

SI18809081

НИИАР-13(724)

В.П.Петухов, Р.Р.Айникеев, Н.П.Потаманова

НИИАР--13(724)

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА  
ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

**П р е п р и н т**

**Москва-ЦНИИатоминформ-1987**

УДК 681.142.621.374

Петухов В.П., Айникоев Р.Р., Потаманова Н.И.  
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ:  
Препринт. НИИАР-ИЗ(724).- М.:ЦНИИАтоминформ, 1987.- 12 с.

Описана автоматизированная система теплофизических исследований, предназначенная для проведения экспериментов на ядерной энергетической установке с реактором на быстрых нейтронах BOR-60, на атомной станции теплоснабжения АСТ-1 и стенде с натриевым теплоносителем для испытаний моделей парогенераторов натрий-вода. Система состоит из трех независимо функционирующих подсистем. Каждая подсистема имеет режим сбора и предварительной обработки экспериментальной информации, а также режим передачи данных. В состав системы входят три терминала RPT с периферийными устройствами и ЭВМ *Plurimat-S*.

Рис.1, список лит. - 3 назв.

Научный редактор - канд.техн.наук Г.И.Гаджиев



Центральный научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по атомной науке и технике (ЦНИИАтоминформ), 1987

В.П.Петухов, Р.Р.Айникоев,  
Н.П.Потаманова

НИИАР-13(724)  
УДК 681.142.621.374

Автоматизированная система теплофизических исследований

Описана автоматизированная система теплофизических исследований на реакторе BOR-60, атомной станции теплоснабжения АСТ-1 и стенде с натриевым теплоносителем по испытанию моделей парогенераторов натрий-вода. Система состоит из трех интеллектуальных терминалов RPT и ЭВМ *Plurimat-S*. Приведены данные о структуре, технических характеристиках и возможностях программного обеспечения системы.

Препринт, 1987

V.P.Petukhov, R.R.Ainikeev,  
N.P.Potamanova

RIAR - 13(724)  
UDC 681.142.621.374

Automated System of Thermal Research

Automated system of thermal research at the BOR-60 reactor, district heat atomic station AST-1 and liquid-metal sodium stand on the sodium-water steam generator models testing is described. The system consists of three intelligent terminals-RPT and the Plurimat-S computer. Data about structure, technical characteristics and software means of the system are given.

Preprint, 1987

## ВВЕДЕНИЕ

Эксплуатация промышленных ядерных энергетических установок (ЯЭУ) требует повышения качества и сокращения сроков экспериментальных исследований, проводимых на опытных установках. Решение этих задач осуществляется с помощью автоматизированных систем научных исследований. Структура аппаратных средств таких систем может иметь несколько вариантов: 1) центральная ЭВМ, работающая в режиме на линии с экспериментальной аппаратурой [1]; 2) интеллектуальные терминалы, связанные между собой [2]; 3) более сложные системы.

Недостаток первого варианта построения системы - чрезмерная загрузка ЭВМ несвойственными ей функциями управления режимами измерений.

Во втором варианте мощные измерительные возможности терминалов не имеют достаточного программного обеспечения ЭВМ и средств хранения информации.

Сбор экспериментальной информации на ЯЭУ, где число измеряемых параметров в одном эксперименте может составлять несколько сотен, безусловно должен проводиться специализированным устройством, в задачи которого входят:

- . оперативное управление режимом измерений;
- . оперативная обработка результатов измерений параметров, характеризующих ход эксперимента;
- . информирование исследователей о ходе эксперимента и состоянии объекта;
- . передача собранной информации на внешние запоминающие устройства (ВЗУ) для последующей обработки.

В полном объеме эти задачи можно успешно решить с помощью интеллектуальных терминалов или специализированных микроЭВМ, работающих по программе, которая позволяет получить необходимые экспериментальные данные и допускает быструю корректировку в тех случаях, когда нормальный ход эксперимента нарушается.

Использование ЭВМ небольшой мощности позволяет:

- . принимать экспериментальную информацию и записывать ее на ВЗУ;

- . обрабатывать результаты в процессе эксперимента по несложным алгоритмам для получения более полной информации о его ходе и для скорейшего определения дальнейших шагов в многостадийных экспериментах;

- . хранить экспериментальную информацию и библиотеки программ обработки;

- . подготовить данные для ЭВМ большой мощности.

Поскольку одновременный сбор информации с максимальной скоростью на всех объектах исследования осуществляется редко, центральная ЭВМ такой системы может обрабатывать данные одного из экспериментов практически в монопольном режиме, что существенно сокращает время, затраченное на исследования.

Приведем описание автоматизированной системы, предназначенной для исследований на экспериментальной ЯЭУ с реактором на быстрых нейтронах БОР-60, на атомной станции теплоснабжения АСТ-1 и стенде с натриевым теплоносителем для испытаний моделей парогенераторов натрий-вода.

## 1. СТРУКТУРА И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ (АСТИ)

Структурная схема технических средств АСТИ показана на рисунке. Система состоит из трех интеллектуальных тер-

миналов RPT (Венгрия) и ЭВМ *Plurimat - S* (Франция).

Сбор экспериментальной информации на каждом из объектов исследования осуществляется терминалом, работающим в мультизадачном режиме с разделением времени и приоритетной диспетчеризацией. Число измерительных входов терминалов увеличено в результате подключения коммутаторов Ф-799. Максимально возможное число коммутаторов, подключаемых к каждому из терминалов, равно 64, однако, как правило, необходимы три коммутатора на терминале реактора БОР-60 и по два на терминалах стенда с натриевым теплоносителем и АСТ-I.

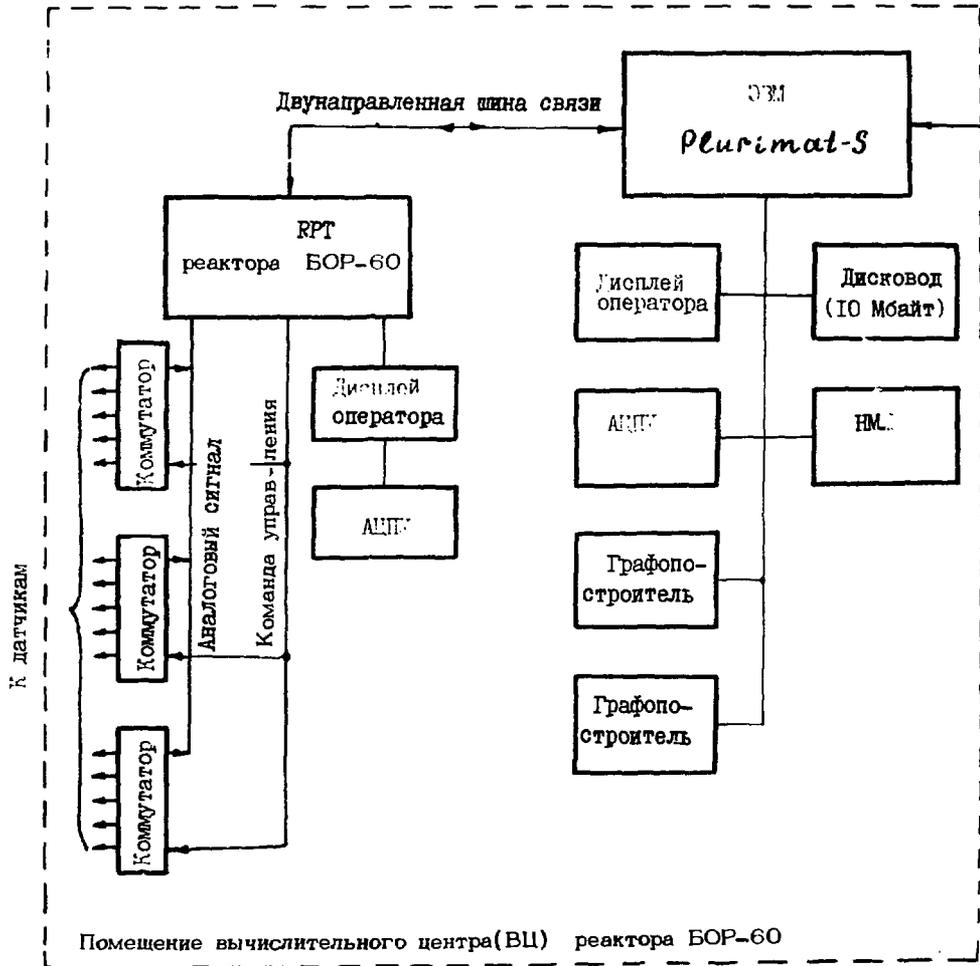
Для одновременной работы на каждом из терминалов можно запустить до 16 различных задач (программ) сбора информации.

Коммутаторы и аналого-цифровые преобразователи (АЦП) общие для всех задач. Для организации работы программ, исключающей их одновременное обращение к одному и тому же устройству, используют операции с семафорами [3].

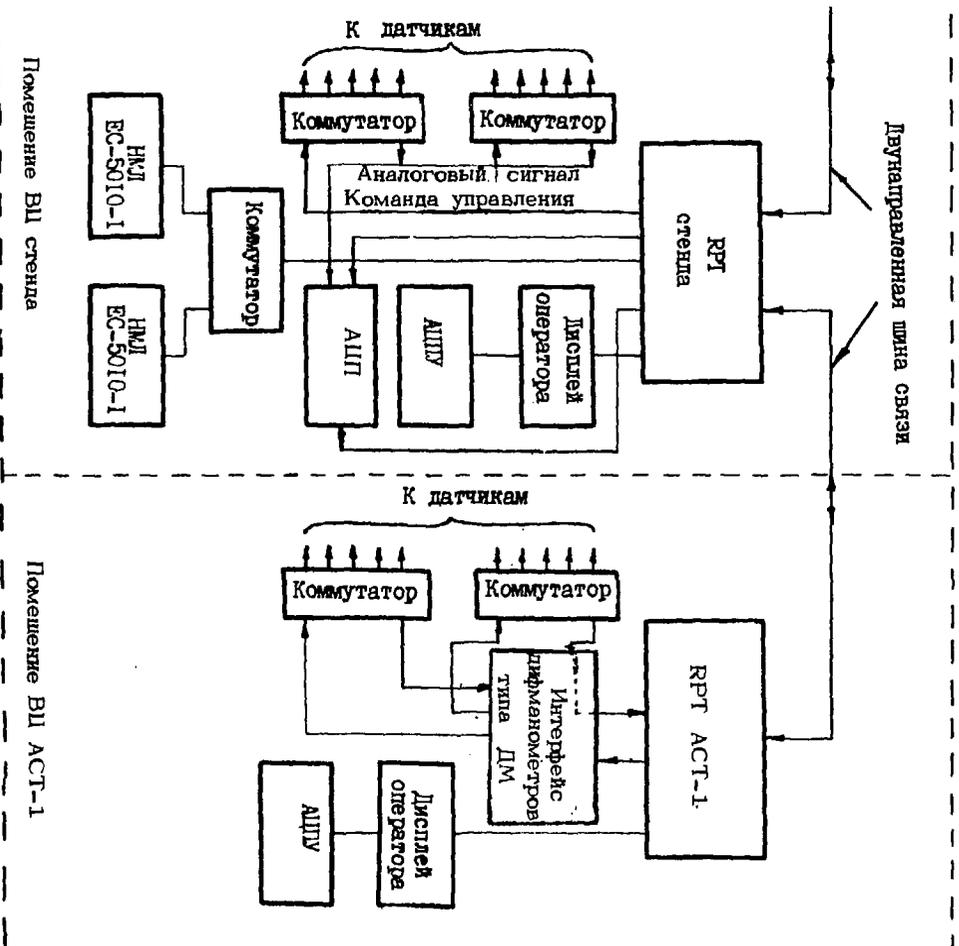
Управление работой терминала осуществляется с дисплея оператора. При необходимости информацию с экрана дисплея можно вывести на алфавитно-цифровое печатающее устройство (АЦПУ). Печать информации может производиться по команде оператора и автоматически по запросам работающих программ (все дисплеи терминалов типа VT-340, АЦПУ-ДЗМ-180). Терминалы реактора БОР-60 и стенда имеют двустороннюю связь с ЭВМ *Plurimat - S*.

Периферийные устройства данной ЭВМ состоят из дисплея оператора типа Тектроникс-1010, печатающего устройства и терминала Диабло, накопителя на магнитных дисках емкостью 10 Мбайт, из магнитофона, графопостроителя и мониторов типа К-108.

Терминал АСТ-I через терминал стенда может быть связан с ЭВМ либо с накопителями на магнитной ленте (НМЛ) типа ЕС-5010-01. Эти накопители можно использовать



Структурная схема автоматизированной системы



**Теллофизических исследований**

для записи информации, предназначенной для передачи на ЭВМ БЭСМ-6.

## 2. РЕЖИМ РАБОТЫ СИСТЕМЫ

Автоматизированная система теплофизических исследований предназначена для одновременного обслуживания реактора БОР-60, АСТ-I и стенда с натриевым теплоносителем. В связи с этим технические и программные средства измерений представляют собой три одновременно и независимо функционирующие подсистемы.

Каждая подсистема имеет два режима работы:

1) сбор и предварительная обработка экспериментальной информации;

2) передача данных.

В состав подсистемы входят терминал RPT и связанные с ним периферийные устройства, используемые для измерений и управления терминалом.

Центральная ЭВМ системы принимает поступающие по запросам прерывания от терминалов данные, записывает и хранит их на дисках, а также обеспечивает обработку экспериментальной информации по алгоритмам, которая не требует применения ЭВМ большей мощности.

Ведущую роль в системе выполняют терминалы, которые могут осуществлять обмен информацией с ЭВМ в автоматическом (программном) режиме и по командам операторов терминала. Выходить на связь ЭВМ может только по командам оператора.

Такое распределение функций элементов системы объясняют высокой стоимостью экспериментов на ЯЭУ, невозможностью повторения некоторых экспериментов, моделирующих аварийные ситуации, и тем, что ответственные за эксперимент наиболее квалифицированные сотрудники находятся на исследуемом объекте, т.е. вблизи терминала.

В этих условиях главная цель ЭВМ – надежно принять и сохранить полученную информацию.

Этому же требованию отвечает и построение системы связи:

- . связь осуществляется в асинхронном режиме с максимальной скоростью, доступной системе обработки прерываний;

- . ЭВМ обрабатывает запросы на связь в порядке поступления, однако разрешение на передачу данных выдается очередному терминалу только после записи на диск предварительно полученного массива информации, терминал, передавший данные, получит подтверждение о конце связи сразу после приема последнего символа;

- . связь в автоматическом режиме рассчитана на обмен массивами определенной длины в фиксированный адрес памяти ЭВМ и на запись файлов типа "Д" (DATA), что в совокупности обеспечивает минимальное время обмена;

- . запросы на связь ни на ЭВМ, ни на терминалах не нарушают работы программ, за исключением задержки во времени, необходимом для обработки прерываний.

### 3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМЫ

Для измерения медленно меняющихся напряжений используют штатный АЦП терминала или цифровой мультиметр Ц68003.

Характеристика АЦП терминала:

Класс точности ..... 0,1

Быстродействие ..... До 25 измерений в секунду

Программно-устанавливаемые пределы измерения .... 0-10, 0-100 мВ, 0-1 и 0-10 В

Входное сопротивление .. 10 МОм

Глубина подавления  
 синфазной помехи ..... 100 дБ

Мультиметр Ш68003 имеет примерно такие же характеристики, однако на пределе измерения 0-10 мВ вследствие меньшего дрейфа нуля он обеспечивает примерно пятикратный выигрыш в точности. Для быстрых измерений используют АЦП, имеющие следующие характеристики:

Класс точности ..... 0,1

Время одного измерения ..... 40 мкс

Программно-устанавливаемые  
 пределы измерений ..... 0-100 мВ и 0-10 В

Число коммутируемых каналов ... 16

Быстродействие линий связи:

*Plurimat-S* ..... 2500 байт/с

RPT-RPT ..... 1500 байт/с

Скорость чтения - записи  
 на НМД ..... 16000 байт/с

Характеристики вычислительной техники:

Терминалы ..... RPT

Объем перепрограммируемого постоянного  
 запоминающего устройства ..... 18 К

Объем оперативного запоминающего  
 устройства (ОЗУ) ..... До 46 К

Среднее время выполнения машинной  
 команды ..... 5 мкс

Длина машинного слова ..... 1 байт

Базовое программное обеспечение ..... Операционная  
 система реального времени RPS

Ввод алфавитно-цифровой информации .. На экран дис-  
 плей и на АЦП  
 ДИМ-180

Вывод графической информации .....	На экран запо- минающего ос- циллографа С8-14 и потен- циометр ЦДС-021
ЭВМ .....	<i>Plurimat-S</i>
Объем ОЗУ .....	64 К
Среднее время выполнения команды .....	6,2 мкс
Длина машинного слова .....	1-4 байта
Объем дисковой памяти .....	10 Мбайт
Плотность записи на магнитную ленту ...	8 байт/мм
Вывод алфавитно-цифровой информации ...	На дисплей и печатающее устройство Диабло

#### 4. СРЕДСТВА ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Программное обеспечение терминалов включает операционную систему *RPS* и комплект программ, специально разработанных для каждой из подсистем.

С помощью операционной системы выполняются задачи обслуживания пульта дисплея и других периферийных устройств, осуществляется обработка прерываний, запуск выполняемых задач и т.д.

С целью обеспечения требований, предъявляемых к данной измерительной системе, с учетом разветвленной сети периферийных устройств была разработана библиотека пользовательских и сервисных программ, предназначенная для решения следующих задач:

- сбора и обработки экспериментальных данных с последующим выводом результатов на дисплей, АЦПУ и графопостроитель;

- . записи больших объемов накопленной информации на внешние накопители;
- . передачи файлов на центральную ЭВМ или на другой терминал RPT;
- . редактирования и отладки вновь разрабатываемых программ.

Для сокращения времени, затрачиваемого на программирование задач сбора и обработки информации, создана специализированная версия языка Бейсик. Графическая информация выводится на дисплей  $x-y$  и  $x-z$  и на графопостроитель. Базовое программное обеспечение ЭВМ- дисковая операционная система СЭДИМ, языки высокого уровня-Бейсик и Фортран-4, языки-PS-600 и ассемблер PAL-15.

Специально разработанное программное обеспечение центральной ЭВМ позволяет:

- . обмениваться информацией с терминалами и создавать банки данных и библиотеки программ;
- . преобразовывать файлы экспериментальных данных к виду, доступному для обращения на языках Бейсик и Фортран;
- . обрабатывать экспериментальные данные по требуемым алгоритмам.

## ВЫВОДЫ

1. Разработанная автоматизированная система позволяет оперативно и одновременно проводить теплофизические исследования на реакторе БОР-60, АСТ-1 и натриевом стенде.

2. По техническим возможностям (число измеряемых параметров, точность измерений, частота опроса датчиков, скорость обмена данными с ЭВМ) система удовлетворяет

требованиям всех проводимых теплофизических экспериментов.

3. Опытная эксплуатация показала высокую надежность и гибкость системы и простоту расширения программного обеспечения по обработке результатов измерений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ефимов В.Н., Качалин В.А., Свиридова Ю.Ф. и др. Автоматизированная подсистема для исследований на реакторе БОР-60 с применением ЭВМ: Препринт НИИАРа. П-27(321). Димитровград, 1977.
2. Качалин В.А., Киселев А.В., Красько А.И. и др. Информационно-вычислительная система для реакторов РБТ-10: Препринт. НИИАР-1(613). Димитровград, 1984.
3. Дейкстра Э. Взаимодействие последовательных процессов. Языки программирования: Пер. с англ./Под ред. Ф. Женки. М.: Мир, 1972.

Рукопись поступила в ОПИНТИ  
02.10.86.

Владимир Петрович Петухов  
Руслан Раульевич Айникеев  
Нина Павловна Потаманова

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Редактор Волкова Ю.В.                      Корректор Л.Н.Кривошеева

---

Подписано в печать 25.06.87. Т-15955. Формат 60x90 1/16.  
Печать офсетная. Печ.л. 1. Уч.-изд.л. 0,7. Тираж 150 экз.  
Зак. тип. 1693.                      Цена 11 коп.                      Индекс 3634.

---

Отпечатано в Научно-исследовательском институте  
атомных реакторов им. В.И.Ленина  
433510, Димитровград-10, НИИАР

## Н А С Т О Я Щ Е Е    И З Д А Н И Е    Н И И А Р а

ЯВЛЯЕТСЯ самостоятельной, не всегда дублирующей впоследствии в других изданиях ПУБЛИКАЦИЕЙ отдельных оригинальных научных трудов НИИАРа, на которую можно сослаться в других публикациях, указывая при этом авторов, наименование, порядковый номер (НИИАР-...), год и место издания (Димитровград).

ИЗДАЕТСЯ с целью более быстрой или более полной информации по сериям:

1. Ядерные реакторы
2. Методика и техника облучения
3. Радиационное материаловедение
4. Радиохимия
5. Ядерная физика
6. Вычислительная техника и электроника
7. Вычислительная математика и программирование
8. Информатика и управление

ПЕЧАТАЕТСЯ на роталпринте НИИАРа тиражом 150 экз.

РАССЫЛАЕТСЯ в научные организации, научно-технические библиотеки и отдельным лицам в соответствии с установленным порядком.

11 к.ог.

**Индекс 3624**

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА  
ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

**Препринт. НИИАР-13(724), 1987, 1-12**