

УДК 624.131.1(470.53)

## РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПОВ И СОЗДАНИЕ ЕДИНОЙ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ Г. ПЕРМИ (ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ И ГЕОЭКОЛОГИЯ)

Коноплев А. В.<sup>2</sup>, Копылов И. С.<sup>2</sup>, Пьянков С. В.<sup>1</sup>, Наумов В. А.<sup>2</sup>, Ибламинов Р. Г.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия (614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15), psv@psu.ru

<sup>2</sup>Естественно-научный институт ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», Пермь, Россия (614990, г. Пермь, ул. Генкеля, 4), kono2003@gmail.com

Описан опыт работы по разработке основных принципов и созданию геоинформационной системы по инженерной геологии и геоэкологии города Перми. Приведены основополагающие принципы проектирования сетевой распределенной информационно-аналитической среды обработки геологических данных. Приведен алгоритм действий, включающий анализ инженерно-геологической, гидрогеологической и геоэкологической изученности территории г. Перми, построение карт изученности и обоснование масштаба картографирования; разработку структуры баз данных; согласование классификаторов и структуры баз данных; наполнение баз данных и создание баз метаданных информации; сбор исходной информации для картографирования; разработка классификаторов для тематических карт; создание комплекта тематических карт; интеграцию баз данных и геоинформационных систем в единый городской ресурс – информационную систему обеспечения градостроительной деятельности.

Ключевые слова: геоинформационная система, база данных, геологическая среда, информационный ресурс, инженерная геология, геоэкология.

## DEVELOPMENT OF PRINCIPLES AND CREATION UNIFIED GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM OF GEOLOGICAL ENVIRONMENT OF PERM CITY (ENGINEERING GEOLOGY AND GEOECOLOGY)

Konoplev A. V.<sup>2</sup>, Kopylov I. S.<sup>2</sup>, Piankov S. V.<sup>1</sup>, Naumov V. A.<sup>2</sup>, Iblaminov R. G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>FGBOU VPO «Perm State University», National research», 614990, Perm, Bukireva str., 15; psv@psu.ru

<sup>2</sup> Institute of Natural Sciences of the Perm State University, National Research, Perm, 614990, Genkelya str., 4, kono2003@gmail.com

The experience of working on the development of the basic principles and the creation of GIS for Engineering Geology and Geo-ecology of the city of Perm. Are the basic principles of designing a distributed network of information-analytical processing environment geological data. The algorithm of actions, including the analysis of engineering-geological, hydro-geological and geo-environmental study of the territory of Perm, mapping of knowledge and justification scale mapping, development of database structures, harmonization of classifiers and database structures, content databases and creating of metadata information, collection of baseline information for mapping, development of classifiers for thematic maps, creating a set of thematic maps, integration of database and geographic information systems into a single urban resource - information system for the urban planning.

Keywords: GIS, database, geological environment, information resource, engineering geology, geo-ecology.

Геоинформационная система геологической среды г. Перми должна являться составной частью Информационной системы обеспечения градостроительной деятельности города (ИСОГД), частью геоинформационного пространства города. Она должна включать массивы пространственных данных о геологии, гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии, представленных в двухмерном и трехмерном видах, связанных между собой единой координатной основой, позволяющей отображать и обрабатывать пространственные объекты одновременно из разных массивов данных любых масштабов, включая массивы

тематических данных различных пользователей. В качестве основы использовался опыт обобщения больших массивов инженерно-геологической информации [1–3].

ИСОГД формируется в рамках ведомственной целевой программы "Создание информационной системы обеспечения градостроительной деятельности в городе Перми на 2010–2012 годы". Целью программы является создание комплексной информационной системы для обеспечения органов государственной власти, органов местного самоуправления, физических и юридических лиц достоверными сведениями, необходимыми для осуществления градостроительной, инвестиционной и иной хозяйственной деятельности, повышения качества и эффективности принимаемых решений в сфере градостроительной деятельности.

В Перми пространственные данные о городской территории постоянно накапливаются в фонде Департамента планирования и развития территории (ДПиРТ). Они включают в себя картографо-геодезические, геологические материалы, данные инженерных изысканий, геоэкологических исследований, представляющие согласованные между собой наборы пространственной информации в виде совокупности карт и планов, моделей местности, отдельных слоев картографической информации, а также материалы и данные дистанционного зондирования территории города, опорно-геодезической сети и другие виды информации.

#### *Характеристика проблемной ситуации в рассматриваемой сфере*

При реализации первого этапа работ по созданию единого геоинформационного пространства города Перми была подготовлена основа широкомасштабного использования пространственных данных для функционирования городских информационных ресурсов и информационных систем, оказания на их основе информационных услуг, решения различных задач, направленных на развитие городского хозяйства [1].

Вместе с тем до настоящего времени не решены в полном объеме следующие проблемные вопросы:

- остается недостаточным уровень интеграции существующих и создаваемых городских информационных ресурсов. До конца не решены вопросы создания общегородского комплекса стандартов, классификаторов, позволяющих обеспечить согласованное функционирование информационных систем;

- отсутствие единой координации работ, выполняемых через различные программы, способствует усилению несогласованности по созданию, поддержанию в актуальном состоянии информационных ресурсов, их информационному содержанию, готовности использования для эксплуатации информационными системами различных организаций и ведомств, торможению процессов планирования, согласования, выпуска нормативной и

законодательной документации;

– старение одних и актуальность других информационных ресурсов приводит при их совместном использовании к дополнительным затратам на воспроизводство требуемой информации или необходимой документации.

#### *Современное состояние геоинформационного обеспечения*

В настоящий момент начальный этап формирования единого геоинформационного пространства пройден, заложен фундамент для дальнейшего развития и совершенствования инфраструктуры пространственных данных на территории города Перми, в том числе для разработки новых (недостающих на сегодняшний момент) массивов пространственных данных.

Главной проблемой инженерно-геологического обеспечения градостроительной деятельности являлось то, что данная информация не была представлена в городе Перми в качестве городского информационного ресурса. При этом в фонде ДПиРТ города Перми на протяжении почти 50 лет накоплен достаточный объем геологической информации. В результате был создан фонд геологических данных, насчитывающий описания почти 60 000 геологических скважин, пробуренных в границах города. Эти данные рассчитаны на удовлетворение потребностей в геологической информации различных видов хозяйственной деятельности. Наиболее востребованными из геологических информационных ресурсов являются геологическое строение городской территории, инженерно-геологические условия участков и массивов (состояние и свойства пород, гидрогеологические условия, развитие инженерно-геологических процессов). Однако фонд инженерно-геологических отчетов хранится в бумажном виде. Это является препятствием для широкого использования накопленной информации в практических целях. Устранение указанной проблемы осуществлялось через геоинформационное картографирование и ведение банка данных инженерно-геологических изысканий по территории города по следующему сценарию и необходимой последовательности:

– анализ геолого-геофизической, инженерно-геологической, гидрогеологической и геоэкологической изученности территории г. Перми, построение карт изученности и обоснование масштаба картографирования;

– разработка структуры баз данных инженерно-геологической, гидрогеологической и геоэкологической информации. Согласование классификаторов и структуры баз данных;

– наполнение баз данных и создание баз метаданных инженерно-геологической, гидрогеологической и геоэкологической информации;

– сбор исходной информации для картографирования. Разработка классификаторов для тематических карт;

– создание комплекта тематических карт (ГИС слоев). Карты обеспечивают создание геоинформационного ресурса на площадь города, служат геологической основой планирования застроек и базой для формирования комплекса сводных карт;

- создание комплекта сводных карт (опасных эндогенных и экзогенных геологических процессов и явлений; рисков возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС); инженерно-геологического районирования для целей обеспечения безопасного строительства) [4].

**Основополагающие принципы** проектирования сетевой распределенной информационно-аналитической среды обработки геологических данных:

– научная обоснованность распределенного решения тематических задач, подразумевающего создание, управление и использование динамических ансамблей ресурсов, в т.ч. в рамках виртуальных организаций – динамических совокупностей индивидуальных пользователей, организаций и принадлежащих им ресурсов;

– эффективное использование гетерогенной среды информационных ресурсов (структурированных данных различной тематической направленности) и др. ресурсов;

– использование современной технологической базы – построением информационно-аналитических систем (ИАС) на основе интеграции технологий – глобальной сети, распределенных вычислительных сетей и геоинформационных систем;

– формирование единой виртуальной информационной среды – построением по единым стандартизированным правилам, учитывающим тенденции развития современных информационных технологий;

– сопоставимость данных – использованием единой системы единиц измерения, систем классификации и кодирования, согласованностью форматов и структур метаданных информационных ресурсов;

– построение механизма безопасности в вычислительных сетях – реализацией набора правил, определяющих субъекты (пользователи и процессы) и объекты безопасности (ресурсы), отношения между ними.

Этапы реализации ИАС должны представлять последовательную совокупность междисциплинарных научно-исследовательских работ, упорядоченных во времени, взаимосвязанных и объединенных в стадии системного, технического и рабочего проектирования ИАС, ввода в эксплуатацию и сопровождения.

Важнейшие задачи поэтапного проектирования ИАС:

– создание инфраструктуры информационного базиса по инженерной геологии, гидрогеологии и другим направлениям, относящимся к проблеме геологической безопасности города;

– использование стандартных, открытых, универсальных протоколов и интерфейсов;

– реализация проектных решений по программному, техническому и информационному обеспечению в виде взаимосвязанных компонент и комплексов (а также их прототипов – в виде фрагментов, макетов, моделей и экспериментальных образцов) для интегрирования в распределенную вычислительную среду.

### **Требования к геоинформационной системе (ГИС)**

Геоинформационная система (ГИС) является неотъемлемой и очень важной подсистемой АИСОГД. Данная подсистема должна обеспечивать возможность работы с пространственными данными с непосредственной «привязкой» графических объектов к объектам других подсистем АИСОГД. С помощью ГИС производится обработка цифровых пространственных данных.

Платформой автоматизированной ГИС управления пространственными описаниями объектов градостроительной деятельности является стандартизованная программная платформа ArcGIS, внедренная в ДПиР в 2008 году. Данная платформа ГИС для АИСОГД обеспечивает следующие функциональные возможности:

- открытости системы, масштабируемости и настройки под конкретные задачи;
- технологий публикации данных в сети интернет на основе современных WEB-сервисов;
- расширенные возможности аналитического аппарата и мощные средства пространственного анализа;
- стандартные полноценные средства конвертации из форматов других ГИС;
- хранение в стандартной базе данных атрибутивной информации, обеспечение целостности данных при многопользовательском режиме редактирования;
- поддержка версионности баз данных;
- присутствие средств построения и проверки векторной модели – правильности взаимоотношений графических объектов в системе, после которой конвертация данных в другие системы происходит без потери или искажения информации.

Объектами подсистемы являются графические объекты карты. Каждый графический объект должен иметь определенный набор атрибутов. Перечень, состав объектов и их атрибутов определяется на этапе технического проектирования. Данная функция должна позволять визуализацию определенных графических объектов, выводить на экран открытую пользовательскую карту, либо карту специального назначения (топографический план), и выходных отчетов, в зависимости от уровня доступа пользователя и характера выполняемых задач. В части работы с графической информацией реализованы следующие возможности:

- просмотр графической информации через Web;

– просмотр и редактирование графической информации, содержащейся в едином хранилище пространственных и описательных данных на основе СУБД посредством ArcEditor, ArcView (ArcMap); (клиентских приложений существующей платформы ArcGIS);

– подключения различных пространственных и описательных данных (графических слоев базы геоданных) в зависимости от уровня доступа пользователя и характера выполняемых задач и выходных отчетов;

– использования возможностей выбранной ГИС для проверки обрабатываемых в Системе графических и семантических данных;

– использования возможностей выбранной ГИС для формирования необходимой отчетности.

#### *Общие принципы построения единой геоинформационной системы геологической безопасности города Перми*

Ведение информационной базы геологической безопасности города осуществляется путем сбора, документирования, актуализации, обработки, систематизации, учета и хранения сведений, необходимых для обеспечения геологической безопасности города.

Технологии и программные, лингвистические, правовые и организационные средства ведения автоматизированной информационной системы должны обеспечивать:

– обмен документированными сведениями, содержащимися в информационной системе, и сведениями, содержащимися в автоматизированной системе ведения государственного земельного кадастра, а также материалами и данными, содержащимися в государственном картографо-геодезическом фонде Российской Федерации;

– хранение, обеспечение резервного копирования и защиту сведений, содержащихся в информационной системе;

– актуализацию сведений, содержащихся в информационной системе, посредством регистрации и учета новых документов, а также перевода в архивный режим хранения документов, которые в установленном порядке признаны недействующими;

– составление аналитических отчетов по запросам заинтересованных лиц;

– ведение журнала операций, произведенных со сведениями информационной системы.

При создании блока ИСОГД должны быть соблюдены следующие принципы (требования к системе):

– **открытость** (сведения являются открытыми и общедоступными, за исключением сведений, отнесенных федеральными законами к категории ограниченного доступа);

– **общедоступность** (минимизация административных процедур получения сведений, низкая стоимость сведений, единообразие представления сведений по структуре их предоставления и возможность получать их в любой форме: бумажном и цифровом виде);

- **достоверность** (соответствие сведений реальному состоянию изученности на текущий момент);
- **полнота** (наличие необходимого и достаточного количества сведений для принятия градостроительных и иных решений);
- **структурированность** (все документы и сведения должны соответствовать разработанным классификаторам, находиться в своих тематических разделах и книгах);
- **непротиворечивость** (сведения, содержащиеся в разных документах градостроительного регулирования, не должны противоречить друг другу);
- **сопоставимость** (все сведения должны иметь точную координатную или адресную привязку к территории);
- **защищенность данных** (невозможность изменения данных, занесенных в базу данных ИСОГД или находящихся в архиве). Из двух последних принципов вытекает, что все сведения ИСОГД должны иметь максимально возможную точную пространственную привязку и фиксироваться на актуализируемой топографо-геодезической основе или иметь привязку к базовым пространственным данным, создаваемым в соответствии с Концепцией ИПД.

Часть работ находятся в стадии реализации, некоторые этапы уже завершены [5]. Так, в ноябре 2012 г. завершены работы по созданию и наполнению базы данных информационной системы «Инженерно-геологические изыскания». Дальнейшая цель – интеграция базы в ИСОГД. Общее количество объектов (выработок) в электронном виде, введенных в базу данных – 55000 объектов. База данных разработана на основе современных программно-технических решений и удовлетворяет общим функциональным требованиям совместимости с действующим программным обеспечением, на базе которого в ДПиР в настоящий момент функционирует автоматизированная ИСОГД.

Информационный раздел «Инженерно-геологические изыскания» содержит карту существующих выработок и семантические данные по каждой выработке в системе координат г. Перми. Для базы данных отсканированной информации разработан минимальный интерфейс поиска по номеру отчета и номеру инженерно-геологической выработки по журналу выработок. Для системы в целом сформулированы основные требования к обеспечению защиты от несанкционированного доступа, к эргономике и технической эстетике, по стандартизации и унификации, расширяемости и перспективам развития и модернизации.

## Список литературы

1. Димухаметов Д. М., Чемус А. А., Коноплев А. В. Опыт создания геоинформационной системы инженерной геологии территории г. Перми // Проблемы инженерной геологии карста урбанизированных территорий и водохранилищ: Материалы Всерос. науч.-практ. конф. ПГУ. – Пермь, 2008. – С. 78-81.
2. Козловский С. В. Методические аспекты, принципы и последовательность организации геоинформационной системы (ГИС) в инженерной геологии // Инженерная геология. – 2010. – № 1. – С. 18-22.
3. Козловский С. В. Принципиальная структура геоинформационной системы для решения задач инженерно-геологических изысканий // Инженерные изыскания. – 2010. – № 5. – С. 12-16.
4. Копылов И. С., Коноплев А. В. О концепции геологической безопасности крупного города (на примере Перми) / Геология крупных городов. – Материалы 2-й междунар. науч. конф. – ВСЕГЕИ. – СПб.: Изд-во «Ренова», 2012. – С. 20-22.
5. Пьянков С. В. Пермский госуниверситет: курс на комплексное формирование рынка внедрения ГИС-технологий и данных ДДЗ // Земля из космоса – наиболее эффективные решения. – 2011. – № 5. – С. 74-78.

### Рецензенты:

Катаев Валерий Николаевич, д.г.-м.н., профессор, проректор по научной работе и инновациям, заведующий кафедрой динамической геологии и гидрогеологии Пермского государственного национального исследовательского университета, г. Пермь.

Середин Валерий Викторович, д.г.-м.н., профессор, заведующий кафедрой инженерной геологии и охраны недр Пермского государственного национального исследовательского университета, г. Пермь.