

16. А.с. 1183976 (СССР). Устройство для сопряжения электронно-вычислительной машины с индикатором и группой внешних устройств / А.Л. Зорин, М.Ю. Силин. - Оpubл. в Б.И., 1985, № 37.

*Зорин*

Подписано к печати 22.09.88 Заказ 36 рсп тираж 100  
Типография МИИ, Каширское шоссе, л.31

4946

МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
ИНЖЕНЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Рег. № 228-в

Для служебного пользования  
Экз. 1  
ПОДАЦИЮ  
На правах рукописи

ЗОРИН Александр Леонидович

УДК 681.3.02

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ СТРУКТУР  
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ  
ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ

05.13.06 - автоматизированные системы управления

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Москва - 1988



Работа выполнена в Московском ордена Трудового Красного Знамени инженерно-физическом институте.

- Научный руководитель - кандидат технических наук, доцент Древе Ю.Г.
- Официальные оппоненты - доктор технических наук, профессор Оныкий Б.Н., кандидат технических наук ведущий конструктор Хетагуров В.А.
- Ведущая организация - Морской гидрофизический институт АН УССР

Защита диссертации состоится "14" ноября 1988 г. на заседании специализированного совета К-055.05.04 в Московском ордена Трудового Красного Знамени инженерно-физическом институте по адресу: 115409, Москва, Нахичевское шоссе, 31, тел. 324-84-98.

Просим принять участие в работе совета или прислать отзыв в одном экземпляре, заверенный гербовой печатью.

Автореферат разослан "12" октября 1988 г.

Ученый секретарь  
специализированного  
совета

Е.А.Ерохин

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность проблемы.** Методики проведения современных крупномасштабных экспериментов в Океане, а также решение ряда боевых задач делают необходимым в настоящее время разработку и создание автоматизированных систем обработки гидрофизических данных, работающих в реальном и произвольном масштабах времени. Изучение происходящих в Океане процессов необходимо для обеспечения безопасности мореплавания, предсказания погоды, эффективного освоения его минеральных, пищевых и энергетических ресурсов.

Интенсивно развиваются технические средства для исследования Океана, вводятся в строй новые научно-исследовательские суда, оснащенные новой измерительной и обрабатывающей техникой, подводные аппараты, космические средства. Проводится автоматизация обработки получаемых все в большем количестве данных, в том числе гидрофизических. Современные измерительные комплексы позволяют получать большие объемы информации о состоянии водных масс, обработка которых возможна лишь средствами вычислительной техники. Появилась основа для создания автоматизированных систем сбора и переработки гидрофизической информации с больших акваторий, для чего требуется объединение средств измерения и обработки на разных уровнях, построение иерархических систем, носящих распределенный характер. Это позволяет группировать данные, полученные с больших акваторий, получать новое качество результатов. Существующие автоматизированные системы, созданные в организациях Академии наук СССР, УССР и Гидрометслужбы, имеют характеристики по точности, надежности и стоимости, часто не удовлетворяющие требованиям эксперимента. Отечественная промышленность до настоящего времени не выпускает ни одной судовой автоматизированной системы для гидрофизических исследований.

Несколько сотен научно-исследовательских и экспедиционных судов погоды, рыбозащиты и гидрографии разрозненно собирают информацию, их невзаимосвязанные действия имеют крайне низкую эффективность.

Технические оценки и практика развития экспедиционных полигонных исследований океана показывают, что для достижения удовлетворительного количества экспериментов необходимы массовые од-

№ 4946  
Библиотека



новременные измерения на больших акваториях, а это невозможно без дальнейшего увеличения и совершенствования автоматизированных систем сбора и переработки гидрофизических данных. Таким образом, имеется потребность в проектировании и создании систем данного класса.

Удовлетворение этой потребности является проблемой современной гидрофизики, причем важным фактором является осуществление эффективного проектирования, использования уже имеющихся средств, высоких требований к качеству, обобщенным показателем которого является точность полученной в эксперименте информации.

Целью работы является разработка методики синтеза рациональных структур иерархических распределенных автоматизированных систем обработки гидрофизической информации.

Основные задачи исследования. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи.

Проанализировать специфику создания автоматизированных систем обработки данных гидрофизических исследований, выделить влияющие на результирующую точность факторы.

Установить аналитическую связь погрешностей, вносимых выделенными факторами с результирующей точностью эксперимента.

Количественно оценить вклад каждого из факторов, вносящих погрешности в результирующую точность.

Выделить существенные с точки зрения проектирования системы обработки средств проведения экспериментов. Исследовать режимы их использования, найти их количественные характеристики.

Исследовать существующие методы обработки гидрофизической информации, выделить основные.

На основании выделенных параметров средств проведения экспериментов и методов обработки сформулировать исходные данные для проектирования системы обработки.

Разработать метод нахождения оценки требуемого состава комплекса технических средств системы. Сформулировать подход к выбору типов технических средств, размещению по узлам обработки с учетом уже имеющихся коллективных средств.

Разработать эффективный метод размещения задач, решаемых системой по узлам обработки.

Разработать рациональный метод составления расписания решения задач в системе.

Разработать методы повышения эффективности использования уже имеющихся коллективных средств обработки.

Разработать методику синтеза рациональной структуры автоматизированной системы обработки гидрофизических данных.

Реализовать разработанную методику на практике, создать и внедрить спроектированную систему обработки гидрофизических экспериментов.

Методы исследования. В работе используется аппарат теории вероятностей, теории множеств, комбинаторный анализ, теория расписаний, элементы системного анализа, теории информации, эвристические подходы при создании рациональных алгоритмов синтеза структуры системы, моделирование на ЭВМ, натурные испытания, опытная эксплуатация.

Научная новизна. Разработан системный точностной подход к проектированию иерархических распределенных систем сбора и переработки данных, установлена аналитическая взаимосвязь критерия (максимума средней величины характеристики точности по системе в целом за время цикла) с влиянием методических, инструментальных, наследственных погрешностей, надежности технических средств, распределения решаемых в системе задач по техническим средствам, связанности задач, входящих в алгоритмический комплекс.

Впервые решена задача определения вероятностных характеристик решения задач на технических средствах при произвольном моменте начала решения и произвольных законах распределения надежностных характеристик и ремонтпригодности.

Впервые предложен рациональный эвристический алгоритм распределения задач по техническим средствам с линейной зависимостью количества вариантов поиска от количества задач.

Впервые предложена методика синтеза рациональной структуры автоматизированной системы обработки гидрофизических данных, работающей в реальном и произвольном масштабах времени.

Развиты методы получения оценок требуемого количества технических средств для создания системы сбора и переработки данных в зависимости от типов измерительных подсистем.

Развиты методы повышения эффективности использования коллективных средств обработки в многораздельных системах и системах с разделением времени.



Практическая ценность. Разработана методика и программа синтеза иерархической распределенной системы сбора и переработки гидрофизических данных.

Результаты диссертации использованы при создании мобильного стенда обработки и отображения информации, поступающей от буйковых станций в Морском гидрофизическом ин-те АН УССР и бортового регистратора границ бинарных структур океана в Акустическом институте.

Разработан ряд оригинальных интерфейсов для систем сбора и переработки гидрофизической информации.

Результаты диссертации могут быть использованы для построения иерархических распределенных автоматизированных систем управления и систем управления экспериментом.

Ввиду того что использование результатов диссертации осуществлялось, в основном, в научных исследованиях, получение корректной оценки экономического эффекта не представлялось возможным.

Использование результатов работы в гидрофизических исследованиях. Разработки аппаратных и программных средств по содержанию диссертации проводились под руководством и при участии автора, в основном, в отраслевой научно-исследовательской лаборатории 729 на кафедре АСУ ИМФ в 1981-1988 годах.

Были созданы на уровне макета и мобильного стенда и использовались в экспедиционных условиях следующие автоматизированные системы сбора и переработки информации.

Бортовой регистратор границ бинарной структуры океана - на ВСБ "Хлебниково", Клязьминское водохранилище (1983 г.), в рейсе ПСТ МГ-1346 "Нагорск" (1984 г.) на акватории Северного Ледовитого океана.

Мобильный стенд обработки и отображения информации, поступающей от буйковых станций - в Черноморском рейсе НИС "Академик Вернадский" (1985 г.), в 45-м рейсе НИС "Михаил Ломоносов" (1985-1986 гг.) в Атлантическом океане, в Черноморском рейсе НИС "Михаил Ломоносов" (1986 г.), в 35-м рейсе НИС "Академик Вернадский" (1987 г.) на акватории Атлантического океана.

Реализация результатов работы. Методика проектирования иерархических распределенных систем сбора и переработки гидрофизических данных и бортовой регистратор границ бинарных структур

океана внедрены в Акустическом институте им. акад. Н.Н. Андреева (1984 г.).

В 1987 году создан, прошел испытания и опытную эксплуатацию и передан для использования мобильный стенд обработки и отображения информации, поступающей от буйковых станций в морской гидрофизический институт АН УССР. Там же внедрена методика проектирования иерархических систем обработки гидрофизической информации (1988 г.).

Апробация работы. Основные результаты диссертации докладывались на Второй Всесоюзной конференции по ВЦКП (г. Томь, 1977), на Второй школе-семинаре "Интерактивные системы" (г. Боржоми, 1980), Всесоюзной школе "Автоматизация научных исследований морей и океанов" (г. Севастополь, 1980), IV Всесоюзной конференции "Проблемы исследований в области изучения и освоения Мирового океана" (г. Владивосток, 1983), конференции ИТО им. акад. С.И. Вавилова "Информационно-измерительные системы и точность в приборостроении" (Москва, 1984), семинаре общ. "Знание" "Проектирование и создание многомашинных и многопроцессорных систем реального времени" (Москва, 1987), Всесоюзной школы "Технические средства и методы исследования Мирового океана" (Москва, 1987), семинаре "Интерфейсные средства систем автоматизации научных исследований" (г. Севастополь, 1988).

Публикации. По результатам исследований опубликовано 15 печатных работ, в том числе 1 авторское свидетельство, подготовлено 9 научных отчетов.

Структура работы. Материал диссертации изложен в последовательности решения основных задач исследования.

Основное внимание в диссертации уделяется решению задач построения автоматизированных систем обработки гидрофизических данных в реальном и произвольном масштабах времени, обеспечивающих минимальные средние потери точности по системе в целом за время цикла системы.

В первой главе рассматривается и формируется подход к синтезу структуры системы, формируются ограничения, обосновываются критерии, дается математическая постановка задачи.

Здесь же формулируется понятие характеристики точности для цифровых систем обработки, дается метод вычисления, доказываются и иллюстрируются свойства. Дается связь с надежностными характе-



ристиками и временными ограничениями.

Во второй главе рассматриваются структуры измерительной и обрабатывающих подсистем, средства измерительных подсистем, режимы их использования, даются оценки потоков и объемов данных на их выходе, на основании которых производится определение ориентировочного количества технических средств в подсистеме обработки. Дается анализ основных задач, решаемых при обработке гидрофизических данных.

В третьей главе приводится метод размещения задач по узлам обработки и метод составления расписания решения задач на технических средствах. Решаются вопросы повышения эффективности использования коллективных средств для решения задач проектируемой системы. Приводится методика синтеза иерархических распределенных автоматизированных систем обработки гидрофизических данных.

Вопросам проектирования конкретной цифровой системы с применением изложенной методики посвящена четвертая глава. Здесь же приведено конкретное решение поставленной задачи. Здесь же приведено конкретное решение поставленной задачи. Приведена и обоснована структура разработанной системы.

Приложения дополняют содержание глав диссертации.

Объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и трех приложений. Работа в целом содержит 205 страниц машинописного текста, включая 13 таблиц, 12 рисунков, список литературы 74 наименования.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Методика синтеза иерархической распределенной системы обработки гидрофизических данных.
2. Метод вычисления точности решения задачи на средствах цифровой вычислительной техники.
3. Критерий максимума среднего значения системной точности за время цикла.
4. Метод определения вероятностных характеристик решения задач на технических средствах при произвольном моменте начала решения задачи и произвольных законах распределения надежностных характеристик и восстановлений.
5. Алгоритм распределения задач по техническим средствам с линейной зависимостью количества вариантов поиска от количества распределяемых задач.

6. Методы получения оценок требуемого количества технических средств для создания системы сбора и переработки данных.

7. Методы повышения эффективности использования коллективных средств обработки в многораздельных системах и системах с разделением времени.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В работе дан подход к проектированию рассматриваемого класса систем на основе критерия системной точности за время цикла. Разработанный метод вычисления системной точности основан на анализе методических погрешностей алгоритмов, комплекса погрешностей, возникающих при реализации алгоритмов на средствах цифровой вычислительной техники, структуры информационных связей между функциональными задачами алгоритмического комплекса системы (составляющая  $X_i$ ), надежностных характеристик технических средств и временных ограничений (составляющая  $T_{ji}(T_{ji})$ ).

Средняя величина системной точности решения  $i$ -й задачи записывается в виде

$$\bar{X}_i = P_{ij}(T_{ji}) X_i \quad (1)$$

где  $T_{ji}$  - вычисляемый (или заданный) момент окончания решения  $i$ -й задачи.

Метод вычисления составляющей  $X_i$  основан на понятии величины неопределенности  $H(\varepsilon)$  результата решения задачи, возникающей из-за соответствующих погрешностей.

В работе предложен метод вычисления величины  $H(\varepsilon)$

$$H(\varepsilon) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(\varepsilon) d\varepsilon d\varepsilon + \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(\varepsilon) d\varepsilon d\varepsilon \quad (2)$$

где  $f(\varepsilon)$  - плотность распределения погрешности результата решения задачи.

Физический смысл  $H(\varepsilon)$  - площадь, заключенная между интегральной функцией распределения величины погрешности и интегралом  $\delta$ -функции; на рис. 1 указанная площадь заштрихована. Для наиболее часто встречающихся распределений на практике - нор-



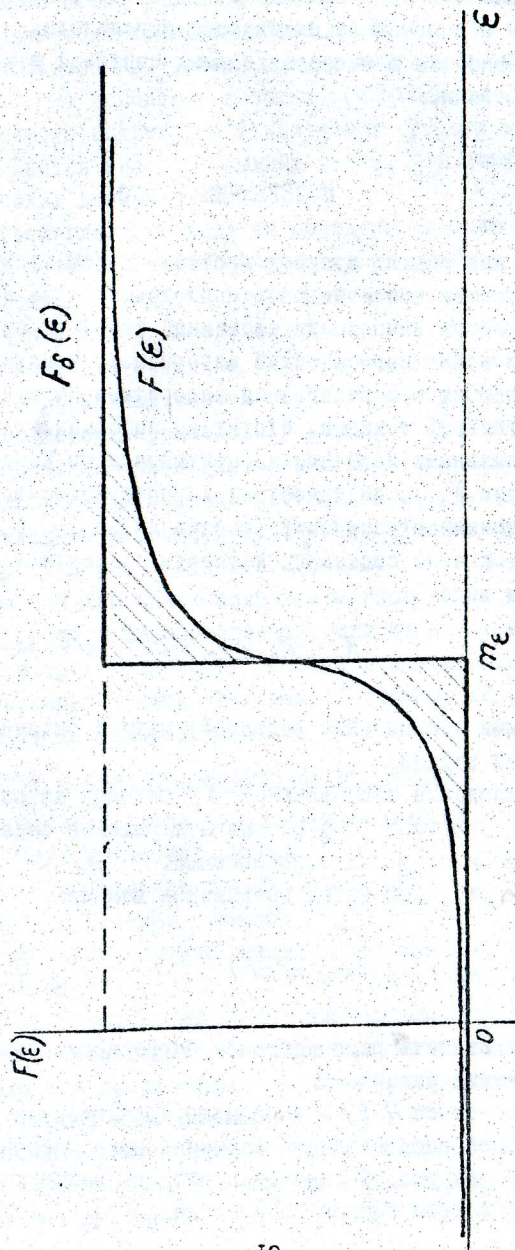


Рис. 1. Зависимость величины неопределенности от интегральной функции плотности погрешности.

мального, равномерного и экспоненциального  $H(\varepsilon)$  имеет вид

$$H_n(\varepsilon) = \sqrt{\frac{\pi}{2}} G_n(\varepsilon); \quad H_p(\varepsilon) = \sqrt{\frac{3}{2}} G_p(\varepsilon); \quad H_g(\varepsilon) = 2e^{-G(\varepsilon)},$$

где  $G(\varepsilon)$  - среднее квадратическое значение  $\varepsilon$ .

В случае, если в силу отклонений от нормального функционирования результат решения не получен к известному сроку, возникающая неопределенность при  $n$ -разрядной сетке

$$H(n) = \frac{1 - 2^{-n}}{2} \quad (3)$$

С учетом (2) и (3) определяется величина  $X_i$ , названная в работе характеристикой точности решения задачи

$$X_i = \frac{H(n) - H(\varepsilon^*)}{H(n)} = 1 - \frac{2 \sqrt{\frac{\pi}{2}} G_i(\varepsilon^*)}{(1 - 2^{-n}) \sqrt{\pi}} \quad (4)$$

где  $G_i(\varepsilon^*)$  - среднее квадратическое значение приведенной погрешности  $\varepsilon^*$ .

В работе приведен метод вычисления величины  $G_i(\varepsilon^*)$

$$G_i(\varepsilon^*) = \sqrt{2^{-2(n+1)} D + G_i^2[\varepsilon^*]} \quad (5)$$

где  $D$  - количество арифметических операций (входящих с определенными коэффициентами),  $\varepsilon_a^*$  - приведенная методическая погрешность алгоритма, реализующего задачу.

В работе показаны основные свойства величины  $X_i$ , позволяющие в частности определить максимально допустимое количество производимых в заданной разрядной сетке операций

$$A_{\max} = E \left[ \frac{\sqrt{\pi}}{2} 2^{2(n+1)} (1 - 2^{-n})^2 \right]$$

и максимально допустимую дисперсию приведенной методической погрешности

$$D[\varepsilon_a^*]_{\max} = \frac{\sqrt{\pi}}{2}$$

Важным является то, что величина  $X_i$  при корректно заданных



параметрах изменяется от 0 до 1.

В работе дан метод вычисления составляющей  $P_{ij}(T_{ij})$  в (1) при произвольном моменте начала решения задачи и произвольных потоках отказов и восстановлений  $T_{ij}$ .

С использованием (1) критерий максимума средней величины системной точности выглядит следующим образом

$$H = \max_{\lambda} \left\{ \prod_{i=1}^M P_{ij}(T_{ij}) \prod_{k \in \lambda} X_{kj} \prod_{j \in \lambda} P_{ij}(T_{ij}) \right\} \quad (6)$$

где  $\lambda$  - множество задач, использующих решение  $\lambda$ -й задачи,

$\lambda$  - множество, определяющее передачу данных по линиям (ЛПД) между узлами,

$j$  - номер типа  $T_{ij}$ , штрих означает принадлежность  $T_{ij}$  к ЛПД. Максимум берется по допустимым расписаниям прохождения задач.

На основании критерия (6) ставится задача параметрического синтеза структуры системы обработки. В работе учтены и формализованы возникающие на практике ограничения:

- 1) допустимость размещения технических средств в определенных узлах;
- 2) соответствие связностей алгоритмического комплекса и узлов обработки;
- 3) совместимость алгоритмов решения задач и технических средств;
- 4) ограничения на оперативную память технических средств;
- 5) временные ограничения;
- 6) стоимостные ограничения;
- 7) надежности ограничения;
- 8) массо-габаритные ограничения;
- 9) условие передачи по линиям передачи данных.

Таким образом, задача синтеза состоит в определении комплекса технических средств первого уровня узлов обработки, дополнения, если необходимо, техническими средствами узла второго уровня, определении расписания прохождения задач, решаемых в реальном масштабе времени (РМВ), проведении оптимизации вычислительного процесса при решении задач системы в произвольном масштабе времени в узле третьего уровня.

Стратегия решения поставленной задачи следующая. Определяется базовый вариант комплекса технических средств, в дальней-

шем он либо наращивается, либо усекается. Формируются варианты размещения задач алгоритмического комплекса по узлам обработки. Для каждого варианта размещения ищется расписание прохождения задач внутри каждого узла. Выбирается расписание, которому соответствует лучшее значение критерия. Структура, которой соответствует это расписание, является искомой. После выбора структуры системы для решения задач РМВ осуществляется оптимизация вычислительного процесса для задач, решаемых на коллективных средствах в произвольном масштабе времени. В соответствии со стратегией решения поставленной задачи разработана методика параметрического синтеза структуры системы. Основными шагами методики являются следующие.

Задание исходных данных. Основными исходными данными для проектирования являются потоки и объемы данных на входе системы обработки, времена цикла и подцикла системы. Под временем подцикла системы в работе понимается интервал времени, на котором должны быть решены задачи РМВ.

Анализ опыта работы с измерительными подсистемами позволил выделить основные факторы, влияющие на задание исходных данных - это типы измерительных подсистем (ИП) и режимы их использования.

- По типам ИП достаточно разделить на
- зондирующие средства;
  - буксируемые средства;
  - буйковые и пространственные постановки;
  - дистанционные средства.

По режимам использования выделены два - передача данных в канал связи и регистрация данных внутри ИП на магнитный носитель. Подход позволил найти выражения для определения потоков и объемов данных по каждому типу и режиму использования ИП.

Анализ опыта работы с системами обработки гидрофизических данных позволил выделить круг задач, решаемых в практически каждой системе рассматриваемого класса. При этом выделены три основных этапа обработки - предварительная обработка, первичная обработка, вторичная обработка. В работе даны варианты алгоритмов решения каждой задачи и периоды их включения.

Нахождение базового варианта комплекса  $T_{ij}$  осуществляется на основе простых соотношений с учетом того, что точность оценок на данном этапе не столь важна, т.к. на последующих шагах ите-



ративной процедуры методики данные по  $T^c$  будут уточняться.

Выбор алгоритмов решения задач осуществляется по условию максимума величины характеристики точности (4) при условии реализуемости алгоритмов на выбранных типах технических средств.

Размещение задач алгоритмического комплекса по узлам обработки осуществляется методом направленного перебора. Использование известных методов решения задачи не позволяет получить решение для реальных размерностей. Поэтому в работе на основании сформулированного постулата об исключении из рассмотрения вариантов с "обратным" направлением передачи данных между узлами разработан эффективный алгоритм размещения  $M$  задач по  $K$  узлам с количеством вариантов для анализа

$$N = \sum_{i=1}^K \prod_{k=1}^i (M \cdot k) \quad (7)$$

Из (7) следует, что задача может решаться для практически предельных встречающихся размерностей.

Расписание прохождения задач по техническим средствам также строится с помощью разработанного метода, основанного на идеях попарного составления элементов расписания. В работе сформулирован ряд условий, позволяющих выделить на каждом шаге множество конкурирующих между собой задач за назначение на конкретное  $T^c$ . Основным из них является условие

либо

$$T_{ni_1} \leq T_{ni_2} < T_{ni_1} + \max_j \{T_{i,j}\}$$

$$T_{ni_2} \leq T_{ni_1} < T_{ni_2} + \max_j \{T_{i,j}\}$$

где  $T_{ni}$  и  $T_{i,j}$  - момент начала решения и время решения соответствующей задачи на  $j$ -м техническом средстве.

При этом среди конкурирующих задач по правилу *FIFO* выбирается ограниченное количество задач  $m$ , участвующих в назначении техническим средствам. Это позволяет получить линейную зависимость количества просматриваемых вариантов  $K$  от числа задач  $M$ .

$$NM \leq K \leq C_{m+M-1}^{m-1} \cdot m! \cdot \frac{M}{m!}$$

где  $\lceil \cdot \rceil$  - знак округления в сторону большего целого,  
 $N$  - количество  $T^c$ , участвующих в обработке.

Использование разработанного эффективного алгоритма в методике тем более важно, т.к. задача составления расписания решается многократно. В работе показана правомерность использования данного метода.

Выбор рационального варианта структуры системы осуществляется в соответствии с критерием (6) при условии удовлетворения принятым ограничениям.

Оптимизация вычислительного процесса при решении задач системы на коллективных средствах проводится на основе выбора величины кванта в системах с разделением времени и выбора числа разделов оперативной памяти в многомашинных комплексах. При этом оценивается снижение производительности по фоновым задачам в зависимости от числа обрабатываемых задач системы.

Анализ результатов, полученных при использовании методики, осуществляется в случае, если не удалось найти допустимого варианта структуры.

В алгоритмическом комплексе отыскиваются "длинные" алгоритмы или алгоритмы, требующие большого объема памяти, и заменяются на требующие меньших ресурсов. Если это не дает положительного результата, осуществляется переход на иные технические средства. Если не удовлетворяются требования по надежности, проводится резервирование.

В работе показано применение разработанной методики к проектированию реальной системы обработки гидрофизических данных (рис. 2), приведены необходимые расчеты и дана техническая реализация разработки, которая прошла испытания и опытную эксплуатацию.

Применение методики позволило значительно расширить класс решаемых системой задач, сократить время обработки, что привело к значительному повышению точности получаемых результатов, т.е. повышению эффективности системы.



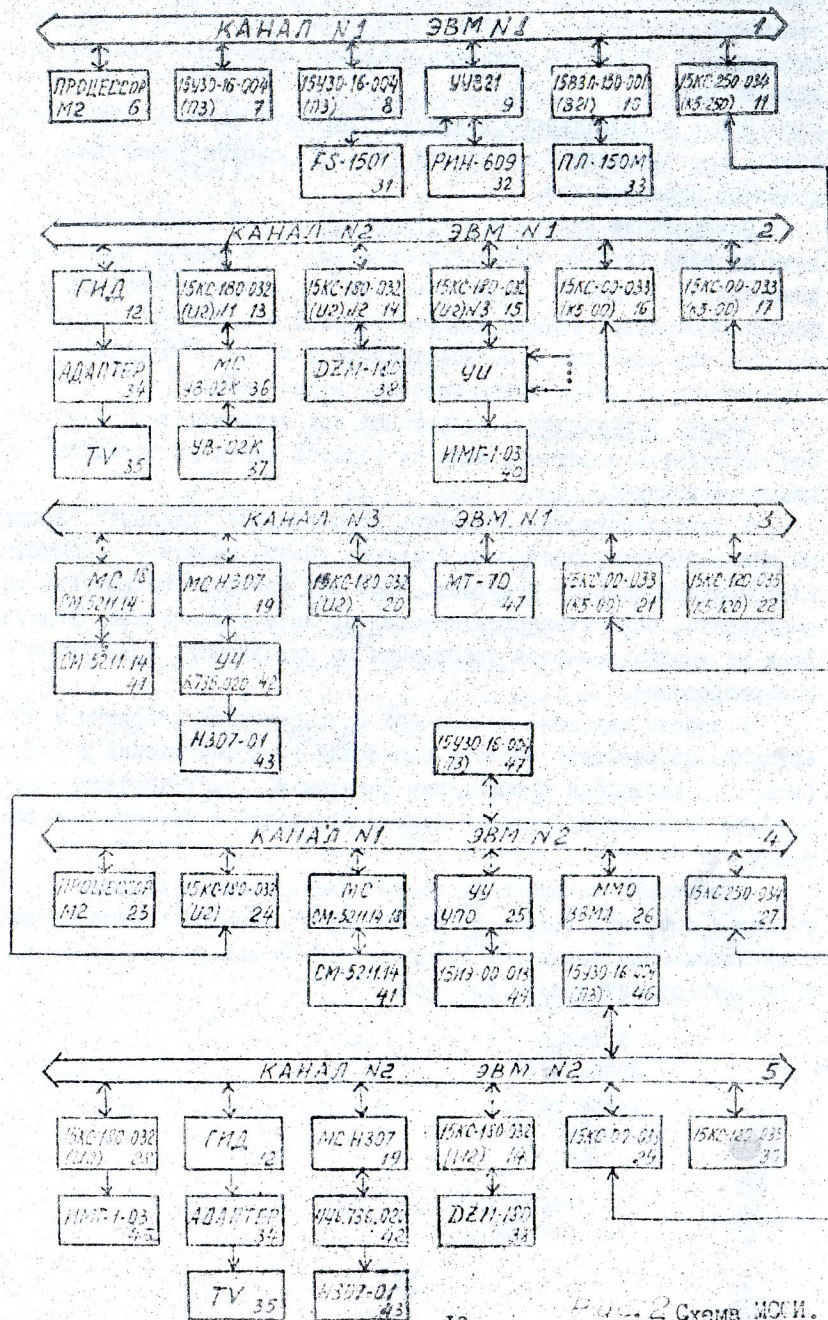


Рис. 2 Схема МОСН.

1. В работе определены особенности автоматизированных систем научных исследований, объективной характеристикой которых являются потери части данных и результатов. С учетом этого сформулирована задача синтеза систем данного класса, а в качестве критериальной функции предложена оценка результирующей точности.

Предложенный подход позволяет сократить потери точности, возникающие при обработке данных экспериментов.

2. Впервые разработан метод расчета результирующей точности на основе оценки неопределенности результата решения комплекса задач с учетом характеристик технических средств и режима функционирования. Это позволило ввести нормированную меру точности, учитывающую комплексно влияние различных погрешностей, надежностных характеристик и структуры информационных связей между функциональными задачами в алгоритмическом комплексе.

3. Разработана и реализована новая модификация алгоритма размещения функциональных задач по узлам обработки, обеспечивающая получение решения для практически предельных размерностей.

4. Разработана и реализована новая модификация алгоритма проектирования рациональной временной диаграммы, обеспечивающая линейную зависимость числа анализируемых вариантов от числа задач.

5. Разработана, исследована и реализована аналитическая модель надежности, учитывающая произвольность момента начала решения задачи при произвольных потоках отказов и восстановлений.

6. Разработана, исследована и применена модель режима коллективного использования технических средств, позволяющая повысить эффективность системы обработки за счет применения оптимального режима разделения времени в многомашинных многораздельных комплексах.

7. Перечисленные теоретические результаты положены в основу методики синтеза автоматизированных систем научных исследований, реализованной в виде программы САИР.

8. Разработанная методика применена в практике проектирования систем обработки гидрофизических данных. Осуществленная техническая разработка реальной системы прошла испытания, опытную эксплуатацию и передана в эксплуатацию в 1987 году.



Использование разработки в ряде рейсов НИС показало работоспособность и высокую эффективность ее использования при проведении обработки гидрофизических данных в реальном и произвольном масштабах времени.

Полученные результаты подтвердили правильность разработанной в диссертации методики.

Основные результаты работы отражены в следующих публикациях автора:

1. Зорин А.Л., Древе Ю.Г., Баранов А.Н. Методика и модели для выбора комплекса технических средств вычислительного центра коллективного пользования на этапе разработки и обоснования технического задания / В сб. тезисов докладов Второй Всесоюзной конференции по ВЦП. - Тюмень, 1977. 75-80 с.

2. Зорин А.Л., Древе Ю.Г., Баранов А.Н. Алгоритмы выбора комплекса технических средств вычислительного центра на начальных этапах проектирования / В сб. Вопросы теории и построения АСУ. Вып. 2. - М.: Атомиздат, 1978. 95-103 с.

3. Зорин А.Л., Баранов А.Н. Оценка среднего времени решения задач в управляющей мультипроцессорной вычислительной системе / В сб. Вопросы теории и построения АСУ. Вып. 3. - М.: Атомиздат, 1979. 35-41 с.

4. Баранов А.Н., Зорин А.Л. Двухфазная модель диалогового режима в многомашином комплексе с учетом фоновой обработки пакетов задач / В сб. Вопросы теории и построения АСУ. Вып. 3. - М.: Атомиздат, 1979. 42-47 с.

5. Зорин А.Л. Сравнение производительности двух вариантов диалоговой системы на базе комплекса ЕС-1022 и ЕС-1033 / В сб. тезисов докладов Второй школы-семинара "Интерактивные системы". - Боржоми: Мецниереба, 1980. 34-36 с.

6. Древе Ю.Г., Зорин А.Л. Алгоритмы выбора комплекса технических средств для обработки данных гидрофизических измерений в реальном масштабе времени / В сб. тезисов докладов У Всесоюзной школы "Автоматизация научных исследований морей и океанов". - Севастополь, 1980. 244-245 с.

7. Зорин А.Л. Выбор кванта в системе с разделением времени / В сб. Вопросы теории и построения АСУ. Вып. 5. - М.: Энергоатомиздат, 1981. 14-20 с.

8. Древе Ю.Г., Зорин А.Л., Беспалов М.А. Система оператив-

ного слежения за границами фронтальных зон океана / В сб. тезисов докладов IV Всесоюзной конференции "Проблемы научных исследований в области изучения и освоения Мирового океана". - Владивосток, 1983. 98-99 с.

9. Древе Ю.Г., Зорин А.Л., Силин М.Ю. Применение критерия точности для выбора параметров информационно-измерительной системы / В сб. тезисов докладов Конференции НТО им. акад. Вавилова С.И. "Информационно-измерительные системы и точность в приборостроении". - М., 1984. 82-83 с.

10. Зорин А.Л., Древе Ю.Г. Применение информационного критерия к решению задачи синтеза иерархической системы / В сб. Вопросы проектирования и эксплуатации управляющих вычислительных систем. - М.: Энергоатомиздат, 1985. 3-7 с.

11. Древе Ю.Г., Зорин А.Л., Никифоров И.С. Методика разработки программно-аппаратных комплексов на основе микро-ЭВМ / В сб. тезисов докладов семинара "Проектирование и создание многомашинных и многопроцессорных систем реального времени". - М.: ИДНТП, 1987. 103 с.

12. Зорин А.Л., Древе Ю.Г., Миронова Л.Н. Многомашинный вычислительный комплекс обработки гидрофизической информации в реальном масштабе времени / В сб. тезисов докладов семинара "Проектирование и создание многомашинных и многопроцессорных систем реального времени". - М.: ИДНТП, 1987. 104-105 с.

13. Древе Ю.Г., Зорин А.Л., Миронова Л.Н. Многомашинный измерительно-вычислительный комплекс для обработки данных гидрофизических измерений в реальном масштабе времени / В сб. тезисов докладов Всесоюзной школы "Технические средства и методы исследования Мирового океана". - М., 1987. 53 с.

14. Зорин А.Л., Древе Ю.Г., Миронова Л.Н. Методика разработки программного обеспечения программно-аппаратных комплексов обработки гидрофизических данных на базе универсальных микро-ЭВМ / В сб. тезисов докладов Всесоюзной школы "Технические средства и методы исследования Мирового океана". - М., 1987. 54 с.

15. Миронова Л.Н., Древе Ю.Г., Зорин А.Л. Программное обеспечение бортового измерительно-вычислительного комплекса обработки данных гидрофизических измерений / В сб. тезисов докладов Всесоюзной школы "Технические средства и методы исследования Мирового океана". - М.: 1987. 55-58 с.



16. А.с. 1183976 (СССР). Устройство для сопряжения электронно-вычислительной машины с индикатором и группой внешних устройств / А.Л.Зорин, М.Ю. Силин. - Оpubл. в Б.И., 1985, № 37.

Подписано к печати 22.09.88 Заказ 36 рсп тираж 100  
Типография МКИ, Каширское шоссе, л.31