

# МЕТОДИКА СТРУКТУРИРОВАНИЯ ДАННЫХ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ

И.А. Соколова («НижегородТИСИЗ», Нижний Новгород)

В 1992 г. окончила факультет геофизических методов поиска и разведки месторождений полезных ископаемых Санкт-Петербургского горного института им. Г.В. Плеханова по специальности «горный инженер-геофизик». После окончания института работала в ФГУ ГП «Волгагеология». С 2004 г. работает в ОАО «НижегородТИСИЗ», в настоящее время — ведущий инженер-геолог.

В крупных городах безаварийное строительство возможно только при наличии полной информации об инженерно-геологических условиях территории на всех стадиях строительного процесса.

При активной реконструкции города и достаточной изученности территории, необходима систематизация уже накопленных данных. При этом ценность геологической информации возрастает в том случае, если она увязана с планово-высотным расположением сооружений, фундаментов, подземных коммуникаций. При этом возникают два типа задач: связанные со сбором, организацией и хранением данных; анализа, интерпретации и построения цифровых моделей инженерно-геологических карт.

Базовыми элементами информационного моделирования геологических карт являются: цифровая картографическая основа, первичные геологические данные, производные данные материалов предшественников.

Цифровая картографическая основа является несущей конструкцией моделирования. Она должна сохранять преем-

ственность от масштаба к масштабу.

Первичная геологическая информация обеспечивает возможность создания компонентов модели в полном объеме полевых наблюдений. При этом данные должны иметь надежную координатную привязку и структурироваться по единым законам и понятиям.

Производные данные материалов предшественников — это результаты обработки и интерпретации первичных данных, представленные цифровыми моделями карт геологического содержания, формализованными описаниями их легенд и геологических объектов, результатами обработки геофизических, геохимических, гидрогеологических данных.

Компоненты геологической среды, применяемые для информационного моделирования, состоят из набора признаков в каждой точке. При инженерно-геологических изысканиях под строительство такими точками являются скважина, дудка, шурф, точки статического зондирования и геофизических наблюдений. По комплексу геолого-геофизических данных требуется оценить распределение числовых или номиналь-

ных свойств геологической среды и представить эти свойства в виде цифровых моделей геологического строения территории.

Перевод этого процесса в автоматизированный режим возможен при условии четкого разграничения набора операций на те, которые будут автоматизированы, и другие, не подлежащие автоматизации по техническим причинам.

Немаловажным аспектом для построения информационных моделей карт является использование цифровых моделей геологических карт предшественников, увязанных с современной картографической основой. Необходимая информация, «снятая» с таких карт, включается в обработку.

Вопросы сбора, обработки и анализа данных по инженерным изысканиям уже несколько лет успешно решаются в ОАО «НижегородТИСИЗ». На базе программного комплекса ГИС «Карта 2005» (КБ «ПАНОРАМА») создан банк цифровых данных фонда «Инженерные изыскания» (ГИС ГЕОТОП), который позволяет проводить анализ, интерпретацию и построение векторных, растровых и матричных карт геологического

содержания, разрабатывать специализированные ГИС-приложения в среде Windows, решать типовые прикладные задачи.

▼ **Организация данных**

Система организации данных позволяет строить геологические карты, прогнозировать опасные геологические процессы (карст, оползни и т. д.), проводить поиск информации и осуществлять мониторинг геологической среды. Степень детализации информации зависит от стадии инженерных изысканий.

Для городского строительства данные, как правило, представлены в масштабе 1:500. Структура базы данных предусматривает возможность ввода инженерно-геологической информации крупно-, средне- и мелкомасштабных работ. В зависимости от вида и масштаба построения геологической карты проводится генерализация исходных данных. Например, для построения геолого-литологической карты масштаба 1:10 000 мощности каждой литологической разности грунта в точке наблюдения суммируются с учетом возраста и генезиса и записываются в отдельное поле базы данных, фрагмент которой приведен в табл. 1.

Структура данных для ввода первичной геологической информации разработана на основе существующих норматив-

ных документов для инженерных изысканий [1–5]. В точках геологической среды (выработки, статика, ВЗЗ) вводятся показатели в числовом или текстовом виде:

- общие данные (год, глубина, организация и пр.);
- условия залегания грунтов (глубина подошвы, возраст, мощность и пр.);
- характеристика грунта;
- физико-механические свойства образцов;
- химические анализы воды;
- коррозионная активность грунтов.

Для каждого вида грунта подбирается собственный набор компонентов:

- глинистые грунты — грансостав, текстура, минеральный состав, обломочность, карбонатность, примеси, включения, органика, консистенция;
- песчаные грунты — минеральный состав частиц, обломочность, примеси, зернистость, плотность сложения, степень плотности, включения, органика, степень влажности;
- обломочные грунты — вид грунта и заполнителя, прочность, плотность скелета, трещиноватость, выветрелость, включения, степень влажности;
- скальные и полускальные грунты — карбонатность, обломочность, структура, текстура, сопротивление одноосному сжатию, выветрелость, трещиноватость, плотность скеле-

та, включения, наличие полостей и пр.;

— техногенные грунты — способ укладки, однородность состава, степень и метод уплотнения, степень влажности и пр.

Расчетные компоненты физико-механических свойств образцов грунта содержат общие сведения (глубина и дата отбора, номер заказа и пр.), физические свойства, гранулометрический состав, результаты срезовых и компрессионных испытаний, относительную просадочность при нагрузках, коррозионную активность.

Расчетные компоненты для оценки подземных вод включают данные по уровням, глубине и условиям залегания, физическим свойствам, химическому составу, коррозионной активности.

При выборе расчетных параметров для характеристики геологических процессов вводятся данные по подземным и поверхностным проявлениям, времени и интенсивности проявления.

▼ **Классификатор**

Анализ методических рекомендаций и нормативных документов позволил обобщить полный комплекс геологических факторов, используемых при построении инженерно-геологических карт. Структура электронного классификатора состоит из нескольких слоев, в каждом из которых расположены характерные для данного

Фрагмент таблицы литологических свойств грунтов (LITOL.db)			Таблица 1
Суммарная мощность грунта, м	Мощность разновидности грунта, м	Геологический индекс слоя	Наименование грунта
	5	laQII-III	суглинок
12,5	7,5	laQII-III	суглинок
1,7	1,7	tQIV	насыпной грунт
1,1	1,1	edQIII	суглинок
	3,7	laQII-III	суглинок
12,2	8,5	laQII-III	суглинок

Структура классификатора		Таблица 2
<b>Наименование слоя</b>	<b>Объекты</b>	
Генетические типы	Площадные объекты наиболее характерных генетических типов четвертичных отложений Нижегородской области	
Геологические границы	Линейные стратиграфические, тектонические, гидроизогибсы	
Горные выработки	Типы геологических выработок (скважины, дудки, шурфы), точек геофизических наблюдений и статического зондирования	
Грунты	Инженерно-геологические виды полускальных, осадочных, техногенных грунтов Нижегородской области	
Геоморфология	Объекты геоморфологии и физико-геологических процессов и явлений (границы террас, овраги, оползни, карстовые воронки)	
Гидрогеология	Элементы гидрогеологии (родники, колодцы, гидрогеологические подразделения)	
Стратиграфия	Возраст четвертичных и коренных отложений	
Литологические особенности	Наиболее часто встречающиеся литологические особенности грунтов (затофованность, выветрелость, включения)	

слоя объекты. В табл. 2 приведены типы объектов, располагаемые в каждом слое.

Для каждого объекта разработан код, ключ, семантика, позволяющие осуществлять связь и проводить операции по выборке данных, построению карт, математическим расчетам. Классификаторы карт масштабов 1:10 000 и 1:500 предназначены для построения инженерно-геологических карт, соответственно, на стадиях создания генерального плана развития города, разработки проекта строительства и рабочей документации. В районах развития опасных геологических процессов при построении специализированных карт систематизируются и добавляются дополнительные объекты слоев.

База данных геологических карт предшественников, представленных в растровом или векторном виде, состоит из наборов разных по масштабу карт, схем, разрезов, идентифицированных по назначению и архивному номеру отчета.

**Ввод и хранение данных**

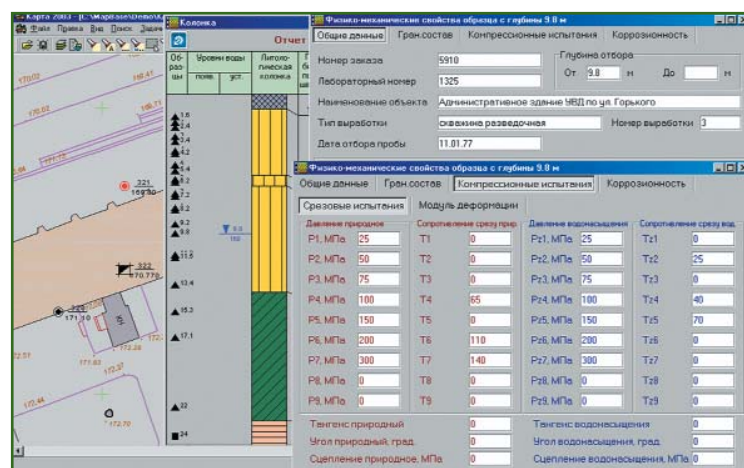
Система ввода в банк данных фонда «Инженерные изыскания» предусматривает импорт текущей геологической

информации и ввод архивной информации с бумажных носителей. Текущая геологическая информация представляет собой результаты обработки первичных полевых геологических данных программными средствами, разработанными специалистами треста. Это следующие программы: «Колонка» (создание геолого-литологической колонки для любого масштаба карт по полевым материалам), «Статика» (обработка данных статического зондирования), «Статистика» (статистическая обработка лабораторных определений физико-механических свойств образцов грунтов), «Разрез» (построение инже-

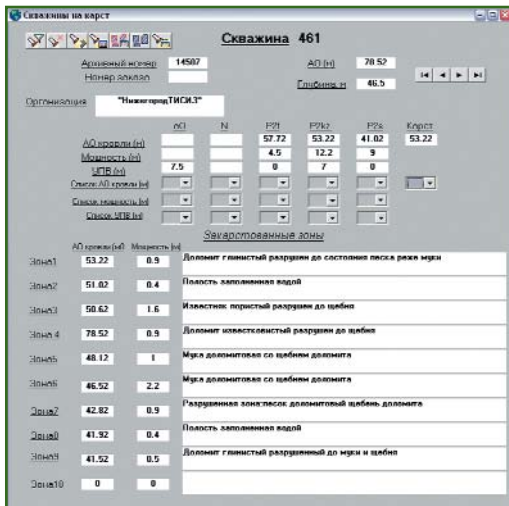
нерно-геологических разрезов как для площадок, так и для линейных объектов, в том числе трасс нефте- и газопроводов), «Лаборатория» (расчеты по результатам определений физико-механических свойств образцов, химического состава подземных вод, коррозионной активности грунтов), «Склон» (расчет устойчивости склонов естественного происхождения).

Топографо-геодезическая информация обрабатывается в программном комплексе CREDO (СП «Кредо-Диалог», Минск, Республика Беларусь).

Структура данных текущей геологической информации



**Рис. 1**  
Фрагмент паспорта скважины



**Рис. 2**  
Форма ввода подземных проявлений карста

ориентирована на структуру банка данных ГИС ГЕОТОП. Перевод топографической информации осуществляется с помощью конвертора.

Для ввода информации с отчетов разработаны паспорта точек наблюдений. Архивная информация анализируется, приводится в соответствие с современными нормативными документами, проверяется координатная привязка (рис. 1).

Для районов развития опасных геологических процессов, например, карстовых прояв-

ний, предусматривается ввод дополнительной информации по зонам развития карстово-суффозионных процессов в скважинах, поверхностным проявлениям карста (провалы, воронки) (рис. 2).

Карты на бумажной основе сканируются на планшетных сканерах формата А3 (А0). Отсканированные карты трансформируются, затем выполняется их координатная привязка, а также векторизация в ГИС «Карта 2005».

Хранение данных осуществляется в базе, состоящей из нескольких взаимосвязанных таблиц в формате DB. Растры геологических карт, схем, разрезов хранятся в формате RSW, а пользовательские векторные карты — в формате SIT.

▼ **Примеры использования данных**

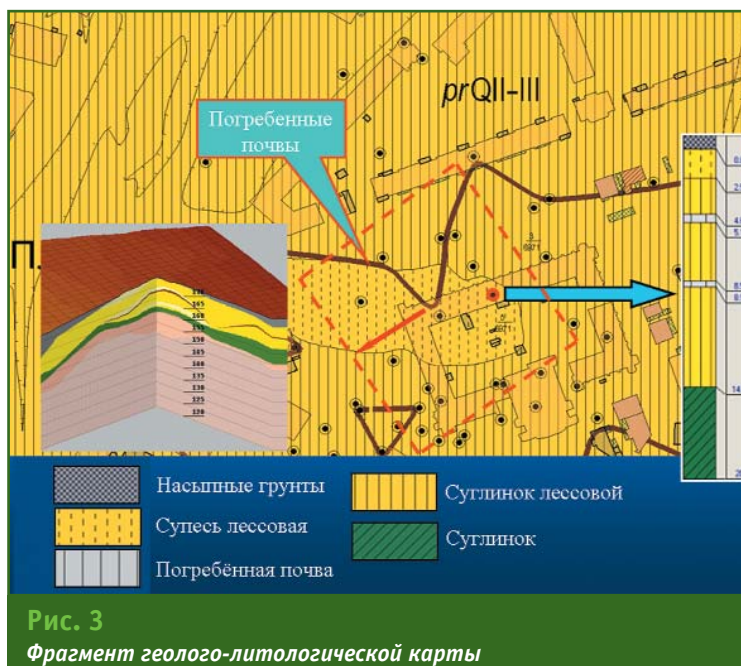
В настоящее время в тресте проходит апробацию методика построения геолого-литологической карты по данным фонда «Инженерные изыскания». Разработана инструкция для специалистов производственно-технического отдела, проводящих работы по систематизации и обработке архивных ин-

женерно-геологических материалов [6]. На один из участков города создана информационная модель геолого-литологической карты, отражающая сведения об условиях залегания и составе грунтов, погребенных оврагах, горных выработках, топографической ситуации. Отработан принцип создания трехмерной матрицы грунтов, позволяющий оперировать геолого-топографическими данными для оценки инженерно-геологического строения территории и просматривать информацию по любому профилю, выработке (рис. 3).

На информационной модели карты-схемы кровли коренных отложений масштаба 1:5000 одного из участков города представлены сведения об абсолютных отметках залегания кровли пермских образований. При проектировании зданий и сооружений, реконструкции уже существующих объектов, аварийных ситуациях возможна оценка глубин и крутизны залегания кровли коренных грунтов под фундаментом промышленных и жилых объектов.

В настоящее время дорабатывается методика построения карты районирования по карстовой опасности. Структура данных, методика построения подробно описаны автором в журнале «Инженерная геология» [7]. Используя данные по скважинам, карстовым провалам, воронкам, условиям залегания отложений, уровням подземных вод, были выделены участки разной степени устойчивости к карстовым процессам.

Разработка методики структурирования геолого-топографических данных городской территории является основой для создания системы нормативных документов и отраслевых стандартов представления информации по топографо-ге-



**Рис. 3**  
Фрагмент геолого-литологической карты



одезическим, инженерно-геологическим и другим видам инженерных изысканий в едином банке данных.

Формирование банка пространственных геолого-топографических данных, информационное моделирование геологической среды городских территорий позволит:

- повысить качество, снизить стоимость и сократить сроки инженерных изысканий;
- выбрать участки наиболее благоприятные для строительства;
- осуществить проектирование защитных мероприятий от опасных геологических процессов (карст, оползни, подтопление);
- определить оптимальный тип фундамента и снизить стоимость строительных работ;
- вести мониторинг геологической и топографической сред.

▼ **Список литературы**

1. ГОСТ 25100–95. Грунты. Классификация.
2. ГОСТ 21.302–96. Условные графические обозначения в документации по инженерным изысканиям.
3. СП 11-105–97. Часть I. Общие правила производства работ.
4. СП 11-105–97. Часть II. Правила производства работ в районах развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов.
5. Инженерные изыскания, проектирование, строительство и эксплуатация здания и сооружений на закарстованных территориях Нижегородской области (ТСН-22-308–98 НН), Нижний Новгород, 1999.
6. МИ-2.10–18 Методологическая инструкция по качеству. Раздел 2.10. Управление процессами. Методические указания по составлению геолого-

тологической карты масштаба 1:10 000 по архивным инженерно-геологическим материалам (с применением компьютерных технологий). — ОАО «НижегородТИСИЗ», 2007.

7. Соколова И.А. Применение ГИС-технологий для районирования территории Нижнего Новгорода по степени опасности карстовых процессов // Инженерная геология, май 2006 г.

**RESUME**

The article considers methodological aspects of structuring geological and topological data on urban areas. This is done to present all the types of information acquired during engineering surveys in a single data base for subsequent simulating the geological environment based on the geoinformation technologies. An example of creating a databank for the engineering survey data based on the Karta-2005 GIS is given.



# КБ ПАНОРАМА

www.gisinfo.ru





**ГИС Карта 2005**  
**GIS WebServer**  
**GIS ToolKit**  
**“Земля и Право”**  
**Недвижимость**  
**Блок “Геодезия”**  
**3D-моделирование**

- Геоинформационные системы и ГИС-приложения для Windows, Linux, Solaris, Pocket PC 2003, OC-PB, QNX и др.
- 3D моделирование.
- Обработка геодезических измерений и формирование землеустроительной документации.
- Земельный кадастр и Межевое дело.
- Кадастр объектов недвижимости.
- Подготовка карт к изданию.
- Программное обеспечение для разработки собственных ГИС.



**КБ «ПАНОРАМА»**  
 Россия, 119017, г. Москва,  
 Б.Толмачевский пер., дом 5, офис 1004  
 Тел.: (495) 739-0245, 725-1991  
 Тел./факс: (495) 739-0244  
 E-mail: panorama@gisinfo.ru  
 http://www.gisinfo.ru

Официальный разработчик ГИС «Карта 2005», GIS ToolKit, «Земля и Право»

Свидетельство РосПатент: 940001, 990437, 990438, 2000610135, 2000610161  
 © Copyright Panorama Group 1991-2007