

На правах рукописи

Подобрий Александр Николаевич

**МЕТОДЫ И СРЕДСТВА УНИФИЦИРУЮЩЕЙ
ИНТЕГРАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ
МЕЖТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБМЕНА В
АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ
АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ**

Специальность: 05.13.12 – Системы автоматизации
проектирования (промышленность)

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Ульяновск – 2013

Работа выполнена на кафедре Вычислительная техника Ульяновского государственного технического университета.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор,
Соснин Петр Иванович

Официальные оппоненты:

Киселев Сергей Константинович,
доктор технических наук, профессор,
зав. каф. «Измерительно-вычислительные
комплексы» УлГТУ

Кумунжиев Константин Васильевич,
доктор технических наук, профессор,
УлГУ, кафедра «Информационные технологии».

Ведущая организация – **Санкт-Петербургский государственный
университет телекоммуникаций им. проф. Бонч-
Бруевича**

Защита диссертации состоится «23» декабря 2013 г. в 15 часов 00 минут на заседании диссертационного совета Д 212.277.01 при Ульяновском государственном техническом университете по адресу: 432027, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, 32 (ауд. 211, Главный корпус).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Ульяновского государственного технического университета.

Автореферат разослан «___» ноября 2013 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор технических наук, профессор

Смирнов Виталий Иванович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы.

В разработке семейств АС, включающих специализированное аппаратное обеспечение, проектные организации применяют разнородные технологические среды, согласовывая их использование в процессах коллективной производственной деятельности. В таком согласовании особо полезна структуризация процессов с помощью потоков работ, взаимодействие которых осуществляется в определенном информационном пространстве (ИП). Эффективность взаимодействия, а значит, и эффективность проектной деятельности в существенной мере зависят от того, каким образом в ИП систематизированы его ресурсы.

В производственной практике используются различные подходы к структуризации и материализации ИП. Различия в подходах чаще всего обусловлены тем, какие сферы деятельности ИП должно обслуживать. В наиболее общем плане построения нацеливают на создание информационной инфраструктуры организации, обеспечивающей единое ИП для всех сфер производственной деятельности. В тех случаях, когда ИП разрабатываются для определенной совокупности видов деятельности, их систематизацию осуществляют в формах словарей-справочников, репозиториях специального назначения, баз опыта и баз знаний.

ИП любой проектной организации уникально, что и является основной причиной творческого подхода к его компьютеризации как в целом, так и для выделенных областей ИП. Уникальность обусловлена не только организационной структурой предприятия и его продукцией, но и становлением технологических процессов, включая их совершенствование. Для проектных организаций, особенно для организаций, разрабатывающих семейства специализированных АС, достаточно типично фрагментарное объединение совокупности разнородных технологий, включаемых в общий производственный процесс.

Проектирование семейства АС невозможно без использования потоков работ, включенных в междисциплинарный обмен, в процессы которых вовлечены данные, порождаемые в разных инструментально-технологических средах. Междисциплинарный обмен включает передачу и совместное использование информационных объектов потоками работ в разработке программного обеспечения, конструкций и технологий. В реальной практике междисциплинарных обменов между программными, конструкторскими и технологическими потоками работ и внутри каждой из этих сфер деятельности существуют «разрывы». Данные разрывы обусловлены использованием различных инструментально-технологических сред, создатели которых не могли предусмотреть их совместное использование, учитывающее специфику конкретных проектных организаций. Такое положение дел приводит к серьезным проблемам, особенно в организации и документировании потоков работ, использующих ИР из разнородных источников. Для снижения такой проблемности разнородные ИР следует полезным образом интегрировать.

В межтехнологических обменах информационными ресурсами практически не используются средства автоматизации, что приводит к увеличению времени доступа к информационным ресурсам по оперативным запросам с рабочих мест. Поиск методов и средств, позволяющих снизить это время, считается актуальным.

Следовательно, интеграция информационных ресурсов межтехнологического обмена в автоматизированном проектировании аппаратно-программных комплексов актуальна и представляет собой перспективную **область исследования**.

Направление исследований в диссертации связано с оперативным порождением и использованием словарей справочников для интеграции информационных ресурсов межтехнологического обмена.

Функции **объекта исследований** в диссертации выполняют методы и средства построения словарей-справочников данных, регистрирующих метаспецификации информационных ресурсов, используемых в разработке АС.

Роль **предмета исследований** в диссертации возложена на методы и средства создания единого интегрированного пространства с использованием унифицирующей интеграции информационных ресурсов на базе словарей-справочников данных с учетом жизненного цикла каждого из ресурсов и разграничения прав доступа.

Цель исследований.

Целью исследований является уменьшение времени доступа к информационным ресурсам, которые используются в межтехнологических обменах для проектирования АС, за счет рациональных механизмов выгрузки и построения метаинформационных средств формирования и хранения ресурсов, управляемого порождающей грамматикой, что приводит к эффектам единого информационного источника.

Задачи диссертационного исследования.

В соответствии с целью работы необходимо решить следующие задачи:

1. Исследовать современные модели, средства и методы интеграции информационных ресурсов, современные подходы к интеграции приложений для выявления основных проблем в области интеграции данных.

2. Разработать модель унифицированной интеграции информационных ресурсов в единое интегрированное пространство, уменьшающее время доступа к информационным ресурсам, которые используются в межтехнологических обменах для проектирования АС.

3. Разработать реляционную модель темпоральной организации информационных ресурсов и метаспецификаций, осуществляющую хранение информации о жизненных циклах информационных ресурсов и значений атрибутов на основе полутемпоральных отношений, а также учитывающую сведения об авторстве изменений и транзакционном времени.

4. Разработать модель информационной безопасности единого интегрированного источника с организацией веб-доступа к информационным ресурсам с учетом инфраструктуры проектной организации.

5. Разработать инструментальное программное средство интеграции данных в единое информационное пространство.

6. Экспериментально проверить работоспособность разработанных методов и программных средств.

На научную новизну претендуют:

1. Модель унифицирующей интеграции информационных ресурсов межтехнологического обмена, способствующая сокращению времени доступа к информационным объектам за счет использования системы регламентных правил, порождающей грамматики и словарно-справочного ядра, основанного на системе метаотношений со связями, приводящих к эффекту единого информационного источника.

2. Модель жизненного цикла информационного ресурса, учитывающая динамику его формирования, развития и использования, а также контроля за адекватностью с помощью регламентного аудита и временных характеристик, что способствует предотвращению ошибок проектирования, обусловленных изменениями информационного ресурса.

3. Модель безопасности доступа к интегрированным ресурсам, учитывающая динамическое назначение прав доступа и их наследование в процессах межтехнологического обмена, предотвращающая их несанкционированные изменения, а следовательно, и ошибки проектирования, обусловленные этими изменениями.

4. Совокупность методик, обеспечивающих (в рамках WEB-доступа) интеграцию и использование информационных ресурсов межтехнологического обмена по образцу единого информационного источника.

Достоверность и обоснованность результатов обеспечивается использованием достоверных знаний, методов и средств из теории и практики автоматизированного проектирования, программной инженерии, искусственного интеллекта, а также подтверждается результатами экспериментальных исследований и использования разработанных алгоритмов и методов в повседневной работе отдела автоматизации и общей инфраструктуры ФНПЦ ОАО «НПО «Марс».

Основные положения, выносимые на защиту, включают в себя:

- использование в модели унифицирующей интеграции порождающей грамматики, нацеленной на применение механизмов индексации (и тем самым, унификации) при формировании словарей-справочников;

- темпорализация информационных объектов при их отражении в словарях-справочниках, позволяющая фиксировать динамику передач объектов между технологиями, что позволяет конструктивно представлять и использовать жизненные циклы объектов;

- конструктивный учёт динамической передачи прав доступа и их наследования в обеспечении безопасности доступа к интегрированным ресурсам через Web-оболочку.

Практическая ценность.

Разработанные средства и методы интеграции данных используются в работе отдела автоматизации ФНПЦ ОАО «НПО «Марс» и позволяют организовать единый доступ сотрудников к инфраструктуре предприятия. Система разграничения прав доступа используется не только для представления

информации об интегрированных ИР, но и в общей информационной системе ФНПЦ ОАО «НПО «Марс», обеспечивая оперативный и удобный доступ ко всем информационным хранилищам данных предприятия.

Реализация и внедрение результатов работы.

Разработанные программные методы и средства внедрены на ФНПЦ ОАО «НПО «Марс», проведен эксперимент по оценке эффективности использования предлагаемых средств.

Апробация работы.

Основные положения и результаты диссертации докладывались, обсуждались и получили одобрение: на международной научно-технической конференции «Проблемы автоматизации и управления в технических системах-2011» (Пенза, 2011), на международной научной конференции «Инноватика-2011» (Махачкала, 2011), на международной (заочной) научно - практической конференции «Модернизация современного общества: пути создания и развития» (Саратов, 2011), на 5-той международной научной конференции «Инновационные технологии в гуманитарных науках» (Республика Татарстан, 2011).

Апробация результатов диссертации осуществлялась в работе над созданием комплекса методов и средств «Унифицирующей интеграции информационных ресурсов межтехнологического обмена» (УИИР МТО) на ФНПЦ ОАО «НПО «Марс». Основные положения и результаты неоднократно докладывались и обсуждались на научно-технических конференциях УлГТУ «Информатика и вычислительная техника».

Публикации. По материалам диссертационной работы опубликовано 20 печатных работ, в том числе 4 в журналах включенных в перечень ВАК РФ.

Структура и объём работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырёх глав с выводами, заключения, библиографического списка использованной литературы (176 наименований) и 4 приложений, общим объемом 186 страниц машинописного текста. Диссертация содержит 54 рисунка и 10 таблиц.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обосновывается актуальность работы, определяются цели и задачи работы.

В **первой главе** диссертационной работы раскрываются вопросы связанные с ролью информационных ресурсов в проектировании автоматизированных систем. Обосновывается необходимость использования унифицирующей интеграции, используя словари-справочники данных.

Дается понятие проектной организации, разрабатывающих семейства специализированных АС, дается ее структура, для которой достаточно типично фрагментарное объединение совокупности разнородных технологий, включаемых в общий производственный процесс.

Проводится тематический обзор подходов к интеграции разнородных информационных ресурсов и существующих готовых решений, на примере корпоративных хранилищ данных среди лидеров.

Из существующих подходов к интеграции ИР акцентируется внимание на следующих:

- Global as View (GAV)) - от ресурсов к задачам, при котором, интегрированная схема множества ресурсов независима от приложения;
- GLAV (Global-and-Local-as-View) - от приложения к ресурсам, предметной область стоящую во главе ресурсов.

Из проектов нацеленных на интеграцию ИР рассматриваются: Agora; AutoMed; Infomaster; SYNTHESIS; и др.

В качестве готовых решений, обращается внимание на лидеров в области построения КХД: IBM, Oracle, Teradata и Microsoft.

На основании рассмотренных подходов и решений, а также проведенного сравнительного анализа, констатируется, что функционал рассмотренных инструментальных средств и решений не использовался для интеграции междисциплинарных ресурсов. Проанализированные решения направлены на создание единого хранилища информации обо всех информационных объектах без учета их динамики изменения в различных инструментально-технологических средах. С учётом обзора, обосновывается целесообразность проведения унифицирующей интеграции информационных ресурсов.

Приводится описание проблем, связанных с объединением разнородных информационных технологий:

- использование каждой технологией T^i специализированного ИП(T^i), в решениях которого не принимались в расчет спецификации ИП других технологий;
- наличие разных версий одних и тех же информационных объектов в различных технологических средах;
- использование разных обозначений одних и тех же информационных объектов в разных областях ИП;
- избыточность хранения данных, обусловленная дублированием одних и тех же информационных объектов в разных областях ИП;
- проблемы, связанные с повторным использованием информационных объектов, созданных в одних технологических средах, а востребованных в других средах;
- проблемы принятия решений, в которых приходится учитывать общую (целостную) карту ИР или части ИП, обслуживающей группу технологических процессов;
- проблемы в построениях потоков данных, связывающих процессы в разных используемых технологиях;
- проблемы автоматизации создания документов, в которых используются информационные объекты, созданные в разных технологических средах.

Описывается место информационных ресурсов в проектировании автоматизированных систем (рис. 1).

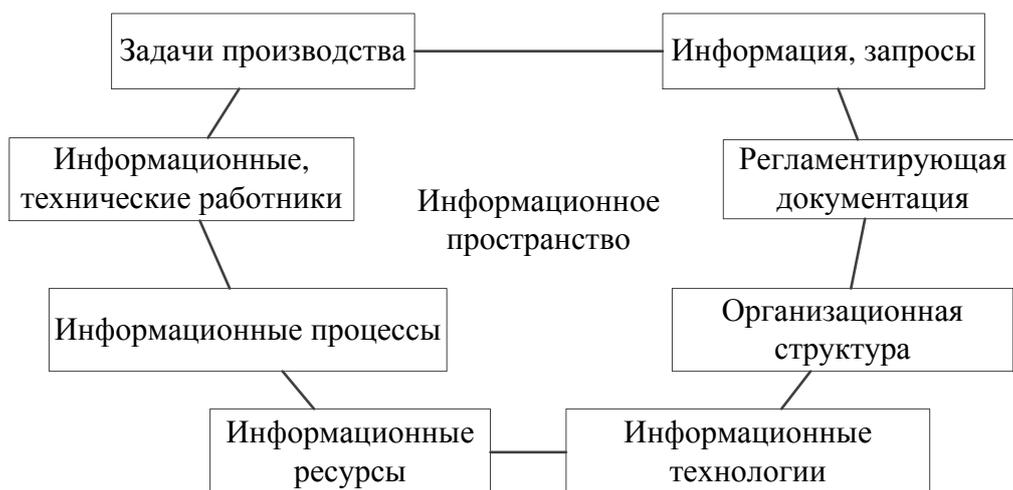


Рис. 1. Технологическая структура информационного производства

Проведен мотивационно-целевой анализ обобщённой постановки задачи исследований:

М0. Так как технология построение единого информационного источника на базе сгруппированных тождественных информационных единиц, которая достигается за счет мета представления данных и сформированного словаря-справочника достаточна для инструментально-технологической поддержки информационных процессов, а без таких процессов не возможна разработка АС, то создание специального приложения унифицирующей интеграции, обслуживающего информационные процессы в проектировании семейств АС должно оказаться более выгодным, чем использование для этих целей известных средств, адаптированных к специфике построения корпоративных хранилищ данных.

Ц1. Разработать технологию построения единого информационного источника из сгруппированных тождественных информационных единиц с помощью унифицирующей интеграции информационных ресурсов на базе словарей-справочников данных.

Ц2. Разработать средства унифицирующей интеграции информационных ресурсов за счет объектно-реляционного преобразования, приписывания мета-атрибутов, темпоральных характеристик и формирования словаря-справочника данных.

Ц3. Разработать унифицированный программный комплекс предоставляющий доступ к единому информационному источнику используя словари-справочники данных.

Результаты мотивационно-целевого анализа используются для установки целевых ориентиров, преследуемых в диссертационном исследовании, за счет использования спецификаций.

Во второй главе строится математическая модель унифицирующей интеграции разнородных информационных ресурсов, описывается предметная область, строится модель доступа к данным и модель безопасности. Описывается информационное пространство (ИП), в рамках которого порождается и используется экземпляр модели интеграции, роль которого возложена на фрагмент ИП, существующего в ФНПЦ ОАО «НПО «Марс». Фрагмент показан на рис. 2, на котором представлена связная совокупность инструментально-технологических сред (T^{PROJ} , T^{SW} , T^{WQA}), обменивающихся информационными ресурсами (ИР), каждый из которых состоит из объектов (I_n^m).

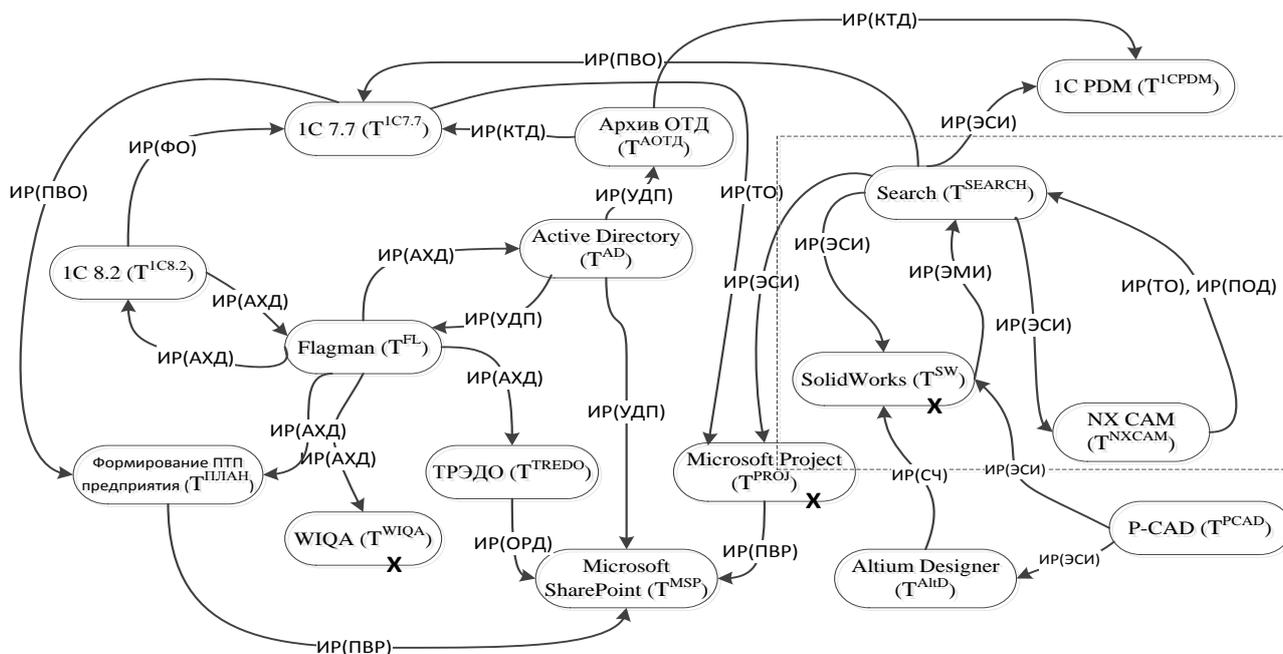


Рис. 2. Фрагмент ИП инструментально-технологических сред

Разнообразие групп технологий, используемых в ФНПЦ ОАО «НПО «Марс», имеющие различные формы доступа к специализированным ИП за рамками соответствующих технологий, фрагментарно объединены. Основное место в данном объединении занимают информационные ресурсы, информационные объекты которых (табл. 1) участвуют в межтехнологическом обмене.

Табл. 1. Список информационных ресурсов выделенного фрагмента на рис. 2

п/п	Техн. среда	Потоки работ	Наименование	Обозначение	Наследование
1	T^{SW}	Формирование структуры изделия	Модель изделия	$ИР^{ЭМ}(T^{SW}, \text{МОДИЗД})$	
2	T^{SW}	Формирование структуры изделия	Структура изделия	$ИР^{ЭМ}(T^{SW}, \text{СТРИЗД})$	$ИР^C(T^{SEARCH}, \text{ЭСИ})$
3	T^{SW}	Разработка чертежных документов	Прибор	$ИР^C(T^{SW}, \text{ПРИБОР})$	
4	T^{SW}	Формирование спецификации изделия	Изделия	$ИР^{СП}(T^{SW}, \text{ИЗД})$	
5	T^{PROJ}	Планирование выполнения работ	Структура изделия	$ИР^C(T^{PROJ}, \text{СИ})$	$ИР^C(T^{SEARCH}, \text{ЭСИ})$
6	T^{NXCAM}	Управление технологическими операциями	Электронная структура изделия	$ИР^C(T^{NXCAM}, \text{ЭСИ})$	$ИР^C(T^{SEARCH}, \text{ЭСИ})$
7	T^{NXCAM}	Управление технологическими операциями	Технологические операции	$ИР^C(T^{NXCAM}, \text{ТО})$	
8	T^{SEARCH}	Формирование структуры изделия	Электронная модель изделия	$ИР^{ЭМ}(T^{SEARCH}, \text{ЭМИ})$	$ИР^{ЭМ}(T^{SW}, \text{МОДИЗД})$
10	T^{SEARCH}	Планирование выполнения работ	Плановые сроки изготовления изделия	$ИР^C(T^{SEARCH}, \text{ПСИЗ})$	
11	T^{SEARCH}	Управление технологическими операциями	Технологические операции	$ИР^C(T^{SEARCH}, \text{ПСИЗ})$	$ИР^C(T^{NXCAM}, \text{ТО})$

На основании проведенного анализа инструментально-технологических сред, включаемых в их состав информационных ресурсов, а также возникающих проблем связанных с фрагментарным объединением приводится схема раскрывающая структуру и использование модели унифицирующей интеграции информационных ресурсов (рис. 3).

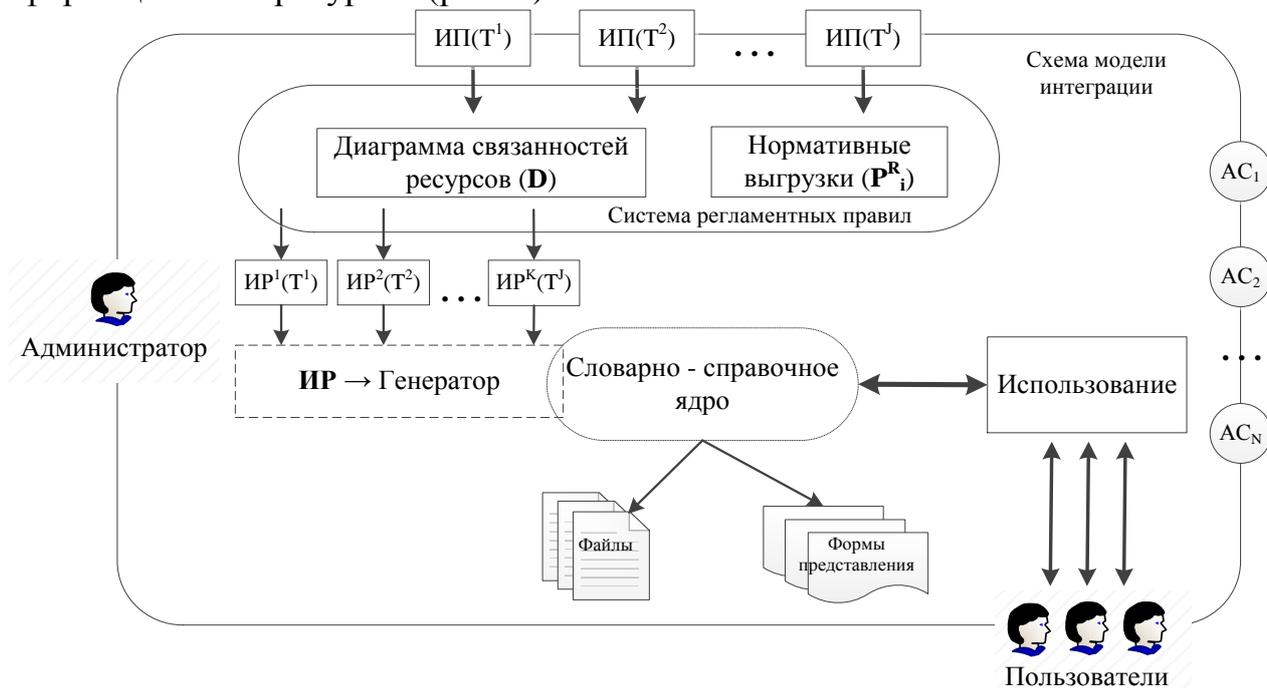


Рис. 3. Схема унифицирующей интеграции

Обобщенная модель представляется, как сборка:

$$\langle M \rangle ::= \langle D \rangle \langle P^R_i \rangle \langle IP^m(T^j, t_k) \rangle \langle Md \rangle \langle Mt \rangle, \quad (1)$$

в которой первые три конструкта поясняются на рис. 3, а Md – метамодель данных и Mt – модель темпорализации. Для спецификации конструктов ниже используются BNF-нотации.

В модель унифицирующей интеграции включены:

1. Состав и спецификация интегрируемых ресурсов с позиции его жизненного цикла с помощью порождающей грамматики.

1.1. Диаграмма связанностей ресурсов $D = S(\{T^i, I^m_n, T^j\})$ представляющаяся с позиции спецификации характеристик ИР:

$$\begin{aligned} \langle D \rangle ::= & \langle T^{SW} \rangle \langle IP^{ЭМ}(ЭСИ) \rangle \langle T^{SEARCH} \rangle \langle T^{PROJ} \rangle \langle IP^{ЭМ}(ЭСИ) \rangle \langle T^{SEARCH} \rangle | \\ & \langle T^{NXCAM} \rangle \langle IP^{ЭМ}(ЭСИ) \rangle \langle T^{SEARCH} \rangle \langle T^{SEARCH} \rangle \langle IP^{ЭМ}(МОДИЗД) \rangle \langle T^{SW} \rangle | \\ & \langle T^{SEACH} \rangle \langle IP^C(ТО) \rangle \langle T^{NXCAM} \rangle \end{aligned} \quad (2)$$

1.2. Система нормативных правил регламента $S(\{P^R_i\})$ описывающая какой объект, когда и кем должен выгружаться:

$$\langle P^R_i \rangle ::= \langle I^m_n \rangle \langle T^i \rangle \langle t^l \rangle \langle C^f \rangle, \quad (3)$$

где T^i - инструментально технологические среды:

$$\langle T^i \rangle ::= \langle T^{IC7.7} \rangle | \langle T^{IC8.2} \rangle | \langle T^{FL} \rangle | \langle T^{WIQA} \rangle | \langle T^{AOTD} \rangle | \langle T^{AD} \rangle | \langle T^{MSP} \rangle | \langle T^{TREDO} \rangle | \langle T^{PROJ} \rangle | \langle T^{NXCAM} \rangle | \langle T^{SEARCH} \rangle \quad (4)$$

m – типы ресурсов:

$$\langle m \rangle ::= \langle D \rangle | \langle C \rangle | \langle Ч \rangle | \langle ВОП \rangle | \langle КД \rangle | \langle ТД \rangle | \dots | \langle ПР \rangle \quad (5)$$

I^m_n – конкретные информационные объекты:

$$\langle I^m_n \rangle ::= \langle IP^{СП}(T^{SW}, ИЗД) \rangle | \langle IP^C(T^{PROJ}, СИ) \rangle | \dots | \langle IP^C(T^{NXCAM}, ТО) \rangle \quad (6)$$

t^l – частота выгрузки:

$$\langle t^1 \rangle ::= \langle t^{1\text{hour}} \rangle | \langle t^{2\text{hour}} \rangle | \langle t^{3\text{hour}} \rangle | \langle t^{5\text{hour}} \rangle | \dots | \langle t^{1\text{day}} \rangle \quad (7)$$

C^f – типы выгружаемой информации в зависимости от форматов файлов:

$$\langle C^f \rangle ::= \langle C^{\text{xml}} \rangle | \langle C^{\text{SLDPRT}} \rangle | \langle C^{\text{PRG}} \rangle | \langle C^{\text{XLS}} \rangle | \langle C^{\text{DOC}} \rangle | \langle C^{\text{PDF}} \rangle | \langle C^{\text{DBF}} \rangle | \dots | \langle C^{\text{MDB}} \rangle | \langle C^{\text{DXF}} \rangle \quad (8)$$

1.3. Наборы информационных ресурсов $\{IP^m(T^j, t_k)\}$ входящих в состав инструментально-технологических сред $\{T^j\}$, состоящих из определенных информационных объектов $\{I_n^m\}$, включающих в себя следующий набор ИР:

$$\begin{aligned} \langle T^{1C7.7} \rangle ::= & \langle IR^D(T^{1C7.7}, \text{СОПР}) \rangle | \langle IR^D(T^{1C7.7}, \text{ИЗВ}) \rangle | \langle IR^C(T^{1C7.7}, \text{ИЗД}) \rangle \\ & | \dots | \langle IR^C(T^{1C7.7}, \text{МИКИ}) \rangle \\ \langle T^{\text{АОТД}} \rangle ::= & \langle IR^C(T^{\text{АОТД}}, \text{СОТР}) \rangle | \langle IR^{\text{КТД}}(T^{\text{АОТД}}, \text{ТД}) \rangle | \langle IR^{\text{КТД}}(T^{\text{АОТД}}, \text{КД}) \rangle \\ & | \dots | \langle IR^C(T^{\text{АОТД}}, \text{ПОДР}) \rangle \\ \langle T^{1C8.2} \rangle ::= & \langle IR^C(T^{1C8.2}, \text{АВО}) \rangle | \langle IR^C(T^{1C8.2}, \text{ПП}) \rangle | \langle IR^C(T^{1C8.2}, \text{ПО}) \rangle | \langle IR^C(T^{1C8.2}, \text{ЗАК}) \rangle \\ & | \dots | \langle IR^C(T^{1C8.2}, \text{СОТР}) \rangle | \langle IR^C(T^{1C8.2}, \text{ПОДР}) \rangle \\ \langle T^{\text{WQA}} \rangle ::= & \langle IR^{\text{ВОП}}(T^{\text{WQA}}, \text{НОПЫТ}) \rangle | \langle IR^C(T^{\text{WQA}}, \text{ДОЛИ}) \rangle | \dots | \langle IR^C(T^{\text{WQA}}, \text{ПОДР}) \rangle \end{aligned} \quad (9)$$

2. Состав и спецификация структуры хранения, описывающая механизмы порождения

2.1. Спецификации процесса генерации:

$$Md = A_{\text{генер}}(p, j, m, n, t), \quad (10)$$

где метасоставляющие:

- p – обусловлена организационной структурой;
- j – обусловлена технологической средой;
- m – обусловлена типом ресурсов;
- n – обусловлена видом ресурсов;
- t – обусловлена временем.

2.2. Метаспецификации информационных ресурсов:

$$\begin{aligned} \langle p \rangle ::= & \langle \text{отделение} \rangle | \langle \text{отдел} \rangle | \langle \text{лаборатория} \rangle | \langle \text{проектировщик} \rangle | \dots | \\ & \langle \text{комплекс} \rangle | \langle \text{сектор} \rangle | \langle \text{технолог} \rangle \\ \langle j \rangle ::= & \langle 1C 8.2 \rangle | \langle 1C 7.7 \rangle | \langle \text{Flagman} \rangle | \langle \text{WQA} \rangle | \dots | \langle \text{Search} \rangle \\ \langle m \rangle ::= & \langle \text{КТ документация} \rangle | \langle \text{схема} \rangle | \langle \text{чертеж} \rangle | \dots | \langle \text{программный код} \rangle \\ \langle n \rangle ::= & \langle \text{Изделие} \rangle | \langle \text{Прибор} \rangle | \langle \text{Модуль} \rangle | \langle \text{Плата} \rangle | \langle \text{Разъем} \rangle | \dots | \\ & \langle \text{Изделие} \rangle | \langle \text{Комплекс} \rangle | \langle \text{Компонента} \rangle | \langle \text{Программный код} \rangle \\ \langle t \rangle ::= & \langle \text{Транзакционное} \rangle | \langle \text{Действительное} \rangle \end{aligned} \quad (11)$$

По индексу t есть различия во временных рамках:

- транзакционное время фиксирует время физической регистрации факта в БД;
- действительное время, в течение которого факт в ИП является актуальным.

3. Механизмы доступа

На основании анализа особенностей форм доступа к выгружаемым составляющим $\{IP(T^i)\}$ приводится обобщенная схема унифицирующей интеграции, архитектурно представляющая отношения между тем, что прямо или опосредованно вовлечено в процессы унифицирующей интеграции ИР, и тем, кто взаимодействует с интегрированными информационными объектами. В систему отношений включены:

- созданные и разрабатываемые автоматизированные системы $\{AC_n\}$ определенного семейства $S(\{AC_n\})$;
- используемая в проектировании совокупность технологий $\{T^j\}$ с их специализированными пространствами данных $\{IP(T^j)\}$;

- для каждого ИП(T^j) его отображение в выгрузках ИП^B(T^j, t_k), которое представлено в форме, обеспечивающей возможность унифицирующей интеграции;
- среда интеграции, обеспечивающая создание и существование системы интегрированных данных;
- Web-оболочка, открывающая пользователям доступ к интегрированным информационным ресурсам $\{IP^m(T^j, t_k)\}$, каждая из разновидностей IP^m которых состоит из определенных информационных объектов $\{I_n^m\}$;
- совокупность словарей-справочников данных, регистрирующих метаспецификации информационных объектов;
- администратор среды интеграции, ответственный за ее формирование и нормативное использование;
- пользователи, которым предоставлены права доступа к интегрированным ИР.

3.1. Реляционная модель темпорального хранения метаспецификаций

Практика межтехнологического обмена приводит к пошаговому формированию интегрируемых информационных объектов, что позволяет выражать их динамику в терминах «жизненного цикла». Динамику интеграции для одного из объектов (сборочный чертёж изделия) поясняет фрагмент сборки, представленный в табл. 2.

Табл. 2. Жизненный цикл ИР на примере сборочного чертежа $IP^C(T^{AlD}, СЧ)$

Технология	Воздействующие ресурсы	Наименование ресурса	Потоки работ
T^{AlD}	$IP^{ЭС}(T^{PCAD}, ЭСХИ)$	Электронная схема изделия	Оформление РКД на под сборки и детали входящие в прибор
T^{SW}	$IP^{ЭМ}(T^{SW}, СТРИЗД)$	Структура изделия	Оформление чертежей прибора
T^{SEARCH}	$IP^C(T^{SEACH}, СП)$	Спецификации	Формирование состава прибора
$T^{IC7.7}$	$IP^C(T^{IC7.7}, НОМ)$	Номенклатура	Разработка РКД на технологические жгуты
T^{AOTD}	$IP^C(T^{SEARCH}, ЭСИ)$	Электронная структура изделия	Оформление документации

Для представления состояний «жизненного цикла» в формальное описание унифицирующей интеграции включена модель темпорального хранения метаспецификаций.

Множество всех сущностей информационного ресурса $IP \in IP^m$ данных В обозначим L_{IP} . Объединение доменов атрибутов ИР обозначим $dom(A_{IP})$. Используя данное отношение и тот факт, что некоторый элемент $I \in I_n^m$ в базе данных В идентифицируется сущностью $l \in L$, которую будем обозначать: $id(I) = l$ получим отношение R_{IP} :

$$R_{IP} = \{ \langle l, v_{a_1}, \dots, v_{a_{n_{IP}}} \rangle \in L_{IP} \times \prod dom(A_{IP}) \mid P_{IP}(l, v_{a_1}, \dots, v_{a_{n_{IP}}}) \} \quad (12)$$

Для учета временных характеристик отслеживания жизненного цикла ИР было использовано полнотемпоральное отношение:

$$D(e_{id}; t'_{k1}; t'_{k2}; t''_{k3}; t''_{k4}; \{v_i\}), \quad (13)$$

где e_{id} – идентификатор сущности; $(t'_{k1}; t'_{k2})$ – интервал действительного времени, с момента, когда ресурс был создан до момента выгрузки; $(t''_{k3}; t''_{k4})$ – интервал транзакционного времени, с момента выгрузки информации до момента обращения пользователя; а $\{v_i\}$ – множество значений атрибутов данной сущности.

В силу изменчивости атрибутов t'_{k2} и t''_{k4} отношение (13) носит не транзакционный характер. С учетом приписывания мета атрибутов получаем отношение:

$$R_{IP} = \{ r = \langle l, t'_{k1}, t''_{k3}, v_{a_1}, \dots, v_{a_{n_{IP}}}, Meta \rangle \in L_{IP} \times T^2 \times \prod dom(A_{IP}) \times Md \mid P_{IP}(l, t'_{k1}, v_{a_1}, \dots, v_{a_{n_{IP}}}, Meta) \wedge (\exists \gamma > 0 : \forall t_t \in [t'_{k1}, t''_{k3} + \gamma] r \in B(t_k)) \} \quad (14)$$

3.2. Система словарно справочных отношений с учетом прав доступа

Для построения метаописаний необходимо каждому идентификатору сущности l автоматически присваивать наборы атрибутов: g_1, g_2, \dots, g_n (идентификатор системы, подразделение, подсистема, изделие и т. д.).

При наличии возможности единообразного хранения доменов всех атрибутов ИР, данные отношения могут быть объединены в одно отношение:

$$R_{IP} = \{ \langle l, a, g, v \rangle \in L_{IP} \times A_{IP} \times G_{IP} \times dom(A_{IP}) \mid P_{IP}(l, a, g, v) = 1 \} \quad (15)$$

Для которого предикат $P_{IP}(L, A, G, V)$ здесь имеет вид:

$$P_{IP}(l, a, g, v) \stackrel{def}{=} \exists I \in I^m_n : (id(I) = l) \wedge (I(a) = v) \quad (16)$$

На основании карты прав доступа, учетных записей сотрудников и метаописаний могут быть объединены отношения всех ИР в единое отношение R:

$$R = \{ \langle IP, l, a, g, d, h, v \rangle \in IP^m \times L \times A \times G \times D \times H \times dom(A) \mid P(IP, l, a, g, v) = 1 \} \quad (17)$$

Предикат $P(IP^m, L, A, G, D, H, V)$ в данном случае будет иметь вид:

$$R = \{ \langle IP, l, a, g, d, h, v \rangle \in IP^m \times L \times A \times G \times D \times H \times dom(A) \mid P(IP, l, a, g, v) = 1 \} \quad (18)$$

$$P(IP, l, a, g, d, h, v) \stackrel{def}{=} \exists I \in I^m_n : (id(I) = l) \wedge (l \in L_{IP}) \wedge (a \in A_{IP}) \wedge (g \in G_{IP}) \wedge (d \in D) \wedge (h \in H) \wedge (I(a) = v) \quad (19)$$

В третьей главе рассмотрены подходы к построению методов и средств унифицирующей интеграции, определены принципы создания системы, на примере Федерального Научно-Производственного Центра Открытого

Акционерного Общества «Научно Производственного Объединения «Марс» (ФНПЦ ОАО «НПО «МАРС»).

Приводится реализация словаря-справочника данных, используя унифицирующую интеграцию разнородных информационных ресурсов. Описывается алгоритм формирования справочника, используя предлагаемые механизмы и форматы выгрузок данных (рис. 4), также приводится структура хранения данных (рис. 5).

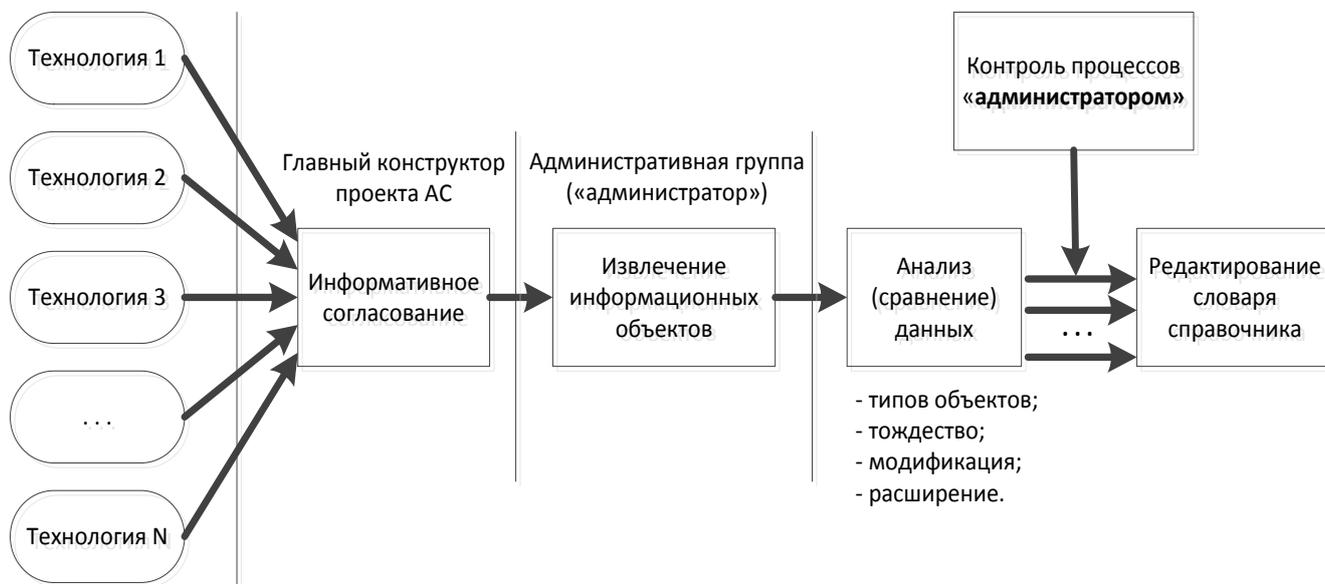


Рис. 4. Алгоритм формирования справочника

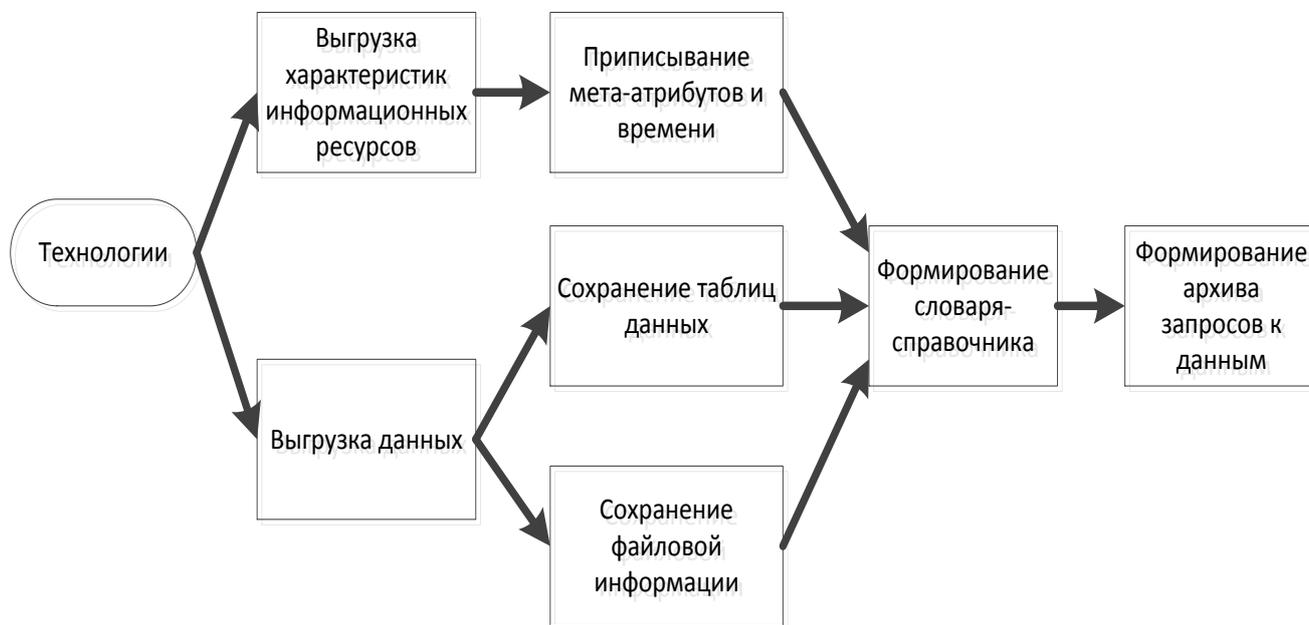


Рис. 5. Структура хранения данных

Также, в данной главе приводится структура хранения метаданных на уровне базы данных, основными таблицами которых являются:

- МЕТА_SYSTEM_PARAM – список информационных систем;
- МЕТА_OBJECT – список объектов информационных систем и их связи;

- META_DICT – справочник для расшифровки характеристик структуры метаданных.

На основании данной структуры метаданных проектируется запрос к набору данных с учетом структуры написания запросов на языке Transact SQL. Основными элементами которого являются: Select, Join, Where (рис. 6).

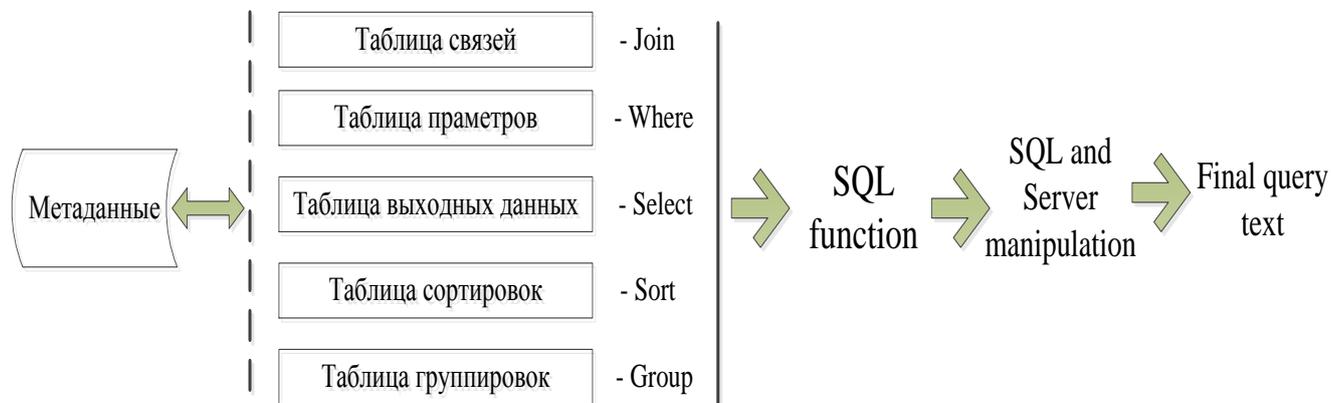


Рис. 6. Структура проектирования sql запроса на основе метаданных

Элемент select формируется на основании набора полей, описанных в таблице META_OBJECT, расшифрованный в атрибуте LINK_OBJ. Таблица связей join формируется на основании ссылочных полей LINK_DICT и LINK_DICT_COL. Таблица параметров where включает в себя условия применяемые к наборам полей для ограничения вывода данных. После заполнения основных элементов генератора запросов, формируется SQL-function, к которой можно применить функции манипуляции с наборами данных. В результате описанных манипуляций, получаем финальный текст запроса Transact SQL, ссылающийся на самостоятельные корпоративные хранилища данных. Вся информация о готовом запросе хранится в таблице метаданных и представляет из себя наборы полей, а также их связей с другими объектами, как внутри одного корпоративного хранилища данных, так и другого.

В четвертой главе рассматриваются вопросы связанные с реализацией унифицирующей интеграции разнородных информационных ресурсов, приводятся результаты экспериментальной проверки работоспособности инструментального программного средства, выделены ключевые особенности функционирования решения, а также предложены перспективы дальнейшего развития.

Описывается инфраструктура производственного предприятия, на основании чего, разрабатывается прототип инструментального средства построения единого информационного источника.

Архитектура разработанного инструментального программного средства интеграции данных представлена на рис. 7.

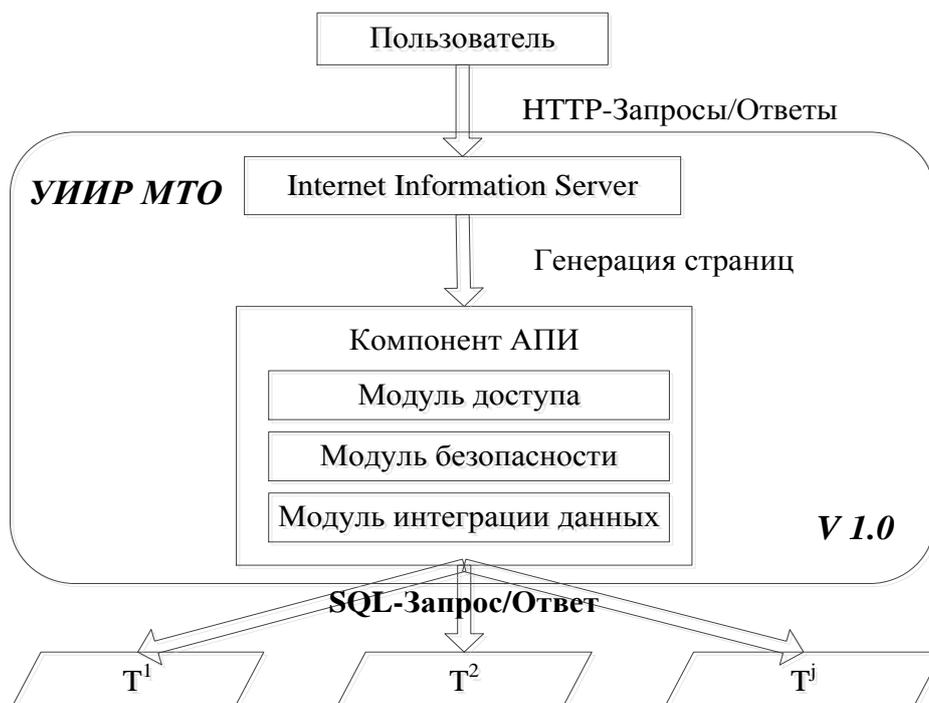


Рис. 7. Архитектура адаптивного инструментального программного средства

Общую схему инструментального средства можно разделить на три основных блока:

- компонент обеспечения доступа к интегрированным информационным ресурсам. В основе данного модуля лежит доменная служба Active Directory и Корпоративная информационная система. Идентификация пользователя проходит с использованием механизма связывания данных систем, основными идентификаторами которых являются учетная запись и табельный номер сотрудника. Кроме идентификации пользователя в операционной системе, компонент позволяет определить права доступа сотрудника предприятия к информационным ресурсам, на основании карты доступа (рис. 8);



Рис. 8. Схема доступа к интегрированным данным

- компонент обеспечения безопасности интегрированных информационных ресурсов. Основной особенностью данного модуля, кроме пунктов безопасности на уровне веб - сервера и sql – сервера, является, ведение журнала активности

серверов и анализ полученных данных. Система анализа проводит постоянный аудит, который необходим, как для сбора всей отчетности, так и для поиска и информирования об атаках и разных недочетах информационной системы. Вся информация данного модуля хранится в XML и табличном виде, что позволяет ее дальнейшую обработку и интеграцию;

- компонент интеграции информационных ресурсов из разных информационных систем. Реализация данного компонента основана на использовании словаря-справочника данных.

Проведена экспериментальная оценка метода унифицирующей интеграции информационных ресурсов межтехнологического обмена. Для оценки эффективности предлагаемых в диссертационном исследовании средств решено использовать статистику обращений к интегрируемым информационным ресурсам за 12 месяцев, в этой статистике учтено количество обращений и количество пользователей использующих информационные ресурсы (рис. 9).

Для того чтобы перевести эту статистику в числа, была проведена оценка ручных операций доступа к информационным ресурсам, которые потребовались в межтехнологическом обмене. Следует обратить внимание, что время, затрачиваемое при повторном обращении к ИР в ручном режиме, составляет около 20 минут, в то время как в автоматизированном около 2 мин. Исходя из вышесказанного, выигрыш в сокращении времени имеет порядок 10.

Количество обращений

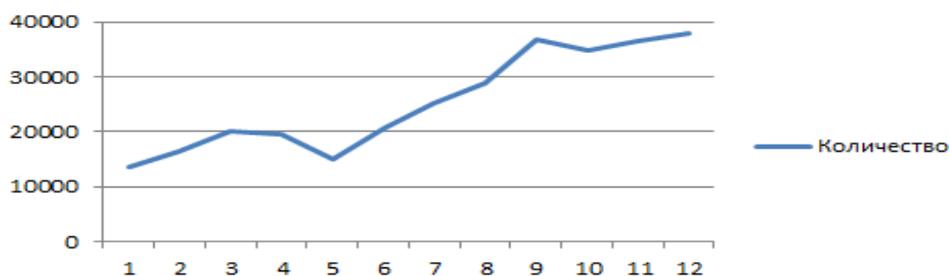
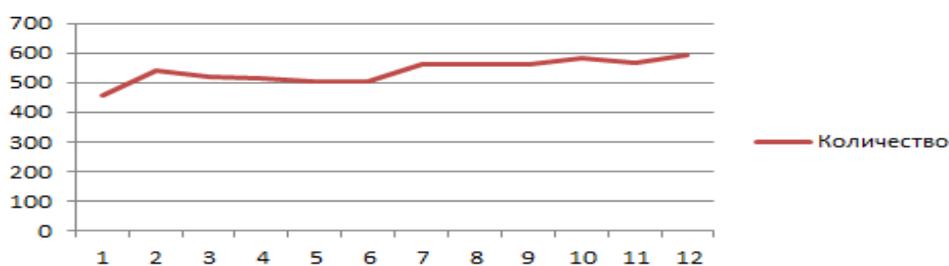


График обращений к интегрированным ИР пользователей за 12 месяцев.

Количество пользователей



Динамика обращений к ИР за 12 месяцев, с учетом зарегистрированных пользователей.

Рис. 9. Распределение количества выполнения основных операций

В заключении отражены основные результаты, полученные в данной работе.

В приложениях содержатся таблицы с информацией о списке информационных ресурсов рассматриваемого фрагмента ИП, фрагментов исходных кодов программного обеспечения, копии актов о внедрении системы.

Основные результаты работы

Подводя обобщающий итог диссертационному исследованию и практическим разработкам, реализованным на базе результатов исследований, можно утверждать следующее.

Цель исследований, направленная на уменьшение времени доступа к интегрированным информационным ресурсам, за счет рациональных механизмов выгрузки и построения метаинформационных средств, управляемого порождающей грамматикой, достигнута.

Предложена, исследована и проверена совокупность новых методик и моделей, на базе которых осуществляется унифицирующая интеграция информационных ресурсов межтехнологического обмена.

Получены новые научные результаты:

1. Модель унифицирующей интеграции информационных ресурсов межтехнологического обмена, структура метаданных и механизмы доступа которые обеспечивают эффект единого информационного источника.

2. Темпоральная модель динамики формирования, развития и использования информационных ресурсов, отражающая результат интеграции в словарях-справочниках с учетом хранения метаспецификаций информационных объектов.

3. Модель безопасности доступа к единому автоматизированному веб приложению, учитывающая динамическое назначение прав доступа и их наследование в процессах межтехнологического обмена.

4. Совокупность методик, обеспечивающих достижение интеграции информационных ресурсов межтехнологического обмена для создания единого информационного источника.

Практическую ценность составляют: разработанные средства и методы интеграции информационных ресурсов межтехнологического обмена, позволяющие организовать единый доступ пользователей к важной части информационной инфраструктуре предприятия.

ОСНОВНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Маклаев В.А., Подобрый А.Н., Соснин П.И. О подходе к интеграции информационных ресурсов в проектировании семейства автоматизированных систем // Научно-технический журнал «Автоматизация процессов управления». – №3(33). – 2013. – Ульяновск, типография ФНПЦ ОАО НПО «Марс». С. 52-60.
2. Подобрый А.Н. Модель доступа к веб-порталу на современном предприятии // Научный журнал «Известия Самарского научного центра РАН». – №4. – 2011. – Самара. С. 475-478.
3. Подобрый А.Н. Модель интеграции данных в единое информационное пространство предприятия с использованием метода N-грамм // Научный

журнал «Известия Самарского научного центра РАН». – №4. – 2012. – Самара. С. 911-916.

4. Леванова Н.В., Подобрий А.Н. Создание базы знаний «Организации» с использованием веб-технологий и консолидации данных // Научно – практический журнал «В мире научных открытий». – №8(20). – 2011. – Красноярск. – С. 12-23.

Публикации в иных изданиях

5. Подобрий А.Н. Методы интеграции корпоративных хранилищ данных // Materialy IX mezinarodni vedecko-prakticka konference "Efektivni nastroje modernich ved - 2013". - Dil 41. Moderni informacni technologie. - Praha. Publishing House "Education and Science" s.r.o 2013. S. 32-35.
6. Podobry A. Integration Method Design for Common Corporate Data Warehouses // Materialy IX Miedzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji «Europejska nauka XXI powieka – 2013». - Volume 28. Nowoczesne informacyjne technologie. - Przemysl. Nauka i studia. – С. 35-38.
7. Подобрий А.Н. Средство унифицированной интеграции корпоративных хранилищ данных // Материалы за IX международна научна практична конференция «Новината за напреднали наука – 2013». - 17-25 мая. 2013. Том 55. Съвременни технологии на информации. София. Бял ГРАД-БГ ООД 2013. - С. 51-56.
8. Подобрий А.Н. Построение корпоративного хранилища данных // Сборник научных трудов 5-й Всероссийской научно-технической конференции «Информатика и вычислительная техника». – УлГТУ. – 2013. – Ульяновск. – С. 176-183.
9. Подобрий А.Н. Проблемы интеграции корпоративных хранилищ данных // Сборник научных трудов 5-й Всероссийской научно-технической конференции «Информатика и вычислительная техника». - УлГТУ, 2013 – Ульяновск. – С.184-189.
10. Подобрий А.Н. Унифицированная интеграция корпоративных хранилищ данных для проектирования автоматизированных систем // Materialy IX Miedzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji «Europejska nauka XXI powieka – 2013». - Volume 28. Nowoczesne informacyjne technologie. - Przemysl. Nauka i studia. – С. 31–35.
11. Maklaev V., Podobry A. Approach to Uniform Integration of Corporate Data Warehouses for Designing of Computer-Aided Systems // Материалы за IX международна научна практична конференция «Новината за напреднали наука – 2013». - 17-25 мая. 2013. Том 55. Съвременни технологии на информации. София. Бял ГРАД-БГ ООД 2013. - С. 56-60.
12. Maklaev V., Podobry A., Sosnin P. On Approach to Integration of Information Resources when Designing a Family of Computer-Aided Systems // Interactive systems and technologies: the Problems of Human-Computer Interaction. Volume III. - Collection of scientific papers. - Ulyanovsk: U1STU. - 2013. - P. 212-217.

13. Баранский И.В., Подобрий А.Н. Графическое представление процессов управления // Научно-теоретический журнал «Вестник УлГТУ». - №3(55). - 2011. – Ульяновск. – С. 45-47.
14. Подобрий А.Н. Проблемы интеграции данных на современном предприятии. // Научно-теоретический журнал «Вестник УлГТУ». – №1(57). – 2012. – Ульяновск. – С. 64-65.
15. Подобрий А.Н. Web-интеграция для создания единого информационного пространства // Научно-теоретический журнал «Вестник УлГТУ». – №4(60). – 2012. – Ульяновск. – С. 40-42.
16. Маклаев В.А., Подобрий А.Н., Соснин П.И. Модель унифицирующей интеграции информационных ресурсов инструментально - технологических сред // Сборник научных трудов V Всероссийской школы-семинара "Информатика, моделирование, автоматизация проектирования" (ИМАП-2013). УлГТУ, 2013 – Ульяновск. – С. 7-16.

ПЕРЕЧЕНЬ ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

АС	Автоматизированная система	ИП	Информационное пространство
БД	База данных	ИР	Информационный ресурс
КХД	Корпоративное хранилище данных		

Подобрий Александр Николаевич

Методы и средства унифицирующей интеграции информационных ресурсов
межтехнологического обмена в автоматизированном проектировании аппаратно-программных
комплексов

Автореферат

Подписано в печать 19.11.2013. Формат 60x84/16.

Бумага писчая. Усл. печ. л. 1,17. Уч.-изд. л. 1,00.

Тираж 100 экз. Заказ 1257

Типография УлГТУ, 432027, г. Ульяновск, Северный Венец, 32.