

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО МЕТОДА.....	5
1.1. Карта как специфический способ познания и моделирования окружающего мира.....	5
1.2. Семантика, синтаксис, сигматика и психологические аспекты картографии.....	8
1.3. Знаковое содержание картографирования.....	13
2. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ЯЗЫКА И МЕТОДИКИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ.....	22
2.1. Основные принципы построения графического языка инженерно-геологических карт.....	22
2.2. Алгоритм инженерно-геологического картографирования.....	32
3. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ КЛАССИФИЦИРОВАНИЯ И ГРУППИРОВАНИЯ КАРТИРУЕМЫХ ПРИЗНАКОВ И ОБЪЕКТОВ.....	38
3.1. Группирование, классифицирование и генерализация картируемой информации.....	38
3.2. Особенности классифицирования и группировки региональной информации.....	44
4. ОБЩИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО МЕТОДА ИССЛЕДОВАНИЙ В ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ.....	52
4.1. Обзор методов использования и прочтения карт.....	52

4.2. Инженерно-геологические карты и региональный мониторинг.....	55
5. ОСОБЕННОСТИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО КАРТИРОВАНИЯ И ОБЪЕМНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НА БАЗЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ (ГИС).....	62
5.1. Краткая история развития и сравнительный анализ некоторых ГИС-платформ.....	62
5.2. Создание цифровых моделей инженерно-геологического строения территории.....	66
6. МЕТОДОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЦЕДУР ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО КАРТИРОВАНИЯ И РАЙОНИРОВАНИЯ.....	79
6.1. Особенности методики инженерно-геологического картирования.....	80
6.2. Особенности методики инженерно-геологического районирования.....	95
Заключение.....	107
Библиография.....	109

# **1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КАРТОГРАФИЧЕСКОГО МЕТОДА**

## **1.1. Карта как специфический способ познания и моделирования окружающего мира**

Карта — весьма сложное средство познания, основное назначение которого двояко: с одной стороны, это накопление некоторой информации, которая в виде рисунков заменяет человеческую память, с другой — картографическое изображение играет роль послания, которое должно вписаться в человеческую память (рис. 1). В своем первом качестве карта могла бы быть символической структурой какой угодно сложности, но вторая сторона карты заставляет применять логические упрощения, облегчающие и унифицирующие восприятие картографической информации. Поиски «золотой середины» между простым и сложным должны составлять стратегию картографирования.

Принцип логического упрощения является обязательным для любого акта сообщения и, в какой бы форме (словесной или графической) он ни выражался, упрощение заключается в уменьшении количества информации и улучшении ее качества. Именно акт логического упрощения позволяет нам понять больше и лучше сущность вещей и событий по сравнению с каждым предыдущим поколением. История показывает, что научное качество карты и степень ее познавательного прочтения субъектом зависят от общественно-исторических условий эпохи и от уровня развития науки [1].

Графическая обработка информации заключается в упрощении визуально воспринимаемого образа. Сложность этого образа может быть предельной, отвечающей равномерному распределению одного графического элемента в другом (например, черные точки, равномерно распределенные на белом

фоне), или минимальной (например, квадрат, разделенный пополам между черным и белым). Эти два крайних выражения графической сложности в общем исключают необходимость графического представления и могут быть просто выражены словами или заданы математически. Проблемы графического выражения возникают в областях промежуточных между этими двумя экстремумами.

Информация	Функции карты	
	Замещает человеческую память	Передает информацию и человеческую память
Исчерпывающая	Исходная форма — карта фактического материала (многочисленные элементарные образы)	Аналитическая форма — коллекция упорядоченных образов
Упрощенная	Плохо дешифрируемая графическая информация («графический шум»)	«Карта-послание» — один или несколько упрощенных образов

Рис. 1. Функциональные особенности карты

Сложные графические изображения могут быть расшифрованы различными способами. Цель графической обработки информации заключается в том, чтобы унифицировать способ прочтения информации и облегчить ее запоминание.

В соответствии с вышеизложенным в любой графической информации будем различать абстрактное содержание и графические носители содержания, образующие некоторую

систему символов и знаков. В эффективном графическом изображении содержание и форма знакового языка должны быть сбалансированы.

Основная методологическая проблема, связанная с картой, заключается в оценке того, как карта отражает действительность, и в формулировке правил соотнесения отображаемой действительности и символической формы. Последняя является функцией принятой концептуальной схемы, которая решительным образом влияет на сведения, передаваемые картой. Таким образом, карта является как бы моделью представлений о структуре реального мира. Построение карты в отсутствие совершенной теории сводится к выдвижению некоторой априорной модели, а при наличии такой теории — к формулировке апостериорной модели [1, 2].

Большинство карт, в том числе и инженерно-геологические карты, созданы на основе эвклидовой модели физического пространства. Перенос на эту модель инженерно-геологических сущностей сводится к априорному принятию допущений о возможности адекватного отражения абстрагированных и закодированных определенным образом инженерно-геологических категорий при помощи эвклидовой теории пространственной структуры.

Таким образом, любая инженерно-геологическая карта сложно взаимодействует с реальной действительностью. Во-первых, она зависит от физической модели пространства, во-вторых, от концепции логического пространства изучаемых сущностей, в-третьих, от собственной системы условных обозначений.

Не всегда достаточно четко осознается, что инженерно-геологическая карта сама по себе является продуктом дедуктивного обобщения, допускающего связь между эвклидовым пространством и специализированным теоретическим, в данном случае геологическим пространством. Производя инженерно-

геологическое картирование, мы как бы совершенствуем принятую пространственную теорию, оснащаем ее доказательством существования в этом пространстве новых предметов и явлений.

## **1.2. Семантика, синтаксис, сигматика и психологические аспекты картографии<sup>1</sup>**

Как и к любому языку, к системе картографических знаков приложимы грамматические понятия о *семантике, синтаксисе и сигматике*.

Построить формальную семантику карты не так уж трудно, значительно труднее вывести из семантической системы «правила истинности», позволяющие квалифицировать утверждения, полученные по карте, как истинные или ложные. Эти правила должны базироваться, во-первых, на некоторой классификации применяемых знаков, во-вторых, на правилах образования новых знаков и символов из принятой классификации и, в-третьих, правилах обозначения, связывающих условные обозначения карты с другими множествами знаков. Чистая семантика не содержит никаких актуальных утверждений, но лишь связывает одно множество знаков и символов с другими. Картографическое изображение может быть ясным, точным, красочным и убедительным, но это еще ничего не говорит об эмпирической его истинности.

Однако *семантика* карты не является полностью условной. Благодаря *синтаксическим отношениям* — взаимным отношениям языковых знаков в процессе их функционирования — карта

<sup>1</sup> *Семантика* — раздел семиотики и логики, изучающий смысловое значение единиц любого языка. *Синтаксис* — раздел семиотики, изучающий структурные свойства систем знаков, правила их образования и преобразования. *Сигматика* изучает отношения между знаком и объектом отражения.

адекватно отражает пространственную структуру, пространственные отношения между объектами, выраженными определенными знаками. Картографическими знаками можно выразить любые качественные, количественные, структурные и временные категории: их смысловое и графическое разнообразие в принципе не ограничено, что, впрочем, создает дополнительные трудности в деле разработки рациональных методов картирования. Синтаксические аспекты карт, т. е. пространственное поведение, «игра» знаков в совокупности друг с другом, исследованы слабо в геологической и тем более в инженерно-геологической картографии.

Любая рациональная картографическая методика должна учитывать *сигматический аспект* картографического языка. Каждый картографический знак имеет двойную сущность: он выражает некоторую абстрагированную сущность, т. е. мысль о чем-то, и одновременно некоторую реальность. Связь между знаком и предметом или явлением осуществляется опосредованно через систему понятий и терминов. Если семантике картографических знаков соответствует система понятий и категорий, то сигматику несколько условно можно свести к терминологической системе картируемых сущностей. Эта система может выражаться не только через собственные имена объектов, но и через надписи, индексы, цифры, буквы. Чем обильнее информация, отображаемая на карте, тем большее внимание следует уделять сигматическому содержанию знаков. Можно утверждать, что и эта сторона вопроса крайне слабо разработана для инженерно-геологического картографирования.

Прагматический аспект картографирования затрагивает психологические аспекты восприятия карты как средства коммуникации. Картографический образ выступает в единстве чувственного, наглядного компонента познания и логического ненаглядного компонента, синтезируемых на основе картографической модели.

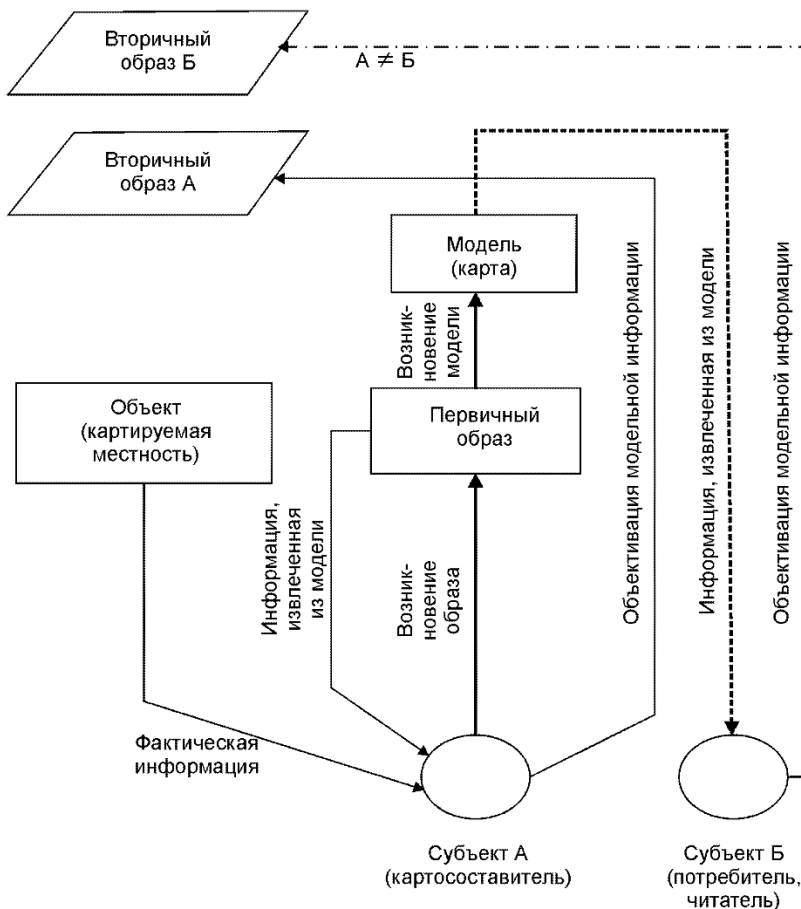


Рис. 2. Процесс познания через картографическое моделирование (по А. Ф. Асланикашвили) [3]

Для общественного субъекта это разделение условно, здесь воедино сливаются накопленные знания и прошлый опыт, личные качества и культурный уровень субъекта, орудия производства, инструменты и экспедиционная техника. Карта совершенно различно воспринимается составителем и потреби-



телем, и проблема заключается в способности воспроизводить сложный образ и расчленять его на части (см. рис. 2). Однако во всех вариантах вторичных образов содержится определенная часть совершенно одинакового объективного знания, которое не зависит от познающего субъекта. Инвариантное знание, присутствующее во всех вторичных образах и картографической модели, представлено конкретным пространством, оно содержит в себе ту объективную (но неполную) истину, ради которой создается карта.

В картографической модели пространство абстрагировано от содержания с целью исследования его специфических свойств. Это пространство моделируется чувственным образом и дополняется обобщенными категориями содержания, которое присутствует в модели условным ненаглядным образом. Таким образом, любая карта должна представлять собой единство наглядного частного (пространство) с ненаглядным общим (содержание). В этом и заключается громадный познавательный смысл карты: делать наглядным обобщенную сущность предмета [3]. С одной стороны, карта обладает волшебным даром убеждения и несет таинственный налет солидности даже при незначительном или ошибочном фактическом материале. С другой стороны, воспринимается карта субъективно. Неопределенность, заложенная в карте, достаточно велика, так же велика и ответственность картосоставителя перед теми, кто на ее основе решает задачи планирования, размещения, сравнения и т. п. Свести к минимуму недостатки картографического метода можно, только четко представляя его возможности и ограничения. Качество и эффективность картографического изображения зависят от многих факторов, объединение которых возможно лишь на достаточно развитой теоретической основе [4]. Эта теоретическая основа должна быть связана с двумерным языком карты, упорядоченным по масштабным координатным осям.

Язык карты является специфическим средством отражения определенных сторон объективной реальности. В основе языка карты лежит знаковая система, при помощи которой отражается объект познания: конкретное пространство, форма его проявления и временные изменения.

Таким образом, можно утверждать, что инженерно-геологическое картографирование есть способ изучения и отражения языком карты специализированного геологического пространства, представленного системой инженерно-геологических понятий и сущностей.

Благодаря этому специфическому языку к анализу картографического пространства и его элементов (точек, линий, площадей) приложимы различные математические методы: анализ трендовых поверхностей, двумерный анализ Фурье, дискриминантный анализ, более сложные виды регрессионно-корреляционного анализа [1]. Математические методы позволяют исследовать характер пространственной структуры и соотношения между структурой и порождающим процессом. Все эти методы подробно рассматриваются в разделах математической картографии и геологии, посвященных  $n$ -мерным задачам, при этом наибольший интерес представляют одно- и двумерные задачи [5].

Различные методы оценки сходства и различия разнообразных геологических объектов с использованием специализированных показателей инженерно-геологических свойств в той или иной мере были опробованы в инженерной геологии. Опираясь на классические работы по применению статистических методов в геологии [6, 7, 8, 9, 10], специалисты в области инженерной геологии внесли свой вклад в развитие этих методов. Назовем, в первую очередь, работы Г. К. Бондарика по теории изменчивости свойств горных пород [11, 12], М. В. Раца о структурных моделях в инженерной геологии [13], И. С. Комарова, Н. В. Хайме и А. П. Бабёнышева в области

многомерного статистического анализа [6], обобщение Э. И. Ткачука о статистических методах решения инженерно-геологических задач [14]. Но, к сожалению, большинство наработок в этой области осталось за рамками повседневных исследований, особенно в области инженерно-геологических изысканий для строительства, где утвердились примитивные представления о линейных связях между показателями в рамках кусочно-однородных моделей и так называемых таблиц нормативных показателей физико-механических свойств пород/грунтов, кочующих по различным нормативным документам [15, 16, 17, 18]. Тем не менее указанные разработки позволяют применять различные методы исследования пространственной неоднородности при использовании картографического метода.

### **1.3. Знаковое содержание картографирования**

Основу языка карты составляет знак; он заменяет некоторую сущностную категорию, может выражать ее количественную, качественную или смешанную форму в статике и в развитии. Система знаков позволяет создать единый образ изучаемого пространства [1]. Реальное физическое пространство, отображаемое картой, характеризуется прежде всего порядком взаимного расположения материальных тел (или их частей) друг подле друга в определенном временном срезе. В этом отношении карта является категорией живописи в отличие, например, от поэзии, где предметы или события следуют один после другого.

Каждый предмет реального мира имеет свою пространственно-временную и содержательную определенность. Назначение карты — раскрыть первую категорию, но значение карты может быть понято только на основе связи ее языка с обычным языком, причем язык карты, в отличие от обычного языка, должен создать зрительный образ, который невозможно образовать словами.

Язык карты является необходимым условием абстрактного мышления и обобщения знания о пространстве и содержании предметов, выполняющих это пространство. В процессе абстрагирования происходит переход от конкретного и частного к менее конкретному и общему, при этом пространство всегда отражается на карте как частное, а содержание всегда как общее. В связи с этим на карте функционируют две категории масштабов: масштабы пространства (масштаб карты в обычном понимании) как показатель степени абстрагирования и масштабы содержания как показатели степени обобщения. Каждый предмет на карте выступает в единстве многосторонностей: отражается его индивидуальная неповторимость (единичное), заключающаяся в пространственной определенности (отображается в конкретно-абстрагированном виде в определенном масштабе) и обобщенное его содержание. Разнообразные стороны содержания предмета предстают на карте в обобщенном «отфильтрованном» виде (классификация, группировка, типизация, таксономия) соответственно масштабу обобщения, который зависит от цели исследований и их организации, причем карта позволяет разделить содержание отображенных на ней предметов [3]. Картографическое абстрагирование и обобщение являются многоступенчатыми процессами, и только на первой ступени этот процесс основывается на чувственном восприятии и фактической информации. В дальнейшем имеет место абстрагирование уже абстрагированного и обобщение уже обобщенного. Картографическое обобщение проявляется в двух видах (рис. 3): объемном (получение общего для многих по общему признаку, прежде всего по местоположению) и содержательном (получение общего для единства признаков или сторон предмета).

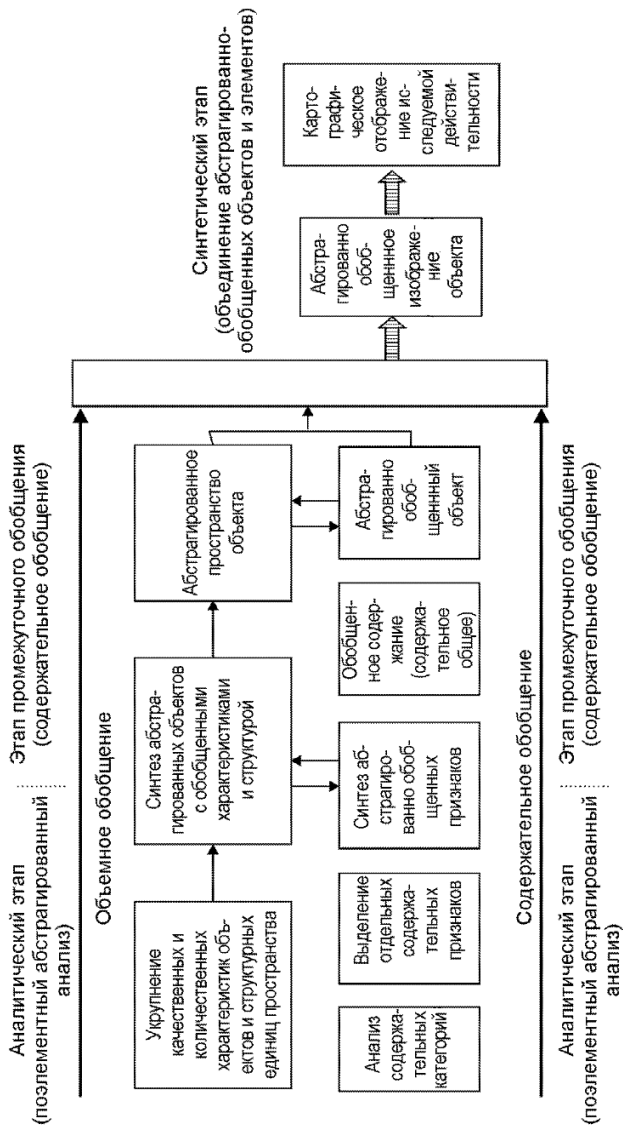


Рис. 3. Структура картографического исследования (по А. Ф. Асланикашвили) [3]

Наиболее специфическая черта картографического анализа заключается в пространственной изоляции любой стороны объекта исследования, мысленно выделяемой в любой области пространства Земли, в том числе и геологического пространства.

Картографический анализ универсален в пространственной изоляции предметов и явлений, при этом такая изоляция может отражать и временные категории предмета, если создана единая теория пространственно-временных отношений, присущих данному предмету или явлению. В такой теории неизбежно возникает единство анализа и синтеза.

Синтез как логический прием познания непосредственно связан с анализом и является его выводом, когда мысленно объединяются те элементы объекта, на которые он был расчленен аналитически. В результате синтеза возникает новое качество единого целого. В частности, таким результатом логической формы синтеза является легенда любой карты. Картографический анализ и синтез переходят друг в друга: от анализа к синтезу на одном этапе исследований и от синтеза к новому анализу на более высоком этапе исследований. Важно подчеркнуть, что составление серии аналитических карт по необходимости должно сопровождаться составлением синтетической карты обобщенного типа.

В настоящее время к картографическому синтезу следует относить не только создание карт, но и объемных моделей, поскольку они создаются на одном и том же фактическом материале и обязаны дополнять друг друга и коррелировать друг с другом. Объемные модели создаются на основе трехмерной матрицы, представляющей объект или поле значений параметра в трехмерном пространстве. Компьютеризация анализа и синтеза в этом отношении принципиально меняет их возможности. Для визуализации объемных моделей используются воксельные изображения (*англ.* voxel — образовано из слов: volumetric и pixel). Воксел — это аналог двумерных пикселей, координаты которых вычисляются из их позиции в трехмерной

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

[e-Univers.ru](http://e-Univers.ru)