

УДК 004.31

## Объектно-событийная модель интеграции данных в информационных системах муниципального управления

Е.Р. Пантелеев, д-р техн. наук, Е.Б. Игнатьев, канд. техн. наук, А.Л. Арhipов, асп.

**Предложен подход к решению проблемы интеграции данных в системах муниципального управления, основанный на событийном взаимодействии компонентов сервис-ориентированных архитектур. Определены основные компоненты архитектуры, реляционная модель их взаимосвязей и сценарии взаимодействия. Рассмотрен пример реализации.**

*Ключевые слова:* территориально-распределенные технические системы, распределенная база данных, интеграция, сервис-ориентированная архитектура.

## Object-event model of data integration in the information systems for municipal governance

E.R. Panteleev, E.B. Ignatev, A.L. Arhipov

**An approach to the solution of the problem of data integration in the municipal governance systems based on event-based interaction of service oriented architecture components is provided. Fundamental components of this architecture, relation model and scripts of their cooperation are defined. An example of its implementation is included.**

*Key words:* geographically-distributed technical systems, distributed database, integration, service oriented architecture.

Проблема целостного представления сложных процессов управления муниципальным образованием возникает из-за ведомственной декомпозиции этих процессов. Согласно Федеральному закону № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации», полномочия обладателя информации осуществляются органами местного самоуправления в пределах их полномочий, установленных соответствующими нормативными правовыми актами. Как обладатель информации (далее – центр компетенции), муниципальное образование вправе разрешать или ограничивать доступ к информации, определять порядок и условия такого доступа. Между тем автоматизация деятельности отдельных организаций в этой ситуации не приводит к качественному улучшению системы управления территорией в целом [1], так как для принятия обоснованных решений необходим доступ к актуальной информации, распределенной между несколькими ее обладателями. Поэтому серьезной проблемой муниципальной информатизации является отсутствие технической инфраструктуры, которая бы обеспечивала, при безусловном соответствии действующей нормативной базе, целостное и актуальное состояние распределенной базы данных и доступ к ее содержимому для всех ведомственных структур и организаций. Возможны два подхода к решению этой проблемы [2].

Первый предполагает интеграцию на уровне данных (автономное приложение «не знает» о процессах, протекающих в других компонентах системы), второй – на программном уровне (автономное приложение «умеет» генерировать события, связанные с изменением его информационного состояния, и реагировать на изменение состояния других приложений). Примером реализации первого варианта может служить Центр обработки муниципальной информации (ЦОМИ) [1]. Данное решение предусматривает три варианта обмена данными: на

уровне файлов обменного формата, на уровне запросов к базе данных ЦОМИ и на уровне обмена через интернет-портал. Однако, поскольку в реализации такого подхода ключевую роль играет человеческий фактор, интеграция на уровне данных не приводит к образованию единой системы. Поэтому следует сосредоточиться на варианте программной интеграции, обеспечивающем взаимодействие центров компетенции в целях поддержания логически целостной, но физически распределенной и неоднородной базы данных.

Предлагаемая объектно-событийная модель информационной интеграции<sup>1</sup> представляет собой систему информационных объектов, сопоставленных центрам компетенции (коммунальным службам, предприятиям, администрации муниципального образования), которые обмениваются сообщениями в моменты возникновения событий, изменяющих их состояние. Открытость предложенной архитектуры обеспечивается наличием:

- разделяемой модели данных и определенного на этой модели множества фильтров, формализующего права центров компетенции на доступ к этим данным;
- специального программного объекта – маршрутизатора, поставляемого в составе предлагаемого решения; его назначение состоит в обеспечении транзита сообщений между зарегистрированными в его базе данных центрами компетенций.

Программное обеспечение центра компетенции (разрабатывается при внедрении системы в соответствии с описанным далее интерфейсом) информирует о происшедшем событии маршрутизатор, а маршрутизатор, в свою очередь, уведомляет о нем остальные объекты. Таким образом, маршрутиза-

<sup>1</sup> Данное решение относится к классу ESB – Enterprise Service Bar (сервисная шина предприятия)

тор является системообразующим компонентом, который хранит необходимую информацию о структуре системы в своей базе данных, определяет структуру информационных связей центров компетенции, а также права каждого из них на доступ к структуре данных события. Программный интерфейс всех агентов системы (маршрутизатора и центров компетенции) представлен единственным методом: `string mgProcessMessage (string message)`. Этот метод принимает текстовую строку, содержащую xml-документ (сообщение), и возвращает текстовую строку, также содержащую xml-документ (код и расшифровку ошибки обработки сообщения).

Таким образом, программный интерфейс и разделяемая модель данных – единственные соглашения, которые должен соблюдать добавленный в систему объект. Все агенты системы предоставляют свои программные интерфейсы с помощью web-сервисов.

Информационную основу алгоритма синхронизации состояния информационных объектов, исполняемого маршрутизатором, составляет реляционная модель, в основу которой положены следующие базовые отношения:

$$U_1 : E \times C \rightarrow W_1,$$

где  $U_1$  – отображение, множеством значений которого является множество сообщений центра компетенции  $W_1$ , определенное на декартовом произведении множеств сообщений  $E$  и центров компетенции  $C$ ; устанавливает для маршрутизатора распределение прав центров компетенции на рассылку сообщений;

$$U_2 : E \times F \rightarrow W_2,$$

где  $U_2$  – отображение, множеством значений которого является множество фильтров сообщения  $W_2$ , определенное на декартовом произведении множеств сообщений  $E$  и фильтров  $F$ ; устанавливает для маршрутизатора распределение прав центров компетенции на доступ к информации, содержащейся в сообщениях;

$$U_3 : W_1 \times W_2 \times C \rightarrow W_3,$$

где  $U_3$  – отображение, множеством значений которого является множество адресов рассылки сообщения  $W_3$ , определенное на декартовом произведении множеств  $W_1$ ,  $W_2$  и  $C$ ; устанавливает для маршрутизатора схемы рассылки фильтрованных сообщений;

$$U_4 : W_1 \times E \rightarrow W_4,$$

где  $U_4$  – отображение, множеством значений которого является множество  $W_4$  информационных условий возникновения события, определенное на декартовом произведении множеств  $W_1$  и  $E$  (условия возникновения событий).

Соответствующая реляционная модель сервис-ориентированной интеграции представлена на рис. 1.

Каждое из исходящих сообщений представлено xml-документом (рис. 2). Пакет сообщений агента-источника agentOne состоит из предметно-инвариантной оболочки и предметно-ориентированных сообщений (messages\message

data) и фильтров (filters). В приведенном примере пакет включает 2 сообщения.

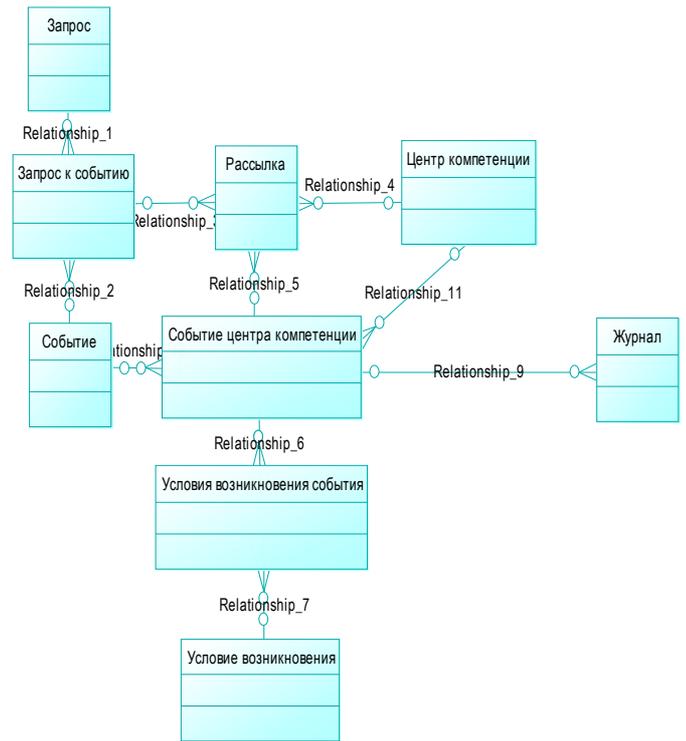


Рис. 1. Информационная модель сервис-ориентированной интеграции

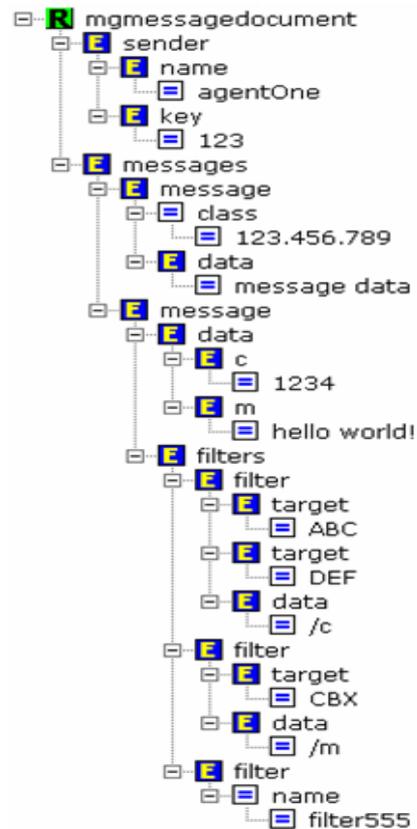


Рис. 2. Структура пакета сообщений: sender – идентифицирует агент-источник события; messages – содержит сообщения источника (message); data – данные сообщения; filters – фильтры (filter) для сообщения; target – адресат фильтрованного сообщения

Рассмотрим сначала инвариантные составляющие пакета. Для первого сообщения указан класс 123.456.789. Иерархический классификатор сообщений позволяет систематизировать фильтры, зарегистрированные для них в системе. Второе сообщение содержит данные `<c>1234</c><m>hello world!</m>`. К ним применяются фильтры, не зарегистрированные в системе. Они указаны в теле сообщения. Первый фильтр содержит xpath «/c», результатом его применения к сообщению является xml-документ, содержащий строку «1234». Этот документ рассылается агентам «ABC» и «DEF». Вторым фильтром содержит xpath «/m», результатом его применения к сообщению является документ со строкой hello world!. Этот документ отсылается агенту СВХ. Для третьего фильтра указано имя filter555. К сообщению применяется зарегистрированный в системе фильтр (имеющийся в базе данных маршрутизатора) с именем filter555.

Предметное наполнение сообщений проиллюстрируем следующим примером. Муниципальное учреждение «Многофункциональный центр предоставления муниципальных услуг в городе Иванове» (МУ МФЦ) имеет подразделение «Служба Адресного реестра». Эта служба отвечает за ведение Адресного реестра и дежурного адресного плана города Иванова, присвоение адресов объектам недвижимости и представление информации об адресах в городе Иванове. С позиций интеграции, служба Адресного реестра является центром компетенции, отвечающей за рассылку сообщений об изменении состояния БД Адресного реестра. Подписчиками на изменения в Адресном реестре могут быть, например:

- Ивановский городской комитет по управлению имуществом;
- Управление архитектуры и градостроительства Администрации города Иванова;
- Ивановский филиал ФГУП «Ростехинвентаризация – Федеральное БТИ»;
- Автоматизированная система «Муниципальный регистр населения» МУ МФЦ и др.

Фрагмент сообщения маршрутизатору о появлении нового адреса объекта недвижимости показан на рис. 3.

Для сообщений, посылаемых Автоматизированной системе «Муниципальный регистр населения» МУ МФЦ, в настройках маршрутизатора должен быть указан фильтр:

```
data [CADASTRAL_NUMBER=NULL] condition
[ADDRESS_FUNCTIONALITY_CODE=1 and
ADDRESS_STATUS_ID=1].
```

То есть будут передаваться изменения в Адресном реестре, касающиеся только постоянных адресов жилых зданий. При этом содержимое поля «кадастровый номер» не пересылается.

Каждый из центров компетенции С представлен wsdl-файлом, идентифицирующим его адрес в сети и способ доступа к операциям приема сообщений.

Процедурная модель обмена сообщениями между объектами представлена в виде раскрашенной сети Петри (PCП) [3]. В отличие от черно-белых сетей, каждый маркер раскрашенной сети представляет собой экземпляр типизированных данных. В модели определены следующие базовые типы данных: id – идентификатор, определяющий тип сообщения; data – тело сообщения (структурированный документ); mask – фильтр, ограничивающий права доступа получателя сообщения; address – сетевой

адрес объекта-получателя (центра компетенции). На множестве базовых типов определены производные структуры: (id,data) – отправленное сообщение; (id, data\*mask) – принятое фильтрованное сообщение; (id,address) – адрес рассылки сообщения; (id, address\*mask) – фильтр сообщения по типу и адресу; (id, data\*address\*mask) – фильтрованное сообщение по адресу. Кроме того, на PCП, помимо *необходимых* условий активности переходов:

$$\forall p \in In(t) : \mu(p) \geq a(p,t),$$

где  $p$  – позиция PCП;  $t$  – переход PCП;  $In(t)$  – множество входных позиций для перехода  $t$ ;  $\mu(p)$  – функция разметки позиции  $p$ ;  $a(p,t)$  – кратность дуги между  $p$  и  $t$ , на дугах PCП определены *достаточные* условия активности переходов в терминах значений цветных маркеров. Эти значения должны унифицироваться между собой по правилам логического программирования (константа унифицируется сама с собой и со свободной переменной; связанная переменная унифицируется со свободной переменной) [4]. Условия унификации используются в предложенной модели, например, для того, чтобы выполнить рассылку (фильтрацию) сообщений заданного типа.

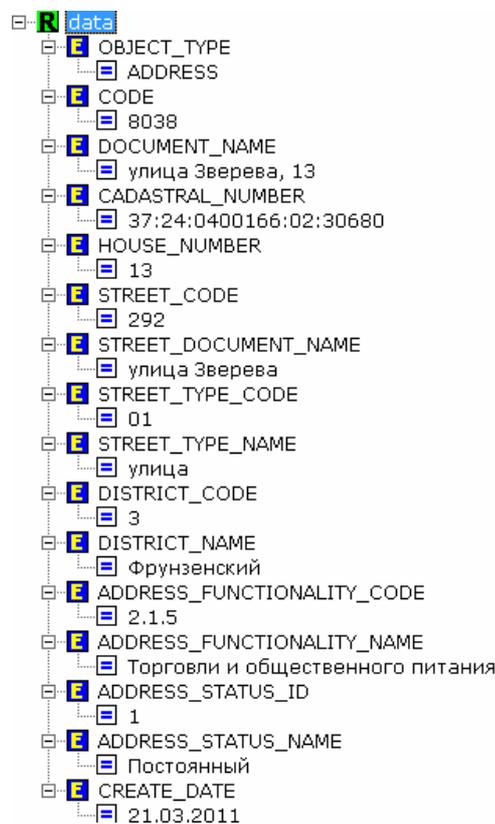


Рис. 3. Сообщение о появлении нового адреса объекта недвижимости: OBJECT\_TYPE – тип объекта; CODE – код адреса; DOCUMENT\_NAME – официальный адрес; CADASTRAL\_NUMBER – кадастровый номер; HOUSE\_NUMBER – номер дома; STREET\_CODE и STREET\_DOCUMENT\_NAME – код и полное наименование улицы; STREET\_TYPE\_CODE и STREET\_TYPE\_NAME – тип и название поименованного участка территории; DISTRICT\_CODE и DISTRICT\_NAME – код и название района; ADDRESS\_FUNCTIONALITY\_CODE и ADDRESS\_FUNCTIONALITY\_NAME – код и наименование назначения объекта недвижимости; ADDRESS\_STATUS\_ID и ADDRESS\_STATUS\_NAME – идентификатор и наименование статуса адреса; CREATE\_DATE – дата регистрации адреса

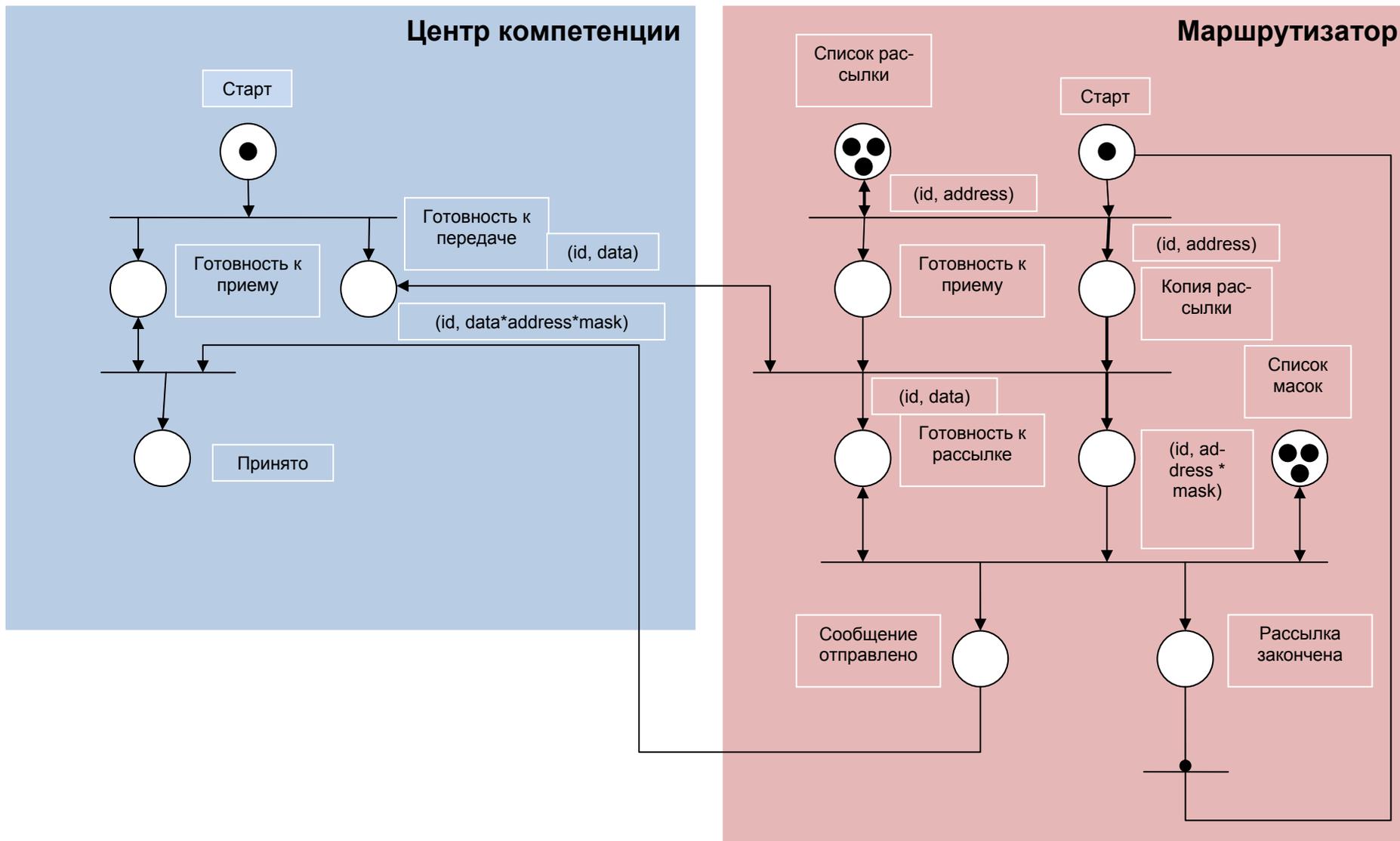


Рис. 4. Автоматная модель маршрутизации событий

После недетерминированного срабатывания (срабатывает только один из переходов, для которых выполняются условия активности) разметка РСП изменяется:

$$\forall p \in In(t) : \mu(p) = \mu(p) - a(p, t),$$

$$\forall p \in Out(t) : \mu(p) = \mu(p) + a(t, p).$$

Здесь  $Out(t)$  – множество выходных позиций перехода.

Кроме того, процедурная модель обмена использует такие общепринятые понятия, как *входо-выходная позиция* (дуга, соединяющая такую позицию с переходом, имеет вид двунаправленной стрелки), кратное (мульти-) ребро (изображается утолщенным) и *инверсная дуга* (связывает входную позицию с переходом условием срабатывания при отсутствии маркера в позиции, такая дуга изображается с точкой на конце, обращенном к переходу). Выходно-выходные позиции в предложенной модели используются для репликации маркеров после срабатывания перехода, а также для имитации постоянной готовности объекта «Центр компетенции» к передаче. Инверсная дуга используется для регистрации момента окончания рассылки сообщения объектом «Маршрутизатор».

Автоматная модель отправки и маршрутизации сообщений показана на **рис. 4**, где представлен непрерывный цикл отправки/приема сообщений. Основную роль в организации этих процессов играет маршрутизатор. Он получает экземпляр сообщения для рассылки, тиражирует его соответственно количеству адресов, по которым эту рассылку необходимо выполнить, и фильтрует содержание этого сообщения в соответствии с его типом и адресом рассылки. Точные детали этого процесса таковы:

*Пантелеев Евгений Рафаилович,*

ФГБОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»,  
доктор технических наук, профессор кафедры программного обеспечения компьютерных систем,  
телефон/факс (4932) 26-98-26,  
e-mail: erp@poks.ispu.ru

*Архипов Ален Леонидович,*

ФГБОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»,  
программист кафедры программного обеспечения компьютерных систем,  
телефон/факс (4932) 26-98-26,  
e-mail: alain@cmko.ispu.ru

*Игнатьев Евгений Борисович,*

ФГБОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина»,  
доцент кафедры программного обеспечения компьютерных систем,  
телефон/факс (4932) 26-98-26,  
e-mail: ignatiev\_e@mail.ru

1. Обрабатывается пакет сообщений: к данным каждого сообщения применяются указанные для него фильтры. Если указан класс сообщения, применяются фильтры, определенные для этого класса в системе. Для незарегистрированных сообщений применяются фильтры из сопутствующего списка.

2. Результат применения рассылается указанным агентам. Если список агентов не указан, зарегистрированное сообщение рассылается по определенным для него адресам.

По окончании рассылки маршрутизатор вновь переходит в состояние ожидания.

Таким образом, в данной статье предложено решение проблемы информационной интеграции распределенных данных, основанное на применении объектно-событийного подхода. Выполнена пилотная реализация программно-информационной системы на основе взаимодействия ее компонентов по протоколу SOAP. Показана возможность использования данного решения в системе муниципального управления.

#### Список литературы

1. Косяков С.В., Гадалов А.Б., Огородников А.В. Интеграция муниципальных информационных ресурсов с использованием интернет-технологий // Вестник ИГЭУ. – 2007. – Вып. 3. – С. 69–75.
2. Григорьев В.Ю. Системный подход к формированию многофункциональной информационно-образовательной среды юридического вуза: постановка проблемы // Правоведение. – 2005. – № 3. – С. 204–213.
3. Kurt Jensen A Brief Introduction to Coloured Petri Nets // (<http://www.daimi.aau.dk/~kjensen/>)
4. Хоггер К. Введение в логическое программирование: пер. с англ. – М.: Мир, 1988. – 348 с.