



В.Б.Иванов , В.А.Качалин

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ
НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
И ОРГАНИЗАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ
В НИИ АТОМНЫХ РЕАКТОРОВ**

П р е п р и н т

Москва-ЦНИИАтоминформ-1986

УДК 681.51:001.891

Иванов В.Б., Качалин В.А. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОРГАНИЗАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ В НИИ АТОМНЫХ РЕАКТОРОВ: Препринт. НИИАР-3(684). - М.: ЦНИИАтоминформ, 1986. - 27 с.

Излагаются общие принципы построения, состояния и перспективы развития АСНИ и АСУ НИИАРа. Подчеркивается актуальность комплексных многоплановых исследований, проводимых в институте, обуславливающих необходимость сбора, обработки и хранения значительных объемов информации для обоснования ключевых концепций проектных решений для вновь создаваемых промышленных атомных энергетических установок. Приводится описание создаваемых АСНИ по трем основным научным направлениям: реакторному материаловедению, радиохимии и химической технологии, физике и технике ядерных реакторов. Рассмотрены состояние и перспектива работ по созданию автоматизированной системы организационно-хозяйственного управления в институте. Приведено описание основных функциональных и целевых подсистем АСУ.

Рис.7, список лит. - 9 назв.

Научный редактор - канд.техн.наук В.А.Качалин

Посвящается 30-летию Научно-исследовательского
института атомных реакторов им. В.И.Ленина



Центральный научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по атомной науке и технике (ЦНИИАтоминформ), 1986

В.Б.Иванов, В.А.Качалин

НИИАР-3(684)

УДК 681.51:001.891

Автоматизированные системы научных исследований
и организационного управления в НИИ атомных реакторов

Излагаются общие принципы построения АСНИ и АСУ НИИАРа. В качестве примеров практической реализации существующего подхода приводится описание отдельных подсистем АСНИ, ориентированных на автоматизацию комплекса задач отдельных научных направлений. Приводится описание создаваемой в институте автоматизированной системы организационного управления в составе функциональных и целевых подсистем.

Препринт, 1986

V.B.Ivanov, V.A.Kachalin

RIAR- 3(684)

UDC 681.51:001.891

The RIAR Automated Research and Management Systems

General principles are stated for designing the automated research and management systems at the Research Institute of Atomic Reactors. Some individual ARS subsystems oriented to the automated solution of the combined problems in certain scientific directions are demonstrated as examples of practical implementation of the approach listed. The automated management system is also described which is under the development at the Institute and comprises both functional and specialized subsystems.

Preprint, 1986

ремонт и эксплуатацией. Кроме этого, институт имеет обеспечивающие подразделения: автохозяйство, жилищно-коммунальное управление, детские учреждения, энергоцех и др. Поэтому НИИАР представляет собой весьма сложный для управления хозяйственный механизм с развитой структурой информационных потоков. В целях совершенствования управления хозяйственной деятельностью в институте уже около десяти лет функционирует единая автоматизированная система организационного управления (АСУ НИИАРа).

Системы автоматизированного проектирования (САПР) — новое направление автоматизации. Интенсивно ведутся работы по созданию двух подсистем САПР: печатных плат для радиоэлектронной аппаратуры и машиностроительных конструкций. САПР машиностроения необходима в связи со значительными объемами проектно-конструкторских работ по развитию экспериментальной базы.

I. АСНИ НИИАРа

I.1. Основные принципы построения

Одним из основных вопросов, который приходится решать при разработке АСНИ, является выбор структуры технических и программных средств, которая должна учитывать:

- возможность поэтапного наращивания мощности системы и постоянную модернизацию отдельных ее элементов;

- унификацию оборудования, методов измерения и алгоритмов обработки информации для однотипных измерений на разных этапах исследований;

- необходимость обмена информацией между отдельными частями системы и комплексной обработкой больших массивов данных;

- необходимость относительно высокого уровня надежности технического и программного обеспечения и удобства эксплуатации.

Было испытано несколько вариантов структур, в первую очередь, одноуровневый на основе ЭВМ коллективного пользования (центральная ЭВМ с разветвленной сетью терминалов, являющихся непосредственно элементами сбора информации и отображения результатов) [1]. К преимуществам таких структур относятся:

- . возможность быстрого включения для обработки информации широкого набора типовых подпрограмм математической обработки;
- . наличие отработанных типовых программно-технических средств связи с исследовательской аппаратурой, что упрощает диагностику и ремонт;
- . наличие централизованных архивных данных, что позволяет систематизировать информацию различных исследователей;
- . наличие значительного запаса вычислительной мощности, достаточной для обеспечения логико-математической обработки;
- . возможность централизации обслуживания техники и сопровождения программного обеспечения, что существенно повышает экономичность и надежность подобных систем.

Все эти преимущества подтверждены многолетней эксплуатацией системы, при которой среднесуточная загрузка составила около 150 заявок, а задействованное количество обрабатываемых программ-модулей – более 50.

Менее очевидны другие положительные свойства систем коллективного пользования. Одно из них заключается в возможности унификации и контроля программного обеспечения, предназначенного для обработки информации от аналогичных исследований, например разработанная единая система программного обеспечения спектрометрических исследований [2], реализованная в виде блоков, состоящих из набора функциональных программ и константного обеспечения. Использование этой системы позволило существенно облегчить сравнение результатов, полученных различными экспериментаторами, упростило метрологию спектрометрических измерений.

К сожалению, отсутствие в то время специально приспособленной для таких целей отечественной вычислительной техники заставило разрабатывать систему на основе обычной универсальной ЭВМ с подключением нестандартных элементов. Все это увеличило сроки освоения системы, так как трудоемкость ее разработки даже в специализированном подразделении достаточно велика.

Другими существенными недостатками систем коллективного пользования являются зависимость всех абонентов от работоспособности центральной ЭВМ и недостаточная гибкость при изменении условий эксперимента (создание и отладка обеспечивающих программ).

Двухуровневые системы (в качестве первого уровня используют информационно-вычислительные системы (ИВС) на основе мини-ЭВМ или программируемых ЭКВМ [3], имеющих связь (*on line*) с базовой ЭВМ) позволили резко увеличить темпы внедрения автоматизации, подключить к разработке прикладных программ больше экспериментаторов, повысить адаптируемость системы для новых направлений исследований. Однако в некоторых случаях из-за недостатка мощности и объема оперативной памяти ЭВМ первого уровня на центральную ЭВМ приходится последовательно передавать для хранения и первичной обработки логически связанные массивы информации, обработка которых на первом уровне могла бы оптимизировать эксперимент, устранить необходимость передачи данных на более высокий уровень иерархии и т.д.

В настоящее время структура АСНИ в основном трехуровневая, но в некоторых случаях второй уровень может отсутствовать [4].

1.2. АСНИ реакторного материаловедения

Цикл исследований в реакторном материаловедении включает в себя следующие этапы:

. дореакторный контроль (паспортизация истинных значений параметров) материалов и конструкций, предназначенных для исследований;

. контроль параметров облучения, в процессе которого измеряются или рассчитываются величины, существенно влияющие на свойства испытываемого объекта;

. послереакторные исследования (неразрушающие и разрушающие), дающие основную информацию о ресурсах конструкций, причинах разрушения и т.п.;

. систематизацию и запоминание полученной информации для подготовки следующих экспериментов, разработки и проверки физико-математических моделей явлений и т.д.

Дополнительно проводятся внутриреакторные активные испытания материалов и конструкций, когда измерения параметров и характеристик производятся непосредственно в процессе облучения с применением специального оборудования.

Специфика реакторного материаловедения заключается, во-первых, в "сквозном" характере информации (каждый этап определяет особенности последующего и влияет на выводы, получаемые при его завершении) и, во-вторых, в необходимости проведения массовых испытаний для повышения статистической значимости получаемых результатов. С учетом всего перечисленного создавалась АСНИ реакторного материаловедения [5, 6]. Блок-схема технических средств системы изображена на рис. I.

Технологический участок, поставляющий изделия и образцы для испытаний, обеспечивается подсистемой дореакторного контроля, которая состоит из комплекса технических средств, измеряющих и регистрирующих исходные параметры, а также из устройств ввода и запоминания информации с сертификатов, паспортов или подобных документов.

Применительно к опытным твэлам в настоящее время измеряются в различных азимутальных направлениях размеры оболочек твэлов (диаметр и толщина стенок), проводится дефекто-

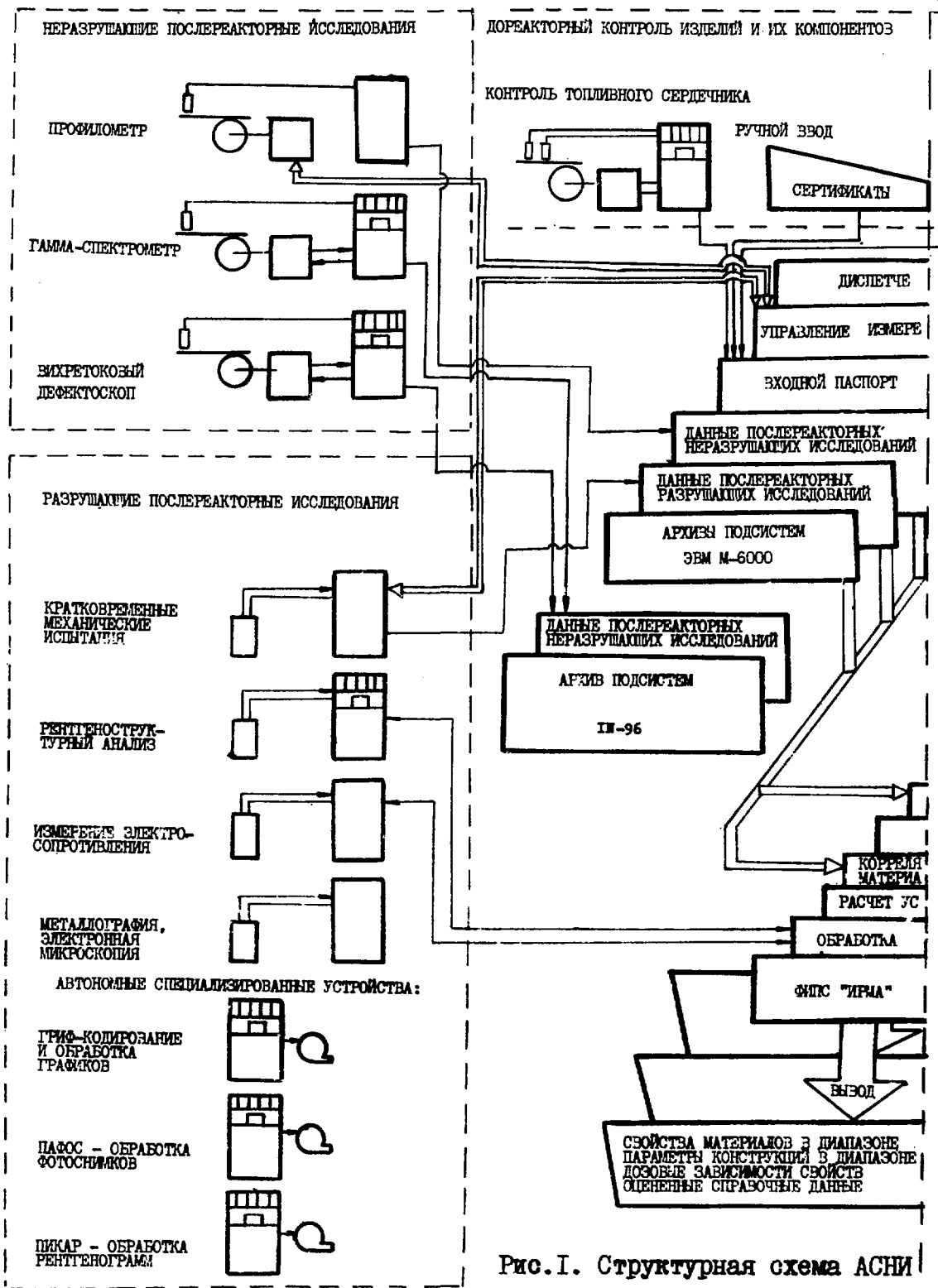


Рис. 1. Структурная схема АСНИ

скопия, контролируются плотность и распределение топлива в твэле. Эта информация в сжатом виде автоматически заносится в паспорт, который хранится в виде файлов на магнитной ленте в ЭВМ М-6000 и может быть в любой момент выдан исследователю. Часть страниц паспорта заполняется вручную, например вид и способ сварки, особенности комплектующих деталей и т.п. Образец выдачи информации от подсистемы приведен на рис.2.

Этап испытаний на различных реакторных установках обеспечивается специальными подсистемами. На данном этапе в составе паспортной информации материаловеда обычно интересуют:

- . изменения нейтронного потока и мощности реактора во времени;
- . расчетная температура оболочки (средняя и экстремальная);
- . расчетная температура топлива;
- . количество срабатываний медленной и быстрой аварийной защиты;
- . особенности режимов выходов на мощность и остановок реакторов;
- . перемещения ТВС по активной зоне в процессе перегрузок и т.д.

Учитывая, что многие параметры облучения рассчитываются и требуют привлечения ядерно-физических и иных констант, необходима связь подсистемы с ЭВМ достаточной мощности, которая снабжена соответствующим программным обеспечением. Завершенность и структурная развитость подобных подсистем на реакторах (ВК-50, БОР-60, РБТ-10) неодинаковы, что объясняется различным назначением реакторов, длительностью эксплуатации и существующими возможностями штатных датчиков и систем.

ОХОЛНОЕ ПАСПОРТ НА ТВЭЛ XXXXX (ПАКЕТ XXXX) ЧЕРТЕЖ XXXXXX
 Т Е Х Н О Л О Г И Ч Е С К И Е Х А Р А К Т Е Р И С Т И К И
 I О Б Ъ Е М Ч К А I Т О П Л И В О I П О К Р Ы Т И Е

1. ТМН	I XX	I XX	I XX
2. ПАРТИЯ	I XX	I XX	I XX
3. СЕРТИФИКАТ	I XXX	I XX	I
4. СОСТАВ	I XXXX	I XXX	I XX
5. СВОЙС-ТВА	I ОБРАБ: XX	I РИ/О XX/XX	I ПЛОТНОСТЬ: XX
	I ПР. ПРЧН. XX КГ/М ²	I ПР. ПРЧН. XX/XX	I СР. МАКС. XX
	I ПР. ТЕКУЧ. XX КГ/М ²	I ПР. ПРЧН. XX/XX	I МАКС. XX
	I ПЛАСТИЧН. XX	I ПЛОТН. XX.XX Г/СМ ³	I МИН. XX
	I ТВЕРДОСТЬ XX	I XX.XX ТЕР. ПЛОТ. I	I <Ф1

2. К О Н С Т Р У К Т И В Н Ы Е Х А Р А К Т Е Р И С Т И К И
 I Г Е О М Е Т Р И Я I Т Е Х Н О Л О Г И Я I

1. ОБЪЕДИНЕНИЕ	I ТРУБА X.XXX.XXXXXX мм	I
2. ЗАПОЛНЕНИЕ	I ВГН X - XXX / XX.XX	I ГЕЛИЙ Р = XX АТМ
ГРАНЦЫ	I ВТЭ XXX - XXX / XX.XX	I ТАБЛЕТКИ ПО.2
СМЭТ	I АЗ XXX - XXX / XX.XX	I ВЫБРОУПЛОТНЕНИЕ
ОБЪЕМ ЗАП. И	I ВТЭ XXX - XXX / XX.XX	I ТАБЛЕТКИ ПО.2
СМЭТ	I КИ XXX - XXX / XX.XX	I ГЕЛИЙ Р = XX АТМ
3. ШВЫ	I ВУСОТА X.XX мм	I АРГУОННО-ДУГОВАЯ СВАРКА
4. ДИСТАНЦ.	I ПРОВОЛОКА X.XX мм	I КРЕПЛЕНИЕ К ТРУБЕ
5. ПРОЧИЕ	I ДЛИНА ТУЛА XXXX.X мм	I
ОСОБЕН-НОСТИ	I	I
I	I	I <Ф2

3. К О Н Т Р О Л Ь О Б Ъ Е Д И Н Е Н И Я
 ПРОВЕДЕН ДЛЯ ОБЪЕДИНЕНИЯ ДЛИНОЙ L = XXXX мм
 ПОД АЗ ТВЭЛА РЕКОМЕНДУЕТСЯ УЧАСТОК ДЛИНОЙ L1 ОТ XXX ДО XXXX мм
 ПРИЧЕМ XXXX - РЕКОМЕНДУЕМАЯ ВЕРХНЯЯ ГРАНИЦА ТВЭЛА
 I СРЕДНИЕ ОЦЕНКИ I ЭКСТРЕ. ЗНАЧ. ИХ КООРД./ПО L/

1. ВНЕШ. ДИСТАНЦИЯ	I L - XX.XX*.XXXX	I МАХ - XX.XX / XXXX /X
ДИСТАНЦИЯ	I L1 - XX.XX*.XXXX	I М - XX.XX / XXXX /X
2. ТОЛЩИНА СТЕНЫ	I L - .XX*.XXXX	I МАХ - .XXX / XXXX /X
3. ПЛОТНОСТЬ	I L - X.XX*.XXXX	I МАХ - X.XX / XXXX /X
	I L1 - X.XX*.XXXX	I М - X.XX / XXXX /X
4. ОБЪЕМ [СМ ³]	I L - XX.XX*.XXXX	I
	I L1 - XX.XX*.XXXX	I
I	I	I <Ф3

Рис.2. Форма паспорта на твэл с подробной информацией о контролируемых параметрах

4. КОНТРОЛЬ	ТОПЛИВА		ТВЭЛА	
	ГОРЮЧИЕ	В ЦЕЛОМ	ГОРЮЧИЕ	ПЛУТОНИЙ
1. МАССА ТОПЛИВА [Г]	I	XXXX.XXXX	I	XXX.XXX
2. ЛЮСТИ [Г/СМЗ]: СРЕДНЯЯ	I	X.XXXX*.XXXX	I	XX.XXXX*.XXXX
МАКСИМАЛЬНАЯ	I	X.XXXX*.XXXX	I	X.XXXX*.XXXX
КООРДИНАТА MAX [ММ]	I	XXXX.X	I	XXXX.X
МИНИМАЛЬНАЯ	I	X.XXXX*.XXXX	I	X.XXXX*.XXXX
КООРДИНАТА MIN [ММ]	I	XXXX.X	I	XXXX.X
3. ОБЪЕМ ТОПЛИВА [СМЗ]	I	XX.XXX	I	
4. ГРАНИЦЫ "З" [ММ]	I	XXXX.XX / XXXX.XX	I	
5. ОТНОШЕНИЕ КОМПОНЕНТОВ	I	X.XXXX	I	
6. УСЛОВНОЕ ЭНЕРГООБЪЕДИНЕНИЕ	I	XXXX.XX	I	
	I		I	<<4

5. КОНТРОЛЬ	ТВЭЛА	В ЦЕЛОМ	
1. ГЕРМЕТИЧНОСТЬ	XXXX		
2. СОСТОЯНИЕ СВАРНЫХ ШВОВ	XXXX		
3. МАССА [Г] XXXX.X	ДЛИНА [ММ] XXXX.X	ПРОГИБ	XXXX
4. ДАННЫЕ ВИЗУАЛЬНОГО ОСМОТРА: XXXX XXXXXXX			
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. СЕРТИФИКАТ НА ТОПЛИВО	В ДЕЛЕ	XXXXXX	
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. СЕРТИФИКАТ НА ОБЛОЧКУ	В ДЕЛЕ	XXXXXX	
5. ПРИБОР	XXXXXX		
6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ: XXXXXXXX XXXXXXXX			
7. РАСПЕЧАТКИ: XXXXXXXX XXXXXXXX			
8. СОСТАВИТЕЛЬ XXXXXXXXXXXX	ДАТА	XX.XX.XX	ГХ

<<5

Рис.2 Окончание

Следующей составной частью АСНИ реакторного материаловедения является подсистема послереакторных исследований. Это, в первую очередь, неразрушающие исследования (измерение геометрических размеров облученных изделий, гамма-сканирование, вихретоковая дефектоскопия оболочки, измерение электросопротивления) и целый комплекс разрушающих (механические испытания, рентгеноструктурный анализ, металлография и т.п.). Неразрушающие исследования обеспечиваются измерительно-вычислительными системами на базе ЭВМ М-6000 и анализатора IN-96, для автоматизации отдельных методик разрушающих исследований применяются либо локальные системы на основе ЭКВМ ДЗ-28, либо терминальные устройства ЭВМ БЭСМ-6.

Особое место в АСНИ реакторного материаловедения занимает подсистема контроля работоспособности защитных камер и внутрикамерного оборудования. Необходимость в такой подсистеме появилась в результате того, что большой объем и номенклатура изделий, образцов и материалов, поступающих на исследования, потребовали сбалансирования ресурсов оборудования и обеспечения оперативного контроля его работоспособности. Около каждой защитной камеры имеется специальный пульт, на котором оператор отмечает состояние обеспечивающих систем и внутрикамерного оборудования. ЭВМ опрашивает пульт, обеспечивает оперативную выдачу полной информации и запоминает архивные данные (рис.3).

Планирование потоков изделий, поступающих на облучение в каналы исследовательских реакторов, а затем в защитные камеры для исследований, осуществляется на ЭВМ по программе "Сквозное планирование", и таким образом реализуется совмещение целей АСУ и АСНИ.

Оцененная информация, получаемая в процессе исследований, поступает в фактографическую информационно-поисковую систему ИРМА, реализованную на ЭВМ БЭСМ-6 [7]. Занесение фактографической информации, учитывая сложность проблем выбора и оценки, осуществляется пока только вручную через видеотерминалы, установленные на рабочем месте исследователя. В системе ИРМА размещен также каталог действующих в реакторном материаловедении методик с их основными характеристиками. ИРМА составляет ядро АСНИ реакторного материаловедения и является основным связующим звеном для всех остальных подсистем.

Такова краткая характеристика АСНИ реакторного материаловедения НИИАРа. Система постоянно развивается, происходит обновление технических средств, расширение возможностей программного обеспечения, включение в систему новых экспериментальных участков.

Л1Т-2. ПРИЧИНЫ ПРОСТОЯ (*) КАМЕР

10 Ч

19 МИН.

1. 6.84 ГОДА.

	И	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К	К
И	8	9	1	1	3	3	3	3	4	1	1	1	1	3	3	3	3
И			0	1	1	2	3	4	3	2	3	4	5	5	7	9	9
И																1	2
МАНИПУЛЯТОРЫ	И	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ТРАНСПОРТЕРЫ	И	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ДЕЗАКТИВАЦИЯ	И	.	.	.	.	.	.	.	*	.	.	.	.	.	.	.	.
ВНЕПЛАНОВЫЙ РЕМОНТ	И	.	.	.	.	.	.	.	.	.	*	.	.	.	.	.	.
ВЕНТИЛЯЦИЯ	И	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ПР., РЕКОНСТРУКЦИИ	И	.	.	.	.	.	.	.	.	*	.	.	.	.	.	.	.
ОПЕРАТОР	И	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

АНАЛИЗ ГОТОВНОСТИ КАМЕР (%)

С 10. 4.84 Г. ПО 31. 5.84 Г.

ВРЕМЯ РАБОТЫ ПОДСИСТЕМЫ 122 Ч

14 МИН.

	МАНИПУ- ЛЯТОРЫ	ТРАНСП- ПОРТЕРЫ	ДЕЗА- АКТИВА- ЦИЯ	ВНЕПЛА- НОВЫЙ РЕМОНТ	ВЕНТИ- ЛЯЦИЯ	ПР., РЕКОНСТ- РУКЦИЯ	ОПЕ- РАТОР	ГОТОВНОСТЬ/ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КАМЕР
К1	99	99	99	99	99	99	99	99 / 99
К2	99	99	99	99	99	99	99	99 / 99
К3	99	99	99	99	99	99	99	99 / 99
К4	99	99	83	92	99	99	99	92 / 92
К-АБ	99	99	99	99	99	99	99	99 / 99
К19	99	99	99	99	99	64	35	0 / 0
К20	99	99	0	99	99	99	99	99 / 99

АНАЛИЗ ГОТОВНОСТИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВНУТРИКАМЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ (%)

С 10. 4.84 Г. ПО 31. 5.84 Г.

ВРЕМЯ РАБОТЫ ПОДСИСТЕМЫ 122 Ч

14 МИН.

КАМЕРА И ВНУТРИКАМЕРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	МЕХА- НИЗМ	ПУЛЬ- СЫ	ДАТ- ЧИКИ	ИЗМ- РЕГ.	ИСПО- МОГ.	РАЧ- КУУМ	ЭЛ. ПЕЧИ	ОПТ. ВОЛА- У-ВА	ОБРА- ЗЦЕ	ГОТОВН- ТЕХ. Г/ОБ- ОБОРУД.
К2 АБ, ФР, СТАНОК	99	99	-	-	-	-	99	-	99	99/99/99
К3 АБ, ФР, СТАНОК	99	99	-	-	-	-	99	-	99	99/99/99
К4 ГАММА-СПЕКТР	76	99	99	99	-	-	-	-	99	76/76/76
РУП-200-5-2	99	99	99	-	-	-	99	-	99	99/99/76
В/Т ДЭФ-СКОП	99	99	99	99	-	-	-	-	99	99/92/76
К-АБ ДАРД-А	0	0	0	0	-	-	0	-	10	0/0/0
ДАРД-Б	99	99	99	99	-	-	99	-	99	99/99/99
К19 УИТО	99	99	99	99	99	-	99	-	99	99/0/0
К20 ТОКАР, СТАНОК	99	99	-	-	99	-	-	-	99	99/99/0
К5 ЭЛ. ТР, ПОЛИР.	-	99	-	-	-	-	99	-	99	99/96/96
ШЛИФ. ПОЛИР.	99	99	-	-	-	-	99	-	99	99/96/96
МД-1	0	99	99	-	-	-	-	-	99	0/0/0

Рис.3. Форма выдачи информации о работоспособности защитных камер и оборудования

1.3. АСНИ физики и техники ядерных реакторов

Реакторные установки различных типов обеспечивают комплексные исследования по проблемам ядерной энергетики и некоторым сопутствующим направлениям. Основные исследования, проводимые на реакторных установках:

- . ресурсные испытания технологического оборудования;
- . исследования нейтронно-физических характеристик активных зон;
- . экспериментальное обоснование штатных режимов установок;
- . отработка технологии различных теплоносителей;
- . апробирование алгоритмов диагностики состояния активной зоны и основных контуров;
- . исследование оборудования и элементов конструкций в аварийных режимах.

Исторически сложилось так, что автоматизация исследований на реакторных установках в институте с использованием ЭЭМ началась с расчетов нейтронно-физических характеристик реакторов. Этот факт закономерен ввиду существовавшей в то время общей тенденции использования ЭЭМ в роли мощных арифмометров. Уже в конце шестидесятых годов был создан комплекс программ расчета реакторов - ФУКАР, а в последующие годы - комплекс НЭ-6, внедренный на многих предприятиях страны. Началом массовой автоматизации экспериментальных исследований на реакторных установках института явилось создание в начале семидесятых годов ИВС для изучения динамики реактора БОР-60. Это был один из первых примеров применения универсальной ЭЭМ общего назначения второго поколения для автоматизации реакторного эксперимента. В те же годы подобный комплекс был создан для автоматизации экспериментов на критической сборке.

Одна из трудностей, с которой приходится сталкиваться при автоматизации реакторных экспериментов, - сбор данных

о параметрах реактора. Проектные решения на ранее созданные установки не учитывают потребности рационального сопряжения датчиков с ЭМ. Отсутствие нормированных сигналов, большое количество измеряемых параметров, широкая номенклатура датчиков — все это приводит к необходимости выполнения значительных объемов работ по реконструкции систем КИПиА и создания устройств связи с объектом (УСО). Применение выпускаемых промышленностью УСО решает проблему сбора данных лишь частично, так как большинство экспериментальных устройств оснащаются специализированными датчиками, требующими нестандартных нормирующих преобразователей.

Каждая реакторная установка характеризуется высоким уровнем помех. В практике создания АСНИ на реакторных установках есть примеры, когда игнорирование этого фактора практически сводило к нулю усилия разработчиков при внедрении. Поэтому при разработке систем приходится особо тщательно проектировать трассы для прокладки линий связи, подбирать тип кабелей, прокладывать контуры заземления, устанавливать развязывающие фильтры и, в конечном итоге, проверять степень помехозащищенности экспериментально в реальных условиях.

Наиболее развитой и завершенной системой автоматизации реакторных экспериментов является система на реакторе БОР-60 [8]. Она представляет собой многоуровневую структуру, состоящую из локальных ИВС, связанных каналами обмена информацией с центральной ЭМ, которая, в свою очередь, имеет канал обмена с базовым вычислительным комплексом (БВК) (рис.4).

В систему введено более 400 сигналов технологических и экспериментальных датчиков. В основном эти сигналы с термоэлектрических преобразователей, расходомеров, ионизационных камер. Часть сигналов измеряется непосредственно интегрирующими аналого-цифровыми преобразователями (АЦП), другая вводится в систему через нормирующие преобразователи. Общее количество используемых в системе прикладных программ более ста.

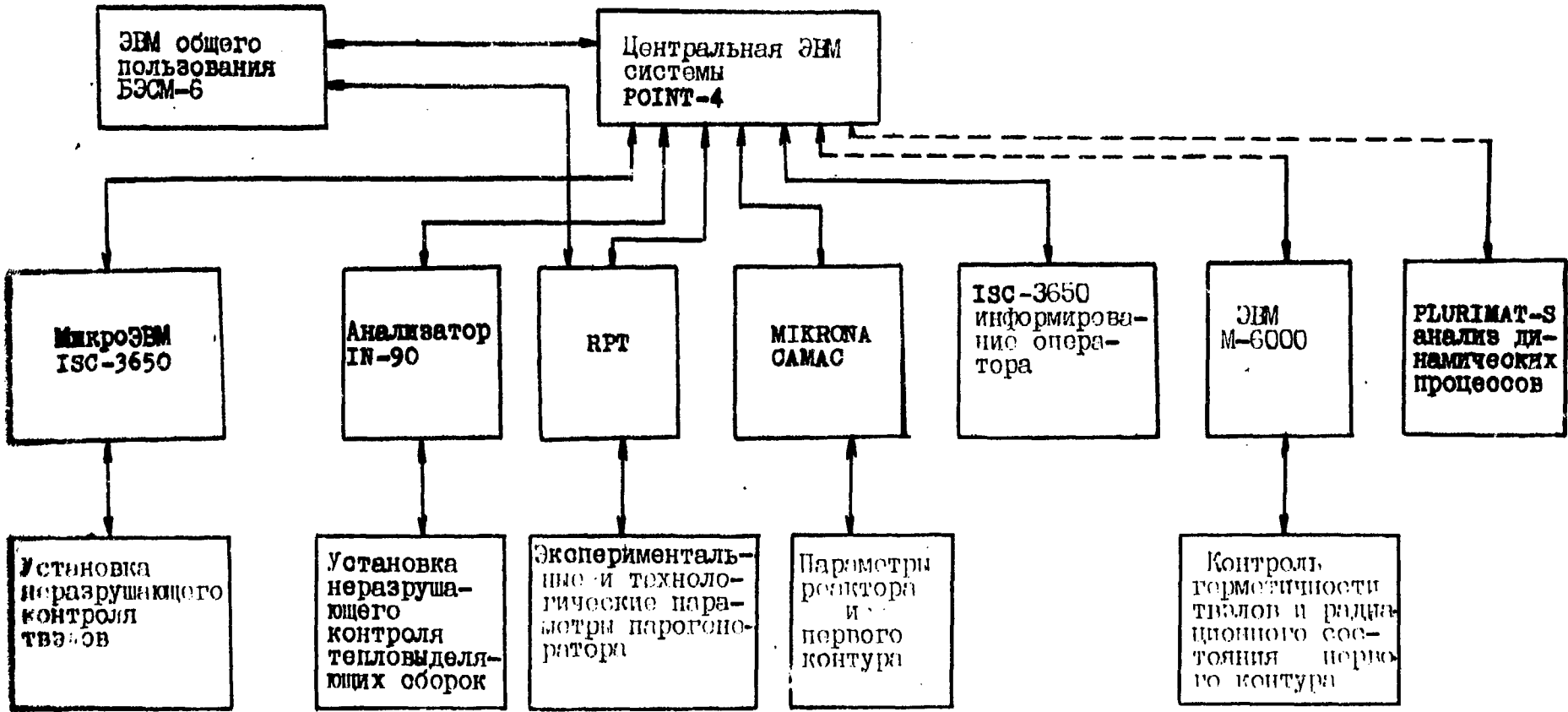


Рис.4. Структурная схема АСНИ-БОР-60

АСНИ реактора ЗК-50 представляет собой микропроцессорную децентрализованную структуру в составе центральной ЭВМ ЕС-1011 и ряда терминальных ЭВМ с микропрограммным управлением (РРТ). Центральная и терминальные ЭВМ представляют единую архитектурную линию и имеют полную программно-техническую совместимость. РРТ может использоваться как в системе, так и автономно. В его состав входят устройства связи с объектом с модулями ввода-вывода аналоговых и дискретных сигналов, дисплей для связи с оператором, аналого-цифровое печатающее устройство (АЩУ) мозаичного типа. При необходимости к нему может подключаться двухкоординатный графопроектор и встраиваться накопитель на магнитной ленте кассетного типа. В настоящее время АСНИ ЗК-50 находится в стадии опытной эксплуатации в экспериментах по обоснованию проектных решений атомной станции теплоснабжения.

Интересные решения с точки зрения архитектуры, надежности, резервирования, взаимодействия оператора с системой реализованы специалистами в созданной ИВС для двухреакторного комплекса РРТ-10 [9]. В состав ИВС входят два самостоятельных комплекса, построенных на основе программируемых терминалов РРТ и сопрягаемых с ними устройств связи с периферией РТ. Сигналы датчиков от каждого реактора через нормирующие преобразователи заведены на одноименные входы комплексов (рис.5). Один из комплексов является основным, другой - вспомогательным. Программное обеспечение основного комплекса состоит из ядра и двух равноправных независимых подсистем, каждая из которых обслуживает свой реактор (рис.6). ЭВМ работает в мультипрограммном режиме с разделением времени. В случае получения одной из подсистем инициативного сигнала высшего приоритета (например сигнал срабатывания аварийной защиты) ресурсы ЭВМ отдаются преимущественно этой подсистеме, чтобы зарегистрировать процесс с возможно большей полнотой. При отказе любого устройства из основного комплекса оно оперативно заменяется

К датчикам и КИП
РВТ-10 № 1

К датчикам и КИП
РВТ-10 № 2

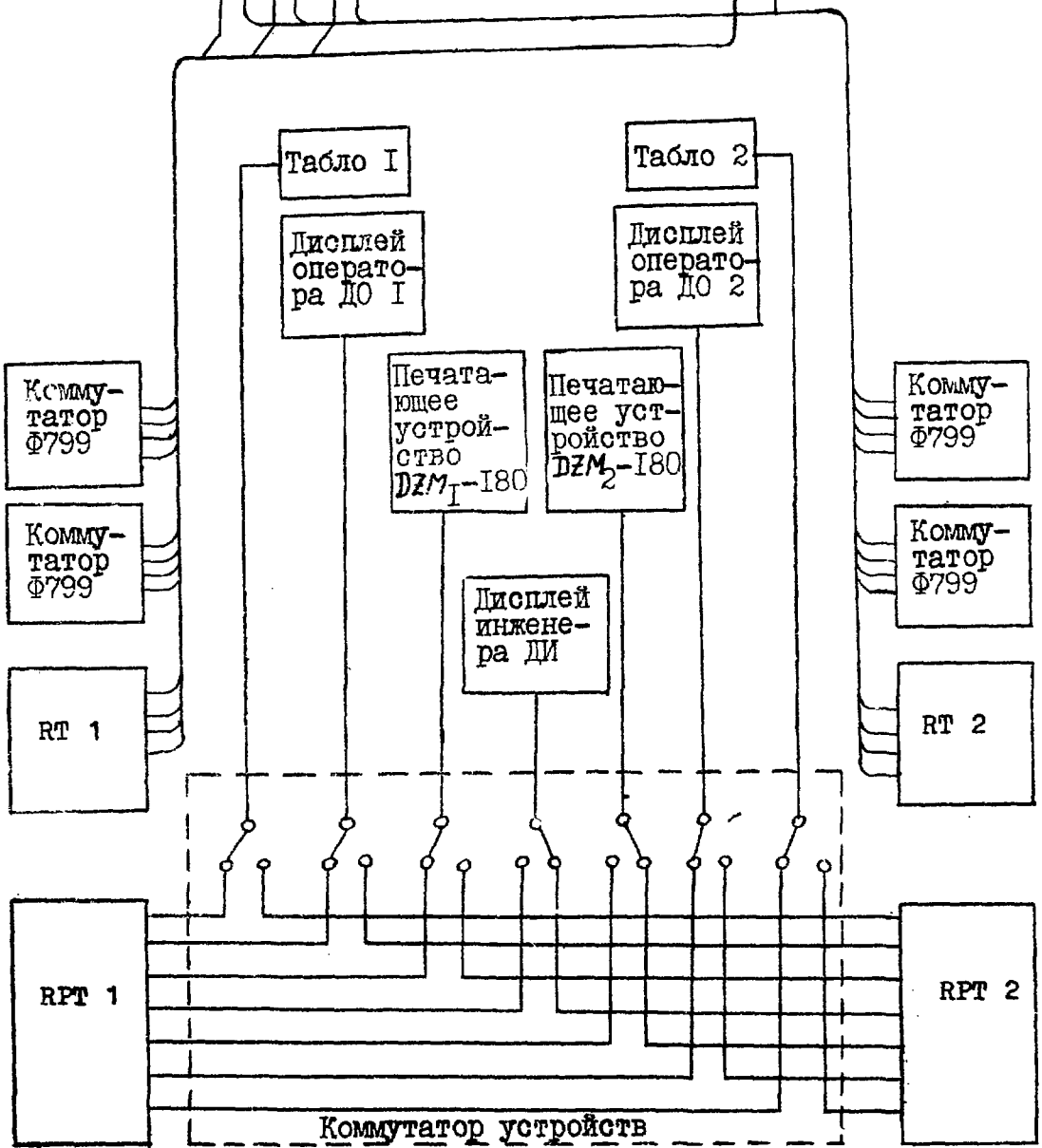
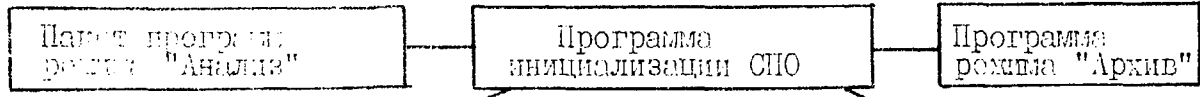
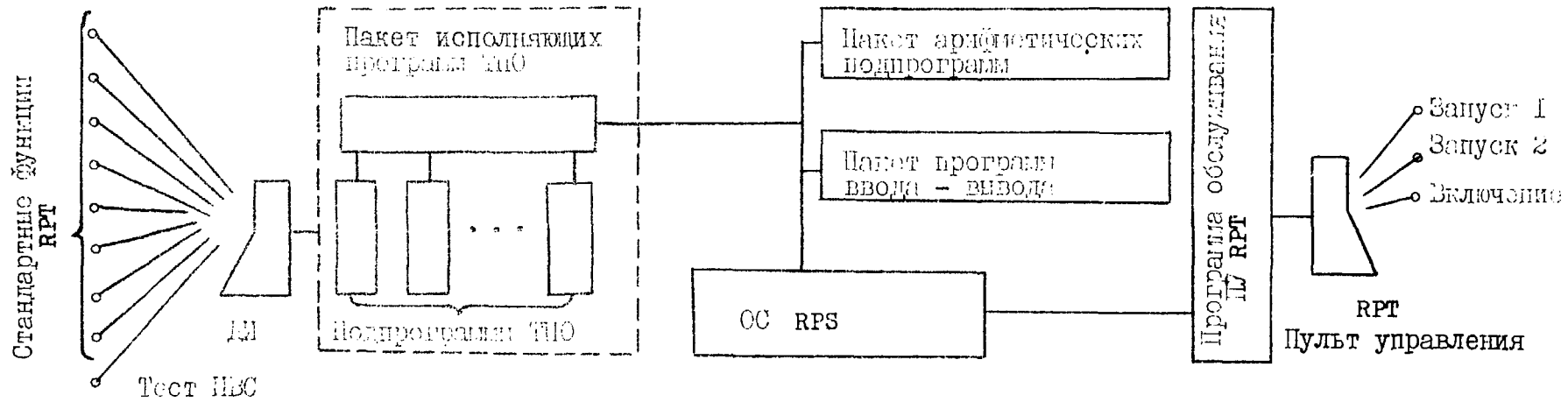


Рис.5. Блок-схема технических средств ИВС



Функции подсистем

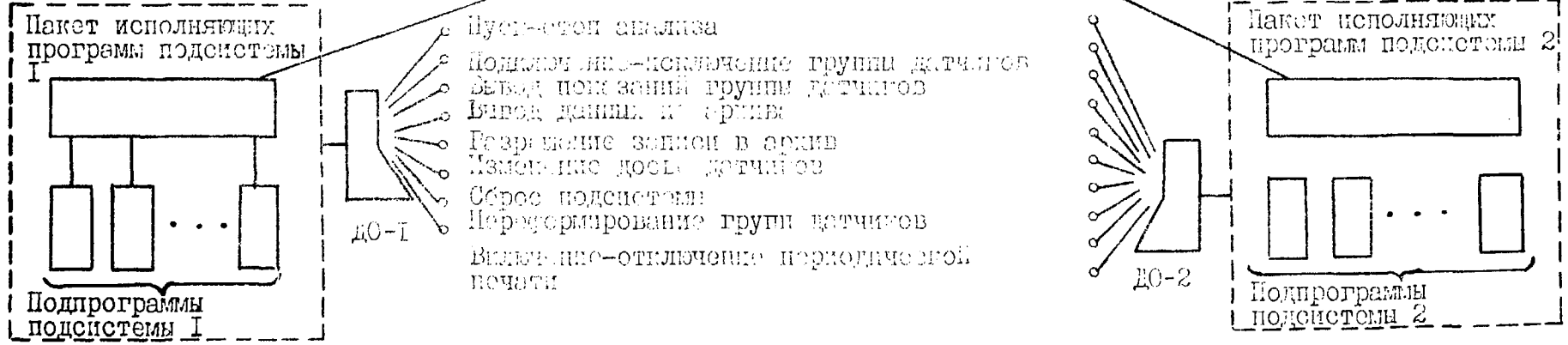


Рис.6. Структурная схема программных средств ИВС

таким же из вспомогательного при помощи простых коммутирующих средств. Этим достигается высокая степень готовности и живучести ИВС в целом.

Состав оборудования вспомогательного комплекса достаточен для моделирования любого режима работы одной подсистемы (например при ремонтно-восстановительных операциях), для проведения работ по развитию программно-технических средств ИВС и для использования в качестве самостоятельного вычислительного комплекса. Управление подсистемами осуществляется через видеотерминал оператора, на экран которого выводятся альтернативные варианты диалога с логическим контролем. В системе реализована программная защита от несанкционированных действий оператора.

Говоря об эффективности АСНИ в реакторных экспериментах, необходимо отметить, что оценить ее по всей совокупности факторов довольно сложно. Относительно просто удастся выделить составляющие эффекты, обусловленные автоматизацией сбора, обработки данных, сравнительного анализа эксперимента с теорией и выдачи окончательных результатов. Но даже учет только этих факторов дает весьма существенный эффект. Так, например, применение АСНИ в экспериментах по исследованию модулей парогенераторов "натрий-вода" позволило сократить время всего цикла исследований (начиная с подготовки эксперимента и кончая выпуском отчета) с 1,5 лет до 2-3 мес.

1.4. АСНИ радиохимии и химической технологии

Данное направление автоматизации охватывает широкий спектр методик исследования и алгоритмов контроля технологических процессов замкнутого топливного цикла, изучения свойств трансурановых элементов:

. сбор и обработку данных, получаемых с датчиков контроля технологических параметров на установках получения трансурановых элементов;

. сбор и обработку данных с установок аналитического контроля для получения паспорта материала и исследования его свойств;

. контроль технологии изготовления нейтронных источников и их паспортизацию;

. контроль технологических процессов переработки и получения топлива;

. обработку данных исследований экспериментальных твэлов и ТВС.

В составе данной АСНИ функционируют как автономные автоматизированные установки (установка для обработки порошковых рентгенограмм, система сбора данных с погружных детекторов, участок спектрометрии и др.), так и двухуровневые измерительно-вычислительные системы, например система накопления и обработки масс-спектрометрической информации участка масс-спектрометров. Система предназначена для комплексной автоматизации разнотипных масс-спектрометров, не приспособленных для совместной работы с ЭВМ, и обеспечивает решение задач как исследовательских, так и технологических. Структура программно-технических средств системы включает два уровня. Нижний - построен на основе программируемого терминала RPT и входящих в его типовой состав дисплея VT-340 и печатающего устройства DZM-180. В качестве ЭВМ верхнего уровня используется ЭВМ БЭСМ-6. Участок анализов удален от основных централизованных средств обработки на расстояние около 500 м. Система способна одновременно обслуживать пять спектрометров. Связь ЭВМ осуществляется по выделенной кабельной линии связи через специально разработанное устройство сопряжения, управляемое с RPT и дисплея. Применение системы позволило увеличить производительность на участке масс-спектрометров в 2-4 раза, в зависимости от сложности смесей нуклидов.

Большой объем работ по автоматизации связан с разработкой перспективных конструкций твэлов и ТВС для реакто-

ров на быстрых нейтронах, и в частности твэлов с виброуплотненным уран-плутониевым топливом. Содержание и распределение топлива в твэлах во многом определяет их экономические и эксплуатационные характеристики. Разработанные и созданные установки типа АКОРТ предназначены для оперативного автоматизированного контроля распределения плутония и плотности топлива в твэлах для реакторов БОР-60 (АКОРТ-1) и БН-350, БН-600 (АКОРТ-2).

Установки состоят из механической и электронной частей. Механическая часть установок содержит защитный блок, детекторы и транспортный канал, электронная - состоит из ЭКВМ ДЗ-28, аналоговой и цифровой аппаратуры в стандарте ВЕКТОР. Результаты измерений и математической обработки выводятся на дисплей, цифровая печать, самописец и накопитель на магнитной ленте. Производительность установки АКОРТ-1 до 6 твэлов в час, АКОРТ-2 - до 5 твэлов в час.

2. АСУ НИИАРа

Структура автоматизированной системы организационного управления приведена на рис.7.

Принятая в октябре 1985 г. Государственной комиссией в промышленную эксплуатацию первая очередь АСУ по проекту "НЕПТУН-1.1" обеспечивает:

- . рационализацию управленческого труда и документооборота;
- . автоматизированный сбор и обработку управленческой информации (в некоторых подсистемах в режиме телеобработки и диалога);
- . формирование, хранение в памяти ЭВМ и комплексное использование баз данных технико-экономических характеристик НИОКР и научно-технического потенциала института;
- . комплексную автоматизацию решения задач бухгалтерского учета и отчетности.

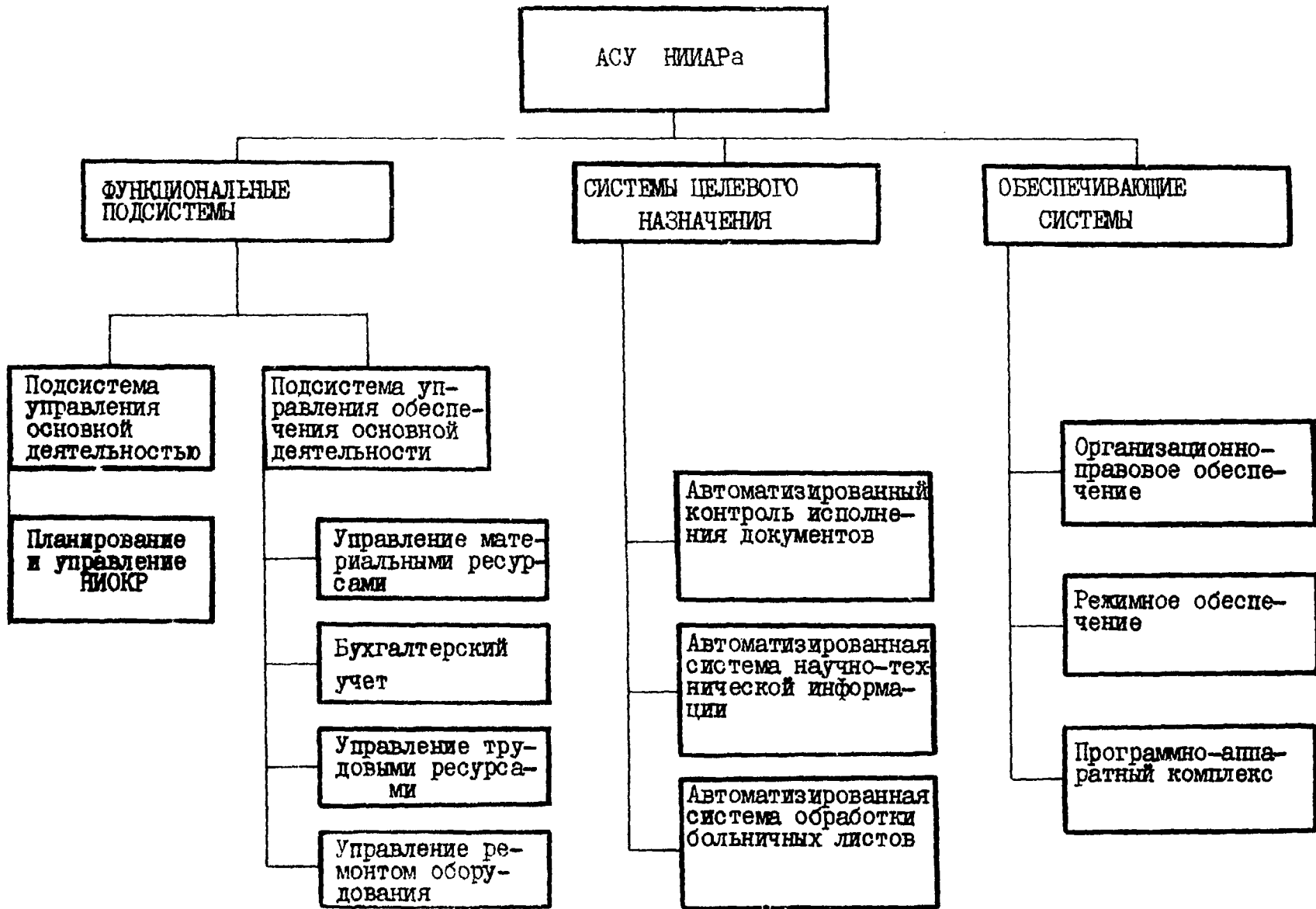


Рис. 7. Структура автоматизированной системы управления институтом

Основной подсистемой проекта "НЕПТУН-I.I" является "Планирование и управление НИОКР".

Исследования по многим научно-техническим направлениям и комплексным проблемам, а также значительная доля в них договорных работ, обусловили значительное количество научно-исследовательских тем (более 120), соответственно число этапов выполнения этих тем достигает 1000. В такой ситуации без использования автоматизированной информационно-справочной системы (ИСС) становится невозможным качественное планирование и учет выполняемых научно-исследовательских работ. Совершенствование системы тематического планирования и учета научно-исследовательских работ выполнено с применением разработанной ИСС "ПЛАТОН".

Согласование состава НИОКР и сроков их проведения с учетом ресурсов экспериментальных установок и защитных камер осуществляется на основе комплексной задачи "Создание и ведение нормативно-справочной базы НИОКР. Сквозное планирование материаловедческих работ".

Подсистема "Управление материальными ресурсами" предназначена для автоматизации работ в целях:

- . сокращения трудозатрат при составлении заявок на необходимые материальные ценности;
- . получения оперативной информации о наличии и движении материальных ценностей;
- . сокращения трудозатрат на выполнение работ по учету движения материальных ценностей;
- . обеспечения контроля запасов материальных ценностей.

Назначение подсистемы "Бухгалтерский учет" состоит в комплексной автоматизации бухгалтерского учета, обеспечивающего полноту и достоверность информации при сокращении трудозатрат на всех участках и этапах выполнения работ: аналитический учет, синтетический учет, составление статистической и бухгалтерской отчетности. Внедренные комплексы задач по подсистеме охватывают все участки бухгалтерского

учета: основные средства, материальные ценности, расчет заработной платы, учет затрат на производство, учет кассовых, банковских и расчетных операций, сводный синтетический учет.

Подсистема "Управление трудовыми ресурсами" предназначена для снижения трудозатрат на обработку и получение справочных и отчетных данных о трудовых ресурсах института за счет:

- . снижения трудозатрат на формирование, ведение, контроль и анализ штатного расписания по труду, исполнения штатной дисциплины;

- . освобождения от ручного труда при составлении внутренней и статистической отчетности, составлении справок для руководства института и общественных организаций.

Информационная база—общая для всех задач подсистемы. Ведение интегрированной информационной базы подсистемы осуществляется в диалоговом режиме непосредственно с рабочих мест ОК, ОНОТиЗ, бюро эксплуатации АСУ.

Назначение подсистемы "Управление ремонтом оборудования" состоит в автоматизации расчетов годовых графиков планово-предупредительных ремонтов (ППР), расчета плана-сметы капитального ремонта, формирования производственных программ цеха централизованного ремонта (ЦПР), учета отремонтированного оборудования. При разработке и внедрении задач подсистемы планировалось:

- . получение оперативной информации по составу и состоянию оборудования, его использование;

- . сокращение трудозатрат на составление графиков ППР оборудования, плана-сметы капитальных ремонтов, производственных программ ЦПР;

- . обеспечение комплексной корректировки всех плановых документов при выпуске "Технического решения на корректировку графика ППР оборудования";

. обеспечение полноты и достоверности плановой и учетной информации.

Подсистемы целевого назначения – контроль исполнения документов, система научно-технической информации, система обработки больничных листов – предназначены для получения оперативной информации и сокращения трудоемкости работ.

Основной целью дальнейшего развития АСУ является повышение научно-технического уровня разработки и эффективности ее функционирования за счет:

. расширения функциональных возможностей созданных подсистем дополнительной разработкой и внедрением задач;

. сокращения трудозатрат на эксплуатацию подсистем в результате создания рациональных систем сбора и обработки первичной информации и оперативного доступа к данным на основе построения разветвленной сети периферийных комплексов и терминалов, обеспечивающих возможность удаленной телеобработки в распределенных базах данных.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ближайшие и перспективные планы предусматривают развитие уже сложившихся направлений автоматизации и целого ряда других. Большие работы предстоит выполнить по замене ЭВМ базовых вычислительных комплексов АСНИ и АСУ, развитию средств телеобработки, программного и информационного обеспечения, повышению степени автоматизации вплоть до полной роботизации технологических процессов на отдельных участках. В плане развития системных концепций автоматизации все большее внимание будет уделяться интеграции между отдельными направлениями автоматизации, например АСУ и АСНИ, АСНИ и САПР, САПР и ГАП. Все эти работы будут осуществляться в тесном взаимодействии с другими научными центрами страны в целях создания интегрированных банков данных для различных направлений атомной науки и техники.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Красько А.И., Свиридова Ю.Ф., Федоров Ю.Д. Система коллективного пользования НИИАРа на основе ЭВМ БЭСМ-4М: Препринт. НИИАР-9(368). Димитровград, 1979.
2. Рабинович А.Д. Система программного обеспечения обработки спектрометрической информации в НИИАРе: Препринт. НИИАР-24(383). Димитровград, 1979.
3. Логинов В.Д., Шипилов В.И. Принципы построения малых измерительно-вычислительных систем: Препринт. НИИАР-II(526). Димитровград, 1982.
4. Марусев В.И. и др. Комплексная аппаратура для регистрации и обработки экспериментальных данных в материаловедческих исследованиях методом электросопротивления: Препринт. НИИАР-39(604). Димитровград, 1983.
5. Басова Б.Г., Голушко В.В., Дворецкий В.Г. и др. Технические и программные средства обработки экспериментальной и технологической информации в институте: Препринт. НИИАР-8(461). Димитровград, 1981.
6. Русаков В.Л. Структура программного обеспечения в автоматизированной системе научных исследований реакторного материаловедения: Обзор. М: ЦНИИАтоминформ, 1985.
7. Марков Ю.В., Рудкевич А.В., Темноева Т.А. Диалоговая информационная система ИРМА. Общая идеология: Препринт. НИИАР-29(544). Димитровград, 1982.
8. Иванов В.Б. и др. Автоматизированная система научных и технологических исследований на реакторе БОР-60 (АСНИ БОР-60): Препринт. НИИАР-21(633). Димитровград, 1984.
9. Качалин В.А. и др. Информационно-вычислительная система для реакторов РБТ-10: Препринт. НИИАР-I(613). Димитровград, 1984.

Рукопись поступила в ОПИНТИ
13.II.85.

Валентин Борисович Иванов
Владимир Арсеньевич Качалин

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
И ОРГАНИЗАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ В НИИ АТОМНЫХ РЕАКТОРОВ

Редактор Л.Л.Лялюшкина Корректор Т.В.Левина

Подписано в печать 14.05.86. Т-11779. Формат 60x90 1/16.
Печать офсетная. Печ.л.2. Уч.-изд.л. 1,6. Тираж 300 экз.
Зак.тип.№ 1007. Цена 24 коп. Индекс 3624.

Отпечатано в Научно-исследовательском институте
атомных реакторов им. В.И.Ленина
433510, Димитровград-ГО, 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 в последствии 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 (Дмитровград).

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 ротапринтере НИИАРа тиражом 150 экз.

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

24 коп.

Индекс 3624

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ НАУЧНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ И ОРГАНИЗАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ
В НИИ АТОМНЫХ РЕАКТОРОВ

Препринт. НИИАР-3(684), 1986, 1-27.