

DOI: 10.5862/JCSTCS.224.1

УДК 004:046

*О.А. Ефремова, С.В. Плеханов, О.С. Саубанов*

**ИНТЕГРАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ  
ГОРОДСКИХ ЭКСТРЕННЫХ СЛУЖБ НА ОСНОВЕ  
МНОГОМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ ДАННЫХ**

*О.А. Efremova, S.V. Plekhanov, O.S. Saubanov*

**INTEGRATION OF THE URBAN EMERGENCY SERVICES INFORMATION  
SYSTEMS ON THE BASIS OF MULTIDIMENSIONAL DATA MODELS**

Изучено проектирование информационных систем для поддержки принятия решений по организации экстренной помощи населению на муниципальном уровне. Рассмотрены вопросы, возникающие при интеграции разнородных информационных систем с различной архитектурой и структурой баз данных. Предложено применение многомерных и расширенных многомерных информационных объектов для совместного описания баз данных разной структуры. Рассмотрены различные схемы интеграции ведомственных информационных систем.

**ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА; ЭКСТРЕННЫЕ СЛУЖБЫ ГОРОДА; ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ; МНОГОМЕРНЫЕ МОДЕЛИ ДАННЫХ; МНОГОМЕРНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ОБЪЕКТЫ; СИСТЕМА-112; ИНТЕГРАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ.**

The article deals with the integration of information systems for emergency assistance decision support at the municipal level. There are different emergency services maintaining their own information systems with incompatible data structures. In many cases, information interchange for a coordinated response from more than one service is required. The article studies the problems of the integration of heterogeneous information systems with different architectures and database structures. The use of multidimensional and extended multidimensional objects for combined description of the databases with different structures is considered. Various integration schemes for different information systems are discussed. An example of the integration of information systems of emergency services of the city of Ufa is given.

**INFORMATION SYSTEM; THE CITY EMERGENCY SERVICES; DECISION MAKING SUPPORT; MULTIDIMENSIONAL DATA MODEL; MULTIDIMENSIONAL DATA OBJECTS; THE SYSTEM-112; THE INTEGRATION OF INFORMATION SYSTEMS.**

В различных субъектах РФ согласно Постановлению Правительства РФ от 16 марта 2013 года № 233 ведутся работы по созданию системы обеспечения вызова экстренных оперативных служб по единому номеру 112 (Система-112).

Основная цель создания данной системы – повышение безопасности населения РФ и снижение социально-экономического ущерба от чрезвычайных ситуаций и про-

исшествий путем сокращения времени реагирования экстренных оперативных служб при обращении населения по единому номеру 112.

В рамках создания «Системы-112» предполагается решить следующие задачи:

- 1) создать телекоммуникационную инфраструктуру системы;
- 2) создать информационно-техническую инфраструктуру системы;

3) разработать научно-методическое обеспечение создания и функционирования системы;

4) создать систему обучения персонала.

На территории Республики Башкортостан начаты работы по созданию «Системы-112» для города Уфы. Так как Уфа является крупным мегаполисом, а также центром нефтехимической промышленности Республики, создание подобного рода системы актуально.

В ходе разработки научно-методического обеспечения «Системы-112» в Уфе возникла проблема интеграции уже существующих и успешно функционирующих информационных систем различных экстренных служб города (01, 02, 03, 04) в единое информационное пространство.

Анализ функционирования экстренных служб Уфы показал, что в каждой из них имеется собственная уникальная информационная система, которая решает специфические задачи данной службы. В качестве особенностей информационных систем экстренных служб Уфы можно выделить следующее. Во-первых, рассматриваемые

информационные системы (ИС) реализованы с применением различных информационных технологий и представлены в виде облачных, клиент-серверных или настольных ИС. Во-вторых, для управления данными в этих ИС используются разные системы управления базами данных (СУБД), такие как MS SQL Server, SQLite, MySQL, Oracle и др. В-третьих, рассматриваемые информационные системы развернуты и функционируют на различных платформах: Windows, Mac OS, Linux, IOS, Android и др. Для работы с информационными системами экстренные службы используют различные устройства и клиенты, такие как мобильные приложения, тонкий клиент (браузер), полноценное приложение для персональных компьютеров и др.

Так, для решения задач, поставленных перед станциями Скорой медицинской помощи населению, создана система, базирующаяся на облачной технологии, архитектура которой приведена на рис. 1. Для регистрации и обработки сообщений о происшествиях, поступающих на телефон дежурному оператору 02 и операторам 02

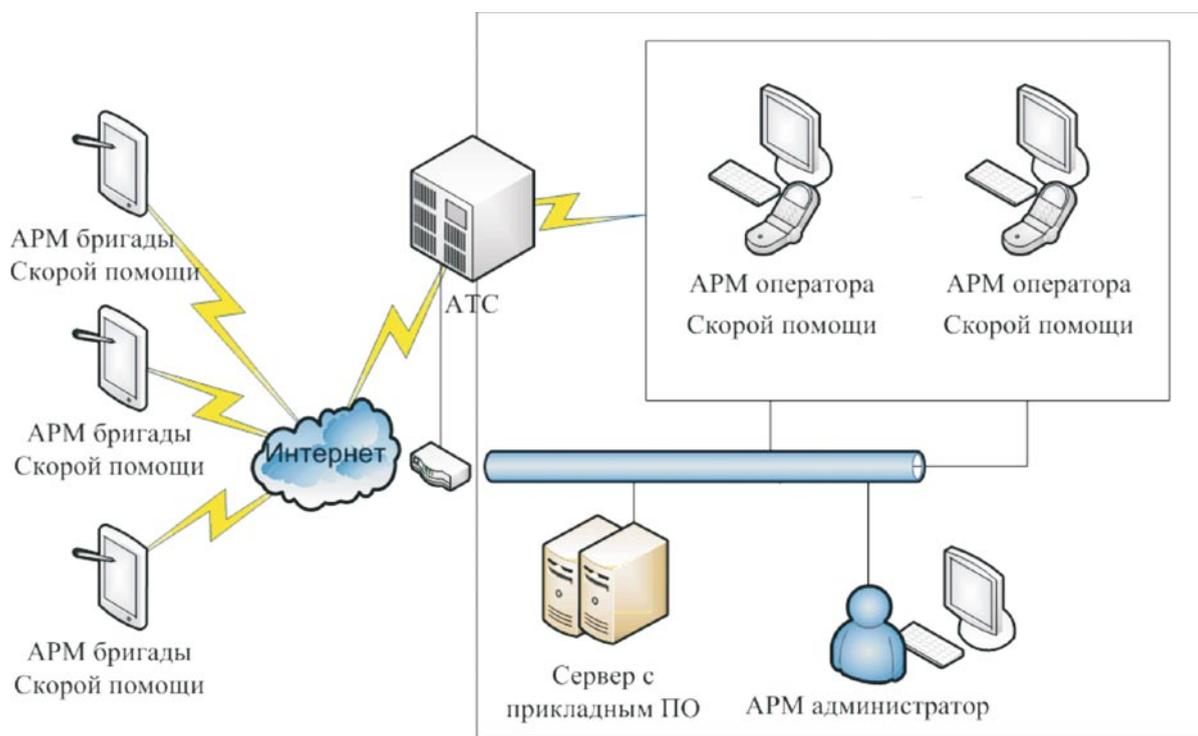


Рис. 1. Архитектура информационной системы экстренной службы «03»

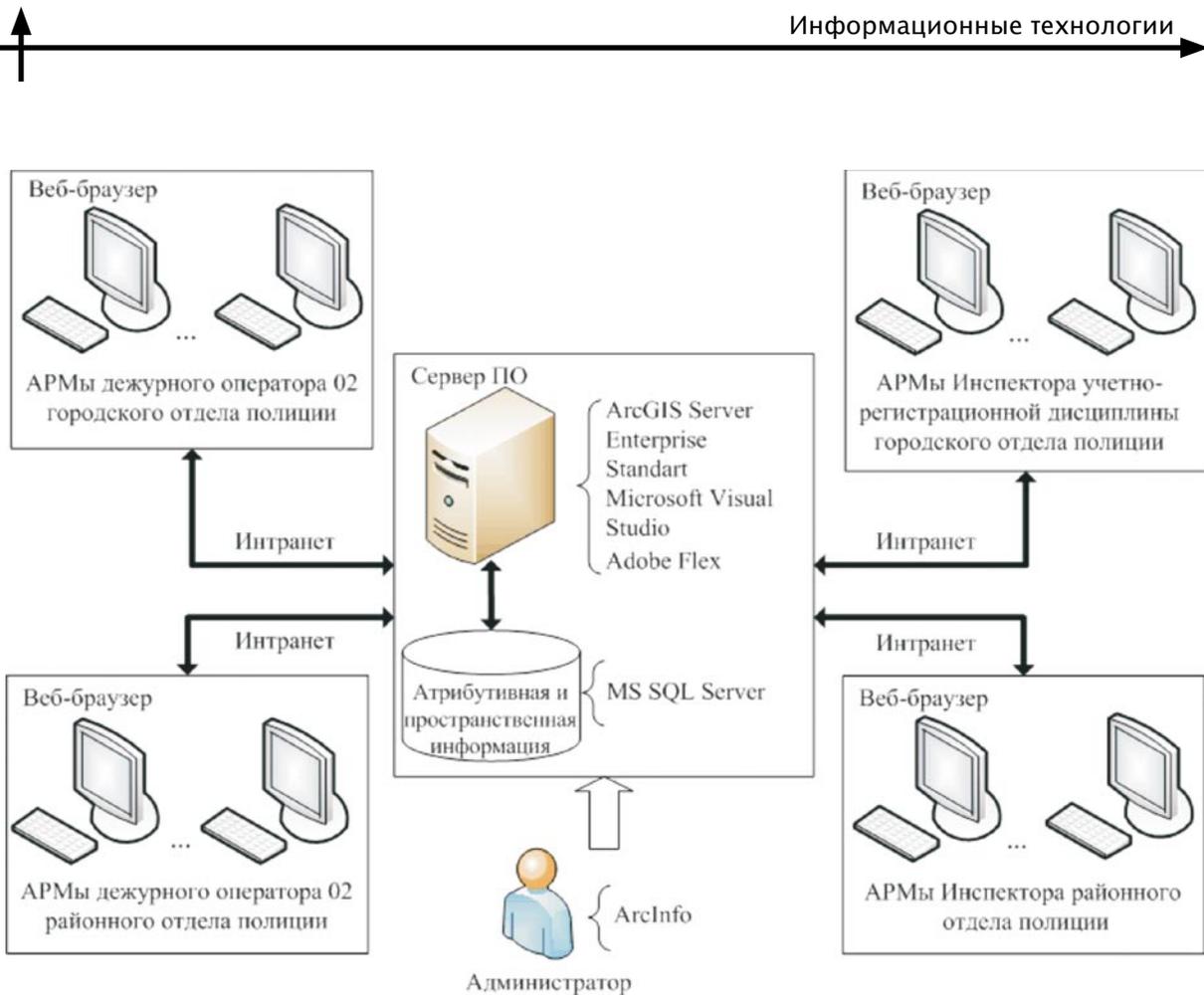


Рис. 2. Архитектура информационной системы экстренной службы «02»

городских отделов полиции Уфы, а также для поддержки принятия решений сотрудниками органов внутренних дел по реагированию на поступившие сообщения создана информационная система экстренной службы «02» [1, 2], архитектура которой приведена на рис. 2. Для регистрации сообщений о пожарах в экстренной службе «01» установлено настольное программное обеспечение, реализующее функцию ведения журнала учета звонков о пожарах на территории города.

Однако, как показывает практика, в крупных мегаполисах часто происходят происшествия, требующие привлечения нескольких экстренных служб одновременно. Для осуществления правильной координации экстренных служб по реагированию на происшествие необходимо решить задачу создания единого информационного пространства обмена информацией между экстренными службами города [3, 4].

Из-за отличий архитектурных решений информационных систем экстренных служб, для организации единого информационного пространства обмена данными между ними и службой «112» (рис. 3) возникает необходимость в разработке технологии интеграции данных систем [5, 6].

**Цели и задачи исследования.** Цель исследования – разработка технологии интеграции информационных систем экстренных служб города, в рамках которой должно быть обеспечено полноценное функционирование «Системы-112», а также взаимодействие информационных систем экстренных служб по оказанию помощи населению для уменьшения социально-экономического ущерба от чрезвычайных ситуаций и происшествий, путем сокращения времени реагирования экстренных служб при обращении населения по единому номеру 112.

В рамках исследования необходимо осуществить:

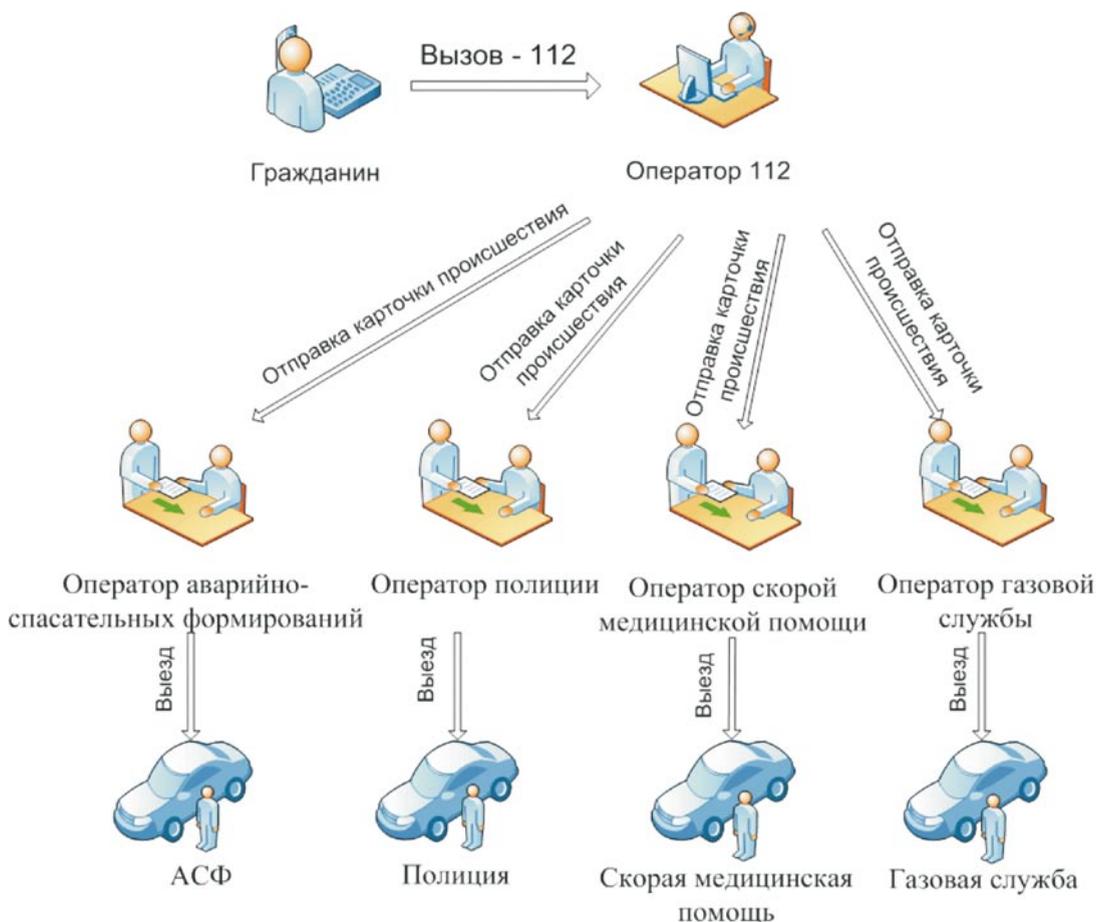


Рис. 3. Функциональная модель взаимодействия экстренных служб города при обращении по единому номеру 112

1. Анализ состава и структуры данных в этих системах.

2. Разработку методов совместного описания данных информационных систем экстренных служб города.

3. Анализ способов интеграции информационных систем экстренных служб города.

**Анализ состава и структуры данных информационных систем экстренных служб города.** Для осуществления интеграции информационных систем экстренных служб города необходимо в первую очередь провести анализ данных, с которыми работают существующие информационные системы экстренных служб города: следует выяснить, какую структуру они имеют, какую информацию нужно получить для принятия предварительного решения об оказании помощи при происшествии.

Анализ состава и структуры данных информационных систем показал, что все информационные системы оперируют как атрибутивной, так и пространственной информацией. Причем, исходя из специфики функционирования информационных систем экстренных служб, каждая из них оперирует некоторым множеством данных  $U_i$ , в котором можно выделить некоторое общее подмножество данных  $V$ , общее для всех:

$$U_i = \{V, T\}, \quad (1)$$

где  $i = \overline{1, n}$  – номер экстренной службы.

Подмножество  $V$  содержит данные о месте происшествия (адрес, координаты) и данные о заявителе (фамилия, имя, отчество, адрес, телефон):

$$V = \{A, F, K\}, \quad (2)$$

где  $A$  – множество данных о происшествии;



$F$  – множество данных о заявителе;  $K$  – координаты места происшествия.

Как видно из представленной на рис. 4 логической информационной модели взаимодействия информационных систем экстренных служб города, состав и структура данных систем частично совпадает. Однако это совпадение не позволяет сформировать структуру интегрированной базы данных «Системы-112» как простую сумму структур баз данных ведомственных информационных систем, т. к. это приведет как минимум к дублированию информации. Для исключения дублирования и обеспечения целостности и непротиворечивости данных в разрабатываемой информационной системе необходимо описание всех ведомственных данных в рамках общей информационной модели.

**Разработка методов совместного описания данных информационных систем экстренных служб города.** Как показано в ряде работ [7–10], существуют различные способы построения баз данных на основе отдельных массивов разнородных данных, структура которых частично совпадает. Для построения интегрированной базы данных городских экстренных служб предлагается использовать описанные в [7, 8] многомерные информационные объекты (МИО) и их модификацию – расширенные многомерные информационные объекты (РМИО). Данные объекты соответствуют МИО той же размерности по схеме и МИО меньшей размерности по информационному наполнению, что позволяет описывать базы данных разной структуры и операции над ними в рамках одной модели.

В случае совместного описания атрибутивных и пространственных данных, использование упомянутых выше объектов позволяет представлять отношения базы данных в виде РМИО размерности 3 – такой же, как и МИО, описывающие соответствующие объекты в базе пространственных данных с учетом различных уровней детализации (масштабов). При этом информационное наполнение таких объектов соответствует двумерным МИО, а согласование размерностей достигается за счет введения фиктивной размерности, соответствующей

размерности степени детализации (масштаба). Проекция РМИО по любому элементу фиктивной размерности дает двумерный МИО, соответствующий исходному отношению в базе данных (БД).

Обозначим РМИО как

$$T^{a,b}, \quad (3)$$

где  $a$  – количество реальных размерностей;  $b$  – количество фиктивных размерностей;  $T^{a,0} = T^a$ .

Для получения РМИО из МИО меньшей размерности введем операцию расширения:

$$T^{n,1} = I(T^n, Y) = \{T^n\} * Y, \quad (4)$$

где множество  $Y$  определяет элементы фиктивной размерности и соответствует схеме той же размерности в МИО, с которым предполагается объединять РМИО.

Последовательное применение нескольких операций расширения позволяет получить РМИО любой размерности, больше размерности исходного МИО, что может быть обозначено как

$$T^{n,m} = I(T^n, \{Y_i\}) = T^n * \{Y_i\}, \quad i = \overline{1, m}, \quad (5)$$

где множество  $Y_i$  задает порядок вхождения  $T^{n,i-1}$  в  $T^{n,i}$ .

Схема такого объекта будет иметь вид:

$$S^{n,m} = S(T^{n,m}) = \{S^n, D_1, \dots, D_m\}, \quad (6)$$

где  $S^n$  – реальные размерности;  $D_1, \dots, D_m$  – фиктивные размерности.

На рис. 5 а и б изображены графические представления МИО для описания классов объектов атрибутивной и географической (БГД) баз данных при помощи многомерной и расширенной многомерной моделей. Как видно из рис. 5 в, расширенное многомерное представление позволяет рассматривать атрибутивные и пространственные данные как МИО одной структуры. Такое согласование позволяет объединять их при помощи операции (4) в единый МИО (6).

Используя введенное понятие расширенного многомерного информационного объекта, можно представить многомерную модель данных «Системы-112» в виде РМИО  $T^{3,1}$  со следующей схемой  $S^{3,1}$ :

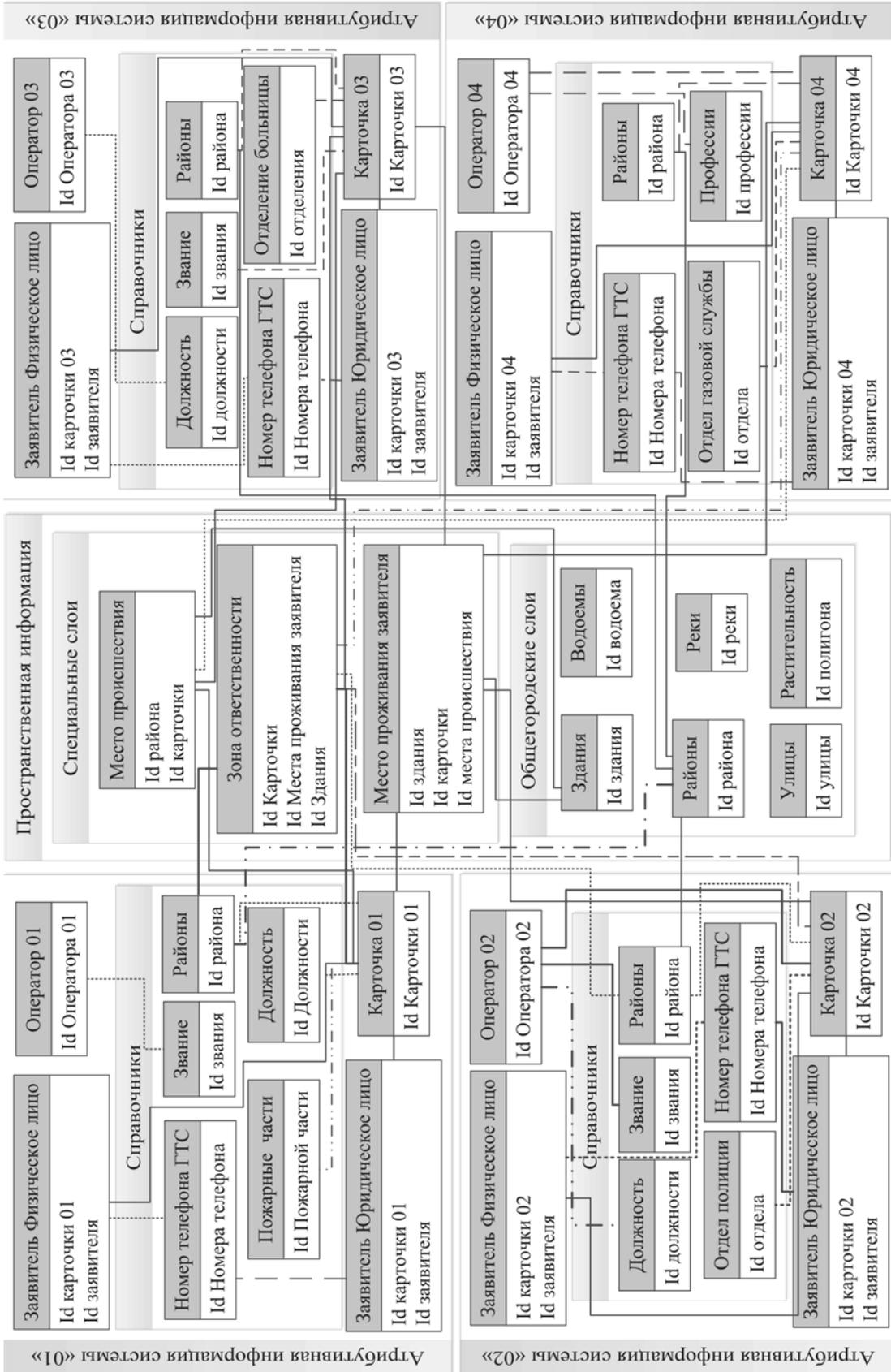


Рис. 4. Логическая информационная модель взаимодействия ИС экстренных служб города

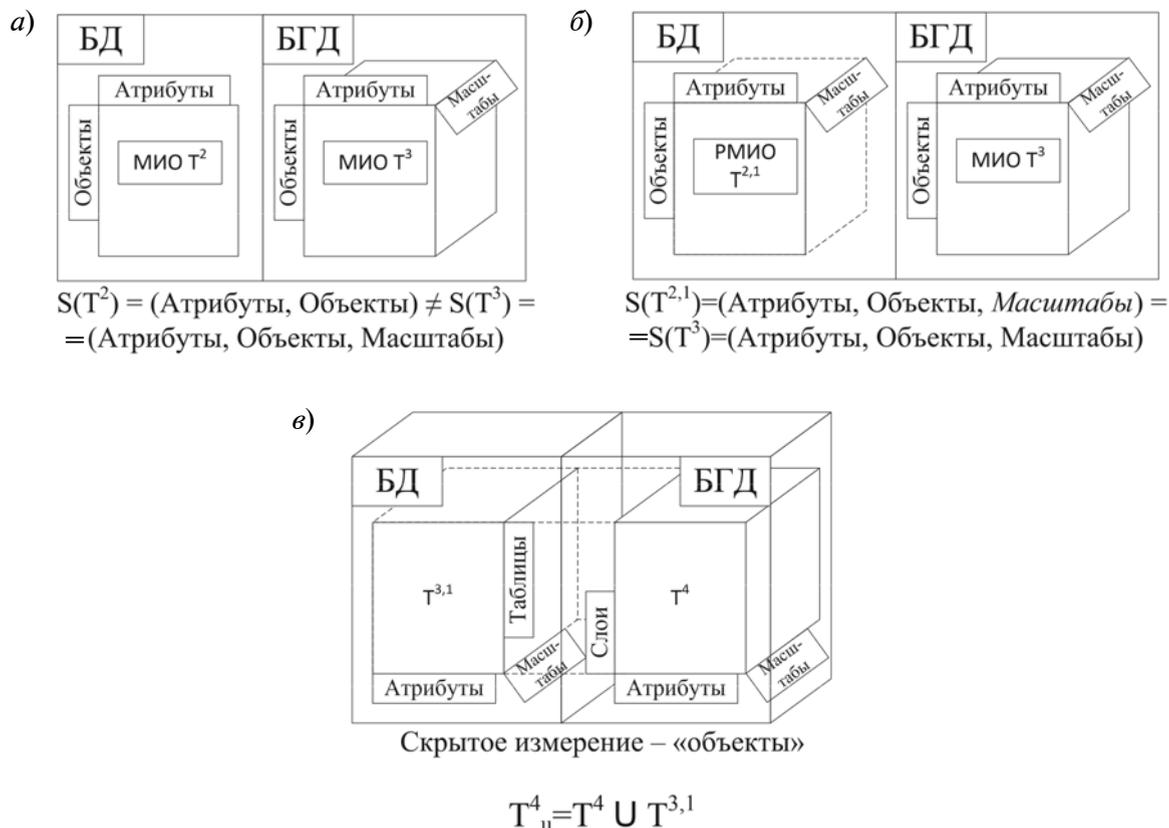


Рис. 5. Варианты многомерного представления разнородных данных:

- a* – многомерное представление атрибутивных и пространственных данных о классе объектов;
- б* – расширенное многомерное представление атрибутивных и пространственных данных о классе объектов;
- в* – создание МИО на основе расширенного представления атрибутивных данных

$S^{3,1} = \{S_1, S_2, S_3, D_1\};$   
 $S_1 = \{\text{Идентификаторы атрибутов}\} = \{\text{id, name, owner, ...}\};$   
 $S_2 = \{\text{Идентификаторы объектов}\} = \{1, 2, 3, 4, 5, \dots\};$   
 $S_3 = \{\text{Типы объектов}\} = \{\text{здания, улицы, коммуникации, ...}\};$   
 $D_1 = \{\text{Уровни детализации (масштабы)}\} = \{1:1000, 1:5000, 1:25000, \dots\}.$

При этом атрибутивная база данных «Системы-112» представляет собой совокупность отдельных баз данных ИС экстренных служб города:

$$T^{3,1} = T_1^{3,1} \cup T_2^{3,1} \dots \cup T_k^{3,1} = \bigcup_{i=1..k} T_i^{3,1}. \quad (7)$$

Так как схема РМИО атрибутивной БД  $T^{3,1}$  отличается от схемы МИО пространственной БД  $T^4$  лишь на один элемент ( $S_1$ ), они могут быть объединены в единый МИО  $T_u^4$ :

$$T_u^4 = T^4 \cup T^{3,1} \quad (8)$$

со схемой  $S_u^4$

$$S_u^4 = \{S_{1r}, US_{1a}, S_2, S_3, S_4\}. \quad (9)$$

Полученный МИО  $T_u^4$  (8) содержит описание всех необходимых атрибутивных и пространственных данных, что позволяет использовать данную многомерную информационную модель для совместного описания структур баз данных информационных систем экстренных служб и базы данных «Системы-112», а также алгоритмов обработки этих данных при разработке соответствующего программного обеспечения и баз данных.

**Анализ способов интеграции информационных систем экстренных служб города.** Существуют несколько способов интеграции информационных систем [11, 12] экстренных служб города и «Системы-112»:

1. На уровне системы. Информационная система использует отдельные функции и модули существующих приложений, либо приложения в целом (рис. 6).

2. На уровне приложения. Информационная система использует данные непосредственно из уже существующих источников, как правило, из СУБД. Для доступа к таким данным используются отдельные интерфейсы, например, ODBC соединения.

3. На уровне базы данных. База данных ИС включает ссылки на существующие источники данных, либо копию данных из локальных источников. С точки зрения ИС такие данные рассматриваются как часть базы данных информационной системы.

**Пример интеграции информационных систем экстренных служб города Уфы.** Исходя из анализа архитектуры существующих информационных систем экстренных

служб города, для объединения их баз данных предлагается использовать интеграцию на уровне системы. Это позволит использовать веб-интерфейсы существующих информационных систем и работать с данными через XML-запросы высокого уровня без прямого обращения к базам данных. Подключение систем, не имеющих внешних интерфейсов, будет производиться через специально разработанные программные адаптеры. При этом полностью сохранится функциональность собственных рабочих мест ведомственных информационных систем и их служебных механизмов. Операторы «Системы-112» будут работать с системой посредством использования тонкого клиента, что исключает необходимость в установке специальных приложений на их рабочих местах. Вся бизнес-логика системы будет реализована в серверном приложении, что облег-

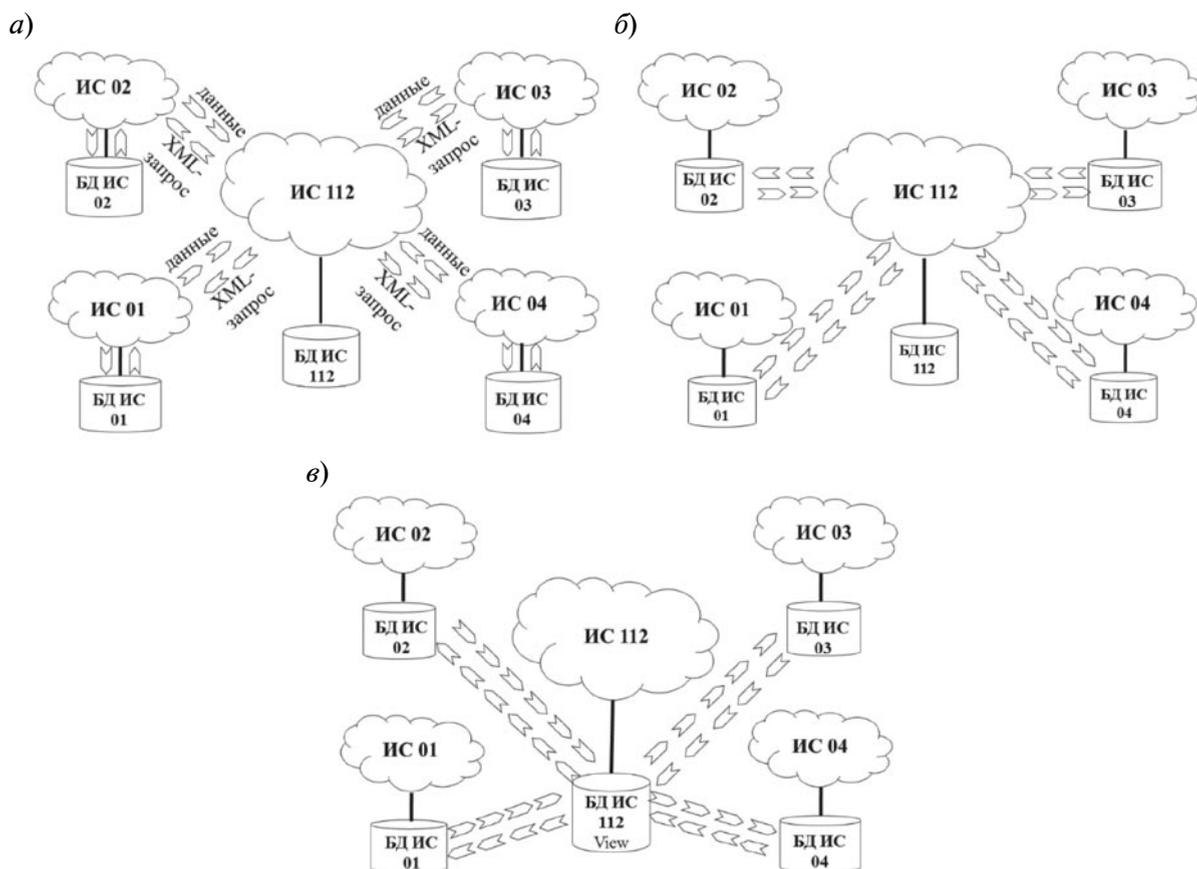


Рис. 6. Схема интеграции ИС экстренной службы города и «Системы-112»: а – на уровне системы; б – на уровне приложения; в – на уровне БД



чит администрирование и сопровождение системы.

Обобщенный алгоритм обработки заявок в системе имеет следующий вид. Сообщения о происшествиях, поступающие от граждан операторам системы, вводятся через веб-интерфейс и обрабатываются центральным сервером системы. Центральный сервер производит декомпозицию поступающих данных на основе информационной модели системы и формирует на их основе вторичные запросы к серверам и адаптерам ведомственных информационных систем. Каждый такой запрос содержит подмножество поступивших данных, относящихся к соответствующей ведомственной системе. Серверы ведомственных систем обрабатывают поступившие вторичные запросы в соответствии с их алгоритмом работы и формируют наряды для бригад экстренных служб с занесением данных в ведомственную базу данных. При этом поступившие из «Системы-112» заявки становятся доступными и для операторов ведомственных систем через стандартный интерфейс

их автоматизированных рабочих мест, что позволяет исключить дублирование заявок при повторном поступлении сообщений на номер ведомственного оператора.

Таким образом, интегрирование «Системы-112» и информационных систем экстренных служб улучшает взаимодействие различных служб и налаживает конструктивный обмен информацией с целью организации максимально эффективного реагирования на происшествие.

В статье рассмотрена проблема интеграции экстренных служб города для поддержки принятия решений по организации экстренной помощи населению. Предложено применение многомерных и расширенных многомерных информационных объектов для совместного описания баз данных разной структуры, позволяющее моделировать структуру распределенной базы данных разрабатываемой системы. На основе полученных результатов разработан алгоритм взаимодействия экстренных служб города и «Системы-112».

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Ефремова О.А., Исхаков А.Х., Плеханов С.В.** Применение ГИС-технологий в сфере обеспечения общественной безопасности на примере системы обработки информации о происшествиях на территории г. Уфы // Геоинформационные технологии в проектировании и создании корпоративных информационных систем: межвуз. науч. сб. Уфа: Изд-во УГАТУ, 2011. С. 59–65.

2. **Валеев Р.А., Ефремова О.А., Крымский В.Г., Павлов С.В., Пель О.В.** Геоинформационные технологии и информационная поддержка деятельности городских органов внутренних дел: опыт Республики Башкортостан // Уфа: Изд-во УГАТУ, 2013. 295 с.

3. **Христовуло О.И.** Интеграция ГИС в корпоративные системы обработки информации на основе многомерных информационных объектов // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика. Телекоммуникации. Управление. 2011. № 3(126). С. 37–43.

4. **Павлов С.В., Ефремова О.А., Павлов А.С.** Информационная вычислительная система для обеспечения органов исполнительной власти региона пространственными данными // Электротехнические и информационные комплексы

и системы. Уфа, 2013. № 2. Т. 9. С. 98–108.

5. **Ефремова О.А.** Система обработки информации для предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций территориального уровня на основе ГИС-технологий: Дисс. ... канд. техн. наук. Уфа: УГАТУ, 2002.

6. **Павлов С.В., Ефремова О.А., Ямалов И.У.** Интеграция пространственной информации в геоинформационной системе органов исполнительной власти на основе сервис-ориентированной архитектуры // Вестник УГАТУ. Уфа: Изд-во УГАТУ, 2013. № 5. Т. 17. С. 129–139.

7. **Плеханов С.В.** Интеграция разнородных баз данных на основе многомерных моделей данных (на примере интеграции геоинформационной системы с информационными системами предприятия): Дисс. ... канд. техн. наук. Уфа: Изд-во УГАТУ, 2006.

8. **Христовуло О.И.** Интегрированная обработка пространственной информации на основе многомерных моделей данных: Дисс. ... д-ра техн. наук. Уфа: Изд-во УГАТУ, 2012.

9. **Mescheryakov S.A.** Successful Implementation of a Data Structure for Storing Multilevel Objects with Varying Attributes // IBM, Informix

Developer Zone, 2002.

10. **Иванов В.М., Мещеряков С.В.** Построение объектно-реляционных моделей баз данных с произвольным набором атрибутов // Системы управления и информационные технологии. 2005. Т. 21. № 4. С. 82–86.

11. **Павлов С.В., Бахтизин Р.Н., Плеханов С.В.** Интеграция геоинформационных систем

с информационными системами трубопроводного предприятия на основе многомерных моделей данных // Вестник УГАТУ, 2006. Т. 8, № 1(17). С. 39–42

12. **Мещеряков С.В., Иванов В.М.** Эффективные технологии создания информационных систем. СПб: Изд-во «Политехника», 2005. 309 с.

## REFERENCES

1. **Yefremova O.A., Iskhakov A.Kh., Plekhanov S.V.** *Primeneniye GIS-tekhnologiy v sfere obespecheniya obshchestvennoy bezopasnosti na primere sistemy obrabotki informatsii o proisshestviyakh na territorii g. Ufy [Application of GIS technology in the field of public security on the example of an information processing system incidents in the territory of Ufa]. Geoinformatsionnyye tekhnologii v proyektirovani i sozdanii korporativnykh informatsionnykh sistem [Geoinformation technologies in the design and creation of corporate information systems].* Ufa: UGATU Publ., 2011, Pp. 59–65. (rus)

2. **Valeyev R.A., Yefremova O.A., Krymskiy V.G., Pavlov S.V., Ped O.V.** *Geoinformatsionnyye tekhnologii i informatsionnaya podderzhka deyatelnosti gorodskikh organov vnutrennikh del: opyt Respubliki Bashkortostan [Geographic information technologies and information support for the activities of municipal law-enforcement bodies: the experience of the Republic of Bashkortostan].* Ufa: UGATU Publ., 2013, 295 p. (rus)

3. **Khristodulo O.I.** *Integratsiya GIS v korporativnyye sistemy obrabotki informatsii na osnove mnogomernykh informatsionnykh obyektov [Integration of GIS in corporate information processing system based on multidimensional information objects]. Nauchno-tekhnicheskiye vedomosti SPbGPU. Informatika. Telekommunikatsii. Upravleniye [St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Computer Science. Telecommunication and Control].* St. Petersburg, 2011, No. 3(126). Pp. 37–43. (rus)

4. **Pavlov S.V., Yefremova O.A., Pavlov A.S.** *Informatsionnaya vychislitel'naya sistema dlya obespecheniya organov ispolnitel'noy vlasti regiona prostranstvennymi dannymi [Information computer system to ensure the enforcement authorities in the region of spatial data]. Elektrotekhnicheskiye i informatsionnyye komplekсы i sistemy [Electrical and data processing facilities and systems].* Ufa, 2013, No. 2, Vol. 9. Pp. 98–108. (rus)

5. **Yefremova O.A.** *Sistema obrabotki informatsii dlya preduprezhdeniya i likvidatsii posledstviy chrezvychaynykh situatsiy territorial'nogo urovnya na osnove GIS-tekhnologiy [The information*

*processing system for the prevention and elimination of consequences of emergency situations territorial level based on GIS technology].* Diss. ... kand. tekhn. nauk. Ufa: UGATU Publ., 2002. (rus)

6. **Pavlov S.V., Yefremova O.A., Yamalov I.U.** *Integratsiya prostranstvennoy informatsii v geoinformatsionnoy sisteme organov ispolnitel'noy vlasti na osnove servis-oriyentirovannoy arkhitektury [The integration of spatial information into geographic information system of executive bodies on the basis of service-oriented architecture]. Vestnik UGATU.* Ufa: UGATU Publ., 2013, No. 5, Vol. 17. Pp. 129–139. (rus)

7. **Plekhanov S.V.** *Integratsiya raznorodnykh baz dannykh na osnove mnogomernykh modeley dannykh (na primere integratsii geoinformatsionnoy sistemy s informatsionnymi sistemami predpriyatiya) [Integration of heterogeneous databases based on multidimensional data models (for example, the integration of geographic information system with enterprise information systems)].* Diss. ... kand. tekhn. nauk. Ufa: UGATU Publ., 2006. (rus)

8. **Khristodulo O.I.** *Integriruvannaya obrabotka prostranstvennoy informatsii na osnove mnogomernykh modeley dannykh [Integrated spatial information processing based on multi-dimensional data models].* Diss. ... d-ra tekhn. nauk. Ufa: UGATU Publ., 2012. (rus)

9. **Mescheryakov S.A.** *Successful Implementation of a Data Structure for Storing Multilevel Objects with Varying Attributes. IBM, Informix Developer Zone, 2002.*

10. **Ivanov V.M., Meshcheryakov S.V.** *Postroyeniye obyektno-relyatsionnykh modeley baz dannykh s proizvolnym naborom atributov [Construction of object-relational database models with an arbitrary set of attributes]. Sistemy upravleniya i informatsionnyye tekhnologii [Management systems and information technology],* 2005, Vol. 21, No. 4, Pp. 82–86. (rus)

11. **Pavlov S.V., Bakhtizin R.N., Plekhanov S.V.** *Integratsiya geoinformatsionnykh sistem s informatsionnymi sistemami truboprovodnogo predpriyatiya na osnove mnogomernykh modeley dannykh [The integration of geographic information*



systems with information systems of pipeline companies on the basis of multidimensional data models]. *Vestnik UGATU*, 2006, Vol. 8, No. 1(17), Pp. 39–42. (rus)

12. **Meshcheryakov S.V., Ivanov V.M.** *Effektivnyye tekhnologii sozdaniya informatsionnykh system* [Effective technologies of information systems]. St. Petersburg: Politekhnik Publ., 2005, 309 p. (rus)

---

**ЕФРЕМОВА Оксана Александровна** – докторант кафедры геоинформационных систем Уфимского государственного авиационного технического университета, кандидат технических наук.  
450000, Россия, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. К. Маркса, д. 12.  
E-mail: efremova-oa@yandex.ru

**EFREMOVA Oksana A.** *Ufa State Aviation Technical University.*  
450000, Karl Marx Str. 12, Ufa, Republic of Bashkortostan, Russia.  
E-mail: efremova-oa@yandex.ru

**ПЛЕХАНОВ Сергей Вадимович** – доцент кафедры геоинформационных систем Уфимского государственного авиационного технического университета, кандидат технических наук.  
450000, Россия, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. К. Маркса, д. 12.  
E-mail: ra9wtl@mail.ru

**PLEKHANOV Sergey V.** *Ufa State Aviation Technical University.*  
450000, Karl Marx Str. 12, Ufa, Republic of Bashkortostan, Russia.  
E-mail: ra9wtl@mail.ru

**САУБАНОВ Олег Сафуанович** – старший преподаватель кафедры геоинформационных систем Уфимского государственного авиационного технического университета.  
450000, Россия, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. К. Маркса, д. 12.  
E-mail: oleggis@mail.ru

**SAUBANOV Oleg S.** *Ufa State Aviation Technical University.*  
450000, Karl Marx Str. 12, Ufa, Republic of Bashkortostan, Russia.  
E-mail: oleggis@mail.ru