

На правах рукописи



УВАРОВА Елена Андреевна

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ,
АЛГОРИТМЫ И ПРОГРАММНАЯ СИСТЕМА
УЧЕТА ТЕРРИТОРИАЛЬНО РАСПРЕДЕЛЕННЫХ РЕСУРСОВ**

Специальность 05.13.18 – «Математическое моделирование,
численные методы и комплексы программ»

Специальность 05.11.16 – «Информационно-измерительные
и управляющие системы (в технических системах)»

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Рязань 2007

Работа выполнена на кафедре вычислительной и прикладной математики
ГОУВПО «Рязанский государственный радиотехнический университет»

Научный руководитель: доктор технических наук, доцент
Ганеев Ранас Мударисович

Официальные оппоненты: доктор физико-математических наук,
профессор
Терёхин Михаил Тихонович

кандидат технических наук, доцент
Виноградов Александр Леонидович

Ведущая организация: **ООО «ТБинформ», г.Рязань**
(дочерняя организация ТНК-ВР)

Защита состоится **28 мая 2007** г. в **12** часов на заседании диссертационного
совета Д212.211.02 в ГОУВПО «Рязанский государственный
радиотехнический университет» по адресу: 390005, г. Рязань, ул. Гагарина,
59/1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГОУВПО РГРТУ

Автореферат разослан «25» апреля 2007 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
кандидат технических наук, доцент



И.А.Телков

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы

В связи с повышением спроса на продукцию нефтедобывающей и перерабатывающей отраслей промышленности на передний план вышли вопросы измерения количества и оптимизации распределения нефти и нефтепродуктов в региональных и промышленных сетях резервуаров.

При современных объемах торгово-закупочных операций жидких энергоносителей отечественные методики и предлагаемые из-за рубежа аналоги измерения количества жидкости приводят к недопустимым погрешностям во взаиморасчетах. Источниками погрешностей служат заложенные в методиках объективные и субъективные недостатки, обусловленные участием человека на всех этапах метрологических операций.

Сегодня трудно переоценить роль метрологического обеспечения хранения жидких продуктов. Постепенно становится ясным, что одной из основных причин потерь жидких продуктов является несовершенство методик и способов градуировки тонкостенных емкостей, а также измерения массы жидкости.

Методики выполнения измерений, основанные на трудах Хусаинова Б.Г., Кюрегяна С.Г., Губина В.Е., Новоселова В.Ф. и Тугунова П.И., Корниенко В.С., Едигарова С.Г., Стулова Т.Т., Бунчука В.А., Фатхутдинова А.Ш. и др., служат для количественной оценки вместимости и количества продукта в резервуаре. Эти методики содержат присущие и их зарубежным аналогам (например, стандартам США API 2555, 2540) недостатки. Причиной недостатков является лежащая в основе этих разработок упрощенная математическая модель измерения количества жидких продуктов.

Эти недостатки еще сильнее проявляются в современных условиях, когда разделились понятия «владелец резервуарного парка» и «владелец нефтепродукта». Теперь владелец энергоносителей может хранить нефтепродукты в любых территориально отдаленных резервуарных парках, отношения с которыми регулируются хозяйственными договорами.

Владелец нефтепродукта, как наиболее заинтересованное лицо в точных взаиморасчетах, сталкивается с рядом общих проблем. Наиболее существенны две из них:

- 1) отсутствие методологии точного измерения количества (массы и объема) нефтепродукта;
- 2) отсутствие механизмов удаленного мониторинга количества жидкости в региональных промышленных сетях резервуаров.

В пределах территории резервуарного парка существуют разнообразные информационные системы на уровне ЛВС, ведущие постоянный контроль за состоянием резервуаров, объемом нефтепродуктов и служащие для предотвращения аварийных ситуаций и получения истории движения жидкости для внутреннего использования. Но наличие подобных систем решает только локальные задачи. Помимо расчетов объема, владельцу нефтепродукта необходима возможность именно удаленного мониторинга объема и массы жидкости.

Программная система учета территориально распределенных ресурсов позволяет вести постоянный учет и контроль за количеством нефтепродукта и своевременно реагировать на потребности рынка и его конъюнктуру.

Главное назначение подобных систем – это оперативное предоставление полной, непротиворечивой, достоверной и контекстно-структурированной информации для принятия управленческих решений в режиме реального времени. Для системы первичной, коммерчески ценной и наиболее значимой информацией является количество жидкого продукта, находящегося в территориально удаленных резервуарных парках (и резервуарах) на текущий момент времени. Использование распределенной информационной системы на базе Интернет-технологий позволяет автоматизировать процесс удаленного измерения количества жидкости.

Таким образом, создание механизма точного удаленного учета количества нефтепродуктов в условиях современной конъюнктуры рынка жидких энергоносителей оправданно и необходимо, а задача проектирования информационной системы учета территориально распределенных ресурсов является актуальной и своевременной.

Целью работы является повышение точности удаленного учета количества жидкого продукта в территориально распределенных сетях промышленных резервуаров путем использования модели измерения массы в рамках распределенной информационной системы.

Для достижения этой цели **необходимо разработать:**

- модель измерения количества жидкости в тонкостенной емкости;
- алгоритмы оценивания базовых характеристик геометрических параметров резервуара и расчета массы;
- архитектуру программной системы учета территориально распределенных ресурсов;
- технологию программной реализации распределенной информационной системы.

Методы исследования базируются на положениях классической физики и математической теории систем, математическом аппарате теории линейных дифференциальных уравнений с переменными коэффициентами и их разностных аналогов, линейной алгебры, комплексном использовании теории баз данных, методах структурного и объективно-ориентированного программирования.

Научная новизна

1. Разработана модель программной системы учета территориально распределенных ресурсов, создающая корпоративную основу взаимодействия предприятий нефтегазовой и смежных отраслей.

2. Предложена модель измерения количества жидкости, позволяющая повысить точность за счет учета деформации от радиальных усилий.

3. Разработаны алгоритмы оценивания базовых геометрических параметров резервуаров и измерения массы нефтепродукта, использующие точные расчеты плотности жидкости на базе численных методов интегрирования.

4. Предложен способ «интеграции» кода, позволяющий разделить логику интерфейса приложения и математическое обеспечение и ускорить технологический процесс разработки Интернет-приложений.

Практическая ценность работы заключается в том, что применение разработанных алгоритмов для измерения параметров состояния промышленных резервуаров и расчета количества жидкого продукта позволяет существенно (не менее, чем в два раза) снизить суммарную погрешность учета количества нефтепродуктов при товарно-сбытовых операциях и уменьшить временные потери получения полной информации.

Результаты диссертационной работы являются основой для проектирования и создания крупных распределенных информационных систем учета и управления территориально распределенными (удаленными) ресурсами. Предложенные методы проектирования и способы позволяют наиболее эффективно строить подобные системы, и могут быть приняты за основу при разработке современных информационных систем подобного класса.

Практическая ценность результатов диссертационной работы подтверждается актами внедрения.

Достоверность и обоснованность научных положений, результатов, выводов и рекомендаций, приведенных в

диссертационной работе, обеспечиваются использованием надежных методов исследования и подтверждаются: корректным использованием математического аппарата, моделирования на ЭВМ; использованием регламентированных стандартами описаний параметров продукта и резервуара; апробацией материалов диссертации.

Реализация и внедрение результатов работы. Результаты диссертационной работы внедрены в деятельность ОАО «Теплоприбор» (г. Рязань); филиала ООО «ТБинформ» (г. Рязань); в учебный процесс студентов специальностей 220400, 351400 в Рязанском государственном радиотехническом университете.

Программный продукт имеет два свидетельства об официальной регистрации программ для ЭВМ в Отраслевом фонде алгоритмов и программ (ОФАП): свидетельство №50200601675 от 20.09.06 об официальной регистрации программы «Программная система градуировки цилиндрических вертикальных резервуаров» и свидетельство №50200601676 от 20.09.06 об официальной регистрации программного комплекса «Распределенная информационная система учета нефтепродуктов в территориально удаленных сетях резервуарных парков».

Апробация работы. По теме диссертации сделаны доклады на 8-ой и 10-й всероссийских научно-технических конференциях «Новые информационные технологии в научных исследованиях и в образовании», Рязань, 2003-2005 гг.; 11-ой, 12-ой, 13-ой и 14-ой международной научно-технической конференции «Проблемы передачи и обработки информации в сетях и системах телекоммуникаций», Рязань, 2002-2005 г.; межвузовской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов «Новые информационные технологии в учебном процессе и производстве», Рязань, 2004 г.; а также на научных семинарах кафедры ВПМ РГРТУ.

Публикации по теме диссертации. По теме диссертационной работы опубликовано 13 печатных работ, среди которых 1 статья в центральном издании, включенном в список изданий, рекомендованных ВАК, 4 статьи в межвузовском сборнике научных трудов, 8 тезисов к докладам на международных и всероссийских научно-технических конференциях. Получено 2 свидетельства об официальной регистрации программ.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и трех приложений. Основной текст содержит 161 страницу, 3 таблицы, 24 рисунка. Список литературы состоит из 95 наименований. Приложения выполнены на 9 страницах.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении дается обоснование актуальности темы работы, формулируются цели и задачи исследований, представляются основные положения диссертационной работы, выносимые на защиту.

В первой главе обоснована тема диссертации и определены основные цели и задачи разработки информационной системы.

Проанализированы примеры реализации распределенных информационных систем мониторинга и учета потребления ресурсов в нефтегазовой промышленности и смежных отраслях. Произведен анализ существующих разработок и выявлены общие черты и тенденции современного развития исследований в области распределенных информационных систем.

Модели, алгоритмы, программные технологии и потоки данных учета территориально распределенных ресурсов образуют РИСУТУР (распределенную информационную систему учета территориально удаленных ресурсов).



Рис. 1. Структура распределенной информационной системы в пределах корпорации

Современные распределенные информационные системы предприятий нефтегазовой и энергетической промышленности представляют собой один их типов КИС, АСУ, АСУТП, либо их

комбинацию. В общем случае предприятие может иметь несколько территориально распределенных подразделений.

В диссертационной работе предлагается рассматривать корпоративную информационную систему, которая регулирует бизнес-процессы не предприятия, а *корпорации*, вследствие чего структура КИС и взаимодействие элементов будут выглядеть согласно рис. 1.

Распределенная информационная система учета распределения нефтепродуктов в сетях резервуарных парков является частным случаем РИСУТУР как пример профильного отраслевого решения задачи удаленного мониторинга ресурсов.

При проектировании системы преследуются следующие цели:

- повысить точность расчета массы жидкости в тонкостенной емкости;
- обеспечить возможность удаленного учета количества нефтепродукта в сетях резервуаров;
- сократить время на мониторинг текущего состояния жидкости.

В главе также рассмотрены основные принципы измерения параметров состояния резервуаров и определены недостатки существующих методов. Основным недостатком геометрического и жидкостного методов является некорректное математическое описание связей между резервуаром и загруженной в него калибровочной жидкостью (или продуктом во время эксплуатации). Поэтому крайне актуальным является использование моделей, корректно описывающих в едином комплексе систему наиболее существенных связей между физическими параметрами жидкости или продукта и конструктивными характеристиками резервуара.

Во **второй главе** подробно рассматривается модель измерения количества загруженной жидкости, позволяющая измерять массу жидкости с погрешностью, вдвое меньшей требуемой действующими стандартами. В качестве базовой характеристики вместимости предлагается использовать функцию $S_0(h)$ площади горизонтального сечения рабочей области недеформированной емкости.

Пусть емкость с известной функцией $S_0(h)$, $0 \leq h \leq H_{\max}$, до уровня H ($0 \leq H \leq H_{\max}$) заполнена жидкостью с известными физическими свойствами (см. рис.2). Масса жидкости, заключенной в объеме $dV = S(h)dh$, определяется формулой $dm = \rho(h)S(h)dh$, $0 \leq h \leq H$, где $\rho(h)$ - плотность загруженной жидкости и $S(h)$ - функция площади горизонтального сечения рабочей области емкости.

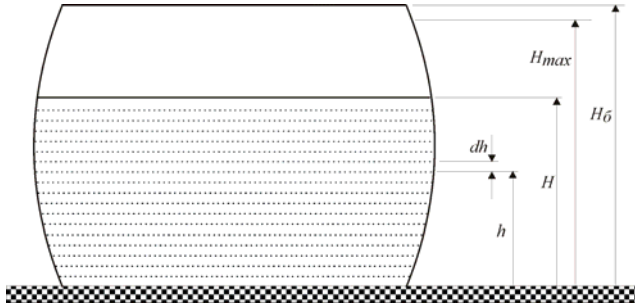


Рис. 2. Схема вертикального сечения загруженной емкости

Плотность загруженной жидкости описывается формулами

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho(h) = \frac{\rho_i(h)}{1 - \beta_p(p(h) - p_0)} \\ \rho_i(h) = \frac{\rho_0}{1 + \beta_t(t(h) - t_0)} \end{array} \right.$$

Здесь используются плотность в нормальных условиях ρ_0 ; коэффициент объемного температурного расширения β_t на 1°C ; коэффициент объемного сжатия под давлением β_p на 1Па ; нормальная температура t_0 ; нормальное давление p_0 ; зависимость температуры жидкости от высоты $t(h)$ (предполагается, что температура загруженной жидкости на высоте h всюду одинакова, функция $t(h)$ может быть определена любым способом); зависимость гидростатического давления жидкости от высоты $p(h)$. Для определения гидростатического давления $p(h)$ ($0 \leq h \leq H$) можно воспользоваться дифференциальной зависимостью $\frac{dp(h)}{dh} = -g\rho(h)$

со значением давления газов на поверхности жидкости $p(H) = P_{\text{газ}}$.

В диссертационной работе предлагается использовать точные формулы для расчета плотности с использованием методов численного интегрирования (Рунге-Кутты), как альтернатива известным методам упрощения расчетных формул. Это позволяет устранить методическую погрешность порядка 0.03% при разбросе температуры в 22°C .

Зависимость между базовой характеристикой $S_0(h)$, загруженной жидкостью, конструктивными параметрами, условиями эксплуатации и функцией горизонтального сечения деформированной емкости $S(h)$ представлена формулой $S(h) = (1 + \alpha)(h)^2 S_0(h)$.

Значения линейной деформации стенок $\alpha(h)$ зависят от материала стенок, формы корпуса и условий эксплуатации емкости. В общем случае коэффициент $\alpha(h)$, согласно принципу суперпозиции сил, отражает суммарное воздействие факторов, вызывающих деформацию стенок емкости $\alpha(h) = \sum_j \alpha_j(h)$.

Линейные деформации стенок резервуара $\alpha(h)$ под воздействием температуры и давления $\alpha(h) = \alpha_t(h)(t(h) - t_0) + \alpha_p(h)$, где $\alpha_t(h)$ - коэффициент линейного температурного расширения материала корпуса на высоте h на 1°C , $\alpha_p(h)$ - коэффициент деформации корпуса под воздействием давления.

Предлагается следующая формула учета деформаций корпуса по воздействием радиальных усилий: $\alpha_p(h) = \frac{y(h)}{r_0(h)}$, где $y(h)$ - абсолютное удлинение радиуса (изгиб цилиндрических стенок).

Учет этого фактора важен - деформация корпуса под гидростатическим давлением дает прирост объема до 0.1%.

Обобщая вышесказанное, масса жидкости определяется как $dm = \rho(h)(1 + \alpha(h))^2 S_0(h)dh$.

В работе приведен список входных данных для измерения количества жидкости в вертикальном цилиндрическом резервуаре:

- уровень загрузки жидкости H ;
- давление газов на поверхности жидкости $P_{\text{газ}}$;
- функция зависимости температуры жидкости $t(h)$ от высоты;
- функция площади горизонтального сечения рабочей области недеформированной емкости $S_0(h)$;
- физические свойства загруженной жидкости: плотность в нормальных условиях ρ_0 , коэффициент объемного температурного расширения β_t на 1°C , коэффициент объемного сжатия под давлением β_p на 1 Па ;

- конструктивные данные: толщина стенок δ , радиус окружности стенки R и материал корпуса резервуара.

Предложенная модель не содержит методических погрешностей измерения. Модель измерения при этом позволяет уменьшать и влияние приборных погрешностей на точность измерения количества жидкости. Показано, что суммарная погрешность предлагаемой модели измерения в два раза меньше погрешностей, допустимых отечественными стандартами и стандартами промышленно развитых стран. Проанализированы источники и размеры погрешностей модели. Результирующая погрешность модели измерения не более суммарной приборной погрешности измерения известных методов в аналогичных идеализированных условиях.

В главе предложен и подробно описан алгоритм оценивания базовой характеристики - функции $S_0(h)$ площади горизонтального сечения рабочей области недеформированной емкости, представленной в виде многочлена $S_0(h) = \sum_{j=0}^n c_j h^j$, где c_j - постоянные, определяемые при градуировке емкости.

В третьей главе предлагается технология построения РИСУТУР.

Здесь определены требования к системе, и, соответственно, к архитектуре, СУБД и средствам разработки программного обеспечения, исследована структура базы данных, создана методика проектирования, исследована программная парадигма web-технологий и разработаны способы программной реализации. Также в этой главе формализована синхронизация обмена данными за счет создания единой методики, начиная от проектирования базы данных и заканчивая программной реализацией.

В системе удаленного учета распределения нефтепродуктов участвуют три основных субъекта: Центр (Центральная организация), Филиал и Клиент.

РИСУТУР предоставляет Сервис удаленного учета ресурсов. Распределенная организация (Центр и Филиалы) является поставщиком сервиса, а Клиент - потребителем. Ресурс является объектом удаленного учета и связан с предоставлением именной услуги Клиенту. Клиент использует сервис удаленного учета для определения количественной характеристики ресурса, его движения, изменения, статуса и состава на текущий момент времени. Алгоритмы обработки данных определяются Центральной организацией, причем часть из них может использоваться Филиалами для внутренних целей.

Распределенная информационная система учета распределения нефтепродуктов в сетях резервуарных парков является частным случаем РИСУТУР, в качестве ресурса которой обозначена масса нефтепродукта, стороннего клиента – владелец нефтепродукта, подразделения (филиала) – резервуарный парк.

В главе также определены требования к предметным областям (структуре организации и механизму обмена данными), для которых актуально проектирование РИСУТУР.

Предлагаемый способ программной реализации РИСУТУР использует технологию «интеграции» кода, позволяющую внедрить «закрытый код» в базовую открытую архитектуру Web-интерфейса баз данных.

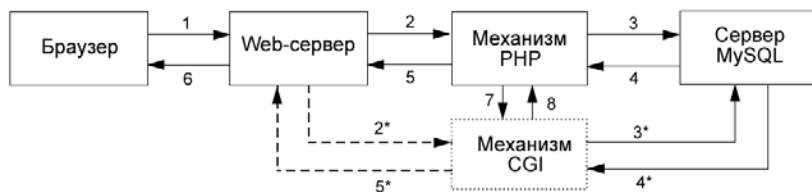


Рис. 3. Базовая архитектура Web-баз данных с использованием механизмов PHP и CGI

Цель «интеграции» кода заключается в следующем:

- 1) защита исходного кода «конфиденциальных» частей;
- 2) исключение внешнего доступа к базе данных (доступ, как элемент защиты сервера, разрешен только локальным процессам);
- 3) независимость логики интерфейса приложения и математических алгоритмов, что обеспечивает оптимальное разделение работы в группе разработчиков;
- 4) возможность обработки результатов выполнения cgi-сценариев до возврата клиенту.

Сущность «интеграции» состоит в вызове cgi-сценария внутри php-сценария как автономной функции с закрытым кодом по принципу «черного ящика», но результат выполнения cgi-сценария возвращается не в общий поток ввода-вывода, а php-сценарию для дальнейшей обработки. Таким образом, результат выполнения cgi-сценария можно не просто просмотреть, но и обработать. При этом механизмы PHP, CGI и сервер баз данных могут находиться на разных компьютерах.

Предложенная технология кода используется при реализации импортно-экспортных схем репликаций баз данных центральной организации и филиалов РИСУТУР.

В **четвертой** главе рассмотрен пример построения информационной системы учета распределения нефтепродуктов как частного случая РИСУТУР.

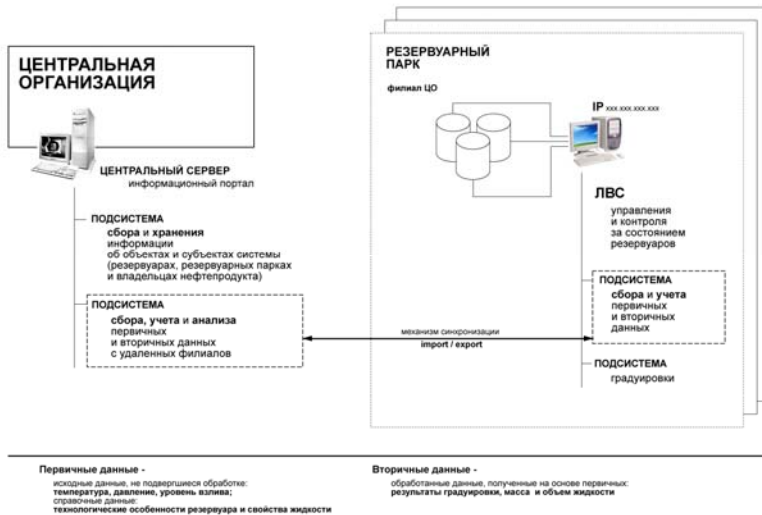


Рис. 4. Архитектура распределенной информационной системы учета территориально удаленных ресурсов

В разработанной информационной системе применены предложенные алгоритмы расчета массы жидкости. Для оперативного мониторинга количества нефтепродуктов в распределенных сетях резервуаров организован сервис удаленного учета как двухстороннего механизма обмена данными между субъектами РИСУТУР. При этом в основе программной реализации для построения распределенной информационной системы использована парадигма web-технологий путем «интеграции» кода.

Предложена архитектура информационной системы учета распределения нефтепродуктов в сети резервуарных парков.

Данная система решает следующие две основные задачи:

- 1) градуировка резервуара предложенным способом;
- 2) удаленный учет количества нефтепродукта.

В качестве примера для градуировки рассмотрен вертикальный стальной цилиндрический резервуар.

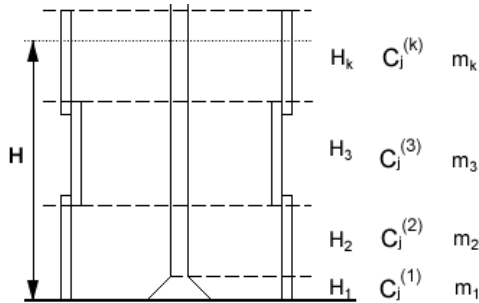


Рис. 5. Схема разбиения по поясам

Проведены модельные испытания алгоритмов градуировки в идеализированных для известных методов условиях: погрешность измерения уровня влива в ± 1 мм, плотности 0.01% объема, рабочая температура калибровочной жидкости (вода) всюду 40°C . Погрешности известных методов в этих условиях равны 0.2% .

Предложенная система в процессе градуировки автоматически выделяет и уточняет границы участков резервуара.

Результаты приводятся к нормальной температуре корпуса. Могут быть построены функции площади сечения деформированного резервуара, соответствующие интересующему этапу эксперимента. Эти значения используются для сравнения с результатами измерения геометрических параметров резервуара, полученных известными методами.

В качестве калибровочной жидкости была использована вода. При этом предложенная модель измерения массы позволяет использовать полученную градуировочную таблицу для измерения других жидкостей, отличных по физическим свойствам от использованной калибровочной жидкости.

Результаты оценивания базовой функции площади сечения отображены в нижеследующей таблице.

| Высота участка М | Коэффициенты функции площади сечения рабочей части недеформированного резервуара | | | | | | Погрешность оценивания коэффициентов, % |
|------------------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---|
| | При h_0 | При h_1 | При h_2 | При h_3 | При h_4 | При h_5 | |
| 1 | 1000.34 | 0.3 | -0.04 | 0.005 | -0.0001 | 0 | 0.020 |
| 2 | 987.45 | -0.5 | 0.4 | -0.015 | 0.0003 | 0.00006 | 0.015 |
| 3 | 1000.02 | 0.2134 | -0.0432 | 0.00342 | 0.000072 | 0.000453 | 0.016 |
| 4 | 986.0867 | 0.54027 | -0.04 | 0.005 | -0.0001 | 0 | 0.020 |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |

Результаты испытаний показали, что предлагаемые алгоритмы действительно свободны от методической составляющей погрешности измерений.

Программное обеспечение процесса градуировки устанавливается на компьютере резервуарного парка. Результаты градуировки дублируются на сервере Центральной организации. Для измерения массы организуется бесконечный цикл для постоянного мониторинга за количеством жидкости на сервере Филиала. Через определенный временной интервал сценарий получает текущие первичные данные (температуры в нижней и верхней точках, давление Р и уровень взлива Н) и сверяет их с последними данными. Если изменения произошли, то рассчитывается масса на основе первичных данных, затем значение массы экспортируется на Центральный сервер и заносится в историю «движения» жидкости на сервере Филиала. На серверах Филиала и Центральной организации также хранится продублированная информация о технических характеристиках резервуаров и свойствах жидкостей.

В заключении приводится обобщение основных результатов диссертационной работы.

В приложениях содержится дополнительный графический материал, а также представлены копии актов о внедрении результатов диссертационной работы.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

1. Выявлены основные источники погрешностей измерения количества жидких продуктов.

2. Разработана модель измерения количества жидкости в тонкостенной емкости на базе точных описаний физических процессов, позволяющая устранить методические погрешности измерения количества жидкости.

3. Предложена формула расчета деформаций от радиальных усилий, повышающая точность оценивания площади горизонтального сечения рабочей части деформированного резервуара.

4. Разработаны алгоритмы градуировки промышленных резервуаров, позволяющие вычислить градуировочные характеристики резервуаров путем использования калибровочной жидкости малой вязкости, что, в свою очередь, снижает приборные погрешности объемных счетчиков.

5. Разработаны алгоритмы измерения количества жидкости, позволяющие с допустимой погрешностью измерять массу жидкости в резервуаре на базе оценок площади горизонтального сечения рабочей части недеформированного резервуара.

6. Проанализированы проблемы разработки распределенных информационных систем в отраслях управления ресурсами.

7. Предложена архитектура распределенной информационной системы управления территориально распределенными ресурсами, позволяющая регулировать бизнес-процессы с учетом корпоративных отношений между предприятиями.

8. Предложена методика «интеграции» кода в базовую открытую архитектуру Web-интерфейса баз данных, позволяющая активировать «закрытый код» после выполнения cgi-сценария внутри php-сценария как автономную функцию по принципу «черного ящика».

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в изданиях, рекомендованных ВАК

1. Ганеев Р. М., Уварова Е. А. Модель измерения количества жидкости в тонкостенной емкости // Метрология, 2004. №9.

Свидетельства о регистрации программ

2. Уварова Е.А. Программная система градуировки цилиндрических вертикальных резервуаров / Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ в ОФАП, №50200601675 от 20.09.06.

3. Уварова Е.А. Распределенная информационная система учета нефтепродуктов в территориально удаленных сетях резервуарных парков / Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ в ОФАП, №50200601676 от 20.09.06.

Основные публикации

4. Ганеев. Р.М., Уварова Е.А. Измерение массы жидкости в тонкостенной емкости большого объема // Проблемы передачи и обработки информации в сетях и системах телекоммуникаций: Материалы 11-й Международной науч.-техн. конф. Рязань: РГРТА, 2002. С. 51-53.

5. Ермаков В.В., Уварова Е.А., Курганов В.Ю. Технология XML как формат обмена данными в распределенных информационных системах с изменяющейся структурой данных // Новые информационные технологии в научных исследованиях и в образовании НИТ-2003: Материалы 8 Всероссийской науч.-техн. конф. Рязань: РГРТА, 2003

6. Ганеев Р.М., Уварова Е.А. Программный комплекс расчета количества жидкости в тонкостенной емкости большого объема // Проблемы передачи и обработки информации в сетях и системах телекоммуникаций: Материалы 12-й Международной науч.-техн. конф. Рязань: РГРТА, 2004. С. 4-7.

7. Ганеев Р.М., Уварова Е.А. Уровни защиты информации в корпоративной информационной системе метрологического обеспечения резервуаров // Проблемы передачи и обработки информации в сетях и системах телекоммуникаций: Материалы 12-й Международной науч.-техн. конф. Рязань: РГРТА, 2004. С.115-117.

8. Уварова Е.А. Проблема репликаций в корпоративной информационной системе метрологического обеспечения промышленных резервуаров // Проблемы передачи и обработки информации в сетях и системах телекоммуникаций: Материалы 13-й

Международной науч.-техн. конф. Рязань: РГРТА, 2004. С.14-17.

9. Уварова Е.А. Определение площади горизонтального сечения деформированной емкости большого объема для измерения количества жидкости // Математическое и программное обеспечение вычислительных систем: Межвузовский сборник научных трудов / Под ред. Л.П. Коричнева. Рязань: Рязанская государственная радиотехническая академия, 2005.

10. Уварова Е.А. Корпоративная информационная система метрологического обеспечения промышленных резервуаров (КИС МОПР): описание конкретного решения // Новые информационные технологии в научных исследованиях и в образовании НИТ-2005: Материалы 10 Всероссийской науч.-техн. конф. Рязань: РГРТА, 2005

11. Уварова Е.А. Web-интеграция: новый подход к построению корпоративных информационных систем // Новые информационные технологии в научных исследованиях и в образовании НИТ-2005: Материалы 10 Всероссийской науч.-техн. конф. Рязань: РГРТА, 2005

12. Уварова Е.А., Ганеев Р.М. Элементы архитектуры корпоративной территориально-распределенной информационной системы // Проблемы передачи и обработки информации в сетях и системах телекоммуникаций: Материалы 14-й Международной науч.-техн. конф. Рязань: РГРТА, 2005. С.22.

13. Уварова Е.А. Технология интеграции кода при разработке распределенных информационных систем на основе Web-технологий // Математическое и программное обеспечение информационных систем: Межвузовский сборник научных трудов/ Под ред. А.Н. Пылькина. Рязань: Рязанская государственная радиотехническая академия, 2006. С. 60-64.

14. Уварова Е.А. Позиционирование распределенной информационной системы учета территориально удаленных ресурсов (РИСУТУР) среди базовых понятий КИС, АСУТП и АСУП // Математическое и программное обеспечение информационных систем: Межвузовский сборник научных трудов/ Под ред. А.Н. Пылькина. Рязань: Рязанская государственная радиотехническая академия, 2006. С. 69-74.

15. Уварова Е.А. Концепция построения распределенных информационных систем учета территориально удаленных ресурсов на примере различных предметных областей // Математическое и программное обеспечение информационных систем: Межвузовский сборник научных трудов/ Под ред. А.Н. Пылькина. Рязань: Рязанская государственная радиотехническая академия, 2006. С. 67-69.

УВАРОВА Елена Андреевна

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ,
АЛГОРИТМЫ И ПРОГРАММНАЯ СИСТЕМА
УЧЕТА ТЕРРИТОРИАЛЬНО РАСПРЕДЕЛЕННЫХ РЕСУРСОВ**

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Подписано в печать 19.04.07. Формат бумаги 60x84 1/16.
Бумага офсетная. Печать трафаретная. Усл. печ. л. 1,0.
Уч.-изд. л. 1,0. Тираж 100 экз. Заказ.
ГОУВПО «Рязанский государственный радиотехнический университет»
390005, Рязань, ул. Гагарина, 59/1.