

В. Б. Геннадик, И. И. Маркеев

## ТЕХНОЛОГИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА «ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ ХМАО — ЮГРЫ» В СРЕДЕ ENTERPRISE ARCHITECT

*Рассматриваются способы формального описания процессов при разработке информационно-аналитического комплекса (ИАК) «Экологический паспорт ХМАО — Югры», приведены примеры визуального описания предметной области в case-пакете Enterprise Architect.*

Создание крупных информационно-аналитических комплексов сопряжено с высокой сложностью подготовки достаточного описания предметной области на начальных этапах проекта. Как правило, оценка сложности описания требований заказчика значительно ниже реально затрачиваемых усилий, что служит причиной незапланированных расходов и затягивания окончательных сроков готовности программ. В процессе разработки приложений функциональные требования заказчика к системе изменяются, что еще более отдаляет момент окончания работы программистов. Увеличение размеров программ вынуждает привлекать внештатных программистов, что, в свою очередь, требует дополнительных ресурсов для организации их согласованной работы. В разработке и внедрении современных информационных систем принимают участие множество специалистов различной квалификации, для которых единообразное понимание архитектуры и функциональности является серьезной проблемой.

**Цель данной работы** — моделирование структуры и процесса функционирования информационно-аналитического комплекса до начала написания кода в унифицированном языке моделирования UML (Unified Modeling Language).

С точки зрения общих принципов системного анализа одна и та же физическая система может быть представлена несколькими моделями. Моделирование необходимо для понимания системы, назначение отдельной модели системы определяется характером решаемой проблемы. Основное требование к модели программной системы — ясность заказчику и всем специалистам проектной группы, включая аналитиков и программистов.

Такой подход требует создания набора проекций системы на локальные модели решаемых задач, например размещения, формализации требований, описания модели данных и др. При этом ни одна модель не является абсолютно достаточной. Напротив, для осмысления большинства систем, кроме самых тривиальных, часто требуется множество взаимосвязанных моделей. В отношении программных систем это означает, что необходим язык, средствами которого можно описать архитектуру системы с различных точек зрения, причем на протяжении всего ее жизненного цикла.

Словарь и правила такого языка, как UML, говорят о том, как создавать и читать хорошо согласованные модели, но не о том, какие именно модели в таких случаях требуется создавать. Это задача всего процесса разработки программного обеспечения. Хорошо организованный процесс должен сам подсказать, какие потребуются рабочие продукты, какие ресурсы необходимы

для их создания и управления ими, как их использовать для оценки выполненной работы и управления проектом в целом.

Успешные компании, специализирующиеся на программном обеспечении, помимо исполняемого кода производят и другие продукты, включая следующие (но не ограничиваясь ими):

- требования;
- архитектуру;
- проектные решения (дизайн);
- исходный код;
- проектные планы;
- тесты;
- прототипы;
- релизы (версии).

В зависимости от уровня культуры разработки, принятого в компании, некоторые из этих продуктов выражаются более формально, чем другие. Перечисленные продукты — не только составные части проектов, они необходимы для управления, оценки результатов и взаимодействия в процессе разработки.

Формальное описание предметной области построено в спецификации последней версии UML 2.0, опубликованной в августе 2005 г. Семантика языка подходит для поддержки методологии Model Driven Development — MDD, которая позволит автоматически построить код объектной модели программного комплекса из Модели дизайна (Design Model) и Модели данных (Domain Model).

#### **Этапы проектирования ИАК «Экопаспорт»**

Жизненный цикл разработки программного обеспечения принято относить к одному из типов:

- процесс управления вариантами использования (use case driven);
- процесс, сконцентрированный на архитектуре (architecture centric);
- итеративный и пошаговый процесс (iterative).

В работе над ИАК используем последний ввиду необходимости корректировать требования к каждому шагу процесса.

Последний включает в себя управление потоком версий системы. Пошаговый (incremental) процесс подразумевает непрерывную детализацию системной архитектуры. При выпуске очередной версии высок риск появления ошибок, поэтому необходимо отдельное внимание уделить управлению качеством продукта.

Каждый шаг итеративного процесса можно дробить на фазы — отрезки времени между двумя важными контрольными точками (milestones), в которые достигаются четко определенные цели.

В проектной модели ИАК «Экологический паспорт ХМАО — Югры» необходимо отразить семь из девяти дисциплин унифицированного процесса разработки программного обеспечения RUP (Rational Unified Process):

- 1) бизнес-моделирование (business modeling) — описание структуры и динамики организации заказчика;
- 2) управление требованиями (requirements) — выявление требования на основе множества подходов;
- 3) анализ и проектирование (analysis & design) — описание множества архитектурных представлений системы;
- 4) реализация (implementation) — собственно разработка программного обеспечения, модульное тестирование и интеграция;

- 5) тестирование (test) — описание тестовых процедур, сценариев и метрик для оценки дефектов;
- 6) размещение (deployment) — описание способов поставки продукта потребителю;
- 7) управление конфигурацией и изменениями (configuration management).

#### **Аналогичные системы**

В основе проектирования информационной системы помимо изучения и формализации требований заказчика лежит изучение ближайших аналогов разрабатываемого продукта.

В данной предметной области существует множество прототипов. Разрабатываются экологические паспорта территорий, существуют паспорта городов, в частности функционирующий информационно-программный комплекс «Экологический паспорт Санкт-Петербурга», разрабатываемый с 2003 г. ГГУП «Минерал» [4]. Комплекс в основном ориентирован на физико-географический анализ характеристик города. Многолетний опыт и квалификация авторского коллектива позволили разработать эффективный инструмент без формального описания предметной области, что затрудняет повторное внедрение и использование данного продукта.

В данном комплексе предполагается два основных отличия от имеющихся прототипов. Первое — ведение разных уровней отражения информации с различной степенью полноты и достоверности для широкого круга потребителей. Например, населению округа предоставляются данные о состоянии окружающей среды, результаты анализа и моделирования без указания конфиденциальных сведений о конкретных субъектах природопользования и их воздействиях на ОС.

Второе отличие — описание объекта и предмета паспортизации в трех масштабах:

- наиболее детально — населенные пункты;
- менее детально — территории с особым режимом природопользования (особо охраняемые природные территории (ООПТ), водоохранные зоны, родовые угодья и т. п.) и лицензионные участки,
- прочие территории округа — наименее детально.

#### **Описание предметной области**

При осуществлении экологической паспортизации территории ХМАО — Югры должны решаться задачи учета, регистрации, описания, идентификации, индивидуализации территорий, объектов и комплексов, а также учета воздействий на окружающую среду на территории автономного округа [6].

Экологическая паспортизация осуществляется:

- для обеспечения органов государственной власти автономного округа, органов местного самоуправления муниципальных образований автономного округа и населения автономного округа информацией о состоянии окружающей среды и экологической безопасности на его территории;
- подготовки схем и реализации мероприятий территориального планирования, разработки программ автономного округа;
- определения мер по оздоровлению экологической обстановки, принятия управленческих решений на основе использования информационных технологий;

— оптимизации информационных взаимодействий между исполнительными органами государственной власти автономного округа, федеральными органами исполнительной власти, хозяйствующими субъектами и гражданами.

Далее приведем базовые понятия предметной области.

**Экологическая паспортизация** — деятельность, основным содержанием которой является формирование и ведение паспортов, а также своевременная актуализация. Предполагает сбор, анализ, обработку и учет документированных сведений о территории, необходимых для реализации полномочий в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности на территории ХМАО — Югры.

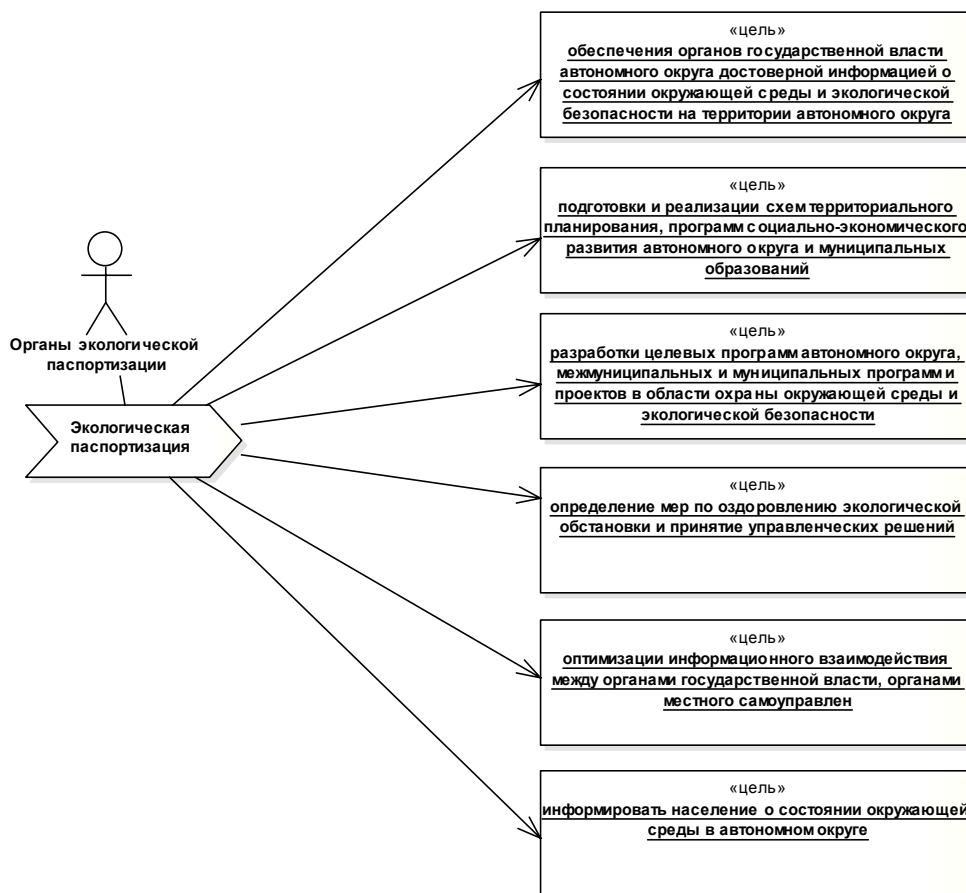


Рис. 1. Пример формального представления основных целей паспортизации

**Охрана окружающей природной среды** — комплекс правовых, экономических и управленческих мер, направленных на обеспечение благоприятных условий жизнедеятельности и сохранение здоровья населения, растительного и животного мира, улучшение качества воздуха, воды, почв, ландшафта, устойчивости экосистем, а также на воспроизводство природных ресурсов и населения.

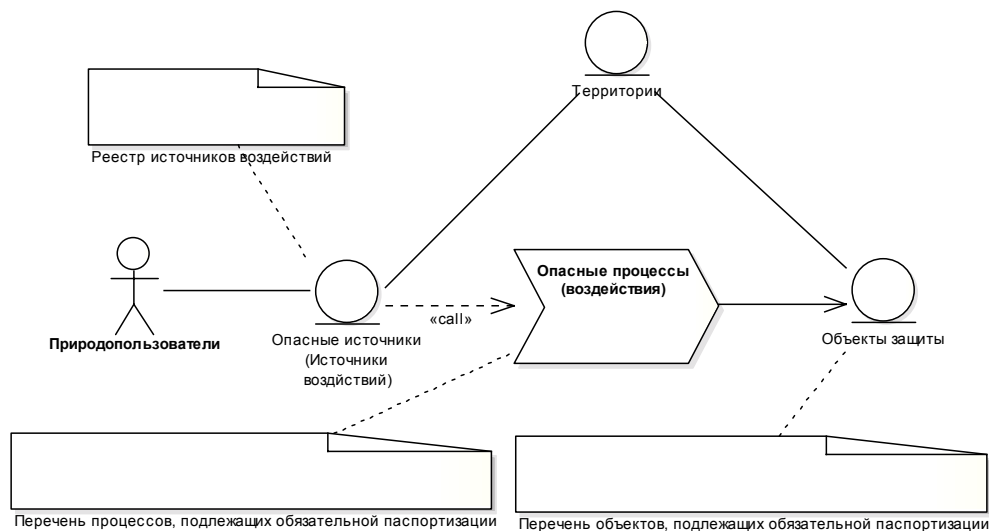
**Объектом** экологической паспортизации является территория ХМАО — Югры, включая территории муниципальных образований автономного округа.

**Предметами** экологической паспортизации территории автономного округа являются объекты охраны окружающей среды на территории округа и воздействие на нее хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и их последствий.

**Хозяйствующие субъекты** — лица, осуществляющие хозяйственную и иную деятельность, способную оказывать влияние на состояние окружающей природной среды.

Остановимся подробнее на целях паспортизации и их формальном представлении в нотации UML.

На рис. 1 показан пример формального описания основных целей процесса «Экологическая паспортизация». Цели поставлены на уровне описания бизнес-контекста «как есть». При разработке архитектуры системы не удастся опереться на этот рисунок, но он важен для документирования целей проекта и формирования подцелей проектируемого комплекса.

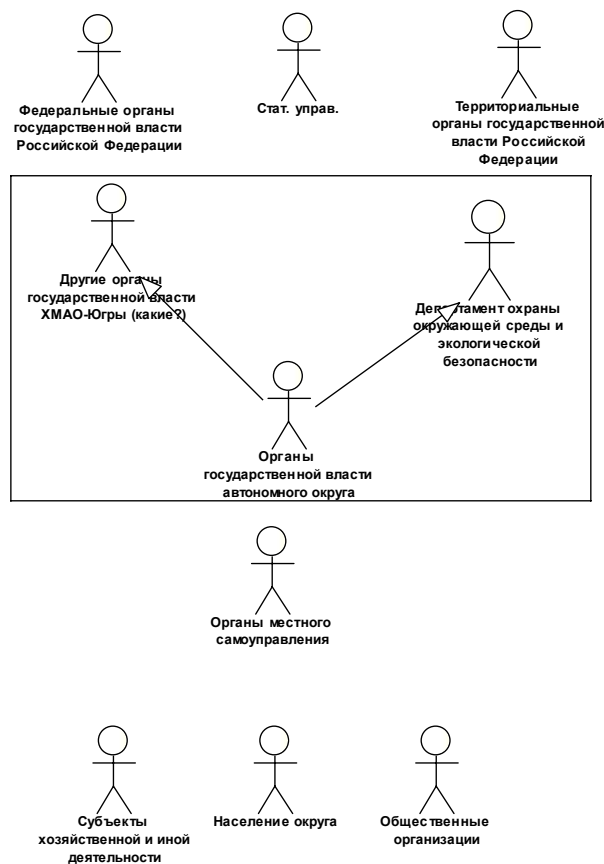


**Рис. 2.** Формальное описание предмета паспортизации

На рис. 2 — источники воздействий порождают опасные процессы, влияющие на объекты защиты, если эти объекты расположены достаточно близко. Основные объекты паспортизации «источники» и «объекты защиты» связаны опосредованно опасными процессами и пространственной близостью. Одним из основных инструментов экологической паспортизации является ГИС, позволяющая определить зоны влияния источников (зоны действия опасных процессов).

«Перечень объектов и процессов, подлежащих обязательной паспортизации» и «Реестр источников воздействий» на диаграмме — объекты данных. Опасные источники, объекты защиты и территории — сущности (entity), которые пригодятся на стадии формирования модели данных и объектной архитектуры программного комплекса.

На рис. 3 показаны основные потребители ИАК «Экологический паспорт ХМАО — Югры». Выявление потребителей — важная часть процесса выявления и описания функций комплекса. С помощью данного среза можно также определить набор требований к иерархии уровней доступа в ИАК пользователей, группы пользователей, их роли и разрешения (permissions).

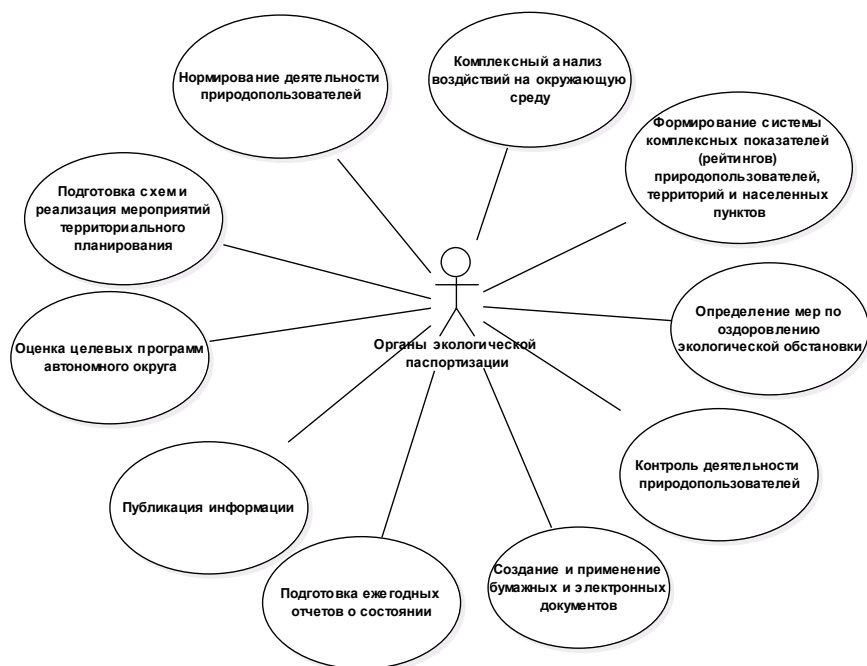


**Рис. 3.** Пример формального описание участников и пользователей комплекса

Департамент охраны окружающей среды и экологической безопасности автономного округа осуществляет полномочия органа экологической паспортизации. В осуществлении экологической паспортизации территории ХМАО — Югры также участвуют:

- другие органы государственной власти ХМАО — Югры;
- федеральные органы государственной власти Российской Федерации и их территориальные органы;
- органы местного самоуправления.

Далее попытаемся формализовать описание функционала комплекса. Для этого нам потребуется не менее двух диаграмм вариантов использования системы (рис. 4, 5). Потребителями вариантов использования на обеих диаграммах выступают органы экологической паспортизации, в которые входят обозначенные ранее организации. На данном этапе описания процесса «как есть» нет необходимости вводить более детальное описание потребителей вариантов использования.



**Рис. 4.** Формальное описание использования результатов паспортизации органами экологической паспортизации

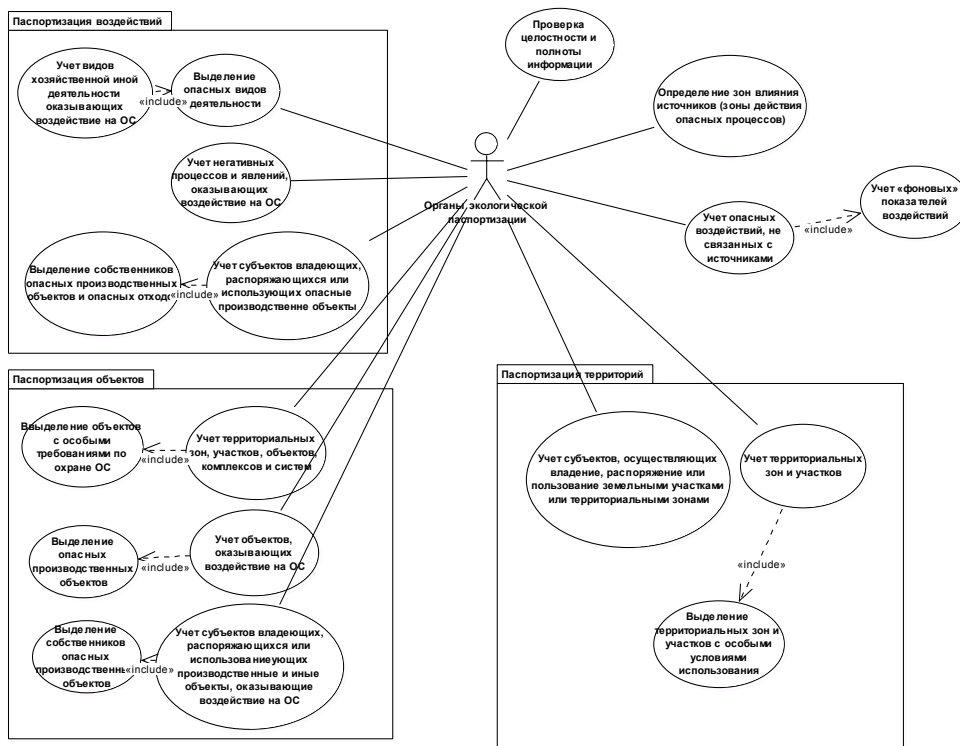
Представленное на рис. 4 и 5 формальное описание вариантов использования ИАК не является исчерпывающим. На рис. 4 показаны только те варианты использования системы, которые можно получить, обладая достаточным количеством информации, собранной в процессе экологической паспортизации. Напротив, рис. 5 показывает варианты использования системы для целей формирования экологического паспорта региона. На диаграмме (рис. 5) варианты использования поделены на пакеты в соответствии с крупными разделами экопаспорта — такое деление введено для упрощения восприятия.

#### **Процесс разработки программного обеспечения**

Процесс разработки комплекса спланирован на основе представлений об итеративной модели разработки программных продуктов. Этапы моделирования, анализа требований, разработка архитектуры, кодирование и автоматическая генерация кода, тестирование и документирование будут многократно повторяться для более детального уточнения.

В состав комплекса на первом этапе войдут следующие веб-сервисы, автоматизированные информационные системы (АИС) и автономные базы данных (БД) [1]:

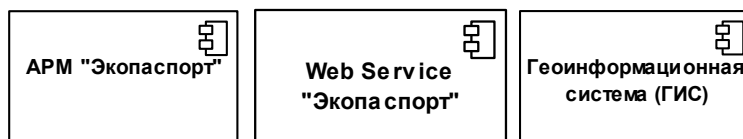
- АИС «302 постановление»;
- АИС «Техноген»;
- АИС «Кадастр отходов»;
- АИС «Экологические платежи»;
- БД «Природопользователи»;
- АИС «ООПТ»;
- АИС «Красная книга».



**Рис. 5.** Формальное описание вариантов использования ИАК «Экопаспорт ХМАО — Югры»

Организовать взаимодействие, совместное накопление и обработку данных — задача описываемой проектной модели.

Основную функциональность комплекса будут выполнять следующие компоненты [3] (рис. 6).



**Рис. 6.** Пример формального представления компонентов комплекса

Полный набор информации, поступающей в процессе экологической паспортизации, представлен на рис. 7. Слева — группа обязательных источников данных, справа — дополнительные источники. Квадратами обозначены содержащие информацию сущности. С точки зрения законодательных документов округа [2, 5–7] они не отличаются от информационных блоков (обозначены параллелограммами).

В процессе разработки комплекса необходим учет особенностей предметной области, критически влияющих на требования к его компонентам:

— сбор первичной информации из различных источников, характеризующихся различной мощностью, объемом информации, ее полнотой и достоверностью (рис. 7);



- необходимость пространственного анализа информации;
- конфиденциальность информации;
- социальная значимость информации, а как следствие — необходимость ее частичной публикации в Интернете;
- организация редактирования данных (в том числе пространственных) через тонких клиентов.

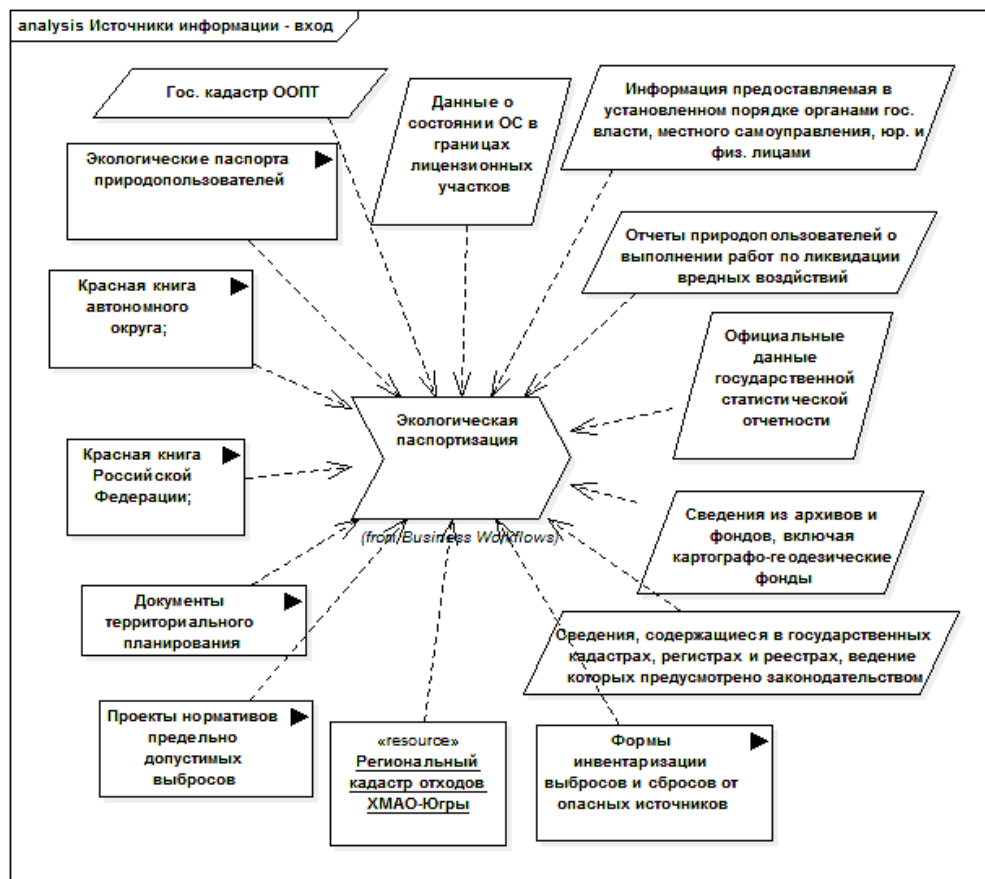


Рис. 7. Диаграмма источников информации для ИАК

### Заключение

Управление процессом разработки значительно упрощено за счет общего для всех способа формализации описания. Единое хранилище требований также может оказаться полезным как программисту, системному аналитику, тестировщику, так и заказчику. Однако по мере усложнения проектной модели высока вероятность возникновения семантического разрыва между нею и программной реализацией ввиду необходимости постоянной актуализации последней.

В статье показана часть этапа моделирования контекста предметной области, выявления основных целей проекта, его потребителей. Результат полученного формального описания позволит перейти к следующему этапу проектирования — дизайну комплекса (design model) [8].

Ближайшие задачи данной системы — выделение уровней доступа и моделирование их рабочих процессов с целью выделения основных требований и характеристик.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Геннадиник В. Б.* Электронный обмен информацией между органами хозяйственного управления и субъектами хозяйственной деятельности — «Информационная вертикаль» // Вестн. кибернетики. — 2002. — Вып. 1. — С. 10–15.
2. *ГОСТ Р 17.0.0.6-2000.* Охрана природы. Экологический паспорт природопользователя. — Введ. 01.07.2001. — М.: Госстандарт России, 2001.
3. *Закон Ханты-Мансийского автономного округа* — Югры от 18.04.2007 № 31-оз «О регулировании отдельных вопросов в области охраны окружающей среды в Ханты-Мансийском автономном округе — Югре». — Режим доступа: [http://www.admhmao.ru/news/new\\_zak/2007/april.htm](http://www.admhmao.ru/news/new_zak/2007/april.htm), свободный.
4. *Охрана окружающей среды, природопользование и обеспечение экологической безопасности в Санкт-Петербурге в 2006 году* / Под ред. Д. А. Голубева, Н. Д. Сорокина. — СПб., 2007. — 528 с.
5. *Постановление* Правительства Ханты-Мансийского автономного округа — Югры об экологической паспортизации территории Ханты-Мансийского автономного округа — Югры. 2008.
6. *Постановление* Правительства Ханты-Мансийского автономного округа — Югры от 18.09.2006 № 218-п «О Департаменте охраны окружающей среды и экологической безопасности Ханты-Мансийского автономного округа — Югры» (с изменениями на 29.08.2007). — Режим доступа: <http://www.econord.by.ru/poradok-pdv.html>, свободный.
7. *Федеральный закон* от 10.01.2002 №7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (с изменениями на 26.06.2007). — Режим доступа: <http://www.consultant.ru/popular/okrsred/>, свободный.
8. *Applying UML. Advanced Application* / Rob Pooley and Pauline Wilcox. — Elsevier Ltd. — ISBN 978-0-7506-5683-2.

*V. B. Gennadinik, I. I. Markeyev*

*METHODS OF COMPUTER-AIDED DESIGNING "ECOLOGICAL PASSPORT OF KHANTY-MANSI NATIONAL REGION-UGRA" DATA-PROCESSING AND ANALYTICAL COMPLEX AS PART OF "ENTERPRISE ARCHITECT"*

*The article considers methods of formalized description of procedures under designing "Ecological Passport of Khanty-Mansi National Region — Ugra" data-processing and analytical complex, quoting instances of visual description of object domain in the "Enterprise Architect" case-package.*