Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова,
1984 г., т. 100

УДК 624.131

СИСТЕМОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ПРИМЕНЕНИЯ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО МЕТОДА В ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

М.С.ЗАХАРОВ

В инженерно-геологических исследованиях карты играют исключительно важную роль для установления и прослеживания связей между различными компонентами инженерно-геологических условий. С полным основанием можно утверждать, что в инженерных изысканиях карты выполняют роль компактного и эффективного средства обобщения. При этом составление инженерно-геологических карт различных масштабов должно опираться на современную концепцию картографического метода исследований земной поверхности и недр [I, IO].

В основе картографического метода лежит развернутая теория о возможности соединения обобщенных сущностей различных наук о Земле и конкретно изучаемого пространства. Картографический метод в этом отношении является единственным, допускающим синтез объемных и содержательных категорий на основе знакового символического расположения материальных тел или их частей друг подле друга в фиксированный момент времени. В этом отношении карты наиболее полно удовлетворяют потребности пространственного отображения квазистатических геосистем, представляющих различные типы инженерно-геологических условий. Не менее важным является то, что картографический метод предполагает использование особой знаковой системы, которая называется языком карты и позволяет отображать конкретное пространство абстрагированных предметов и явлений. Основу этой системы составляет знак, который может заменять некоторую сущностную категорию, а также выражать ее количественную, качественную или смешанную форму как в статике, так и в развитии. Система знаков должна создать единый образ изучаемого пространства. Этот образ является результатом абстрактного мышления и обобщения знания о пространстве и содержании предметов, выполняющих это пространство.

Поскольку карта отображает абстрактное и общее, в процессе ее расшифровки происходит обратное движение мысли от абстрактного к конкретному, от общего к частному. Любая карта, представляющая собой абстрагированное и обобщенное пространство, всегда остается более конкретной, более адекватной и более убедительной, чем словесная форма абстракции в связи с применением системы знаков, воздействующих на психику человека иным образом, чем, например, словесное описание.

Наконец, любое картирование, в том числе и инженерно-геологическое, является по существу разновидностью научного моделирования. Создание

карты является типичным случаем построения по дискретному эмпирическому материалу непрерывной (континуальной) образно-знаковой и идеально-материальной модели, допускающей измерение и количественное сравнение между собой различных картируемых категорий. При этом следует учитывать, что объективация информации, извлеченной из картографической модели, приводит к принципиально различным вторичным образам изучаемого пространства у различных субъектов, например, у составителя карты и потребителя (читателя) карты, который не видел закартированной территории.

Обобщенное содержание, заложенное в картографическую модель, усваивается сугубо субъективно, обуславливая индивидуальность образов, возникающих из одной и той же модели. Наглядность картографических знаков и символов обеспечивает и наглядность изучаемого пространства, но содержательная сторона знаков лишена этой наглядности, поэтому в целом наглядность картографической модели выступает опосредованно через субъекта, который с помощью чувственно-воспринимаемых элементов формирует и чувственный образ оригинала [I].

Из приведенных особенностей картографического метода отчетливо видно, что его успешное применение в инженерной геологии зависит от ряда условий, и в первую очередь от разработки четких представлений о специализированном пространстве, его элементах, структуре и функционировании. Разработка этих положений, по сути дела только начинается. Она должна базироваться на представлениях о том, что земная кора как объект науки может быть формализована в понятиях статических и динамических геосистем, структура и функционирование которых могут быть изучены и прогнозироваться на основе целевого моделирования.

При разработке вопроса о содержании инженерно-геологической карты следует иметь в виду, что эту карту следует рассматривать как одно из представлений некоторой природной системы, обладающей четкой пространственно-временной целостностью. Целостность этой системы доступна прямому наблюдению, в ходе которого можно выделить существенно разнообразные части (например поверхности выравнивания, склоны, базисные понижения), которые играют роль компонентов-подсистем. Это так называемая типичная внутренняя система, представление о которой опирается на некоторый теоретический каркас, описывающий структуру архетипа [9].

Под архетипом понимается содержание понятия, охватывающего некоторую сущностную категорию. Инженерно-геологическая карта выполняет роль базовой модели указанного каркаса, способствует выработке аксиоматических утверждений о сущности изучаемых категорий, о возможности сопоставления знаковых и материальных объектов.

Таким образом, карта является не просто результатом некоторых произвольных операций по обобщению эмпирического материала, а выполняет роль достаточно глубокого теоретического конструкта, свидетельствующего об определенном уровне овладения предметом исследований.

Карта как модельное представление конкретного исследования связана прежде всего с начальным морфологическим этапом работы, в ходе которого постулируется наличие реальных элементов (точек наблюдения, горных выра-

боток, проб, опытов, ключевых участков и т.п.), образующих четкие множества. На основе этих множеств осуществляется структурно-функциональное расчленение объектов исследований и формируется научное объяснение на основе теоретико-множественных представлений и статистического аппарата. Характерной особенностью данного этапа является представление множеств как целого, равного сумме своих частей. Множество можно задать набором функций, в котором каждая функция является отражением отдельной подсистемы. Набор функций фактически выступает в ходе исследования как заместитель объекта (специализированного геопространства) и, с другой стороны, он же является основанием для расчленения объекта. Для решения подобных задач вполне достаточно карты фактического материала, которая замещает человеческую память и может являться какой угодно сложной символической структурой (моделью).

Однако, составление инженерно-геологической карты неизбежно связано с поиском более глубоких обобщенных категорий, связанных с представлениями о целостности и системности изучаемых объектов. В инженерно-геологической оценке геологического строения местности очень важно избежать эклектики под маской так называемого комплексного подхода. Такая эклектика прослеживается в попытках построения комбинированного таксономического ряда геологических тел для целей инженерно-геологического картирования. Например, в единый ряд включаются такие единицы: структурный этаж, формация, стратиграфо-генетический комплекс, литологический тип инженерно-геологический вид [2, 8]. Очевидно, в подобной таксономии объединено несколько сущностных признаков: тектонических, стратиграфических, литологических, инженерно-геологических, представляющих относительно независимые категории. Таким образом происходит явное смешение различных системных качеств.

Системно-структурный подход нацеливает на выработку строгих дифференцированных понятий, в которых фиксируются не общие внешние признаки объектов, а их сущностная основа. В этом отношении следует подчеркнуть, что инженерно-геологическая карта не должна охватывать полностью такое предельно широкое понятие как инженерно-геологические условия. Карта как любая базовая модель ограничивается отражением структуры некоторого множества, т.е. множества с отношениями. Элементами множества, выделяемого при инженерно-геологическом картировании, служат геологические тела. Понятие о геологических телах характеризуется отчетливой двойственностью. С одной стороны, это реальные элементы действительности, образующие некоторые множества с отношениями, с другой это модельные категории, отражающие пространственные отношения элементов целостной системы.

Указанная двойственность свойственна системным объектам и преодолевается исследованием мерономического и таксономического аспектов обобщающих научных понятий [7].

Ясно, что при инженерно-геологической характеристике местности, связанной с производством съемочных работ, важнейшим моментом является

оценка взаимоотношений горных пород различных инженерно-геологических типов в пространстве: по вертикали и по горизонтали. Эти взаимоотношения можно моделировать с помощью карты, на которой в зависимости от масштаба будут показаны различные типы специализированных геологических тел, в границах которых горные породы получают целенаправленную и достаточно узкую строительную оценку.

Понятие о специализированном геологическом теле достаточно ясно и может быть представлено как модель для логического объяснения в виде вертикальной колонки, в которой сверху вниз сочетаются породы разных типов. Подобное модельное представление удобно называть инженерно-геологическим комплексом. Для выдвинутого понятия могут быть разработаны на базе системно-структурных представлений как архетип, так и таксономия.

В качестве меронов архетипа в данном понятии будут выступать части, представляющие прежде всего взаимоотношения пород кристаллического фундамента, осадочного чехла и четвертичного покрова тектонических структур определенного ранга. В результате получаем четкое классификационное поле, в котором можно выделить соответствующие таксоны, характеризующие различные классы тектонических структур.

Каждый таксон является не множеством, а классом, представляющим специализированных геологических тел. Идея таких обобщенных классов геологических тел была использована геологами для планирования региональных геолого-съемочных работ [3], а затем развита для инженерно-геологических исследований [5, 6].

Совокупность таксонов образует четкое множество в границах классификационного поля, соответствующего разработанному архетипу. С учетом состояния меронов, отражающих изменение параметров инженерно-геологической оценки пород (состав, условия залегания, состояния, свойства и т.д.), легко развернуть однозначную и строгую таксономию вплоть до выделения минимального таксона в виде однородного в инженерно-геологическом отношении и выдержанного по пространству слоя горных пород. От минимальных таксонов перейдем на более высокие уровни, объемлющие минимальные, строя из них четко очерченные множества, в которых минимальные таксоны играют роль элемента. В таксоны высоких порядков выделяемые виды входят целиком либо не входят вовсе. Таким образом, каждый таксон есть множество, составленное из некоторых минимальных таксонов.

Представляется, что построение минимального таксона в ряду специализированных геологических тел может опираться на [illegible]дические процедуры классификации-перечисления или диагностического классифицирования [4], принципиально возможно и многомерное диагнозирование [5]. Аппарат, подтверждающим выделение минимальных таксонов, может быть многомерная корреляция его признаков, но реальность существования этого таксона элемента целостной структуры должна подтверждаться не реализацией случайного процесса, а исследованием более сложных законов, которые в общем случае трактуются как законы рангового распределения.

Закон рангового распределения гласит, что численность элемента зависит от его порядкового номера (ранга) при расположении элементов по убыванию их численности. Очевидно, этим законом (в географии он получил название закона Ципфа) следует пользоваться при операциональном построении и картографическом оформлении инженерно-геологических районов, областей, регионов и т.п. Ранговые распределения имеют обычно весьма устойчивую форму для естественных систем и „не работают" для описания обычных множеств однородных объектов.

Таким образом, инженерно-геологическое картирование следует рассматривать как системное исследование, содержащее несколько этапов:

I. Морфологический этап. Постулируется существование дискретных элементов (точек наблюдения, горных выработок, проб, опытов, ключевых участков и т.п.). Осуществляется структурно-функциональное расчленение картируемой территории на однородные части (геологические тела) и формируется научное объяснение на основе теоретико-множественных представлений и статистического аппарата.

2. Мерономический этап. Постулируется наличие целостных объектов – природных инженерно-геологических категорий (участков, районов, областей, регионов), специализированная сущность которых в заданном аспекте раскрывается с помощью теоретической и модельной разработки архетипа. Осуществляется членение картируемой территории на части, объединенные общей сущностью целого. Из состояния частей (меронов) выводятся элементы структуры из которых методами районирования можно создавать инвариантные композиции, для решения тех или иных инженерно-геологических задач.

3. Таксономический этап. Разрабатывается классификационная сущность объекта (типизация инженерно-геологических условий картируемой территории), устанавливаются типы морфизмов. Таксономическая система рассматривается с позиций ее соответствия разработанному ранее архетипу. Для проверки таксономической системы используется закон рангового распределения.

В ходе подобного исследования соответственно меняется роль и виды инженерно-геологических карт. Для морфологического этапа очень важна развернутая карта фактического материала с четкими геологическими границами. Мерономический этап должен сопровождаться составлением аналитической инженерно-геологической карты, типовой легенды, сводной инженерно-геологической колонки, разрезов. На этом этапе должна составляться и предварительная карта инженерно-геологического районирования, должны рассматриваться его различные варианты. На таксономическом этапе карты районирования конкретной территории должны рассматриваться как часть более обширных природных систем, инвариантных по содержанию общему архетипу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Асланикашвили А.Ф. Метакартография. Основные проблемы. Тбилиси, Мецниереба, 1974.

2. Бондарик Г.К. Классификация геологических тел при инженерно-геологических съемках. – Разведка и охрана недр, 1973, № 10.

3. Бурдэ А.И. Теоретические основы и способы определения комплекса методов при региональных геолого-съемочных работах. Л., Недра, 1978.

4. Геология и математика. Методологические, теоретические и организационные вопросы геологии, связанные с применением математических методов и ЭВМ / Отв. ред. Э.Э.Фотиади. Новосибирск, Наука, 1967.

5. Захаров М.С. Системный анализ в региональной инженерной геологии. Л., изд. ЛГИ, 1980.

6. Ломтадзе В.Д. Инженерная геология. Специальная инженерная геология. Л., Недра, 1978.

7. Мейен С.В., Шрейдер Ю.А. Методологические аспекты теории классификации. - Вопросы философии, 1976, № 12.

8. Попов И.В. Принципы инженерно-геологического картирования и районирования территории (на обзорных картах). - Изв. вузов. Геология и разведка, 1961, № 8.

9. Шрейдер Ю.А., Шаров А.А. Системы и модели. М., Радио и связь, 1982.

10. Bertin J. Semiologie graphique. Paris, Gauthier-Gauthier - Villars, 1967.