

УДК 528.4:622.1/2

А. Л. ДОРОЖИНСКИЙ, В. Н. ВЕРНИКОВСКИЙ**АВТОМАТИЧЕСКОЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ
КАРТОГРАФИРОВАНИЕ. ИНФОРМАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ
МАТЕРИАЛОВ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СЪЕМОК**

Главными компонентами проблемы автоматизации геологического картографирования являются следующие [1]:

разработка теоретических и методологических основ геологического картографирования на базе системных исследований;

автоматизация процессов, относящихся к сбору первичной информации в полевых и лабораторных условиях;

разработка и совершенствование дистанционного зондирования с целью бесконтактного получения как основных параметров геологических тел (возраст, вещественный состав, строение и т. п.), так и вспомогательных (линеаменты, кольцевые структуры, трещиноватость, экзогенные процессы, геоморфологическое строение и др.);

разработка методов моделирования геологического картографирования, теории и алгоритмов логико-математической обработки первичной информации;

решение комплекса теоретических, прикладных и технических вопросов, связанных с созданием и функционированием автоматизированной системы геологического картографирования, основанной на применении ЭВМ и средств машинной графики;

создание и совершенствование технических средств по сбору, хранению и обработке больших информационных массивов, графическому представлению геологических данных на устройствах, сопряженных с ЭВМ.

Большинство геологических задач оперирует со слабоструктурированными объектами в отличие от аналитических методов. Видимо по этой причине специалисты в части математизации геологии отмечают, что применение математических методов и ЭВМ существенно не повлияли на теорию в геологии и практику геологоразведочных работ [2]. О степени структуризации проблемы можно судить по данным таблицы.

Геологическое картографирование можно представить как технологический процесс с тремя основными взаимосвязанными этапами: сбор первичной информации—творческая, логическая

Проблема автоматизации геологического картографирования и степень структуризации ее компонентов

Характеристика	Степень структуризации		
	хорошо структуризованные	слабо структуризованные	неструктуризованные
Процесс	1. Теоретические исследования 2. Геолого-математическое моделирование 3. Математическое моделирование 4. Технологические испытания 5. Внедрение компьютерной технологии		
Модели, системы	1. Системы моделей исходной информации 2. Системы моделей картографо-геодезической привязки 3. Система образно-знаковых моделей в АГК 4. Система моделей человеко-машинного процесса составления геологической карты 5. Система информационных моделей геологического объекта		
Методы решения	1. Формальные, математические 2. Логико-математические 3. Графические, логические, эвристические, интуитивные		
Поле деятельности человека Функционирование	Анализ, алгоритм, программы По жесткому алгоритму, программа	Анализ, моделирование, управление технологическим процессом В диалоговом режиме работы геолога и ЭВМ. в рамках информационной	Процедура принятия неформализованных решений в рамках информ-

и математическая обработка—воспроизведение результатов в виде карт различного содержания. Такая кажущаяся упрощенная схема типа вход—процесс—выход позволяет четко сформулировать этапы и направления автоматизации геологического картографирования: автоматизация сбора информации; логико-математическая обработка на ЭВМ; автоматическое вычерчивание карт или взаимодействие информационных моделей.

Эти задачи мы частично решали при создании автоматизированной системы цифрового и графического построения геологической карты [3, 4]. Одна из них касается использования материалов полевых геологических съемок.

Среди множества классификаций объектов выделим класс информационных моделей, которые применительно к геологии подразделяют на два обширных подкомплекса абстрактных и конкретных моделей. Первые состоят из моделей понятий, определения понятий и описания понятий. Конкретные модели (или модели объектов) — это описание реальных моделей, имеющих пространственную привязку. Этот подкласс широко используется как форма представления знаний о геологическом объекте в информационно-поисковых системах и банках данных.

Составные элементы информационной модели — перечни аспектов описания объектов и терминов, системы отношений между терминами и в ряде случаев системы кодирования. Информационные модели можно представить в виде древовидного иерархического графа, сетевой структуры, таблиц (в том числе реляционными таблицами) или аналитически в виде функциональных зависимостей. Геологические данные весьма подходят под классификацию описательных (дескриптивных) моделей. На самом деле, одна их часть — материальные модели — позволяют получить сведения о структуре, форме, динамике объекта, взаимосвязи его составных частей. Другая часть — образная или знаковая — представляет объект либо в виде абстрагированного образа, либо в виде графиков, рисунков, формул, таблиц и т. п.

Чтобы минимально (или оптимально) использовать материалы полевых геологических работ в автоматизированных технологиях, необходимо осуществить переход к унифицированным системам документов. Такой прием часто использовался при создании информационно-поисковых систем, что вскрыло как преимущества, так и недостатки этого подхода.

Общеизвестно, что геолог, обрабатывая материалы полевых наблюдений, использует прием мысленного сопоставления данных с последующим нанесением их на карту или разрез. Фиксация полевых наблюдений в дневнике, несмотря на требования ряда методических руководств, носит черты схематизма, произвольной формы записи. Все это создает трудности для компьютерной обработки, а поэтому часть ценных полевых наблюдений на многие годы или навечно оседает в архивах и ими никто не пользуется. Причина проста — о них забыли.

Компьютерная технология свободна от этого недостатка, но требует унифицированной записи данных. Геологическую документацию представим как взаимосвязанную систему, охватывающую все виды объектов, изучаемых при выполнении различных видов геологосъемочных работ (рис. 1). Здесь выделяются такие уровни:

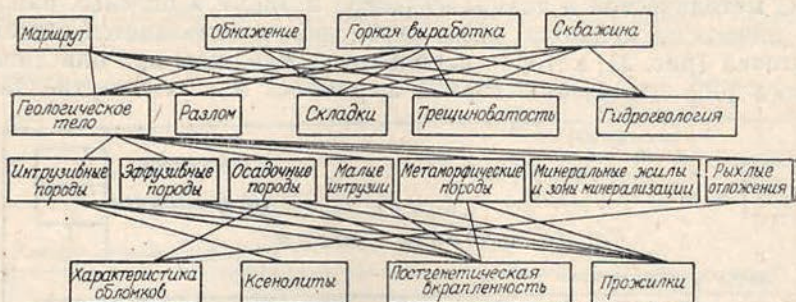


Рис. 1. Схема сбора и систематизации полевых геологических данных.

Форма 11		Участок 		Номер обнажения 							
Обнажение											
Номенклатура карты N-42-197-A-5	Координаты <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>X=</td> <td>М.</td> </tr> <tr> <td>Y=</td> <td>М.</td> </tr> <tr> <td>H=</td> <td>М.</td> </tr> </table>	X=	М.	Y=	М.	H=	М.	Адрес обнажения 			
X=	М.										
Y=	М.										
H=	М.										
Размер обнажения ☐ 1 - менее 5 кв.м. ☐ 2 - 5-199 кв.м. ☐ 3 - более 199 кв.м.	Положение в рельефе 										
Характер обнажения 			Условия залегания 								
Геологические тела											
Осадочные ☐	Эффузивы ☐	Интрузивы ☐	Метаморфические ☐								
Источник информации 		В обнажении имеются: <table style="width: 100%;"> <tr> <td>Разрывы ☐</td> <td>Трещиноватости ☐</td> </tr> <tr> <td>Складки ☐</td> <td>Гидрогеология ☐</td> </tr> </table>				Разрывы ☐	Трещиноватости ☐	Складки ☐	Гидрогеология ☐		
Разрывы ☐	Трещиноватости ☐										
Складки ☐	Гидрогеология ☐										
Партия N...											

Рис. 2. Образец общей карточки.

наименование вида объекта (обнажение, скважина и др.) или типа геологоразведочных работ (маршрут); характеристика встреченных на объектах геологических тел; стандартизованная часть геологического описания тела в целом;

стандартизованная часть геологического описания компонентов тела, его составляющих.

С методической и технологической позиций в полевых работах ничего не меняется. На первом уровне заполняется общая карточка (рис. 2), которая используется однажды при описании какого-либо обнажения, горной выработки или маршрута. Она

Форма 21	Участок Номер обнажения 						
Геологическое тело							
Порода представляет							
Возраст 	Форма 						
Размер ☐ 1 - менее 5 кв.м. 2 - 5-199 кв.м. 3 - более 199 кв.м.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Азим. падения, град.</td> <td style="width: 40px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Угол падения, град.</td> <td style="width: 40px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Мощность, м.</td> <td style="width: 40px; height: 20px;"></td> </tr> </table>	Азим. падения, град.		Угол падения, град.		Мощность, м.	
Азим. падения, град.							
Угол падения, град.							
Мощность, м.							
Показатели на контакте							
Характер							
Тип							
Форма							
Пространственная ориентировка							
Изменение породы							
Мощн.изменения, м.							
Соотношение с вмещающими породами							
Взят образец ☐							
Тип образца							
Вид анализа							

Рис. 3. Образец карточки с общим описанием геологического тела.

является ключом ко всему описанию и содержит основные данные по точке наблюдения, включая адрес, характеристику вскрытых пород, наличие дислокаций и гидрогеологии.

На втором уровне приводятся данные по данному геологическому телу, а если их несколько, то на каждое составляется карточка с основным описанием той или иной породы и взаимоотношением его с другими геологическими телами (рис. 3). Здесь же описываются достаточно полно разрывные и склад-

Форма 33	Участок Номер обнажения Геологическое тело	
. Осадочные породы		
Полевое определение пород		
Литолого-генетический тип		
Порода	Текстура	
	Структура	
	Цвет	
	Состав	
Цемент	Цвет	
	Состав	
Сложение, х-р излома		
Физические свойства		
Фауна	Список	
	Форма захоронения	
Степень литификации		
Степень кристалличности		
Обломки осадочных пород ☐ Конкреции, секрети ☐ Постгенетическая вкрапленность ☐ Прожилки ☐ Гранулометрический состав ☐ Химический анализ ☐		

Рис. 4. Образец карточки описания конкретного геологического тела.

латые нарушения, а также трещиноватость и гидрогеология того или иного обнажения, скважины или горной выработки.

Третий уровень содержит достаточно подробное описание конкретного геологического тела (рис. 4), которое различается по генезису и включает, кроме того, минеральные жилы и зоны минерализации, а также рыхлые отложения, которые отделены от осадочных пород специально вследствие специфики при их описании и принадлежности в основном к современным образованиям.

Четвертый уровень включает дополнительные сведения, касающиеся характеристики обломков, которые могут быть в осадочных породах и рыхлых отложениях, постгенетической вкрапленности, имеющейся почти в любом виде породы, ксенолитов и прожилков. Они выведены из общего описания породы, так как встречаются не всегда.

Унифицированные системы документации имеют ряд преимуществ перед традиционным способом текстовой документации: возможность получения записи, единообразной по содержанию, полноте и форме регистрации заранее заданного перечня признаков; возможность группировки наблюдений по любому частному набору признаков из общего перечня, зафиксированного в документации; повышение производительности самой записи, что улучшает структуру рабочего дня за счет высвобождения полевого времени для более детального изучения объектов.

Таким образом, реализация подхода на основе унифицированных документов позволяет в определенной мере снять те противоречия, которые существуют между полевыми геологическими материалами и компьютерной технологией геологического картографирования.

1. Бреховских С. М. Основы функциональной систематологии материальных объектов. М., 1986. 2. Воронин Ю. А., Еганов Э. А. Методологические вопросы применения математических методов в геологии. Новосибирск, 1974. 3. Дорожинский А. Л., Дзайнуков А. Б., Верниковский В. Н. Принципы построения автоматизированной системы геологического картографирования по материалам аэро- и наземных стереофотограмметрических съемок. М., 1982. — Рукопись деп. в ВИНТИ, № 3427—82 Деп. 4. Дорожинский А. Л. Принципы создания и функционирования автоматизированной системы цифрового и графического построения геологической карты // Общ. и регион. геология; геол. картирование. Отеч. произв. опыт. Экспресс-информация; ВНИИ экон. минер. сырья и геологоразвед. работ. 1986. Вып. 12. С. 8.

Статья поступила в редколлегию 18. 12. 90