

УДК 624.131.1

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИИ НА ОСНОВЕ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА

М.С.ЗАХАРОВ

В области инженерной геологии наиболее сложна проблема синтеза знаний, заложенных в характеристику и оценку любой территории с точки зрения планирования и размещения различного вида сооружений; составления региональных прогнозов изменения инженерно-геологических условий; разработки правил, норм, технических и методических указаний на производство инженерных изысканий; планирования производства более детальных инженерных изысканий на отдельных участках и т.п.

Постановка задачи о синтезе различных знаний для инженерно-геологической характеристики и оценки территории делает применение системного подхода практически значимым. В задаче синтеза знаний важно выйти на модельное изображение объекта, которое как бы зададо нам структуру объекта.

Подобная модель в общем виде должна охватить по крайней мере три аспекта знания: физико-географический, геолого-геоморфологический и проектно-строительный. Уровни развертки каждого аспекта могут иметь суперрегиональный (планетарный), региональный и локальный характер. Функциональная особенность инженерно-геологической структуры может опираться на ряд основных положений (аксиом) инженерной геологии:

1. Использовать территории, строить сооружения и производить инженерные работы необходимо в соответствии с организацией геологического пространства.
2. Инженерно-геологические условия любой территории таковы, какова их геологическая история в новейшее и современное геологическое время.
3. Организация геологического пространства определяется прежде всего закономерностями распределения в пространстве пород различного состава, состояния и свойств и морфологии земной поверхности.
4. Обобщенная инженерно-геологическая модель местности складывается в ходе анализа частных моделей для конкретных расчетов и специальных моделей, охватывающих различные стороны взаимодействия комплексов пород с сооружениями (деформируемость, трещиноватость, прочность, водопроницаемость и т.д.).

Итак, проблема синтеза знаний для инженерно-геологической характеристики и оценки территории упирается в задачу разработки теории пространственной структуры, которая позволила бы рациональным образом определять (классифицировать) любую точку изучаемого пространства и трактовать организацию геологического пространства в инженерном аспекте. Построение подобной теории может идти двумя различными путями, первый из которых основан на множественном подходе, а второй — на системном. Это противопоставление не всегда четко осознается, и более того, применение аппарата теории множеств иногда выдается за наиболее существенный признак системного решения задачи [1].

При системном подходе изначальным является задание пространства, в котором возможна традиционная формализация понятия системы. Следует признать целесообразным выделение геологического пространства как частной категории признакового пространства, в котором можно рассматривать множества пространственных точек, для которых определены вещественные геологические, климатические и основные механические характеристики, т.е. вещественно-морфологические свойства выделяемых точек. Однако подобная позиция еще не определяет системность подхода. Возникающая с помощью формального аппарата структура пространства и его организация принципиально ничего нового не несет. Новый аспект целостности возникнет лишь, как это было отмечено выше, при специальной задаче синтеза различных трактовок и рассмотрений признакового пространства.

В настоящее время все чаще оперируют понятием геологической среды. Целесообразность этого понятия заключается не в том, что оно представляет собой новый синоним термина окружающие нас геологические условия, а в том, что оно несет в себе сопряженность и взаимосвязь конкретных пространственно-временных характеристик любого формального аппарата и чисто человеческого отношения и взгляда на роль и значение геологического знания в процессе обеспечения безопасной жизни и деятельности современного человека, преломленных через опыт инженерных изысканий, проектирования, строительства и эксплуатации различных сооружений. Короче говоря, геологическая среда есть система оптимальных геологических знаний, обеспечивающих рациональное использование и охрану геологической среды. Именно подобный подход можно было бы в полной мере назвать системным.

Но возникает основной вопрос: какова типология подобной геологической среды и каким образом ее исследовать именно как отношение конкретных структурно-морфологических выражений (тектонических, геоморфологических, гидрогеологических, экологических, проектных и т.д.) и человеческих проекций на нее с позиций определенного уровня социально-экономических отношений? Эта задача может обсуждаться на уровне некоторых фундаментальных стереотипов человеческого взаимодействия с окружением в области ненаучного знания, где проблема удержания целостности выливается в ряд традиционных синкретических образцов. Но для научного знания этого недостаточно. Вопросы эти разработаны чрезвычайно слабо, и, не претендуя на полноту ро-

вешения проблемы, необходимо выделить три узловых вопроса: проблему объекта, проблему субъекта и проблему языка. Системный подход при этом должен выполнять главную функцию — быть интегрирующим для всех трактовок геологической среды.

Объектом исследования, очевидно, является внутренняя организованность выделенного отношения, которое обозначим ГС-I/ГС-II. Практика освоения любой территории на локальном уровне подсказывает, что ее структура может быть выражена природно-техногенными объектами разного назначения. На месторождении, например, это будут технологические участки; площадки промышленных и гражданских сооружений; участки, занятые отвалами, хвостохранилищами, водонакопителями, складами, дорогами и т.д. Важно отметить, что для месторождений с различной сложностью инженерно-геологических условий будет реализовываться и разное соотношение между основными фундаментальными участками территории, т.е. разная организация геологической среды ГС-I. Эту организацию можно охватить только с помощью выделения внутренней системы, ограниченной в пространстве земельным отводом данного месторождения.

Методически важно закрепить определенные логические позиции инженерно-геологического анализа ситуации, которые бы отличали его от любого другого геологического анализа обстановки. Эта связь может быть представлена следующим образом:

1. Процессы выражаются через взаимодействие реальных или проектируемых сооружений с горными породами (геологическими телами).

2. Структура определяется взаимоотношениями в пространстве различных механических процессов: сжатия, разуплотнения, фильтрации, обводнения, осушения, разрушения и т.д.

3. Организация представлена соотношениями в пространстве "механических" областей: множеств точек различных морфологических классов и их ассоциаций.

4. Форма (способ существования организации) отражается понятиями о специфических территориальных образованиях: города, гидротехнические узлы, горно-добывающие предприятия и т.д.

5. Механизм (может занимать 2-ю логическую позицию) реализуется через представление о связях вещественно-генетических обстановок с механическим поведением пород в качестве оснований, среды, стройматериалов.

6. Конструкции, модели представлены картами, разрезами, расчетными схемами и иными моделями, отражающими структуру и ее организацию (например, статистическими моделями).

Поскольку в большинстве случаев нас интересует развитие системы и решение задач прогноза, следует особым образом строить всю систему конкретных наблюдений и фиксации фактов. Это касается показателей, которые охватывают изменение вещества, геологические и геоморфологические деформации. К сожалению, в подобном ключе полевая работа инженера-геолога строится очень редко и трудно найти природно-техногенные объекты (в ранее сформулированном смысле), для которых по всем элементам мы имеем соответ-

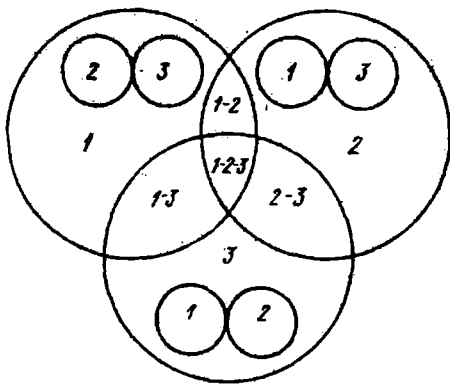


Рис.1. Диаграмма Вена, иллюстрирующая классы взаимоотношений (морфизмы) территорий с различной морфологией поверхности и инженерно-геологических комплексов

группы морфизмов, связывающих воедино комплексную оценку горных пород через соответствующую базовую классификацию и категорий земной поверхности. Используя вначале представления о некоторых однородных поверхностях и комплексах пород, методами логического вложения и пересечения (рис.1) легко построить полную классификационную группу преобразований, например, как это сделано в таблице.

Сводная таблица возможных морфизмов систематических признаков для общей типологии объекта ГС-1/ГС-II

Логическое обозначение морфизма (см. рис.1)	Характеристика морфизмов	
	поверхностей	инженерно-геологических комплексов
1	A ₁ - выровненные, слабо расчлененные поверхности (равнины, низменности, плато)	B ₁ - однородные комплексы пород твердых и относительно твердых, т.е. скальных и полускальных (СПС)
2	A ₂ - сильно расчлененные холмистые поверхности (горы различной высоты и крутизны склонов)	B ₂ - однородные комплексы песчано-глинистых пород (ПГ)
3	A ₃ - акватории различного типа (озера, моря, водохранилища)	B ₃ - однородные комплексы пород особого состава, состояния и свойства: мерзлых, растворимых, "слабых" и т.д. (ОСС)
1П2	A ₄ - сильно расчлененные участки равнины и плато (квасцовый рельеф)	B ₄ - комплексы пересечения типа СПС + ПГ
2П3	A ₅ - береговая зона равнин	B ₅ - комплексы пересечения типа СПС + ОСС
2П3	A ₆ - береговая зона горно-сиданчатых территорий	B ₆ - комплексы пересечения типа ПГ + ОСС
1П2П3	A ₇ - береговая зона сильно расчлененных участков равнин и плато	B ₇ - комплексы пересечения СПС + ПГ + ОСС

отсутствующие хронологические наблюдения [4]. Таким образом, в отличие от сходной позиции В.Д.Глязичева в области социально-экологической интерпретации городской среды [2], мы выделенному объекту ГС-1/ГС-II придаем конкретную структурную форму, не снимая с повестки дня весьма важного вопроса о кооперации чисто деятельностного аспекта различных специалистов на уровне первичного понимания.

На региональном уровне структура объекта ГС-1/ГС-II будет, безусловно, выражаться в более общем виде. Методически очень важно наметить инженерно-геологические типизации и классификации. Ранее автор не раз высказывал положения о построении полной

Логическое обозначение морфизма (см. рис.1)	Характеристика морфизмов	
	поверхностей	инженерно-геологических комплексов
2С1	A ₈ - горные участки среди равнин и плато	Б ₈ - комплексы вложения ПГ в СПС
3С1	A ₉ - различные водоемы равнин (озера, водохранилища)	Б ₉ - комплексы вложения ОСС в СПС
2С3	A ₁₀ - подводные сильно пересеченные поверхности.	Б ₁₀ - комплексы вложения ПГ в ОСС
1С2	A ₁₁ - горные плато, нагорья, гольцовые поверхности	Б ₁₁ - комплексы вложения СПС в ПГ
1С3	A ₁₂ - подводные равнины, плато, затопленные террасы и поверхности выравнивания	Б ₁₂ - комплексы вложения СПС в ОСС
3С2	A ₁₃ - водоемы среди гор (озера, водохранилища)	Б ₁₃ - комплексы вложения ОСС в ПГ

В наиболее наглядной форме базовая классификация морфизмов может быть представлена графически в прямоугольных координатах систематических признаков А и Б (рис.2). Совершенно особая роль здесь отводится инженерно-геологической классификации горных пород и понятию об инженерно-геологическом комплексе, ибо они в наибольшей мере несут на себе смысловую нагрузку "средового подхода".

Инженерно-геологические карты являются особым уровнем знакового языка и создают наиболее адекватные обобщенные модели пространства, связанные с

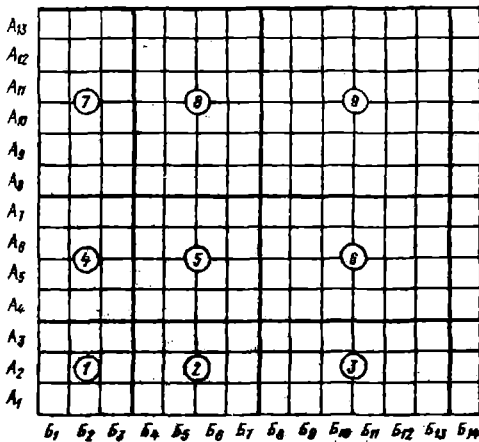


Рис.2. Графическое изображение базовой классификации морфизмов в координатах систематических признаков АБ (см. таблицу)

1-9 - семейство геосистем

определенной интерпретацией субъекто-исследователем инженерно-геологической обстановки [3]. Картографический язык позволяет осуществить синтез абстрактных обобщающих категорий с конкретным пространством и, таким образом, получить новое качество. Это качество выражается в появлении иногда далекого от реальности образа, необходимого для понимания возможностей хозяйственного использования территории на основании инженерно-геологических законов [5].

Всестороннее рассмотрение отношения ГС-I/ГС-II ставит перед мыслящим инженером-геологом совершенно новые задачи "суперсубъекта средового подхода" [2]. Инженер-геолог обычно

ходит в подчинении у проектировщика, строителя, эксплуатационника. Понимать просто так сложившиеся реальности вряд ли удастся, даже если инженер-геолог полностью будет стоять на наиболее оптимальной социально-экономической и гражданской позиции, опирающейся на нормативные и законодательные акты. Выход здесь заключается в предложении специалистам некоторого общего научного языка, который должен найти широкое применение в совместных обсуждениях и деловых играх.

Выше неоднократно применялись термины: система, элемент, морфологическая точка, структура, организация. Попробуем построить непротиворечивый ряд понятий путем восхождения от абстрактного к конкретному так, чтобы это соответствовало системному пониманию геологической среды. Ряд этих определений должно открывать понятие об инженерно-геологической системе (ИГС). ИГС - это теоретический каркас, который включает в себя некоторое базовое множество элементов M , множество отношений $M\{r_i\}$, множество имен (типов) отношений $\{P_j\}$, совокупность правил построения системы, в которых участвуют как символы отношений R_i , так и некоторые типы отношений P_j [7]. Итак, ИГС - прежде всего, некоторая теоретическая конструкция, основанная на понятии целостной группы преобразований подобно той, которая приведена в таблице. Очень важен переход от весьма абстрактного понятия системы к более конкретному понятию ее элемента. Инженерно-геологический элемент (ИГЭ) - это множество из двух или более вещественно-морфологических точек, занимающих определенный объем в пространстве в определенный промежуток (или момент) времени. ИГЭ присущи определенные физические свойства или, в более широком аспекте, морфологические свойства некоторого класса. При этом необходимо отметить, что два ИГЭ с одинаковыми физическими свойствами обязательно должны иметь одинаковое морфологическое свойство (например, принадлежать одному классу геологических тел), но два элемента с одинаковыми морфологическими свойствами могут и не иметь общей вещественной основы.

Рассмотренное выше определение элемента определяет структуру ИГС. Структурным элементом ИГС следует называть элемент с одним или более конкретными морфологическими свойствами, а структура ИГС является тем общим понятием, которое приложимо к геологическим, кинематическим и вещественным, а также ко всем другим свойствам, которые можно представить в виде их функций. Как и следовало ожидать, структура ИГС есть совокупность отношений ее элементов, обеспечивающая непрерывность некоторых морфологических свойств системы. Следовательно, теперь можно переопределить понятие ИГС как множество взаимосвязанных элементов, каждый из которых прямо или косвенно связан с каждым другим элементом. Так как два любых подмножества системы не могут быть независимыми, то ИГС образует некоторую связную область пространства, которой мы приписываем определенное морфологическое свойство.

К определению ИГС можно подойти и с другой стороны, если рассмотреть, от чего зависит ее структурно-функциональная целостность. Эта сто-

роха ИГС может быть выражена через понятие о геологических телах - инженерно-геологических комплексах (ИГК), которые в более узком аспекте являются разновидностью простых и сложных геологических тел в интерпретации Ю.А.Косыгина и Ю.А.Воронина [6]. Таким образом, ИГК - это морфологический класс некоторого множества взаимосвязанных элементов, описывающих структуру определенной области пространства в инженерно-геологическом анализе, когда надо удержать целостность отношения ГС-ИГС-И, опираясь на опыт изысканий, строительства и эксплуатации различных сооружений. Или ИГК - это самая простая ИГС (система первого уровня организации), раскрывающая целостность пространства на уровне взаимоотношений частей геологического разреза. Каждый ИГК представляет собой одновременно и конкретный объем литосферы, и слепок с наших представлений о геологических опасностях и геологических возможностях, с ними связанных. Границы ИГК являются наиболее значимыми и наиболее достоверно прослеживаемыми для выделения ИГС любого класса в пространстве.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бондарик Г.К. Общая теория инженерной (физической) геологии. М.: Недра, 1981.
2. Глазачев В.Л. Социально-экологическая интерпретация городской среды. М.: Наука, 1984.
3. Захаров М.С. Роль и задачи картографического метода в инженерно-геологических исследованиях // Методы телизации и картирования геологической среды городских агломераций для решения задач планирования инженерно-хозяйственной деятельности / МосГИТИСИЗ ПО Стройизыскания. М., 1981.
4. Захаров М.С., Квашук С.В. Системный подход при разработке проблемы рационального использования и охраны геологической среды месторождений полезных ископаемых // Записки Ленинградского горного ин-та. 1986. Т. 109.
5. Ломтадзе В.Д. Специальная инженерная геология. Л.: Недра, 1978.
6. Формы геологических тел. Терминологический справочник / Под ред. Ю.А.Косыгина, В.А.Кульдышева, В.А.Соловьева. М.: Недра, 1977.
7. Шейдер Ю.А., Шаров А.А. Системы и модели. М.: Радио и связь, 1982.