

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

УДК 004.42

doi: 10.18101/2304-5728-2016-3-87-99

© *Е. С. Фереферов, А. Е. Хмельнов, А. С. Гаченко*

Разработка информационных систем городского хозяйства на основе декларативных спецификаций¹

Автоматизация органов местного самоуправления является сложной задачей, требующей комплексного подхода при разработке новых подсистем, их интеграции с уже существующими информационными ресурсами и дальнейшем сопровождении. В статье изложен опыт разработки автоматизированных информационных систем для администрации города Иркутска. Авторы предлагают оригинальный подход к созданию и сопровождению информационных систем для взаимодействия с реляционными базами данных и пространственными данными на основе декларативных спецификаций, позволяющий значительно сократить как время разработки и модернизации систем, так и упростить межсистемную интеграцию. Предлагаемые спецификации являются моделями информационных систем, содержащими в декларативном виде информацию о структуре данных, связях между данными, как внутри системы, так и с внешними источниками данных, способах представления данных пользователям, взаимодействия с внешними подсистемами, в том числе, с геоинформационными системами. Разработанная технология успешно применена при создании ряда информационных систем для администрации города Иркутска и их дальнейшем сопровождении.

Ключевые слова: информационные системы, геоинформационные системы, базы данных, спецификация, инструментальное средство.

© *E. S. Fereferov, A. E. Hmelnov, A. S. Gachenko*

Development of municipal economy information systems based on declarative specifications

Automation of local governments is a complex task, requiring an integrated approach in the development of new systems, their integration with existing information resources and further support. The article describes the experience in the development of automated information systems for the administration of Irkutsk, Russia. The authors propose an original approach to the creation and

¹ Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Интеграционной программы «Фундаментальные исследования и прорывные технологии как основа опережающего развития Байкальского региона и его межрегиональных связей», гранта РФФИ 16-57-44034.

supporting of information systems to interact with relational databases and spatial data based on declarative specifications. The approach is significantly reduce of time for development and modernization of information systems and simplifies of inter-system integration. The proposed specifications are models of information systems that contain information about the data structure in the declarative form, data relationships with internal and external data sources, methods for display data to users, interaction with external subsystems, including a geographic information systems. The developed technology has been successfully applied in the creation and supporting of information systems for the administration of Irkutsk, Russia.

Keywords: information systems, GIS, databases, specification, toolkit.

Введение

Проблемы жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ) являются первостепенными, стратегически важными задачами для органов местного самоуправления (ОМС), как правило, требующими комплексного анализа ситуаций и оперативного решения. В силу большого объёма разнородных задач, решаемых органами ЖКХ, их пространственной распределённости, а также высокой социальной значимости, внедрение информационных технологий в данную область крайне необходимо.

За последнее десятилетие в рамках государственных и муниципальных программ информатизации (например, «Электронное правительство», «Информационное общество», «Электронный Иркутск» и др.) разработаны и внедрены в администрациях муниципалитетов большое количество прикладных информационных систем (ИС). Вместе с тем, часто в области разработки ИС ОМС наблюдается отсутствие комплексного подхода, слабая межсистемная интеграция, дублирование данных и функций. Данная проблема является следствием законодательной необходимости разработки ИС на конкурсной основе, в результате чего подрядчики разрабатывают каждую систему индивидуально без учета мнения друг друга. В результате, информационно-аналитическая среда ОМС представляет собой набор ИС, реализованных в разных системах программирования и платформах, ориентированных на разные технологии доступа и представления данных, иногда использующих разные системы управления базами данных (СУБД).

Для преодоления проблем разрозненности ИС, их слабой интеграции в настоящее время на государственном уровне формируются требования к межсистемному обмену данными. Данные требования изложены в рамках единой системы межведомственного электронного взаимодействия (СМЭВ) [1]. Также, учитывая частую потребность в модификации ИС, связанную, например, с изменениями в законодательстве, для разработки муниципальных ИС необходимы технологии, обеспечивающие гибкую модернизацию систем. В качестве такой технологии можно привести пример коммерческой платформы SMART-KIT [2].

1. Технология создания информационных систем на основе декларативных спецификаций

Для создания и развития ряда ИС ЖКХ города Иркутска была применена разработанная авторами технология создания приложений баз данных (ПБД) на основе декларативных спецификаций [3, 4]. В рамках данной технологии спецификации являются средством представления и хранения моделей ПБД. При этом спецификации содержат минимально необходимую информацию о структуре ПБД, которой, однако, оказывается достаточно для автоматической реализации приложения, и, в частности, создания пользовательских интерфейсов, обеспечения выполнения CRUD-функций, построения пользовательских запросов, поддержки взаимодействия с пространственными данными, а также организации взаимодействия с внешними подключаемыми модулями для решения специфических задач. Декларативные спецификации удобны своей компактностью, при этом обладают предметной ориентированностью и выразительностью, а также широкой возможностью интерпретации различными трансформационными и другими процедурами. Кроме того, представление моделей в виде спецификаций позволяет поддержать модульную разработку ПБД – интегрировать готовые спецификации приложений для работы с частью БД при разработке новых, более масштабных систем.

Взаимодействие пользователя с данными в рамках предлагаемой технологии осуществляется через настраиваемое при помощи спецификации ПБД универсальное автоматизированное рабочее место (АРМ) – «Гео-АРМ», реализующее пользовательский интерфейс доступа к БД, а также картографический модуль [5] для доступа к пространственным данным и подключаемые внешние модули (Plugin), расширяющие функциональные возможности универсального АРМ. Рассматриваемая технология может использоваться, как при разработке системы с нуля, так и при создании приложения для работы с существующей БД. Т.е. здесь не накладываются существенные ограничения на способ организации БД, как это происходит, например, при использовании EAV-подхода [6], поэтому во многих случаях возможна разработка ИС под существующую БД с сохранением совместимости с унаследованными приложениями, использующими эту БД для решения других задач.

Процесс создания ИС в рамках предлагаемой технологии состоит из четырёх этапов. Первый этап – проектирование: анализ предметной области, функциональных требований, бизнес-процессов. Далее следует этап проектирования БД, результатом которого является схема БД для разрабатываемой системы, реализованная в определённой СУБД (например, СУБД MS SQL Server, Oracle).

На третьем этапе с применением инструментальной системы «Гео-АРМ» строится модель ПБД. При этом в качестве входных данных используются метаданные о структуре БД (схема БД), хранящиеся в СУБД. Схема данных является уже структурированными знаниями о сущностях и связях между ними, но этих знаний недостаточно для создания полно-

ценного ПБД. Структурную информацию БД необходимо расширить знаниями о способах представления информации пользователю и способах интерпретации связей между таблицами.

При построении модели данных в рассматриваемой технологии имеется некоторое сходство с реализациями концепции MVC [7], но при этом предлагаемая модель ПБД содержит не только структурную информацию (схему БД), как в MVC, но и информацию о способе представления данных пользователю, что в концепции MVC строго выделяется в отдельный уровень. Кроме того, в модели ПБД могут содержаться связи с ПД и способы взаимодействия с внешними ПС. Отличием предлагаемой технологии от MDA является отсутствие в ней процессов генерации и компиляции программного кода. Основные усилия по созданию ИС направлены на построение спецификаций ПБД.

На четвёртом этапе при помощи спецификации ГеоАРМ автоматически настраивается, становясь прикладной ИС, обеспечивающей поддержку всех функций работы с БД, а также возможность взаимодействия с пространственной информацией. Весь пользовательский интерфейс ИС формируется динамически при интерпретации спецификации системой «ГеоАРМ». Преимущества такого подхода состоят в отсутствии необходимости специально разрабатывать формы пользовательского интерфейса (создавать элементы интерфейса, связывать их с данными, компилировать, отлаживать) для каждой таблицы и представления. Механизм создания элементов пользовательского интерфейса, связывания их со структурами данных унифицирован и встроен в интерпретатор системы. Интеграция функций создания спецификаций и их интерпретации в одной системе даёт возможность сразу оценивать адекватность модели ПБД и позволяет существенно повысить скорость разработки в целом.

Развитие и модернизация ИС, используя предлагаемую технологию, упрощается за счёт отсутствия потребности в изменении программного кода, его отладки и компиляции с применением специализированных средств разработки ПО. Разработанная инструментальная система обеспечивает поддержку, как создания, так и модернизации спецификации ПБД за счёт встроенных визуальных инструментальных средств формирования спецификаций, что позволяет сократить сроки доработки ИС на каждом этапе жизненного цикла системы.

2. Разработка информационных систем жилищно-коммунального г. Иркутска

Единый общегородской регистр адресов объектов недвижимости

Практически все объекты ЖКХ (дома, квартиры, дороги, сети) являются объектами городской инфраструктуры и, соответственно, имеют пространственные характеристики: адрес, координаты. Горожане, в чьих интересах работают ОМС, помимо ФИО, также идентифицируются адресом прописки. Следовательно, ведение актуального адресного реестра в рам-

ках автоматизации функций подразделений ЖКХ, является одной из базовых задач.

Разработанная авторами ИС «Единый общегородской регистр адресов объектов недвижимости» (ЕОРАОН) является базовым информационным ресурсом, содержащим адресную информацию об объектах хозяйственной деятельности администрации г. Иркутска, которая регулярно актуализируется на основе документов о вводе зданий в эксплуатацию и присвоению им адресов. Данные ЕОРАОН являются юридически значимыми. Интеграция с данной информационной системой избавляет от необходимости ведения адресных справочников в разрабатываемых системах и упрощает межсистемную интеграцию с подсистемами администрации г. Иркутска, использующими ту же адресную инфраструктуру.

База данных ИС ЕОРАОН разработана под СУБД MS SQL Server и имеет достаточно простую структуру – состоит из шести основных таблиц: «Округа», «Жилые массивы», «Типы улиц», «Улицы», «Адреса», «Здания». Из особенностей структуры необходимо отметить наличие в таблицах «Адреса» и «Здания» логического атрибута «Предварительный», позволяющего учитывать строения на стадии проектирования. Также в БД ЕОРАОН отслеживается информация об изменении статуса адресных характеристик зданий (новое, изменено, аннулировано). Учёт в системе данных признаков связан с тесной интеграцией ЕОРАОН с ведением слоёв муниципальных ГИС г. Иркутска – Цифровой топоосновы и Адресного плана г. Иркутска. Цифровая топооснова содержит точную информацию (только для служебного пользования) обо всех объектах городской инфраструктуры (здания, дороги, сети). Запись в БД ЕОРАОН о каждом строении связана с объектом Цифровой топоосновы, что позволяет строить тематические слои (например, снесенные здания), а также с применением правил трансформации генерировать Адресный план – разгруженную цифровую карту города для открытого доступа.

Пользовательский интерфейс ИС ЕОРАОН формируется автоматически в ГеоАРМ на основе созданной спецификации. При этом обеспечивается как ведение самих базовых адресных справочников, так и работа с Адресным планом через картографический модуль. Спецификация ИС ЕОРАОН используется в других ИС, построенных в той же технологии, а также для функционирования web-системы «ГИС Инвестора г. Иркутска» [8].

Автоматизированная информационная система «Управление многоквартирными домами» (АИС УМД) создавалась с целью с обеспечения органов местного самоуправления, физических и юридических лиц достоверными сведениями, повышения эффективности подготовки и обоснованности принятия управленческих решений администрацией г. Иркутска по вопросам управления жилищно-коммунальным хозяйством, в частности, управления многоквартирными домами (МД), расположенными на территории г. Иркутска. Создание АИС УМД было нацелено на решение следующих задач: создание общего банка достоверной ин-

формации, обеспечивающего обработку, надежное централизованное хранение и оперативный поиск электронных документов и информации, связанной с управлением многоквартирными домами органов местного самоуправления г. Иркутска, физических и юридических лиц; автоматизация процессов сбора, обработки, представления информации в сфере управления многоквартирными домами; автоматизация процессов подготовки документации и учета результатов проведения общих собраний в многоквартирных домах по вопросам определения способа управления МД и выбора управляющей организации; автоматизация процессов подготовки конкурсной документации для проведения открытых конкурсов по выбору управляющих организаций; автоматизация расчета платы за пользование жилым помещением для нанимателей по договорам социального найма; улучшение качества обработки тематической информации, повышение оперативности обмена информацией, сокращение непроизводительных операций по поиску, обработке и оформлению жилищно-коммунальной документации; обеспечение контроля за деятельностью организаций, управляющих многоквартирными домами; оперативное представление информации в сфере жилищно-коммунального хозяйства вышестоящим органам и смежным подразделениям.

Технические требования на создание АИС УМД регламентировали создание многопользовательской информационной системы, работающей под ОС семейства MS Windows, обладающей возможностью гибкой модернизации в условиях меняющегося законодательства в сфере ЖКХ и обеспечивающей информационный обмен со смежными прикладными программными системами подразделений администрации г. Иркутска. Исходя из технических возможностей информационно-вычислительной инфраструктуры администрации г. Иркутска, было принято решение разработать информационную систему с клиент-серверной архитектурой. В качестве СУБД была выбрана MS SQL Server. Для разработки программного обеспечения ИС УМД была применена инструментальная система ГеоАРМ, как отвечающая требованиям методологий инкрементальной спиральной разработки и обеспечивающая возможность гибкой модернизации, не требующей переработки и компиляции программного кода.

АИС «Управления многоквартирными домами» имеет достаточно сложную структуру. По составу информации и решаемым задачам в АИС УМД условно выделены шесть подсистем, обеспечивающих автоматизацию соответствующих функций: «Многоквартирные дома», «Обеспечение конкурсов по выбору управляющей организации», «Муниципальная собственность в МД», «Управляющие организации», «Капитальный ремонт», «Земельные участки МД». База данных АИС УМД насчитывает порядка 90 таблиц и представлений. При помощи инструментального средства ГеоАРМ разработана спецификация АИС УМД, содержащая описание объектов всех подсистем, а также связи с внешними ИС администрации г. Иркутска. Взаимодействие АИС УМД с внешними ИС представлено на рис. 1.

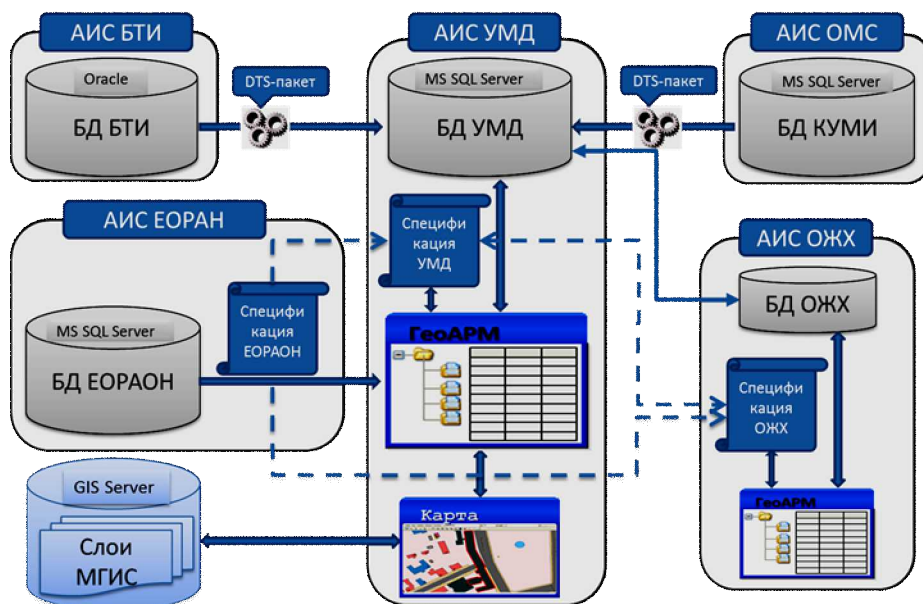


Рис. 1. Взаимодействие АИС УМД со смежными системами

Взаимодействие АИС УМД с ИС ЕОРАОН реализовано в on-line режиме, для чего средствами MS SQL Server созданы связи (Link). Поскольку системы реализованы в одной технологии, для доступа к адресным справочникам из АИС УМД было достаточно указать в спецификации УМД ссылку на спецификацию ЕОРАОН. При этом надо отметить, что для идентификации МД адреса или записи о здании недостаточно. По одному адресу может быть несколько строений, не все из которых многоквартирные, при этом они могут относиться к разным МД. Понятие «Многоквартирный дом» является организационным, т.е. сами жильцы на основе общих интересов определяют состав МД. Например, в Иркутске по одному адресу находятся 20 многоквартирных строений, из которых жильцы сформировали 6 отдельных МД. Сущность «Многоквартирные дома» ведётся непосредственно в БД УМД.

Взаимодействие с АИС «Бюро технической инвентаризации» (БД БТИ) обеспечивает поступление в АИС УМД технических характеристик зданий и помещений многоквартирных домов. Такая информация позволяет автоматизировать подготовку документации для проведения мероприятий (собрания, конкурсы) по определению способа управления и организации, управляющей МД, а также позволяет автоматизировать расчеты средств, необходимых для капитальных ремонтов МД. Поступление данных из АИС БТИ реализовано через DTS-пакеты (Data Transformation Services), что обусловлено необходимостью взаимодействия разнородных СУБД (Oracle и MS SQL Server), а также необходимостью трансформации поступающих данных в целевую структуру БД УМД.

Информация, поступающая из АИС «Объекты муниципальной собственности г. Иркутска» (ОМС) позволяет обеспечить сотрудников, работающих с АИС УМД, данными о наличии помещений в МД, находящихся в муниципальной собственности, что позволяет автоматизировать расчеты компенсаций по оплате содержания данных помещений из бюджета города, подготовку документов для представления интересов города Иркутска при проведении мероприятий по определению способа и организаций, управляющих МД. Межсистемное взаимодействие организовано на уровне СУБД, созданы связи (Link) между серверами (MS SQL Server) и разработан DTS-пакет для трансформации данных из БД «Объекты муниципальной собственности г. Иркутска» в структуру БД УМД. В частности, трансформация данных необходима в связи с отличием структуры адресных справочников, используемых в системах.

Подсистема «Многоквартирные дома» АИС УМД (рис. 2) обеспечивает формирование объектов «Многоквартирный дом» ведение и интеграцию всей информации, в том числе из смежных подсистем, по каждому МД – технические характеристики, проведённые собрания, выбранный способ управления, управляющая организация, муниципальная собственность в доме, капитальный ремонт и т.д.

Подсистема «Обеспечение конкурсов по выбору управляющей организации» предназначена для решения задач сопровождения и обеспечения мероприятий по определению способа управления и организации управляющей многоквартирным домом (в рамках ст. 161 ЖК РФ), а также учета результатов этих мероприятий. Подсистема обеспечивает автоматизацию функций по формированию конкурсного пакета документов по МД, для чего разработаны соответствующие шаблоны документов и реализован вызов строителя отчётов [5].

Подсистема «Капитальный ремонт» обеспечивает информационное сопровождение планирования мероприятий по капитальному ремонту многоквартирных домов и состоит из «Реестра капитального ремонта МД», списков «Работы» и «Оценки соответствия критериям отбора», а также сводного табличного отчёта «Капремонт». Процедура планирования программы капитального ремонта МД заключается в формировании списка необходимых работ для конкретных многоквартирных домов. При этом в реестре ремонта для каждого МД задаётся список необходимых работ, а также оценки соответствия критериям и их значимость в виде баллов. В результате АИС УМД обеспечивает автоматический расчёт необходимой суммы для ремонта и суммы баллов значимости ремонта, что позволяет отбирать для программы капитального ремонта МД, ремонт в которых принесёт наибольший эффект. Также система позволяет формировать отчёт по капитальному ремонту согласно форме п. 3 ст. 15 185-ФЗ, отправляемый в вышестоящие органы местного самоуправления.

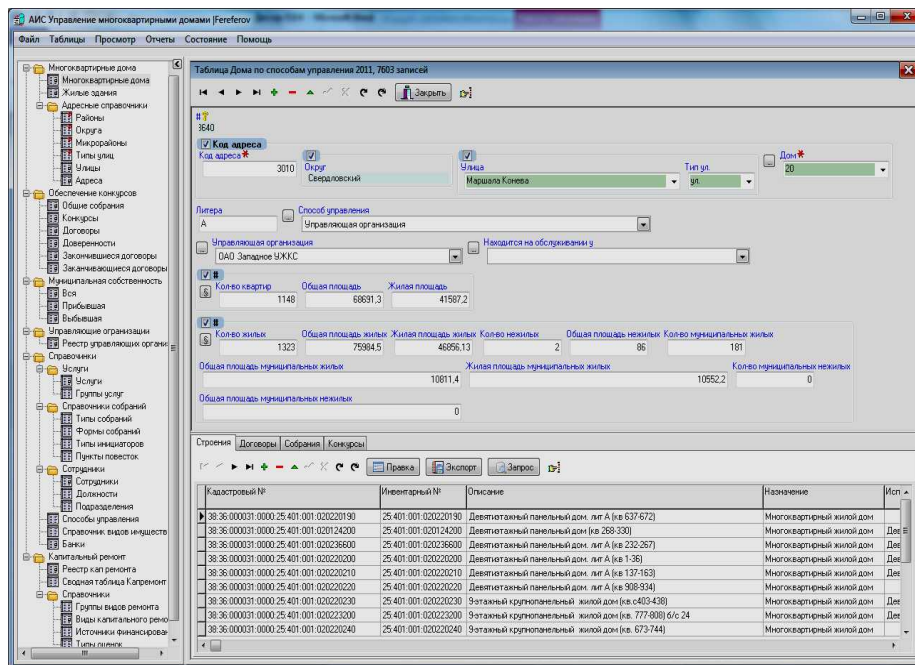


Рис. 2. АИС УМД

Подсистема «Земельные участки МД» (рис. 3) нацелена на решение задач, связанных с пространственно-распределёнными объектами и реализована с применением подсистемы «Карта» [5] для работы с Адресным планом города. Подсистема «Карта», кроме стандартных ГИС-функций, реализует функции поиска зданий по адресу и привязки объектов карты с записями БД, отображение на карте результатов запросов к БД. Для решения задач управления многоквартирными домами, таких как учет придомовых территорий МД, определение зон уборки придомовых территорий, определения точек ввода сетей снабжения в МД, принятия решений по установке детских и спортивных площадок, был создан специальный слой «Многоквартирные дома».

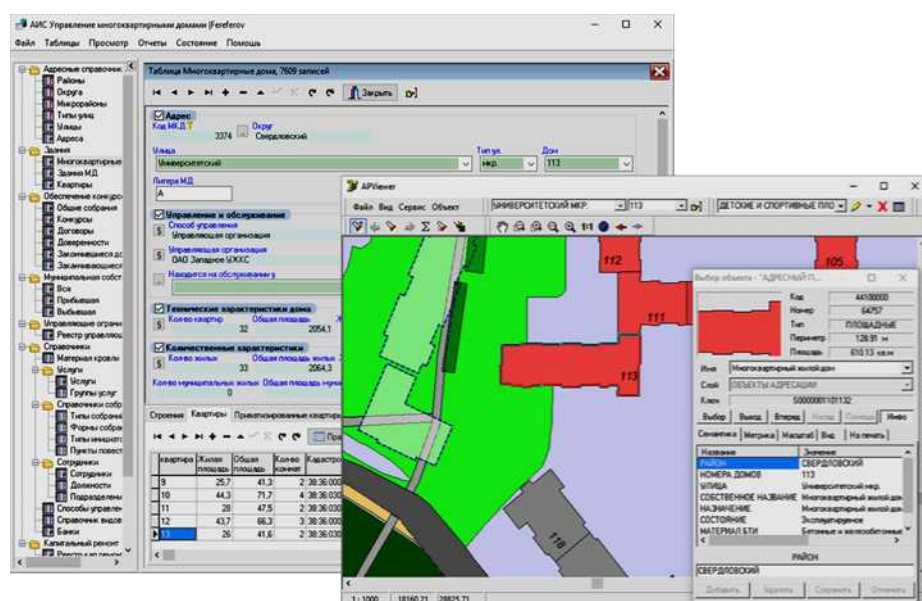


Рис.3. Взаимодействие с подсистемой «Карта»

Автоматизированная информационная система «Отдел жилищно-го хозяйства» (АИС ОЖХ) предназначена для повышения эффективности подготовки и обоснованности принятия управленческих решений в отделах жилищного хозяйства комитетов по управлению муниципальными округами г. Иркутска. В перечень задач отделов жилищного хозяйства входят: ведение информации по жилищному фонду города, учет перепланировок в жилых (нежилых) помещениях, перевод жилого фонда в нежилой (нежилого в жилой), контроль за состоянием жилищного фонда и подготовка предложений по его ремонту, осуществление муниципального контроля в области жилищно-коммунального хозяйства.

Учитывая полученный опыт разработки муниципальных информационных систем, в частности, потребность в гибкой модернизации для учёта частых изменений в законодательстве, было принято решение разрабатывать АИС «Отдел жилищного хозяйства» в технологии создания информационных систем на основе декларативных спецификаций. Также необходимо отметить тесную связь задач решаемых в АИС ОЖХ с задачами АИС УМД – большая часть сущностей совпадает (многоквартирные дома, помещения в зданиях, управляющие организации). Для поддержки работы с адресной инфраструктурой и информацией о МД в спецификации АИС ОЖХ были настроены ссылки на спецификации этих систем, что обеспечило автоматическое формирование пользовательского интерфейса доступа к данной информации. Доступ на уровне СУБД реализован через связи (Link) между серверами.

При помощи инструментального средства ГеоАРМ была разработана спецификация АИС ОЖХ, обеспечивающая автоматическое формирование пользовательского интерфейса для ведения следующих реестров:

«Реестр перепланировки», «Реестр перевода», «Реестр ремонта», «План проверок», «Реестр контроля», а также ведение соответствующих справочников. Значимую часть задач, выполняемых в отделах жилищного хозяйства, составляет рутинная работа по подготовке документов по согласованию перевода и перепланировки жилого/нежилого фонда, а также подготовке сводной отчетности, в том числе в области муниципального контроля. Для автоматизации подготовки документов был применён генератор отчётов [9]. Данный построитель отчётов генерирует документы на основе спецификаций сущностей ИС и шаблонов в MS Word, содержащих метки форматирования данных. Метки форматирования позволяют задать трансформацию (например, склонение по падежам) данных, поступающих из таблиц БД. Генератор отчётов является надстройкой (внешней программой), вызываемой из ГеоАРМ. Возможность подготовки шаблонов документов в широкоизвестном редакторе MS Word даёт возможность пользователям самостоятельно их редактировать, что особенно актуально в ОМС, где происходят частые изменения уполномоченных лиц, подписывающих те или иные документы. Всего для ИС ОЖХ было подготовлено более 30 шаблонов документов.

Заключение

Разработанная авторами технология создания ИС на основе декларативных спецификаций на практике доказала свою эффективность в решении задач автоматизации создания информационных систем жилищно-коммунального хозяйства органов местного самоуправления. Возможности гибкой модернизации ИС без переработки программного кода, а также применение ранее разработанных спецификаций ИС значительно сокращает время на создание новых ИС, упрощает их сопровождение и позволяет формировать единое информационно-аналитическое пространство в ОМС. Также технология была применена для создания систем поддержки научных исследований в рамках Интеграционной программы «Фундаментальные исследования и прорывные технологии как основа опережающего развития Байкальского региона и его межрегиональных связей».

Литература

1. Система межведомственного взаимодействия. URL: <https://smev.gosuslugi.ru/portal/>.
2. SMART-KIT. URL: <http://smart-kit.org/>.
3. Фереферов Е. С., Хмельнов А. Е. Автоматизация создания пользовательского интерфейса на основе модели приложения баз данных // Вестник Бурятского государственного университета. — 2013. — № 9. — С. 100 – 118.
4. Фереферов Е. С., Бычков И. В., Хмельнов А. Е. Технология разработки приложений баз данных на основе декларативных спецификаций // Вычислительные технологии. — 2014. — Т. 19, № 5. — С. 85 – 100.

5. Фереферов Е. С., Новицкий Ю. А., Хмельнов А. Е., Ружников Г. М. Технология интеграции геоинформационных функций в информационные системы // Вестник Бурятского государственного университета. — 2012. — № 9. — С. 59 – 63.

6. Introduction to EAV Model in Magento// Magento Planet. URL: <http://magentoplanet.wordpress.com/2014/03/19/introduction-to-eav-model-in-magento/>.

7. Martin Fowler. Patterns of Enterprise Application Architecture. — Addison-Wesley Professional, 2003. — P. 533.

8. Ружников Г. М., Хмельнов А. Е., Гаченко А. С. Создание и развитие ГИС «Инвестора» г. Иркутска // Вестник Бурятского государственного университета. — 2013. — № 9. — С. 76 – 80.

9. Фереферов Е. С., Хмельнов А. Е. Технология создания отчетов с использованием метаописаний структур БД и шаблонов, содержащих метки форматирования данных // Материалы конференции «Ляпуновские чтения». — Иркутск, 2008. — С. 53 – 54.

References

1. Sistema mezhvedomstvennogo vzaimodejstviya. URL: <https://smev.gosuslugi.ru/portal/>.

2. SMART-KIT. URL: <http://smart-kit.org/>.

3. Fereferov E. S., Hmel'nov A. E. Avtomatizacija sozdaniya pol'zovatel'skogo interfejsa na osnove modeli prilozhenija baz dannyh // Vestnik Burjatskogo gosudarstvennogo universiteta. — 2013. — № 9. — S. 100 – 118.

4. Fereferov E. S., Bychkov I. V., Hmel'nov A. E. Tehnologija razrabotki prilozhenij baz dannyh na osnove deklarativnyh specifikacij // Vychislitel'nye tehnologii. — 2014. — T. 19, № 5. — S. 85 – 100.

5. Fereferov E. S., Novickij Ju. A., Hmel'nov A. E., Ruzhnikov G. M. Tehnologija integracii geoinformacionnyh funkcij v informacionnye sistemy // Vestnik Burjatskogo gosudarstvennogo universiteta. — 2012. — № 9. — S. 59 – 63.

6. Introduction to EAV Model in Magento// Magento Planet. URL: <http://magentoplanet.wordpress.com/2014/03/19/introduction-to-eav-model-in-magento/>.

7. Martin Fowler. Patterns of Enterprise Application Architecture. — Addison-Wesley Professional, 2003. — P. 533.

8. Ruzhnikov G. M., Hmel'nov A. E., Gachenko A. S. Sozdanie i razvitie GIS «Investora» g. Irkutskaja // Vestnik Burjatskogo gosudarstvennogo universiteta. — 2013. — № 9. — S. 76 – 80.

9. Fereferov E. S., Hmel'nov A. E. Tehnologija sozdaniya otchjotov s ispol'zovaniem metaopisanij struktur BD i shablonov, soderzhashhih metki formatirovaniya dannyh // Materialy konferencii «Ljapunovskie chtenija». — Irkutsk, 2008. — S. 53 – 54.

Е. С. Фереферов, А. Е. Хмельнов, А. С. Гаченко. Разработка информационных систем городского хозяйства на основе декларативных спецификаций

Фереферов Евгений Сергеевич, кандидат технических наук, учёный секретарь ИДСТУ СО РАН, ведущий научный сотрудник ИНЦ СО РАН, e-mail: fereferov@icc.ru.

Хмельнов Алексей Евгеньевич, кандидат технических наук, зам. директора ИДСТУ СО РАН, ведущий научный сотрудник ИНЦ СО РАН, e-mail: hmelnov@icc.ru.

Гаченко Андрей Сергеевич, кандидат технических наук, старший научный сотрудник ИДСТУ СО РАН, старший научный сотрудник ИНЦ СО РАН, e-mail: gachenko@icc.ru.

Fereferov Evgeniy Sergeevich, PhD, scientific secretary of Institute for System Dynamics and Control Theory of SB RAS, Leading Researcher of The Irkutsk Scientific Center of SB RAS.

Hmelnov Alexey Evgenievich, PhD of Institute for System Dynamics and Control Theory of SB RAS, Leading Researcher of The Irkutsk Scientific Center of SB RAS.

Gachenko Andrey Sergeevich, PhD, Senior Researcher of Institute for System Dynamics and Control Theory of SB RAS, Senior Researcher of The Irkutsk Scientific Center of SB RAS.