

КРАВЦОВА НАДЕЖДА АЛЕКСЕЕВНА

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ СБОРА И ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ ПРИ
ПРОВЕДЕНИИ АДМИНИСТРАТИВНОГО МОНИТОРИНГА**

Специальность 05.13.06 – Автоматизация и управление технологическими
процессами и производствами (промышленность)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Орел-2012

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс»

Научный руководитель:	кандидат технических наук, доцент Фролов Алексей Иванович
Официальные оппоненты:	Иващук Ольга Александровна доктор технических наук, доцент федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Орловский государственный аграрный университет», декан факультета гуманитарных и естественно-научных дисциплин Савенков Алексей Николаевич кандидат технических наук ООО «АпексПоинт», программист
Ведущая организация:	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Юго-Западный государственный университет»

Защита состоится «29» мая 2012 г. в 13-00 на заседании диссертационного совета Д 212.182.01 при ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК» по адресу: 302020, РФ, г. Орел, Наугорское шоссе, д. 29, аудитория 201.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК».

Автореферат разослан «27» апреля 2012 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета Д 212.182.01

кандидат технических наук, доцент

Волков Вадим Николаевич

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Современные корпорации, производственные холдинги, производственные и научно-производственные объединения и другие крупные предприятия представляют собой сложные распределенные объекты управления. Задачи управления такими производственными структурами согласно классификации ЕСС АСУ ГОСТ 24.103-84 «Автоматизированные системы управления. Основные положения» решаются автоматизированными системами управления уровня отрасли, промышленного объединения, научно-производственного объединения. При этом, учитывая распределенность рассматриваемых объектов управления, существенно повышается значимость эффективной реализации одной из обеспечивающих функций АСУП – сбора данных, то есть их получения, ввода и хранения (накопления).

Теоретические результаты (основы построения АСУ, заложенные еще в 70-х, 80-х годах прошлого века) и практические разработки в области технологий, технических и программных средств сбора данных позволяют обеспечивать реализацию основных функций АСУП (текущие учет, планирование, контроль). Однако, в современных условиях перед производственными корпорациями, холдингами, объединениями часто встают задачи управления, требующие оперативного получения значений ряда показателей, характеризующих состояние объекта управления и внешней среды. Причем при решении каждой отдельной задачи управления структура и состав системы показателей меняется. Причинами этого могут являться динамичность конкурентной среды, спроса, правового регулирования, появление новых технологий производства и др.

Для решения ряда задач управления в таких условиях получаемой в текущем режиме информации недостаточно. В работах Соколова Б.В., Юсупова Р.М. и др. исследователей Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации РАН проведены «формализация и исследование нового класса прикладных задач, а именно, задач управления структурной динамикой» технических и организационно-технических систем (ОТС). Согласно их работам структурная динамика может проявляться в виде следующих процессов:

- изменения способов, целей функционирования ОТС, их содержания, последовательности выполнения (например, изменение номенклатуры производимых изделий, переориентация производства);
- перемещения в пространстве отдельных элементов ОТС (например, оптимизация транспортной подсистемы корпорации, холдинга);
- перераспределения и децентрализации функций, задач, алгоритмов управления, информационных потоков между уровнями управления (модификация организационной структуры, внедрение АСУП);
- управления резервами (перераспределение кадровых, финансовых ресурсов, производственных мощностей);
- реконфигурации структур ОТС при ее деградации (например, задачи антикризисного управления).

Сбор данных в таких условиях принято называть мониторингом. Вид мониторинга, предполагающий оперативный сбор информации о состоянии объекта управления из различных источников (ручной ввод данных оператором, импорт из баз данных подсистем АСУП) в целях управления указанными выше процессами, назовем административным.

Реализация новых специализированных или модификация существующих программных средств АСУП для сбора данных в таких случаях неэффективна вследствие их разового использования или использования незначительное количество раз. При

этом появляющиеся временные издержки не позволяют оперативно решать поставленную задачу.

В настоящее время отсутствуют предназначенные специально для решения задач административного мониторинга инструментальные средства. Мониторинг осуществляется либо на основании информации, накапливаемой в ходе оперативного управления в базах данных АСУП (которой, как было отмечено выше, зачастую недостаточно), либо с использованием примитивных средств (текстовых и табличных редакторов) сбора данных.

Таким образом, становится очевидной потребность в системах административного мониторинга, обеспечивающих адаптивную организацию процессов сбора данных и хранения данных, то есть процессно-ориентированных систем, построенных на основе адаптируемого к задаче административного мониторинга программного обеспечения.

Проведенное исследование развивает результаты, полученные в работах Ю.А. Урманцева, В.Ф. Сытника, О.Б. Сладковой, Б.В. Соколова, Р.М. Юсупова, Л.А. Растригина, И.С. Константинова, А.В. Коськина, Д. Парк, С. Маккей, М.А. Маслакова, Е.Ф. Кодда, Д.А. Поспелова.

Однако вопросы построения и функционирования подсистем сбора и хранения данных в составе систем административного мониторинга АСУП в настоящее время исследованы недостаточно полно. Отсутствуют необходимые математическое и алгоритмическое обеспечение, обобщенные структурные решения, пригодные для автоматизированного синтеза адаптированных к задаче мониторинга модульных структур сбора (диалоговых интерфейсов) и хранения данных (логических структур данных). Таким образом, задача автоматизации процессов сбора и хранения данных при проведении административного мониторинга является актуальной.

Объектом исследования в данной работе являются процессы ввода и хранения (накопления) данных в АСУП в условиях изменения требований к составу и структуре данных.

В качестве предмета исследования рассматриваются модели и алгоритмы адаптивной организации процессов ввода и хранения (накопления) данных в АСУП.

Цель диссертационной работы: повышение эффективности подготовки и реализации процедуры сбора данных при решении задач административного мониторинга.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- анализ места административного мониторинга в составе задач управления предприятием, средств и методов его проведения;
- разработка математического и алгоритмического обеспечения автоматизации процессов ввода и хранения данных административного мониторинга;
- исследование технологий и разработка структурных решений физической реализации программных средств сбора и хранения данных;
- разработка и оценка эффективности функционирования подсистем ввода, хранения данных и настройки параметров мониторинга.

Методы и средства исследований. При решении указанных задач использовались методы теории множеств, теории графов, методы сетевого и реляционного подходов к организации хранения данных, технология разработки программного обеспечения, методы создания графических интерфейсов, методы объектно-ориентированного программирования, концепции алгебраических структур данных и абстрактных типов данных теории программирования.

Достоверность научных положений и полученных результатов подтверждается их практической реализацией и результатами исследования опытного образца.

Научная новизна работы заключается в:

1. Формализованной в терминах теории множеств модели структуры хранения данных, обеспечивающей инвариантное представление объекта административного мониторинга и отличающейся применением абстрагирования от его информационной модели.

2. Модели процесса синтеза экземпляров логических моделей хранения данных объектов мониторинга и модели процесса регистрации значений показателей, основанных на предложенной инвариантной структуре хранения.

3. Алгоритмах, реализующих процесс синтеза экземпляров логических моделей хранения данных и процесс регистрации значений показателей, обеспечивающих адаптацию процессов ввода и хранения данных к конкретной задаче административного мониторинга.

4. Формализованной в терминах алгебраических типов данных модели диалоговых интерфейсов чтения и записи данных, а также алгоритме отображения моделей хранения на модели интерфейсов, обеспечивающих возможность автоматического синтеза (генерации исходного текста) диалогового интерфейса ввода данных.

Практическая ценность работы заключается в:

1. Реализации физической модели структуры хранения данных, обеспечивающей представление сетевой логической модели в реляционной форме.

2. Программной реализации алгоритмов автоматического синтеза (генерации) диалоговых интерфейсов ввода данных и алгоритмов регистрации значений показателей.

3. Реализации экспериментального образца автоматизированной системы административного мониторинга.

Реализация и внедрение результатов работы.

1. Результаты диссертационной работы использованы при выполнении НИР (ГК № 02.740.11.0654 от 29.03.2010 г.) «Исследование и разработка теоретических основ построения и функционирования распределенных адаптивных систем административного мониторинга» ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 – 2013 годы. Разработанное программное обеспечение использовалось в составе программных информационно-аналитического и управляющего комплексов при выполнении НИР (ГК № П948 от 20.08.2009 г.) «Повышение эффективности управления интегрированными образовательными комплексами на основе информационно-аналитических ресурсов», НИР (ГК № 14.740.11.0591 от 05.10.2010 г. «Разработка универсальных инструментальных средств проектирования специализированных гибких модулей поддержки принятия решений в информационно-управляющих системах») той же ФЦП, применялось при выполнении работ по ГК № 598 от 12.09.08г. «Создание и внедрение системы оценки хода и результатов реализации федеральной целевой программы «Русский язык (2006-2010 годы)».

2. Результаты диссертационной работы использовались в учебном процессе кафедры «Информационные системы» ФГБОУ ВПО «Государственный университет – УНПК» в рамках дисциплин «Управление данными» и «Автоматизированные системы управления предприятием». Разработанные программные средства использовались при организации мониторинга деятельности производственных структур и инновационных предприятий, созданных при ФГБОУ ВПО «Государственный университет – УНПК», при организации сбора данных о производственной деятельности малых и средних предприятий в ОАУ «Орловский региональный гарантийный фонд».

Апробация работы. Основные положения и результаты диссертационного исследования докладывались и обсуждались на научных семинарах кафедры «Информационные системы» ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», IV Международной научно-технической конференции «Информационные технологии в науке, образовании и производстве» (Орел, 2010), Всероссийской научно-методической конференции «Телематика-2010» (Санкт-Петербург, 2010), X Всероссийской научной конференции молодых ученых «Наука. Технологии. Инновации» (Новосибирск, 2010), Международной научно-технической Интернет-конференции «Информационные системы и технологии» (Орел, 2011), Второй Международной научно-технической конференции «Компьютерные науки и технологии» (Белгород, 2011). Экспериментальный образец автоматизированной системы административного мониторинга представлялся на Двадцать второй ежегодной выставке информационных и коммуникационных технологий «SofTool» (Москва, ВВЦ, 25-28 октября 2011 года).

Положения, выносимые на защиту:

1. Модель структуры хранения данных административного мониторинга.
2. Модель процесса синтеза логических моделей хранения данных и модель регистрации значений показателей, а также реализующие их алгоритмы.
3. Формализованная модель диалоговых интерфейсов чтения и записи данных и алгоритм отображения модели хранения на модель интерфейса.
4. Экспериментальный образец подсистем настройки процедур мониторинга и сбора данных.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы. Работа изложена на 164 страницах машинописного текста, включающего 51 рисунок, список литературы из 137 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность работы, сформулированы ее цель и задачи, научная новизна, практическая значимость и основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе проведен анализ АСУП различных классов, их обеспечивающих и функциональных подсистем. Отмечено, что подсистемы ввода и хранения (накопления) данных в существующих АСУП обеспечивают сбор данных для решения задач управления на регулярной основе, с практически неизменными во времени составом и структурой показателей.

Исследована специфика административного мониторинга, то есть сбора данных при управлении структурными изменениями в производственном объединении, холдинге, корпорации. Были рассмотрены сущность, место и задачи системы административного мониторинга. Как отмечено на рисунке 1, система мониторинга (СМ) может получать данные об объекте управления непосредственно (осуществляется ручной ввод данных операторами) и от других подсистем АСУП посредством импорта, проводя структурирование и накопление полученных данных. Обработанная информация о состоянии объекта управления передается системе, принимающей решения. Следствием требования адаптируемости механизмов сбора данных является появление второго контура – контура управления самой системой мониторинга.

Структура и информационные потоки системы административного мониторинга приведены на рисунке 2. В проведенном исследовании рассматривались только процессы настройки процедуры мониторинга, ввода и хранения данных, и соответствующие подсистемы.

Проведен анализ существующих инструментальных программных средств ввода и хранения данных в АСУП. Рассмотрены особенности жизненного цикла программного обеспечения АСУП, существующие технологии оперативной адаптации (фактически же модификации) существующего программного обеспечения для решения задач сбора данных в условиях изменения требований к процедуре мониторинга. Выявлены проблемы применения существующих средств, такие как немасштабируемость, предметная ориентация, необходимость возобновлять жизненный цикл с этапа разработки при изменении задач мониторинга и управления.

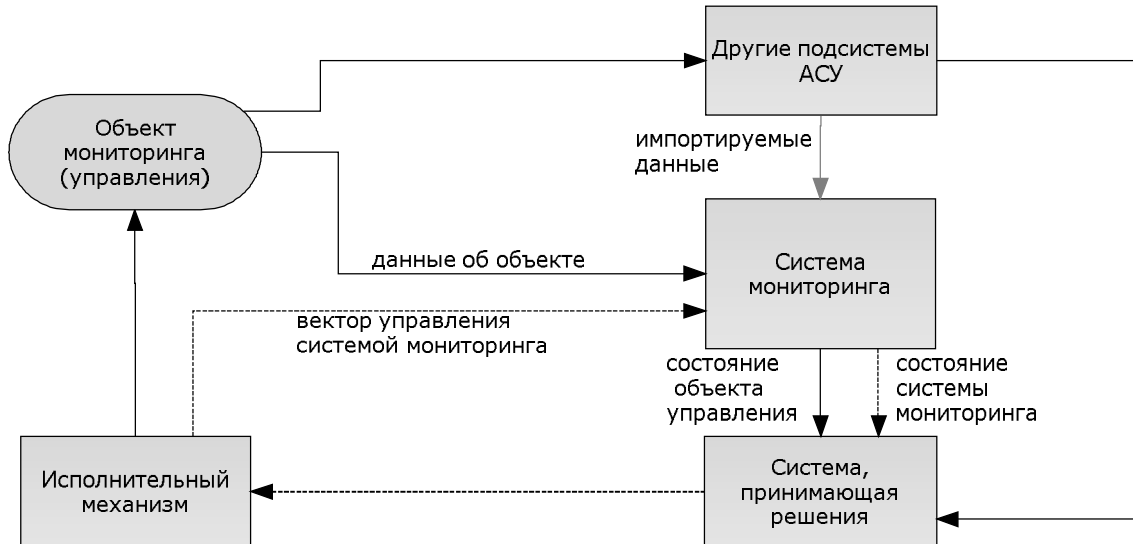


Рисунок 1 - Место системы мониторинга в контуре управления

Учитывая близость задач административного мониторинга и их специфические особенности, выделены принципы организации хранения данных. Информационные модели предметной области и их связи должны быть представлены в общем абстрактном виде взаимосвязанных типов объектов учета, конкретных типизированных объектов учета, их показателей и периодов учета.

По результатам анализа был сделан вывод о необходимости разработки научно-методических основ построения и функционирования систем административного мониторинга, обеспечивающих адаптивную организацию процессов ввода, хранения и обработки информации.

При анализе путей адаптации программного обеспечения при изменении требований к процедуре мониторинга решено установить требование адаптируемости к подсистеме хранения и подсистеме сбора данных. При этом адаптируемость должна обеспечиваться за счет настроек, без изменения исходных текстов программных модулей и физической структуры базы данных.

Во второй главе проанализированы основные объекты административного мониторинга производственной деятельности предприятий, выделены классы объектов учета (ОУ), входящих в их состав. Отмечена невозможность попытки учета всех возможных ОУ и показан способ обеспечения адаптируемости информационного и программного обеспечения системы административного мониторинга как человеко-машинной процессно-ориентированной системы за счет повышения уровня абстракции информационных моделей ОУ.

Исследование структуры и информационных потоков системы административного мониторинга позволило выделить 4 вида элементарных информационных объектов, обеспечивающих представление объекта административного мониторинга: тип объекта учета; экземпляр объекта учета (или объект учета); показатель; значение показателя.

Были проанализированы основные требования к организации автоматизированных процедур ввода и хранения данных мониторинга.

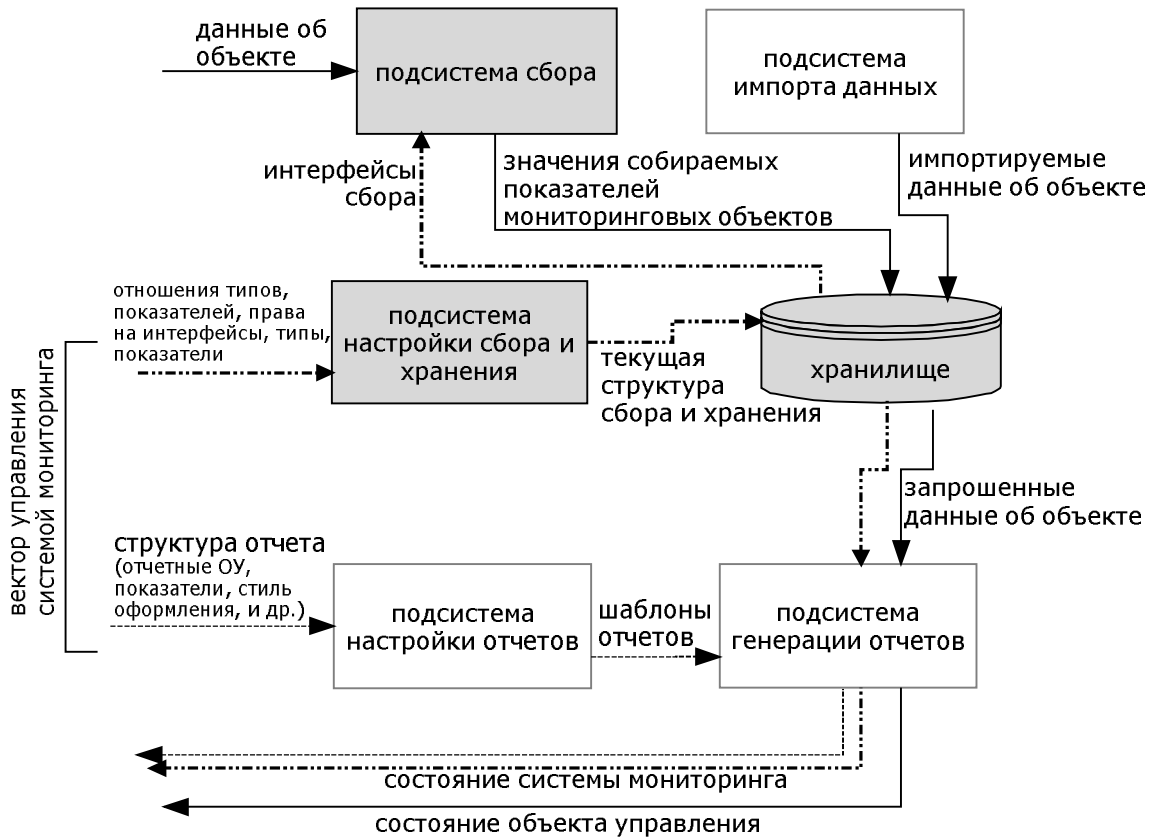


Рисунок 2 - Обобщенная структура системы мониторинга

Приведена общая методика организации административного мониторинга на предприятии (рисунок 3).

Синтезирована модель структуры хранения информации в системе административного мониторинга, учитывающая требование адаптируемости (графическое представление модели приведено на рисунке 4).

Входной поток, поступающий в подсистему настройки сбора и хранения представляет собой несколько взаимосвязанных потоков, которые определяют параметры функционирования системы мониторинга.

Данные о типах объектов учета поступают на вход системы на этапе адаптации системы мониторинга к требованиям задач мониторинга. Поскольку система мониторинга поддерживает не только линейную связанность типов объектов учета, но и сетевую, то поступающие на вход типы структурируются. То есть каждому вновь поступившему типу объекта учета назначаются возможные типы-родители и возможные типы-потомки.



Рисунок 3 - Общая методика организации процессов сбора и хранения данных

Совокупность типов образует входное множество V_t . Множество родительских связей типов выражается подмножеством декартова произведения

$$V_t \times V_t: E_t = \{(t_1, t_2) \mid (t_1 \in V_t) \& (t_2 \in V_t)\}.$$

Объекты учета сопоставляются типам объектов учета во многом по причине необходимости вести различное наблюдение за ними, прослеживая изменения или текущие состояния по определенным наборам показателей. Для этого определенным типам сопоставляются наборы показателей. Именно по этим наборам показателей и будет происходить мониторинг всех объектов учета данного типа.

Множество всех показателей, поступивших на вход системы, обозначим P . Тогда множество всевозможных наборов показателей: $2^P = \{X_P \mid X_P \subset P\}$

Тогда $R_{tp} \subset 2^P \times V_t$, представляет показатели, присущие каждому типу объекта учета. Это отношение можно представить как отображение из булеана 2^P в множество V_t : $R_{tp} = \{(X_P, t) \mid X_P \subset P \& t \in V_t\}$.

Данные об экземплярах объектов учета вносятся на этапе заполнения модели связей экземпляров объектов учета.

В обработку данных этого вида входит генерация иерархических и сетевых связей между добавляемыми и существующими экземплярами, контроль соответствия формата добавляемого экземпляра модели объекта учета, контроль санкционированности изменений в структуре связей экземпляров объектов учета.

E_{to} – отношение типизирования объектов. Элементом данного отношения является экземпляр ОУ с сопоставленным ему типом (t, o) . Подобные *типизированные экземпляры* попарно связываются между собой связью «потомок \hat{a} родитель», создавая таким образом, упорядоченные пары элементов множества E_{to} . Модель связей экземпляров объектов:

$$E_o = \{(E_{to1}, E_{to2}) \mid E_{t1}=(t_1, t_2) \& E_{to1}=(o_1, t_1) \& E_{to2}=(o_2, t_2)\}.$$

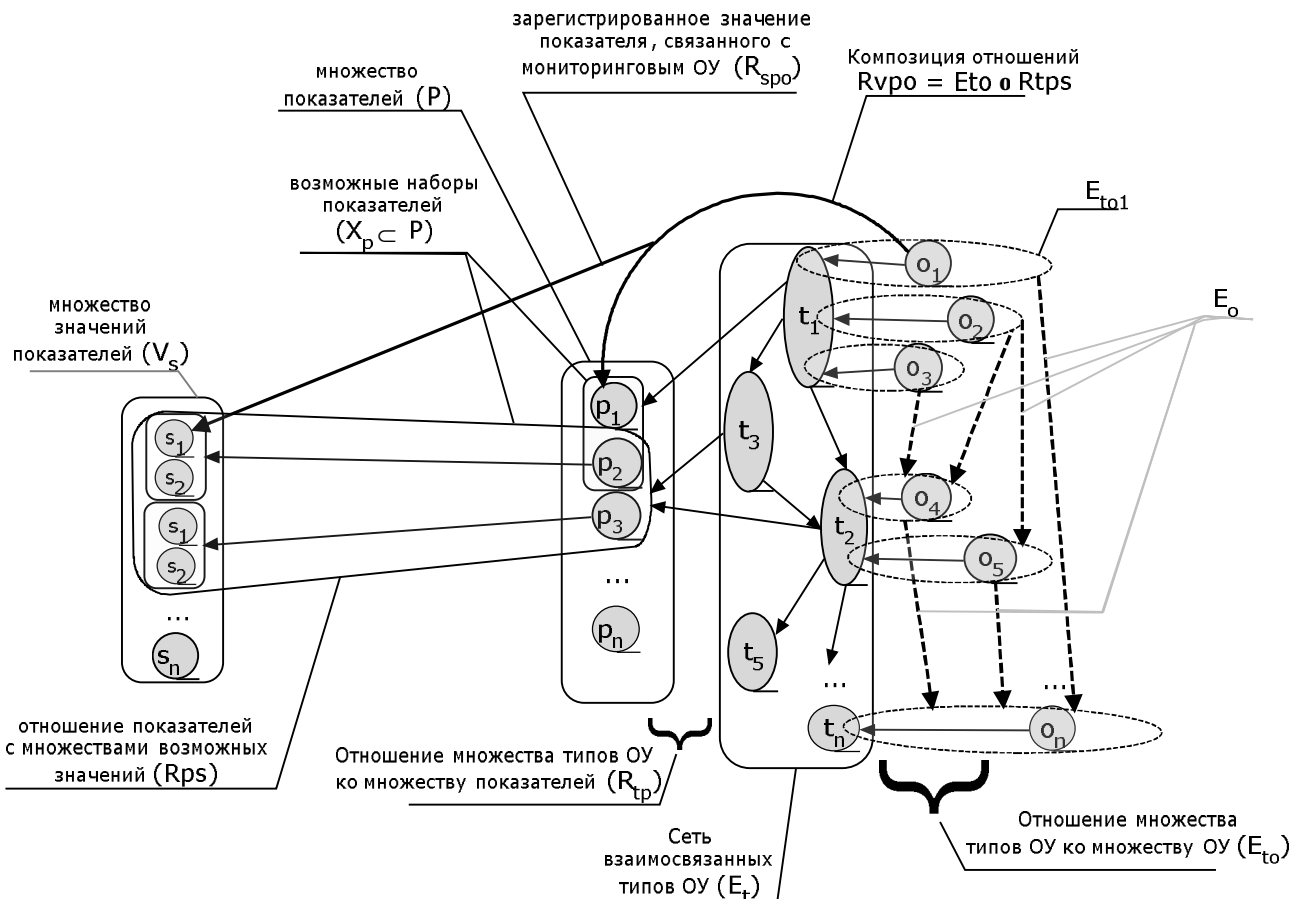


Рисунок 4 – Графическое представление модели хранения данных

То есть типизированный ОУ E_{t_01} является потомком типизированного экземпляра E_{t_02} если существует пара «тип-потомок \hat{a} тип-родитель» $E_{t_1}=(t_1, t_2)$ такая, что в паре E_{t_01} экземпляру o_1 сопоставлен тип t_1 , а в паре E_{t_02} экземпляру o_2 сопоставлен тип t_2 . Отношение E_o можно представить массивом дуг графа. Данные дуги на рисунке 4 пунктирными линиями.

Элементарная единица диалогового интерфейса ввода – математический объект, сопоставленный с некоторым экземпляром объекта учета и показателем, значение которого и будет вводиться в систему. Отношение типизированных объектов учета к наборам показателей, по которым ведется мониторинг: $E_{t_0} \circ R_{t_p}$:

$$R_{p_0} = E_{t_0} \circ R_{t_p} = \{(o_1, X_p) \mid o_1 \in V_o \ \& \ X_p \subset P \ \exists t \in V_t \ o_1 E_{t_0 t} \ \& \ t R_{t_p} X_p\}.$$

Каждый элемент данного отношения представляет множество элементов интерфейса для регистрации значений показателей определенного объекта учета. Таким образом, элементом отношения является упорядоченная пара некоторого экземпляра объекта учета o_1 и сопоставленного ему набора показателей X_p , $o_1 \in V_o \ \& \ X_p \subset P$, при условии существования некоторого типа объекта учета из множества типов такого, что отношением E_{t_0} можно отобразить экземпляр o_1 в тип t и отношением R_{t_p} можно получить из типа t сопоставленные с ним показатели X_p .

Данное отношение позволяет описать множество генерируемых вводных интерфейсов для регистрации значений показателей объектов учета, что является результатом адаптации системы мониторинга к задаче мониторинга.

Каждый реализованный вводной интерфейс для экземпляра ОУ для ввода значений показателей представляется функцией $i(o, X_p)$ от аргументов: экземпляр объекта учета и набор показателей, по которым регистрируются значения.

В случае использования показателей с ограниченной генеральной совокупностью возможных значений модель расширяется. Каждому показателю данного вида ставится в соответствие набор возможных значений из множества значений, доступных для ввода пользователям системы, что выражается отношением:

$$R_{p_s} = \{(p_1, X_s) \mid p_1 \subset P \ \& \ X_s \subset 2^{X_s}\}.$$

Тогда рассмотренная выше композиция отношений $R_{p_0} = E_{t_0} \circ R_{t_p}$ изменится на $R_{v_{p_0}} = E_{t_0} \circ R_{t_{p_s}}$, где $R_{t_{p_s}}$ – отношение объекта учета с множеством показателей с ограниченной генеральной совокупностью значений, и будет составлено с участием определенного выше отношения R_{p_s} вместо P в одном из его компонентов:

$$R_{t_{p_s}} = \{(R_{p_{s1}}, t_1) \mid R_{p_{s1}} \subset R_{p_s} \ \& \ t_1 \in V_t\}$$

$$R_{v_{p_0}} = E_{t_0} \circ R_{t_{p_s}} = \{(o_1, R_{p_{s1}}) \mid o_1 \in V_o \ \& \ R_{p_{s1}} \subset R_{p_s} \ \exists t \in V_t \ o_1 E_{t_0 t} \ \& \ t R_{t_p} R_{p_{s1}}\}$$

Таким образом, элементом отношения является упорядоченная пара некоторого экземпляра объекта учета o_1 и сопоставленного ему набора показателей, каждый из которых связан с набором возможных значений $R_{p_{s1}}$, при условии существования некоторого типа объекта учета из множества типов такого, что отношением E_{t_0} можно отобразить экземпляр o_1 в тип t и отношением R_{t_p} можно получить из типа t сопоставленные с ним показатели со связанными наборами возможных значений.

При работе в режиме мониторинга значений показателей происходит сопоставление регистрируемого значения показателя $v \in V_s$ (V_s – множество значений показателей) к элементу интерфейса (i). Под моделью элемента интерфейса подразумевается элемент отношения типизированных объектов учета к наборам показателей. Выразим это отношением:

$$R_{s_{p_0}} = \{(i, v) \mid (i \subset R_{p_0} \ \parallel \ i \subset R_{v_{p_0}}) \ \& \ v \in V_s\}.$$

Внесение информации в систему мониторинга происходит в двух режимах:

- режим подготовки (адаптации) системы к конкретной задаче мониторинга;
- режим сбора значений показателей объектов учета.

Автоматизированный сбор данных в системе мониторинга начинается с подготовки процедуры мониторинга, заключающейся в основном в последовательном создании экземпляра модели хранения (рисунок 5).

Модель процесса регистрации значений показателей в элементах интерфейса показана на рисунке 6.

Структура генерируемых диалоговых интерфейсов напрямую выводима из созданной модели хранения. Также во второй главе разработан алгоритм отображения модели хранения на модель генерируемого класса интерфейсов и синтеза интерфейса ввода согласно полученной модели.

Модель интерфейса ввода рассмотрена с точки зрения теории типов, конкретно – с помощью абстракции алгебраических типов данных.

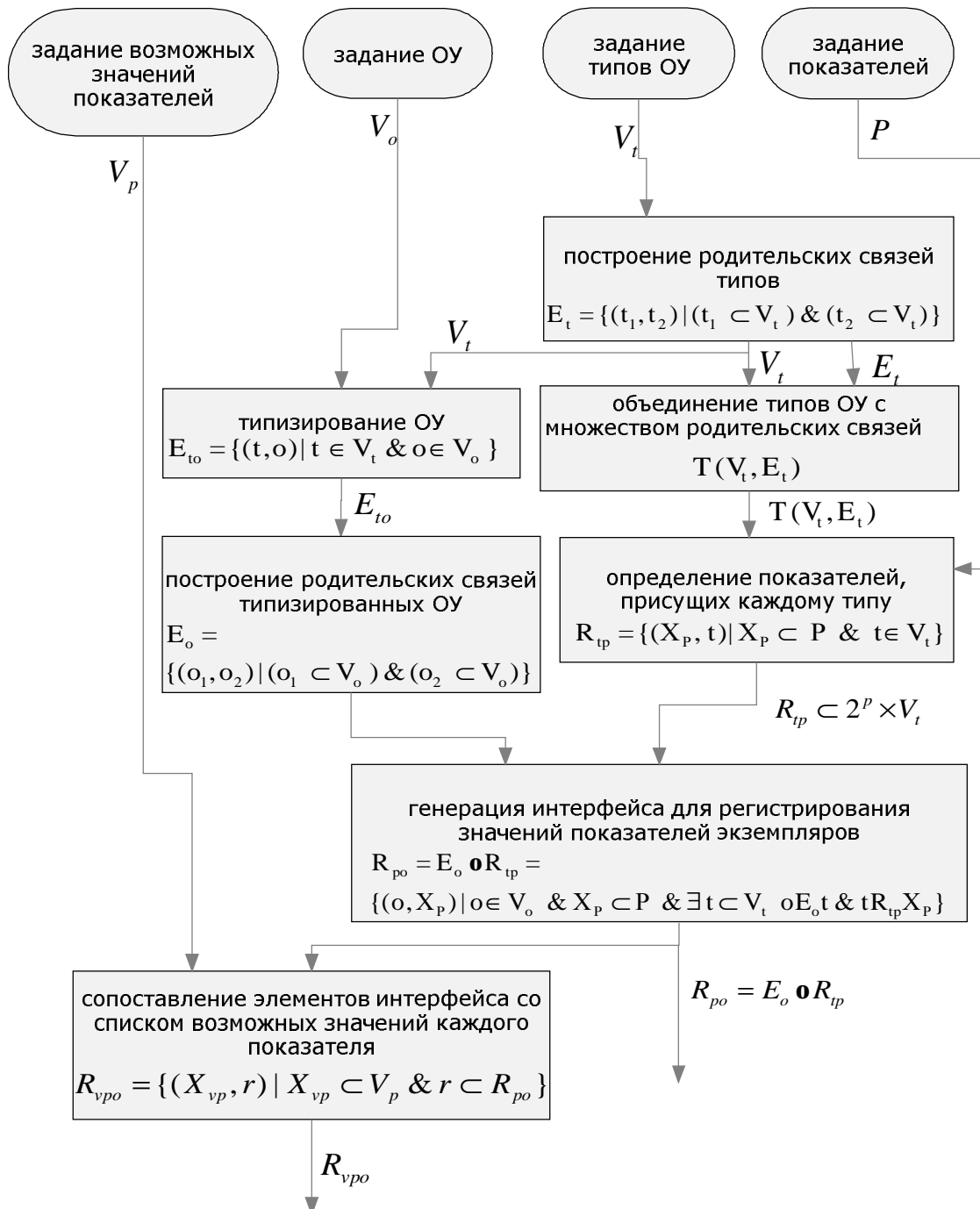


Рисунок 5 – Модель процесса синтеза конкретной модели хранения данных

Выделены два типа интерфейса для работы с объектами предложенной модели хранения: модель интерфейса чтения всех пар в отношении и модель интерфейса записи. Алгебраический тип данных, описывающий модель первого типа интерфейса имеет вид:

$$TTree = | Empty | Leaf of T$$

$$| Node of TTree * TTree,$$

где термины *Node*, *Leaf*, *Empty* имеют смысл узлов, листьев и пустого элемента.

Полученная структура данных – функция, которая принимает на вход следующие значения:

1. Значение, которое будет возвращено, если дерево пустое.

2. Функцию одного аргумента, которая будет вызвана для значения листа, если дерево – лист.

3. Функцию определения родителя, которая будет вызвана для указателя на предыдущий уровень, если дерево – узел.

Тип такой функции следующий:

$$T \rightarrow (a \rightarrow T) \rightarrow (Tree\ a \rightarrow Tree\ a \rightarrow T) \rightarrow T,$$

где *a* – тип данных, хранящихся в листах дерева,

T – тип результата, получаемого при обходе дерева.

Эта запись эквивалентна следующей:

$$(Empty \rightarrow T) \rightarrow (Leaf \rightarrow T) \rightarrow (Node \rightarrow T) \rightarrow T.$$

Возможны следующие виды интерфейсов записи упорядоченных информационных объектов модели объекта мониторинга:

1 Интерфейс, позволяющий указать родителя, выполнить переход на блок интерфейса записи потомка, и записать ассоциацию между родителем и потомком. Пример: интерфейс создания нового дочернего элемента: $select\ t2, record\ t1, record\ t1 \hat{a} t2$.

2 Интерфейс, позволяющий указать родителя, выполнить переход на блок интерфейса записи родителя. Пример: редактирование существующего экземпляра ОУ: $select\ t2, record\ t2$.

3 Интерфейс, позволяющий указать родителя, указать потомка и записать ассоциацию между родителем и потомком. Пример: присоединение дополнительного родителя к существующему экземпляру ОУ: $select\ t2, select\ t1, record\ t1 \hat{a} t2$.

В рассмотренных видах интерфейса записи упорядоченной пары присутствуют три блока, позволяющие осуществить одну из трех операций:

- указание элемента пары во всем отношении (множестве пар);
- запись (обновленного или созданного) элемента пары;
- запись ассоциации между элементами пары.

Модель блока указания элемента пары в отношении, выраженная в нотации

Хоара:

$$Tree(A) = A + Tree(A) \times Tree(A)$$

$$leaf, node = constructors\ Tree(A)$$

$$element, left, right = selectors\ Tree(A)$$

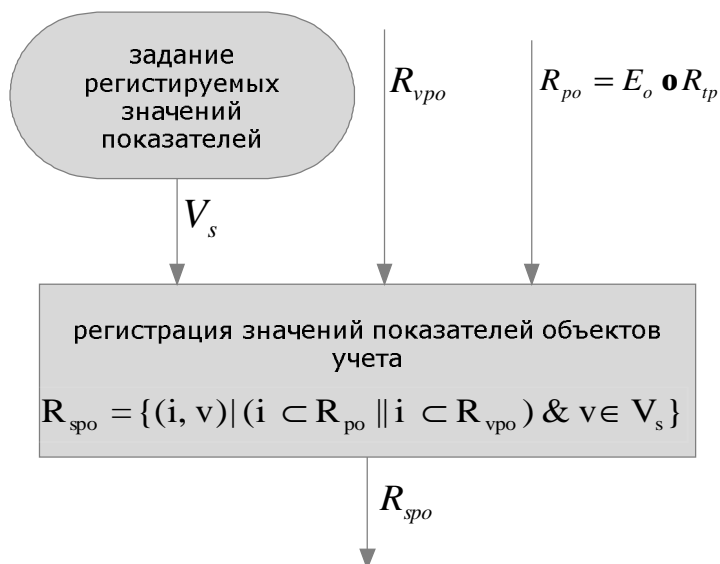


Рисунок 6 – Модель процесса регистрации значений показателей

$Leaf, Node = parts\ Tree(A)$

$isLeaf, isNode = predicates\ Tree(A)$

Модель блока записи элемента пары выражается структурой:

$T\ List = /\ Empty\ /\ Node\ of\ T\ List\ * A,$

где A – произвольный тип данных. В нашем случае – тип ОУ

Модель блока записи ассоциации между элементами пары:

$List(A) = NIL + (A \times List(A))$

$nil, prefix = constructors\ List(A)$

$head, tail = selectors\ List(A)$

$NIL, nonNIL = parts\ List(A)$

$null, nonNull = predicates\ List(A)$

Разработан общий алгоритм отображения модели хранения на модель диалогового интерфейса ввода. Для примера покажем реализацию данного алгоритма для типа интерфейса: $select\ t2, record\ t1, record\ t1 \rightarrow t2$.

1 Генерирование блока интерфейса для реализации операции *select*.

1.1 Нахождение области определения отношения ($Dom\ R$).

1.2 Нахождение области значений отношения ($Val\ R$).

1.3 Если элемент $Dom\ R$ – n -арное отношение (K) и элемент существует в системе хранения, то следует определить идентификатор $Id\ K$, где идентификатор $Id\ K$ – первый элемент n -арного отношения, однозначно определяющий набор остальных элементов.

1.4 Если элемент $Val\ R$ – n -арное отношение, то необходимо определить идентификатор $Id\ K$ элемента множества $Val\ R$.

1.5 Если на множестве упорядоченных пар рассматриваемого отношения возможно построить связное дерево предков и потомков для каждого элемента, то следует переходить к построению модели интерфейса чтения типа «дерево». Если же невозможно построить связное дерево предков из элементов отношения, то следует переходить к реализации более универсального интерфейса чтения отношения, состоящего из двух списков.

2 Организация перехода пользователя на один из возможных блоков интерфейса записи.

3 Определение структуры данных для элементов $Val\ R$.

В третьей главе проведено исследование моделей представления данных, в результате которого был найден способ преобразовать логическую структуру модели хранения в изоморфный физический аналог, пригодный для реализации в виде схемы базы данных.

Поскольку большинство хранимых структур представляют собой иерархии и сети, в процессе исследования были рассмотрены следующие структурные подходы:

- технология проектирования физического представления, основанная на декомпозиции предметной области и создании сущностей для каждого класса материальных или информационных объектов;

- способы разделения естественных сущностей для повышения уровня абстракции объектов хранения;

- иерархическое и сетевое представление;

- реляционное представление.

Исследование показало неэффективность каждого из описанных подходов, что потребовало поиска решения, включающего объединение нескольких наиболее подходящих представлений.

Проведено исследование технологий реализации сетевой модели представления данных поверх реляционной. Рассмотрены:

- Метод реализации списка смежных вершин (Adjacency List), предполагающий хранение информации о смежных вершинах графа, изображающего описываемую сетевую структуру.

- Метод «вложенное множество» (Nested Set), предполагающий обход всей структуры слева направо. Для этого в состав сущности, описывающей иерархическую структуру, следует добавить целочисленные ключи слева и справа, имеющие значения – последовательные номера, расставляемые при обходе.

- Метод «материализованный путь» (Materialized Path), основная идея которого состоит в записи полного пути к узлу от вершины дерева.

Поскольку ни один из методов в чистом виде не дает требуемый результат, поэтому проведена модификация и предложена схема физической реализации ядра модели хранения (рисунок 7).

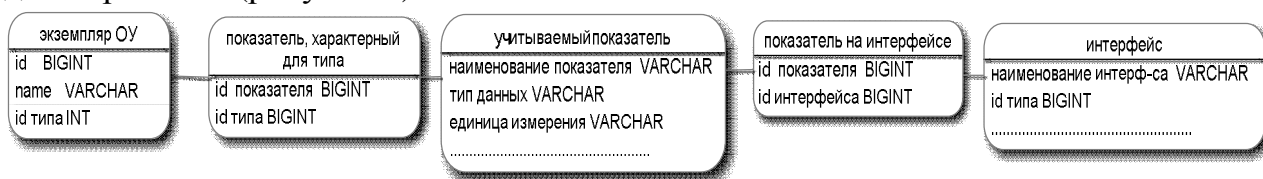


Рисунок 7 – Структура физической реализации ядра модели хранения

Также в третьей главе исследованы технологии разграничения прав доступа в системе мониторинга. Разработана модель разграничения прав доступа к данным и интерфейсам.

В четвертой главе работы представлены результаты реализации и исследования подсистем сбора и хранения данных экспериментального образца системы административного мониторинга. Разработаны и приведены диаграммы состояний диалоговых интерфейсов пользователя. В качестве основы архитектуры была выбрана модификация трехуровневой архитектуры, включающая компоненты хранилища, логики и представления и контроллер. Разработаны алгоритмы генерации интерфейсов ввода.

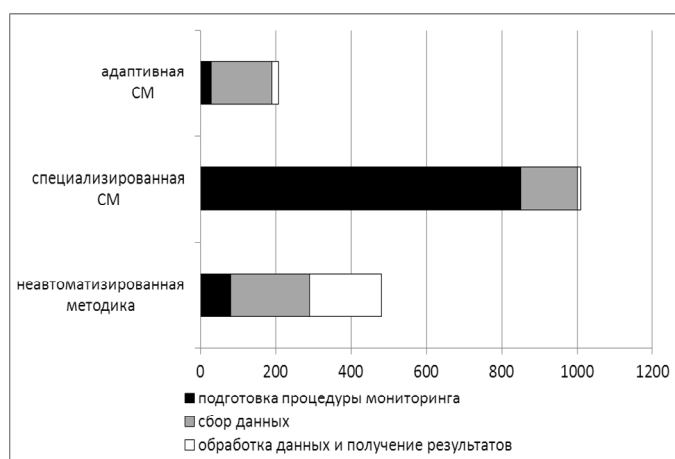


Рисунок 8 – Затраты времени на одну итерацию сбора данных после изменения требований к процедуре мониторинга, чел*час

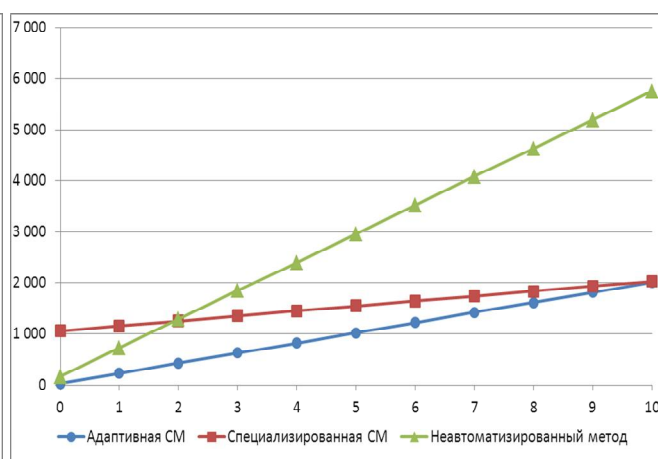


Рисунок 9 – Зависимость затрат времени на проведение мониторинга от количества циклов сбора данных при неизменных требованиях к процедуре мониторинга, чел*час

Для оценки эффективности применения полученных результатов при эксплуатации системы административного мониторинга было проведено сравнение

временных затрат на процедуру мониторинга при использовании: адаптивной СМ, модифицируемой специализированной СМ и неавтоматизированной методики сбора данных. Оценка временных затрат на проведение одного цикла мониторинга, включая этап подготовки программных средств приведена на рисунке 8. Результаты оценки затрат времени при проведении нескольких циклов сбора данных в условиях неизменных требований к процедуре мониторинга (затраты на подготовку процедуры – разовые, вклад каждого цикла определяется затратами на сбор и обработку данных) представлены на рисунке 9.

В заключении сформулированы основные результаты работы.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

1. В результате исследования задач управления производственными объединениями, холдингами, корпорациями, определено место административного мониторинга в процессах управления. Анализ технологий и средств организации ввода и хранения данных в АСУП показал неэффективность разработки новых или модификации существующих подсистем АСУП при решении задач мониторинга в условиях изменяющихся требований к составу и структуре собираемых данных.

2. Предложена модель структуры хранения данных административного мониторинга, обеспечивающая инвариантное представление объекта мониторинга и гибкую настройку при изменении требований к процедуре мониторинга.

3. Разработаны модель процесса синтеза конкретной модели хранения данных административного мониторинга, модель процесса регистрации значений показателей и реализующие данные процессы алгоритмы.

4. Разработаны модели диалоговых интерфейсов чтения и записи данных, а также алгоритм отображения модели хранения на модель интерфейса, обеспечивающий возможность автоматического синтеза (генерации исходного текста) диалоговых интерфейсов ввода данных на основании модели хранения.

5. Проведено исследование технологий физической реализации модели структуры хранения данных, на основе которого разработана физическая структура хранения данных в реляционной форме.

6. Реализован экспериментальный образец подсистем настройки процедуры мониторинга и сбора данных. В ходе внедрения результатов работы получены оценки эффективности применения полученных результатов на практике, выражающейся в сокращении времени на подготовку и проведение мониторинга.

7. Результаты диссертационного исследования использованы при выполнении 4-х НИР, внедрены в ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», ОАУ «Орловский региональный гарантийный фонд».

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России

1. **Кравцова, Н.А.** Структурная модель сущностей и типов данных системы мониторинга объектов учёта [Текст] / Н.А. Кравцова // Известия Орловского государственного технического университета.– 2009. – № 6. – С. 11-14.

2. Константинов, И.С. Модель хранения данных в адаптивной автоматизированной системе административного мониторинга [Текст] / И.С. Константинов, А.И. Фролов, **Н.А. Кравцова.** // Информационные системы и технологии, 2010 - С.66-73 (личное участие – 40 %)

3. Фролов, А.И. Формализация процесса генерации диалоговых интерфейсов сбора данных в автоматизированной адаптивной системе административного мониторинга [Текст] / А.И. Фролов, **Н.А. Кравцова**. // Информационные системы и технологии, 2011 - С.12-20 (личное участие – 50 %)

Публикации в сборниках материалов международных и всероссийских конференций

4. **Кравцова, Н.А.** Методика организации процессов сбора, хранения и обработки данных в автоматизированной адаптивной системе административного мониторинга [Текст] - Новосибирск: НГТУ, 2010. - С.139-141.

5. **Кравцова, Н.А.** Исследование технологий физической реализации хранения данных в автоматизированной адаптивной системе административного мониторинга [Текст] / Н.А. Кравцова // Информационные системы и технологии: материалы Международной научно-технической Интернет-конференции – В 3-х т. Т. 1. – Орел: ФГОУ ВПО «Госуниверситет-УНПК», 2011. – С. 47-52.

6. **Кравцова, Н.А.** Место и функции адаптивной системы мониторинга в автоматизированной системе управления [Текст] / Н.А. Кравцова, А.И. Фролов. // Информационные технологии в науке, образовании и производстве. ИТНОП-2010: материалы IV-й Международной научно-технической конференции, 2010 - Т. 2. - С.71-75 (личное участие – 50 %)

7. **Кравцова, Н.А.** Вопросы хранения информации при построении адаптивных систем административного мониторинга [Текст] / Н.А. Кравцова, А.И. Фролов, И.С. Константинов. // Труды Всероссийской научно-методической конференции «Телематика-2010», 2010 - Т. 1. - С.148-150 (личное участие – 50 %)

8. **Кравцова, Н.А.** Вопросы алгоритмизации процессов генерации адаптируемых диалоговых интерфейсов в системе административного мониторинга [Текст] / А.И. Фролов, Н.А. Кравцова // Компьютерные науки и технологии: сборник трудов Второй Международной научно-технической конференции. – Белгород: ООО «ГиК», 2011. – С. 131-135. (личное участие – 50 %)

Свидетельства о регистрации программ для ЭВМ

9. Система мониторинга хода и результатов реализации ФЦП «Русский язык (2006-2010 годы)» / И.С. Константинов, А.И. Фролов, **Н.А. Кравцова** и др. – № 2009613809. – Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 16.07.2009. (личное участие – 20 %)

10. Адаптивная система административного мониторинга. / И.С. Константинов, А.И. Фролов, **Н.А. Кравцова** и др. – № 2010611666. – Зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 02.03.2010. (личное участие – 30 %)

ЛР ИД № 00670 от 05.01.2000 г.

Подписано к печати « 24 » апреля 2012 г.

Усл. печ. л.1. Тираж 100 экз.

Заказ № 152

Полиграфический отдел ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК»

302030, г. Орел, ул. Московская, 65