

УДК 519.6

## ПРОГРАММА МОНИТОРИНГ. ТЕХНОЛОГИЯ ВИЗУАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ СЧЕТОМ ЗАДАЧ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ НА УДАЛЕННЫХ МНОГОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМАХ

М. А. Титов, А. Б. Киселев  
(РФЯЦ-ВНИИЭФ)

Представлена технология визуального контроля и управления счетом задач, которые рассчитываются программными комплексами, реализующими численные методики, — система Мониторинг. Система Мониторинг позволяет пользователю с персональной ЭВМ в реальном времени взаимодействовать с задачей, считающейся на удаленном многопроцессорном компьютере.

### Введение

При выполнении расчетов на ЭВМ по численным методикам часто возникает необходимость в отображении и коррекции сетки непосредственно во время проведения счета. В середине 90-х годов средства графического отображения уже имелись в программном комплексе, реализующем методику Медуза [1], предназначенную для расчета газодинамических задач на нерегулярных сетках. Эти средства были зависимы от графических библиотек и транслятора и могли использоваться только на персональном компьютере.

Для визуализации результатов счета на многопроцессорных машинах была разработана универсальная, не ориентированная на конкретную численную методику, диалогово-графическая оболочка, получившая название системы Мониторинг [2].

Система Мониторинг предназначена для интерактивного визуального контроля результатов и сопровождения в реальном времени счета задач на удаленных многопроцессорных ЭВМ. Под сопровождением счета понимается визуальная оценка полученного на конкретный момент времени результата, представленного системой в виде текста и раstra изображения (сетки, распределения функций полей газодинамических величин), и своевременное диалоговое включение необходимых процедур программного комплекса в ходе проведения счета.

### Основы реализации системы Мониторинг

Система Мониторинг состоит из двух частей. Первая часть — это собственно графическая оболочка, представляющая собой диалогово-графическое Windows-приложение, которое запускается на персональной машине пользователя. Вторая часть — это функции графических примитивов рисования и подпрограммы разбора файлов запросов, внедряемые в рабочий код программного комплекса, рассчитывающего задачу, для взаимодействия с системой Мониторинг. Под графическими примитивами рисования понимаются подпрограммы, предназначенные для рисования линии, точки и заливки области.

Система Мониторинг распараллелена — с помощью функций MPI производится сбор графических и текстовых данных от процессов рассчитываемой задачи.

Существуют две модификации системы Мониторинг. В первой модификации система взаимодействует с задачей, считающейся на многопроцессорной Windows-машине, посредством файлового обмена данными. Во второй модификации для взаимодействия с задачей, считающейся на многопроцессорной Unix-машине, используются таблицы базы данных (БД).

Сама система Мониторинг, реализованная в среде Delphi, функционирует на пользовательских компьютерах под управлением ОС Windows. Она не ориентирована на конкретную

численную методику, с рассчитываемой задачей взаимодействует по технологии клиент/сервер.

### Схема управления счетом задачи, выполняющейся на Windows-машине

Примерная схема взаимодействия системы Мониторинг с программным комплексом, выполняющим счет задачи на Windows-машине, представлена на рис. 1. Программный комплекс, досчитав до контрольной точки (например, окончания счетного шага), вызывает подпрограммы системы Мониторинг, внедренные в комплекс. Эти подпрограммы пытаются открыть в рабочем каталоге рассчитываемой задачи файл с зарезервированным именем (см. правую часть на рис. 1). Наличие данного файла означает для рассчитываемой задачи приход запроса от системы Мониторинг.

Далее соответствующая функция программного комплекса обрабатывает полученный запрос и передает управление своим подпрограммам.

После разбора файла запроса управляющая программа комплекса, вызывая функции графических примитивов, формирует в области памяти изображение (соответствующее счетной сетке, полю и т. д.). Затем с помощью процедуры записи полученное изображение сохраняется в рабочем каталоге в виде *графического файла ответа* в формате BMP (файл имеет фиксированный размер ~1,5 Мб) с зарезервированным именем. Кроме того, создается *текстовый файл ответа*, в котором хранится информация, сопровождающая графический файл.

Система Мониторинг, инициировав запрос, начинает просматривать рабочий каталог рассчитываемой задачи на наличие файлов ответа. При их появлении она автоматически копирует файлы на машину пользователя. В соответствии с запросом система Мониторинг разбирает полученные файлы и открывает их в специальном окне. Таким образом, в ответ на приказ пользователь в реальном времени получает от рассчитываемой задачи информацию в текстовом и графическом виде.

Вышеописанная схема взаимодействия системы с задачей активно использовалась для отладки новых алгоритмов на персональных ЭВМ и на многопроцессорной Windows-машине, где зарекомендовала себя как надежное средство визуального контроля промежуточных результатов счета задач.

### Многопроцессорные Unix-машины и проблема файлового обмена информацией

При взаимодействии системы Мониторинг с задачей, рассчитываемой на удаленной ЭВМ под управлением ОС Unix, обнаружались проблемы, связанные с задержками в поступлении информации при обменах между системой и задачей через файлы. Суть проблемы заключалась в значительном запаздывании (от десятков секунд до минут) обновления информации в файле, располагающемся в сетевой файловой системе (NFS). Проблема была решена с помощью использования (в качестве средства связи) БД единой системы управления заданиями (ЕСУЗ) [3].

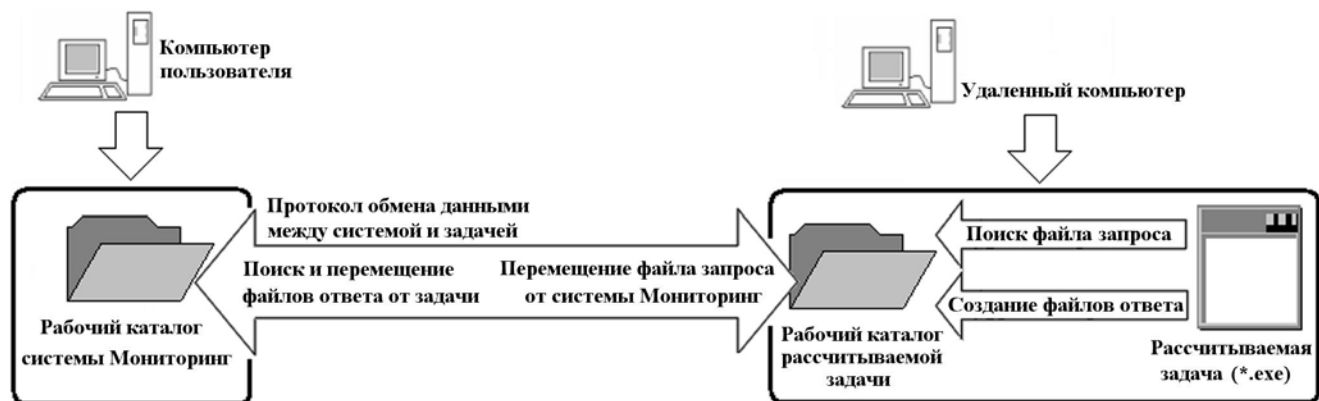


Рис. 1. Схема взаимодействия системы Мониторинг, работающей под управлением ОС Windows, с задачей, рассчитываемой на удаленном компьютере

ЕСУЗ предназначена для централизованного ввода, контроля и управления счетом на ЭВМ неоднородного вычислительного комплекса. В нее стекаются все потоки информации, касающиеся выполнения заданий.

Основу ЕСУЗ составляет система управления базами данных (СУБД), способная за короткое время обрабатывать тысячи запросов (транзакций). СУБД ЕСУЗ обеспечивает систему Мониторинг возможностью записи/считывания больших (до 4 Гб) объемов данных.

Вышеуказанные проблемы, связанные с задержками в поступлении требуемой информации, были решены следующим образом.

Из реализованной схемы взаимодействия между частями системы Мониторинг были удалены файловые операции — их заменили процедуры чтения/записи информации из БД. Новая схема представлена на рис. 2. БД ЕСУЗ выступает в роли оперативного буфера, к которому обращаются обе части системы Мониторинг.

Табличное пространство, в котором хранится графическое изображение, получаемое от про-

граммного комплекса, рассчитывающего задачу, было вынесено в отдельную дисковую подсистему. Это позволило уменьшить время обработки транзакций и, таким образом, время, расходуемое на взаимодействие визуализационной части (клиентской) и выполняемой задачи (серверной). Задержка на операцию записи 1,5 Мб двоичной информации составляет 0,6 секунды, что вполне приемлемо для комфортной работы пользователя.

### Управление счетом задачи, выполняющейся на Unix-машине

Схема взаимодействия задачи, рассчитываемой на многопроцессорной Unix-машине, с системой Мониторинг представлена на рис. 3.

Управляющая программа комплекса, рассчитывающего задачу, достигнув контрольной точки, читает с помощью специальной функции обменное текстовое поле из таблицы БД ЕСУЗ. Если первые шесть символов этого поля образуют

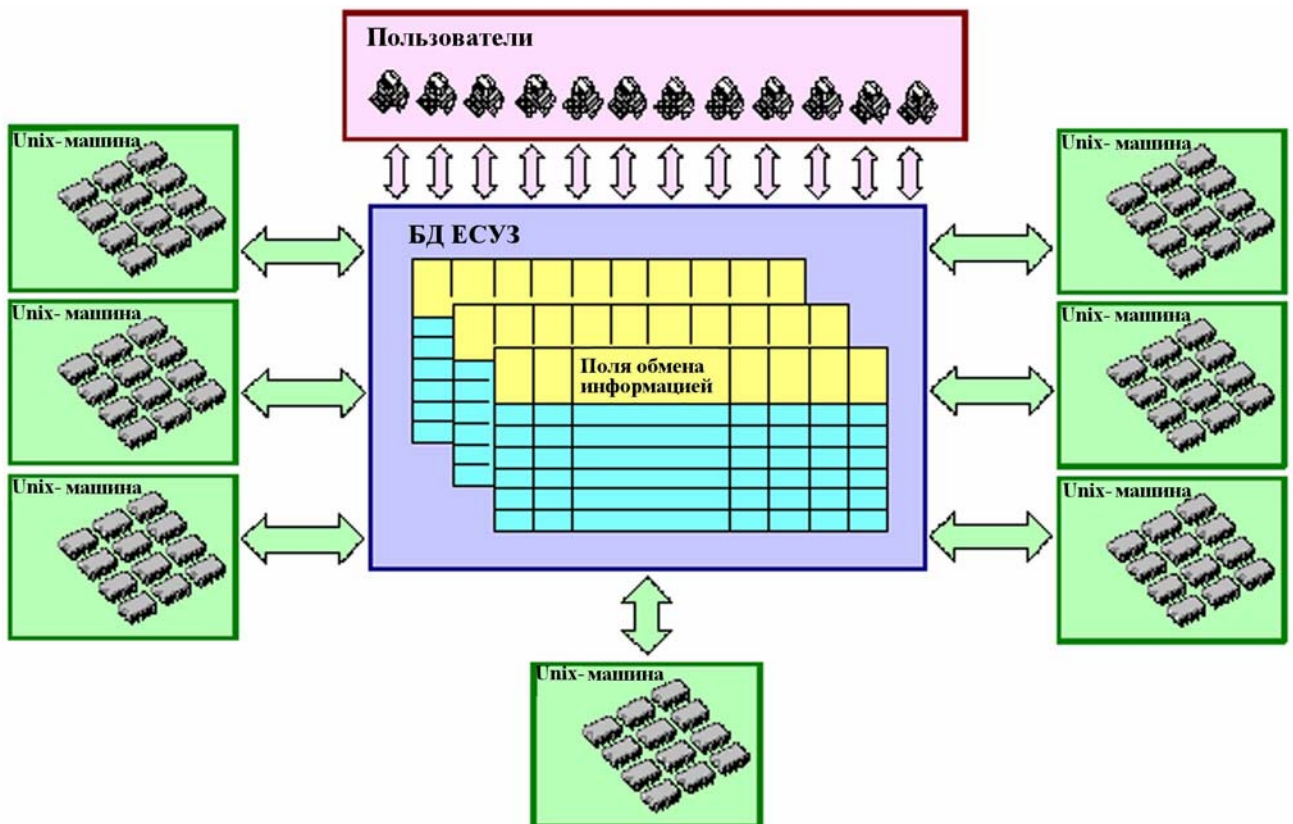


Рис. 2. БД ЕСУЗ как оперативный буфер между взаимодействующими друг с другом частями системы Мониторинг

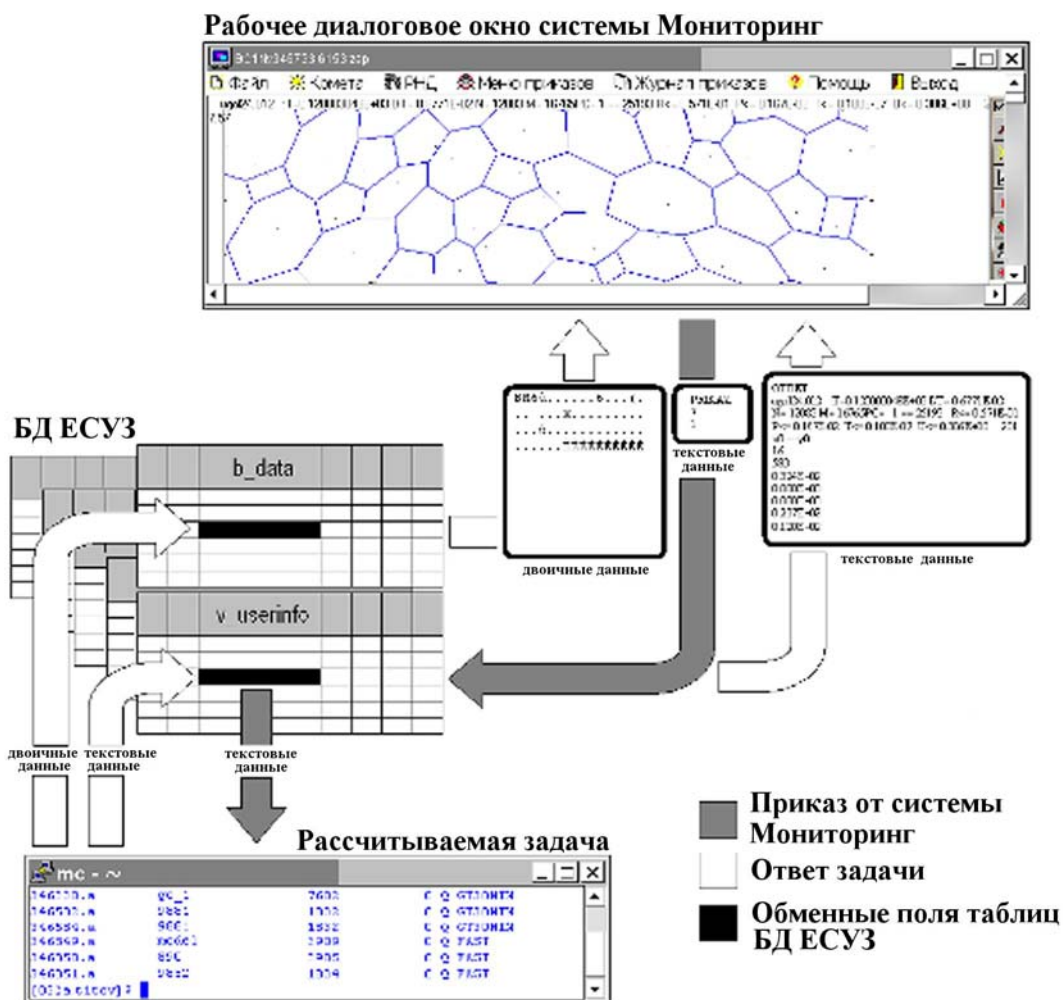


Рис. 3. Схема взаимодействия системы Мониторинг с удаленной задачей через обменные поля таблиц БД ЕСУЗ

ключевое зарезервированное слово, то читается следующая группа символов. Так определяется номер приказа. Затем соответствующая функция разбирает этот приказ: читает дополнительные параметры (если они есть) и передает управление графической подпрограмме.

В случае, если первые шесть символов обменного текстового поля не образуют ключевого слова, счет продолжается до следующего шага.

Получив управление, графическая подпрограмма комплекса формирует в области памяти изображение (сетку, поля расчетных величин), соответствующее запросу. Полученное изображение записывается в двоичное обменное поле БД ЕСУЗ. Кроме того, в текстовое обменное поле записывается сопровождающая информация — тем самым система Мониторинг извещается об исполнении приказа.

Благодаря применению новой технологии — обмена информацией через БД ЕСУЗ — стало возможным выполнение запроса, поступившего из графической оболочки системы Мониторинг, за одну-две секунды.

### Заключение

Благодаря стабильной связи между графической управляющей оболочкой и удаленной рассчитываемой задачей можно эффективно, в реальном времени, управлять процессом счета на параллельных машинах, проводить отладку программы в диалоговом режиме, контролировать процесс выполнения задания. Универсальность архитектуры системы Мониторинг и отсутствие ее "привязки" к конкретной численной методике позволяют применять систему в различных про-

граммных комплексах. Благодаря внедрению нового механизма контроля существенно увеличивается скорость отладки программ, сокращаются календарные сроки расчетов и трудозатраты при проведении массового счета и, как следствие, экономятся вычислительные ресурсы.

Авторам не известны программные продукты, аналогичные описанной системе, в которых для реализации схемы управления в реальном времени задачами, выполняющимися на многопроцессорных ЭВМ, используются БД.

### Список литературы

1. Волков С. Г., Жогов Б. М., Софронов И. Д. Современное состояние методики Медуза // Вопросы атомной науки и техники.

Сер. Математическое моделирование физических процессов. 1999. Вып. 4. С. 57–63.

2. Титов М. А., Жогов Б. М. Система Мониторинг // Сб. докл. IV науч.-тех. конф. "Молодежь в науке". Саров, 2005. С. 163–167.
3. Киселев А. Б., Варгин А. М., Бартечев Ю. Г., Киселев С. Н., Колтаков С. И. Единая система управления заданиями на ЭВМ неоднородного вычислительного комплекса // Вопросы атомной науки и техники. 2008. Вып. 1. С. 59–65.

Статья поступила в редакцию 29.12.07.

---