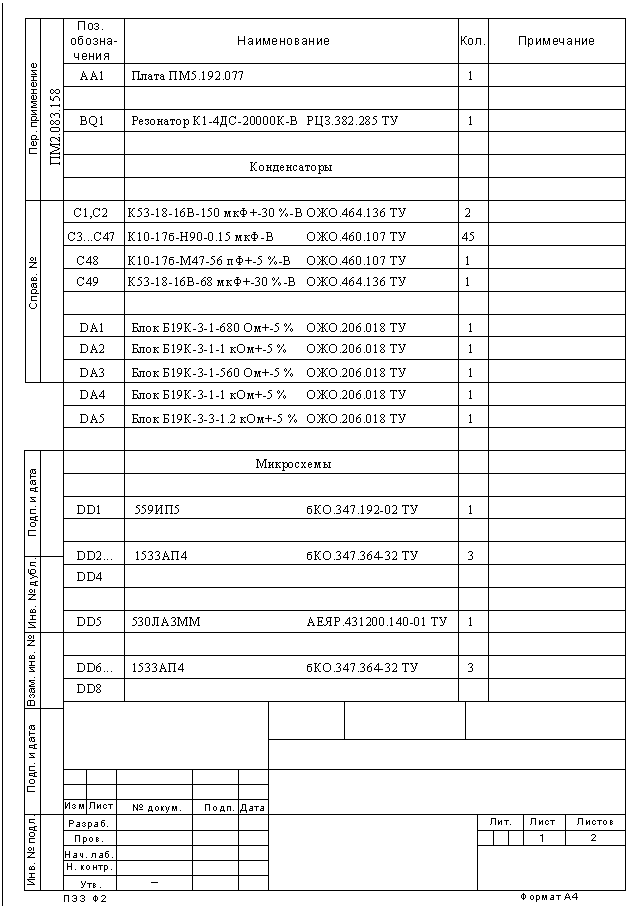
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № слова | Разряды кода | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | 14 | | 13 | | 12 | | 11 | | 10 | 9 | | | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | | 1 | | 0 |
| 0 | Состояние спецвычислителя | | | | | | | | | | | | | | Квитанция адрес читаемого модуля | | | | | | | | | |
| НИ  Выд.4 | | НИ  Выд.3 | | НИ  Выд.2 | | НИ  Выд.1 | | НИ  Пи вх | Сбой  Ком. | | Сбой  М2 | Ош.  обм. | | Хш1 | Хш0 | Хм1 | Хм0 | Ум3 | Ум2 | Ум1 | | Ум0 | |
| 1 | Инф 900 (Хф= 0) - БУФ 2 | | | | | | | | | | | | | | Инф 900 (Хф= 9) - БУФ 1) | | | | | | | | | |
| 2 | Инф 900 (Хф= 9) - БУФ 4 | | | | | | | | | | | | | | Инф 900 (Хф= 0) - БУФ 3) | | | | | | | | | |
| 3 | Инф 1800 (Хф= 0) - БУФ 2 | | | | | | | | | | | | | | Инф 1800 (Хф= 9)- БУФ 1) | | | | | | | | | |
| 4 | Инф 1800 (Хф= 9) - БУФ 4 | | | | | | | | | | | | | | Инф 1800 (Хф= 0) - БУФ 3) | | | | | | | | | |

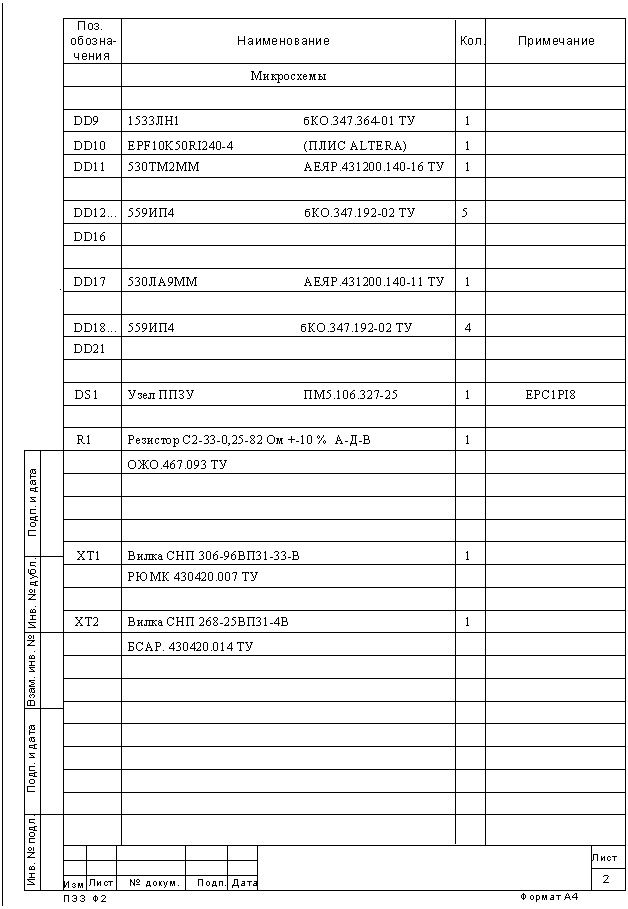
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 5 | Инф 900 (Хф= 1) - БУФ 2 | Инф 900 (Хф= 10- БУФ 1) |
| 6 | Инф 900 (Хф= 10)- БУФ 4 | Инф 900 (Хф= 1) - БУФ 3) |
| 7 | Инф 1800 (Хф= 1) - БУФ 2 | Инф 1800 (Хф= 10) БУФ 1) |
| 8 | Инф 1800 (Хф= 10) - БУФ 4 | Инф 1800 (Хф=0) - БУФ 3) |
| 9…32 | … | … |
| 33 | Инф 900 (Хф= 8) - БУФ 2 | Инф 900 (Хф= 17- БУФ 1) |
| 34 | Инф 900 (Хф= 17)- БУФ 4 | Инф 900 (Хф= 8) - БУФ 3) |
| 5 | Инф 1800 (Хф= 8) - БУФ 2 | Инф 1800 (Хф= 17) БУФ 1) |
| 36 | Инф 1800 (Хф= 17) - БУФ 4 | Инф 1800 (Хф= 8) - БУФ 3) |

Продолжение табл. 1.7

**Приложение 3**

Перечень элементов





**Приложение 4**



|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | **Структурная схема ячейки спецвычислителя АУ** | Лит | | | Масса | Масштаб |
|  | Лист | № документа | Подпись | Дата |  |  |  |  |  |
| Разраб. | | . |  |  |
| Руковод. | |  |  |  |
| Консул. | |  |  |  | Лист 3 | | | Листов 3 |  |
|  | |  |  |  |  | | | | | |
| Н. контр. | |  |  |  |
| Зав. каф. | |  |  |  |