



ЛОГИКА И СТРУКТУРА ПОНЯТИЙНО-ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКОЙ БАЗЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ

LOGIC AND STRUCTURE OF CONCEPTUAL AND TERMINOLOGICAL FRAMEWORK OF ENGINEERING GEOLOGY

ТРОФИМОВ В.Т.

*Зав. кафедрой инженерной и экологической геологии геологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, профессор,
trofimov@rector.msu.ru*

КОРОЛЕВ В.А.

*Профессор кафедры инженерной и экологической геологии геологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова,
korolev@geol.msu.ru*

TROFIMOV V.T.

*The head of the department of engineering and ecological geology of the geological faculty of Lomonosov Moscow State University, professor,
trofimov@rector.msu.ru*

KOROLEV V.A.

*A professor of the department of engineering and ecological geology of the geological faculty of Lomonosov Moscow State University,
korolev@geol.msu.ru*

Ключевые слова:

инженерная геология; грунтоведение; инженерная геодинамика; региональная инженерная геология; категории; научные понятия; термины; понятийная база; собственные категории инженерной геологии; система категорий; логическая структура.

Key words:

Engineering Geology; Soil Science; Engineering Geodynamics; Regional Engineering Geology; categories; scientific concepts; terms; conceptual framework; the proper categories of Engineering Geology; category system; logical structure.

Аннотация

Статья посвящена логическому обоснованию структуры понятийно-терминологической базы и системы категорий инженерной геологии, что имеет важное методологическое значение для ее развития. Рассмотрены собственные инженерно-геологические понятия и обоснована логическая структура понятийно-терминологической базы современной инженерной геологии как единой, целостной системы. Расширена ее структура введением нового научного раздела — инженерной геологии небесных тел, или космической инженерной геологии.

Введение

Любая наука начинается с определения *собственных понятий* — своеобразных «кирпичиков», из которых строится все «здание науки».

Напомним, что *понятие* — это «форма мышления, отражающая существенные свойства, связи и отношения предметов и явлений в их противоречии и развитии...». «*Научное понятие* отражает наиболее существенные и необходимые признаки предметов и явлений, а слова и знаки, их выражающие, являются *научными терминами*» (стр. 353 т. 20 [1]). Понятие характеризуется *объемом* и *содержанием*, смысл которых раскрывается в его *определении*. Наиболее общие и фундаментальные понятия принято называть *категориями* (стр. 526 т. 11 [1]).

В свою очередь, *термин* — это «слово или словосочетание, призванное точно обозначить понятие и его соотношение с другими понятиями» (стр. 473 т. 25 [1]). Таким образом, «понятие» и «термин» — вещи разные, хотя и взаимосвязанные.

Система научных категорий той или иной науки образует ее *фундамент, методологическую основу*. Система научных понятий составляет ее *понятийный базис*, а система терминов (слов или словосочетаний, употребляемых с оттенком специального научного значения) — ее *терминологию*.

Таким образом, категории, понятия и термины являются важнейшими элементами научного мышления. Поэтому их формулированию, в т.ч. и в инженерной геологии (ИГ), придается большее методологическое значение [19, 28]. К настоящему времени в инженерной геологии накоплен большой объем категорий, понятий и терминов, определения которых изложены в целом ряде словарей [10, 11, 17], справочников

Abstract

The article is devoted to logical justification of the structure of the conceptual and terminological framework and category system of Engineering Geology that is of great methodological importance to its development. The proper engineering-geological concepts are considered and the logical structure of the conceptual and terminological framework of modern Engineering Geology as a single, integrated system is justified. Its structure is broadened by introduction of the new scientific division — Engineering Geology of Celestial Bodies (or Cosmic Engineering Geology).



[16], учебников [4, 6, 7, 12, 15, 16, 25], монографий [2, 9], энциклопедий [14] и др. При этом сложилась ситуация, которая характеризуется двумя особенностями. Во-первых, многие определения терминов и инженерно-геологических понятий, включая базовые, часто даются разными авторами в весьма вольных трактовках, порой кардинально искажающих основной смысл, изначально предложенный тем или иным исследователем. Во-вторых, понятия и термины излагаются в основном в словарях (в словарных статьях), т.е. их систематизация дается лишь по алфавитному принципу. Между тем еще в 1981 г. Г.К. Бондарик [2] поставил вопрос о необходимости создания **системы инженерно-геологических категорий**, т.е. их систематизации по иным принципам, отличным от алфавитного. Вопросам обоснования логической структуры такой системы и посвящена настоящая статья.

Логика построения инженерно-геологических понятий

В определении инженерно-геологических понятий наиболее распространены две ошибки: (1) определения не соответствуют законам логики (логики определений); (2) определения несут в себе содержательные (понятийные) ошибки.

Устранение первой ошибки легко осуществимо, если просто строго придерживаться в определениях логических правил — правил дефиниции. Устранение ошибок второго вида является более сложным, т.к. требует научного обоснования, обсуждения, а порой и споров о понятиях и терминах, их раскрывающих.

Логика определения понятий давно и хорошо разработана в методологии науки. Со времен Аристотеля, внесшего основополагающий вклад в логику определений, правильным формулировкам определений научных понятий (особенно новых, вводимых) уделяется большое внимание. В этом отношении не является исключением и инженерная геология, имеющая в своем арсенале большую понятийно-терминологическую базу. Ее основу составляют определения *собственных инженерно-геологических понятий*, т.е. таких понятий, которые введены и используются именно в данной науке. Таких категорий в ИГ не так уж и много. Если исключить из рассмотрения иные (несобственные) категории, принадлежащие, например, общегеологическим понятиям, понятиям физики, химии, механики, горного дела, строительства и др., то в современных словарях по инженерной геологии останется лишь незначительное количество собственных понятий ИГ.

Совокупность наиболее важных собственных инженерно-геологических понятий и их логических определений составляет *систему научных категорий*, или *понятийно-терминологическую базу ИГ*, структура которой рассматривается ниже. При этом под категориями, как указывалось выше, понимаются *наиболее важ-*

ные, ключевые, фундаментальные понятия данной науки [1, 8].

Современная система собственных научных категорий инженерной геологии еще далека от своего окончательного завершения и полной разработки. Доказательством тому служат все еще возникающие научные споры инженеров-геологов о тех или иных понятиях, их логических определениях, содержании и др. И в этом нет ничего неблагоприятного для развития этой науки. Как известно, в спорах рождается истина, а в спорах о терминологии или отдельных понятиях постепенно рождается *устойчивый категориальный базис* инженерной геологии.

Тем не менее очень большой вред разработке категориальной базы ИГ наносит неверное употребление инженерами-геологами и другими специалистами и неспециалистами отдельных, ранее введенных терминов [19, 28]. Это происходит по разным причинам, но чаще всего инженеры-геологи неправомерно видоизменяют или неправильно используют ранее обоснованные и/или введенные какими-либо авторами термины, не дают литературных ссылок на этих авторов или не в полной мере учитывают имеющиеся «авторские» определения тех или иных понятий, используют «занятые» термины.

Согласно Э.Р. Черняку [28] в инженерной геологии существует большая неразбериха во многих собственно инженерно-геологических терминах. Эта путаница часто инициируется специалистами, не являющимися инженерами-геологами, не владеющими в полной мере базовой терминологией ИГ или вольно обращающимися с инженерно-геологическими понятиями. И примеров этому можно привести много. Далее в настоящей статье рассматриваются некоторые ошибочные инженерно-геологические понятия и термины и примеры их необоснованного применения.

В целом используемые в инженерной геологии понятийные категории неравнозначны, они отличаются *объемом* и *содержанием* понятий. Именно из этого и должна исходить методика построения общей категориальной базы ИГ как науки, имеющей свои объект и предмет исследований¹. При этом *объем понятия* характеризует круг предметов (множество), на который распространяется данное понятие, а его *содержание* представляет собой совокупность его определенных признаков [1, 8]. Как известно,

¹ Напомним, что *объектом исследований* науки является то (круг предметов, явлений, сфера объективного или субъективного мира и т.п.), на что направлена деятельность ученого (как субъекта познания), а *предметом познания* науки являются различные стороны, свойства, качества этого объекта, исследуемые с определенной целью. Различные науки относительно одного и того же объекта имеют различные предметы познания. Специфика предмета науки определяется в ходе исследовательской деятельности и может видоизменяться во времени [13].

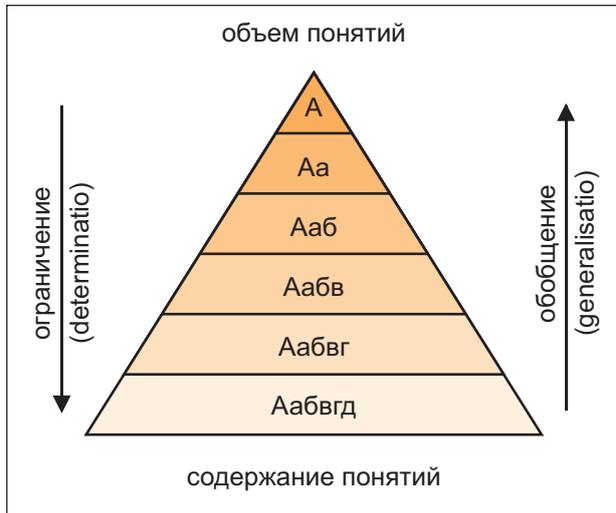


Рис. 1. Логическая «пирамида понятий», иллюстрирующая соотношение объема и содержания понятий

объем и содержание понятий находятся в обратном отношении друг к другу: чем больше объем понятия, тем меньшим числом признаков определяется его содержание (в смысле его конкретной характеристики), и наоборот. В логике эта особенность отражается так называемой «пирамидой понятий», показанной на рис. 1. В ее вершине находится понятие наибольшего объема (A), содержание которого характеризуется самыми общими (менее конкретными) признаками, а в основании — понятия наименьшего объема (a , b , v , z , d и т.д.), но с более детальными признаками, т.е. бóльшие по содержанию. Между ними может находиться неопределенное количество промежуточных уровней — промежуточных или обобщенных понятий, имеющих разную степень генерализации. При

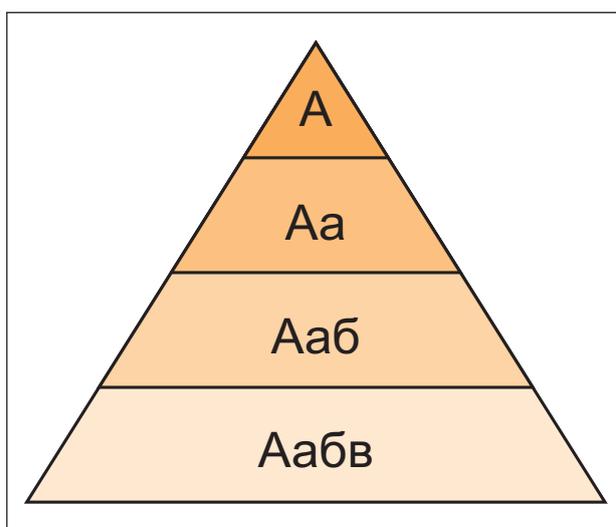


Рис. 2. Логическая «пирамида понятий» для категории «суглинок»: A — суглинок; a , b , v — уровень понятий: a — легкий песчанистый или пылеватый, тяжелый песчанистый или пылеватый; b — твердый, полутвердый, тугопластичный, мягкопластичный, текучепластичный или текучий; v — ненабухающий, слабонабухающий, средненабухающий или сильнонабухающий

переходе от верхнего уровня понятий к более низким уровням (от вершины пирамиды к ее основанию) выполняется логическая операция *ограничения* (или *детерминации*, от лат. *determinatio*) понятий. И наоборот, при переходе от более низких уровней понятий к более высоким (т.е. от основания к вершине пирамиды) выполняется логическая операция *обобщения* (или *генерализации*, от лат. *generalisatio*) понятий. В любой науке, в т.ч. и в инженерной геологии, обе эти операции имеют огромное методологическое значение и выполняются чрезвычайно часто.

Поясним это на конкретном простом примере. Например, пирамида понятий для грунтоведческого термина «суглинок» может быть представлена в виде, показанном на рис. 2. Здесь каждый уровень пирамиды характеризует понятия определенного объема, увеличивающегося к вершине. Заметим, что объем понятий a , отражающих гранулометрический состав суглинка, больше, чем объем понятий b , отражающих его консистенцию. Это легко объясняется тем, что, например, конкретный «суглинок тяжелый пылеватый» может быть и твердым, и пластичным, и текучим по консистенции, но не наоборот: конкретный «суглинок твердый» не может быть одновременно и легким, и тяжелым по гранулометрическому составу. Таким образом, правильное определение объемов понятий (установление их подчинения и соподчинения) и обоснование критериев их выделения имеют огромное значение, в частности, при классифицировании и типизации различных объектов инженерной геологии.

Аналогичные логические «пирамиды понятий» могут быть построены и для категорий, относящихся к другим глинистым грунтам — глинам и супесям. В свою очередь, «пирамиды», вершины которых имеют одинаковый логический объем понятий, могут быть объединены в одну более крупную, например, в нашем случае в «пирамиду» для всех глинистых грунтов и т.д. Таким образом, «пирамида» может увеличиваться (расти) как вверх за счет генерализации, обобщения понятий, так и вниз за счет процедуры «ограничения» (*determinatio*) или расширения содержания понятий, увеличения числа уровней. Эти операции, в частности, и позволяют построить систему научных категорий.

О системе собственных научных категорий инженерной геологии

Выше уже отмечалось, что основу терминологии ИГ составляют *собственные научные понятия и термины*. Согласно Г.К. Бондарнику [2, 3] попытки создания категориального базиса в виде *системы научных категорий* как раз и отражают современный этап развития инженерной геологии. К настоящему времени в ней используется целая гамма собственных научных категорий — специфических инженерно-геологических терминов и понятий, с помощью кото-



рых может быть построена и ее *номологическая*² база — совокупность выявленных и обоснованных закономерностей, законов и научных теорий. Однако в полной мере система собственных научных категорий в современной инженерной геологии еще полностью не обоснована и ее построение не завершено.

Как же в настоящее время можно представить в обобщенном виде систему собственных научных категорий ИГ? Это не просто набор или алфавитный перечень специальных инженерно-геологических понятий и обозначающих их терминов. Это должна быть именно *система*, носящая интегральный и многоуровневый характер, построенная таким образом, чтобы можно было наиболее удобно и логически обоснованно использовать специальную терминологию для решения проблем и задач инженерной геологии.

Исследование любого предмета как системы (системный анализ), в т.ч. и системы собственных категорий ИГ, требует выяснения таких задач [4], как:

- 1) установление объекта, который рассматривается как система;
- 2) формирование перечня компонентов системы;
- 3) нахождение закона композиции и выявление структуры системы;
- 4) определение эмерджентных свойств системы.

Попытаемся обосновать и построить систему собственных категорий ИГ, последовательно разобрав эти четыре задачи.

Во-первых, дадим *определение рассматриваемого объекта* — «системы собственных категорий инженерной геологии», которую мы рассматриваем как целостную структуру: ***система собственных научных категорий инженерной геологии*** — это множество специальных инженерно-геологических понятий и терминов, их раскрывающих, логически связанных друг с другом, образующих определенную логическую целостность и единство и используемых для решения всего спектра проблем инженерной геологии.

Во-вторых, определим *перечень компонентов* системы собственных категорий ИГ, который составляют собственные специальные понятия и термины общей ИГ, ее трех научных направлений (грунтоведения, инженерной геодинамики и региональной ИГ), а также методики исследований, научных и прикладных разделов ИГ. Понятийная база и терминология ИГ формировались постепенно с момента ее оформления как науки. Они расширялись в течение последнего столетия и продолжают пополняться новыми специальными понятиями и терминами.

В количественном смысле окончательный перечень специальных понятий и терминов ИГ ни-

огда не может быть составлен. Он потенциально бесконечен и будет пополняться до тех пор, пока будет существовать и развиваться инженерная геология. Однако этот перечень меняется не только в количественном, но и в качественном смысле: отдельные понятия, термины и даже базовые фундаментальные категории инженерной геологии со временем видоизменяются и уточняются. Тем не менее можно констатировать, что к настоящему времени основной перечень специальных категорий ИГ уже сформирован.

К тому же обозначенное множество, или перечень, каким бы полным оно ни являлось, еще не является *системой категорий*. Поэтому переходим к следующему пункту.

В-третьих, определим *закон композиции* и выявим *структуру* системы собственных научных категорий ИГ. Как указывалось выше, такая система может быть построена на основе учета логического объема понятий и их содержания. Однако подходы к ее наглядному выражению могут быть разными. Так, например, эту систему можно выразить в виде: (1) классификационной таблицы, каждый столбец которой объединяет крупные понятийные блоки; (2) логической «пирамиды понятий», структура которой рассмотрена выше.

Если принять *первый вариант построения системы категорий ИГ*, то, на взгляд авторов, такая система должна состоять из ряда крупных понятийно-терминологических блоков (столбцов), объединяющих в себе основные собственные (специфические) инженерно-геологические категории (инженерно-геологические понятия, определяющие их термины, определения и т.п.). Каждый такой блок имеет свое методологическое назначение и определенную методическую направленность в применении. Естественно, что в эту систему включаются лишь ее собственные (или специфические) научные категории (инженерно-геологические понятия, термины, определения, показатели, параметры и т.п.), относящиеся лишь к инженерной геологии, т.е. введенные и используемые именно этой наукой. Прочие научные термины (других геологических, точных наук, методологии наук и т.п.) в эту систему не входят, но они в той или иной мере также используются не только в других науках, но и в инженерной геологии. Они, как отмечалось выше, составляют так называемые общие (неспецифические) научные категории, выступают как вспомогательные и здесь не рассматриваются.

Среди указанных блоков системы можно выделить следующие: (1) блок общих методологических категорий ИГ, включающий определения ее структуры, предметов, объектов исследований, общей методологии науки; (2) блок специальных категорий трех основных направлений инженерной геологии — грунтоведения, инженерной геодинамики и региональной ИГ; (3) блок методических категорий. Такая общая схема предложенной системы собственных научных категорий ИГ приведена в табл. 1.

² *Номология* (от греч. *nomos* – закон, *logos* – слово, учение) — раздел методологии науки, изучающий методы формулирования закономерностей и законов и создания на их основе научных теорий данной науки.

В этой системе первый блок общих методологических категорий ИГ включает определения самой науки — инженерной геологии, а также ее объекта и предмета исследований. Этот же блок включает категории, понятия и их определения, отражающие структуру ИГ (трех ее основных и смежных научных направлений). И наконец, этот блок содержит номологические категории общей инженерной геологии, включающие ее проблематику (научные проблемы, задачи) и номологическую терминологию (гипотезы, закономерности, законы, теории общей ИГ и т.п.).

Второй блок объединяет специальные категории трех основных современных научных направлений инженерной геологии — грунтоведения, инженерной геодинамики и региональной ИГ, образующих соответствующие подблоки в структуре категорий. В каждый из таких подблоков входят определения научных направлений, их предметов и объектов исследований, а также понятия и термины их проблематики, номологическая и специальная терминология, играющие важнейшую роль в системе собственных научных категорий ИГ.

Третий блок системы объединяет методические категории общей инженерной геологии и ее основных научных направлений. В него входят категории, понятия и термины различных специфических (собственных) методов инженерно-геологических исследований, методов и методик инженерно-геологических изысканий, а также категории, отражающие нормативно-методическую инженерно-геологическую информацию.

Если же принять *второй вариант построения системы собственных категорий ИГ*, то в соот-

ветствии с вышеизложенными представлениями о соотношении объема и содержания понятий систему категорий современной инженерной геологии можно представить в виде логической «пирамиды понятий» ИГ, показанной на рис. 3. В ее вершине находятся наиболее общие инженерно-геологические категории (А) — *общие понятия об инженерной геологии, ее структуре и методологии* с наибольшим объемом и наименьшей детальностью (содержанием) по характеризующим их признакам. К этим понятиям, например, можно отнести такие важнейшие категории, как: «инженерная геология», «структура ИГ», «объект ИГ», «предмет ИГ», «проблематика ИГ» и др. В основании пирамиды находятся частные инженерно-геологические понятия и термины (В) — *частные понятия* наименьшего объема, но наиболее детальные по тем или иным признакам и содержанию. К таким категориям, например, можно отнести понятия о различных инженерно-геологических показателях и частных параметрах (например, таких как «инженерно-геологический элемент» и др.). Между вершиной и основанием пирамиды можно выделить несколько *промежуточных уровней* инженерно-геологических категорий, отличающихся между собой по объему и содержанию, т.е. по степени обобщения. Это *обобщенные инженерно-геологические понятия* (Б). Однако критерии такого обобщения трудно строго определить, но ясно, что понятия более низкого уровня находятся в подчиненном положении по отношению к понятиям более высокого уровня. В пределах одного уровня (горизонтального ряда пирамиды) находятся лишь логически *соподчиненные*, а также логически *равно-*

Таблица 1

Система собственных научных категорий инженерной геологии (категориальный базис инженерной геологии)				
Общие методологические категории	Специальные категории научных направлений			Методические категории
	Грунтоведения	Инженерной геодинамики	Региональной инженерной геологии	
Общие понятия и термины ИГ, ее структуры (основных направлений)	Понятия и термины грунтоведения и его структуры	Понятия и термины инженерной геодинамики и ее структуры	Понятия и термины региональной инженерной геологии и ее структуры	Понятия и термины методики и методов инженерно-геологических исследований
Общие определения объектов и предметов исследований ИГ	Определения объектов и предметов исследований грунтоведения	Определения объектов и предметов исследований инженерной геодинамики	Определения объектов и предметов исследований региональной инженерной геологии	Понятия и термины методики и методов инженерно-геологических изысканий
Общие номологические категории ИГ (проблематики и номологических понятий и терминов)	Номологические категории грунтоведения (проблематики, номологических и специальных понятий и терминов)	Номологические категории инженерной геодинамики (проблематики, номологических и специальных понятий и терминов)	Номологические категории региональной инженерной геологии (проблематики, номологических и специальных понятий и терминов)	Нормативно-методические категории



значные и скрещивающиеся понятия одинакового объема.

Однако логическая схема, представленная на рис. 3, является слишком общей, и поэтому она может использоваться лишь как основа для построения другой, более детальной логической «пирамиды понятий» ИГ как системы категорий, которая сможет служить основной базой для построения общей системы собственных научных категорий инженерной геологии. Вариант такой пирамиды показан на рис. 4. В ее вершине находятся наиболее общие категории ИГ — базовые понятия этой науки (А), а также о ее объекте и предмете исследований, структуре (А₁) и наряду с этим понятийные категории общей методики исследований ИГ (А₂). Затем, ниже, пирамида понятий разделяется на 4 расширяющиеся книзу (т.е. увеличивающиеся по содержанию) крупные секции инженерно-геологических категорий: I — грунтоведческих; II — инженерно-геодинамических; III — регионально-инженерно-геологических; IV — методических. Таким образом, вертикальные секции пирамиды (I–IV) объединяют близкие группы категорий определенного научного направления инженерной геологии. Горизонтальные уровни пирамиды характеризуют различные категории (понятия и термины) одинакового объема и содержания. При этом более низкий уровень характеризует понятия меньшего объема, но большего содержания и т.д. Каждая клетка пирамиды (Б₁, В₃, Г₂, Д₄ и т.д.) содержит не одну, а определенное множество близких категорий (понятий, терминов) одинакового объема. Важно также подчеркнуть, что секция IV в направлении Б₄→В₄→Г₄→Д₄ отражает понятийно-терминологическую базу методики каждого соответствующего уровня категорий грунтоведения (I), инженерной геодинамики (II), региональной инженерной геологии (III). В этой схеме за индексами уровней объема (А, Б, В, Г, Д) в секциях I–IV подразумевается множество соответствующих инженерно-геологических понятий того или иного содержания. Так, например, в секции IV содержатся соответствующие методические категории того или иного уровня, в т.ч. такие собственные базовые понятия, как: «инженерно-геологические исследования», «инженерно-геологические изыскания», «методика инженерно-геологических исследований», «инженерно-геологическая экспертиза», «инженерно-геологическое прогнозирование», «инженерно-геологическое моделирование» и др.

Как видно из рис. 4, данная логическая «пирамида понятий» инженерной геологии также слишком условна и неконкретна. Но на ее основе в пределах каждой из выделенных секций (I–IV) или в пределах каждого научного направления могут создаваться аналогичные, более подробные логические «пирамиды понятий».

Исходя из вышеизложенного, можно заключить, что *законом композиции системы специальных ка-*

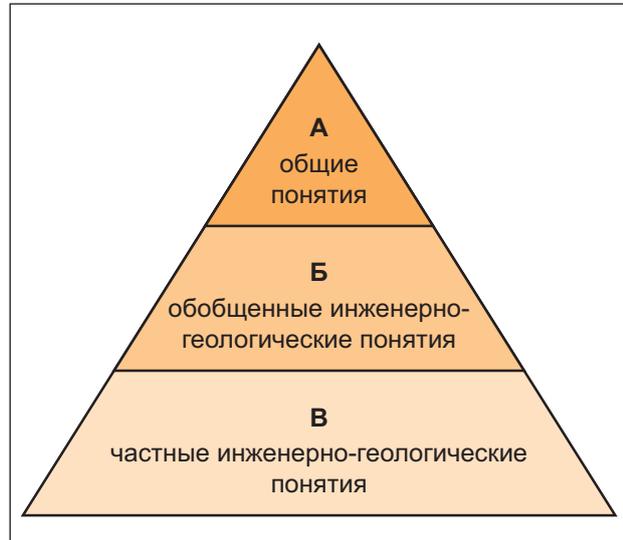


Рис. 3. Общая схема логической «пирамиды понятий» инженерной геологии

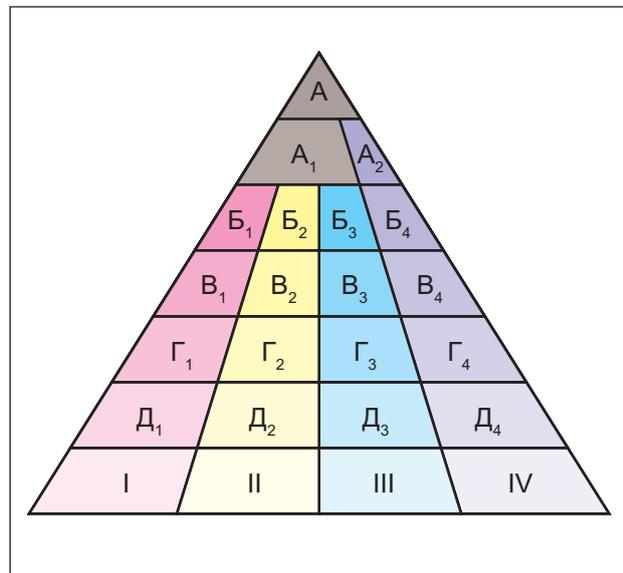


Рис. 4. Логическая «пирамида понятий» инженерной геологии как основа системы ее собственных научных категорий: А — понятия об ИГ, ее структуре (А₁) и методические категории (А₂); Б₁, Б₂, Б₃, Б₄ — понятия о грунтоведении (Б₁), инженерной геодинамике (Б₂), региональной ИГ (Б₃) и их методиках (Б₄); В₁, В₂, В₃, В₄ — понятия о грунтах и грунтовых толщах и их систематике (В₁), геодинамических процессах и их систематике (В₂), инженерно-геологических структурах и их систематике (В₃), методиках их изучения (В₄); Г₁, Г₂, Г₃, Г₄ — понятия о факторах формирования свойств грунтов (грунтовых толщ) (Г₁), геодинамических процессов (Г₂), инженерно-геологических структур (Г₃), методах их изучения (Г₄); Д₁, Д₂, Д₃, Д₄ — понятия о параметрах (показателях) грунтов (Д₁), геодинамических процессов (Д₂), инженерно-геологических структур (Д₃), методах их изучения (Д₄); I, II, III, IV — секции категорий грунтоведения (I), инженерной геодинамики (II), региональной инженерной геологии (III), а также методов и методики инженерно-геологических исследований (IV)

тегорий инженерной геологии является логическая связь объема и содержания понятий.

И наконец, **в-четвертых**, для завершения построения системы категорий понятий необходимо определить *эмержентные свойства* этой системы. Напомним, что эмерджентность — это свойство системы как целого, не сводимое к простой совокупности (сумме) свойств ее отдельных частей. Применительно к системе собственных научных категорий ИГ его выявление — непростая задача. С точки зрения авторов, таким свойством можно считать *способность с помощью этой системы категорий решать наиболее сложные и общие проблемы инженерной геологии*. Лишь вся совокупность специальных категорий ИГ позволяет нам делать это, тогда как применение специальных категорий по частям (в ограниченном количестве, выборочно и т.п.) такой возможности не дает. В этом и проявляется эмерджентность системы собственных категорий ИГ.

Таким образом, в статье обоснованы все четыре обозначенные выше задачи, решаемые при ис-

следовании собственных научных категорий ИГ как единой системы.

Теперь, исходя из вышеизложенного, дадим более подробную характеристику основных научных категорий инженерной геологии и подсистем категорий трех ее научных направлений.

Системы базовых категорий грунтоведения, инженерной геодинамики и региональной инженерной геологии

Современная терминология **грунтоведения** изложена в ряде последних изданий [6–11, 14–16, 23, 25]. Среди наиболее важных, собственно грунтоведческих, терминов необходимо отметить такие, как «грунтоведение общее», «грунтоведение геодинамическое», «грунтоведение региональное», «грунт», «грунтовая толща» и др. Кроме того, важную часть составляют многочисленные понятия и термины основных типов грунтов, например, такие как «дисперсный», «скальный», «полускальный», «мерзлый», «глинистый», «песчаный», «крупнообломочный», «техногенный грунт» и т.д. Многочисленны собственные понятия грунтоведения, характеризующие состав, строение, состояние и свойства грунтов, например, такие как «компонентный состав», «строение», «состояние», «свойства», «набухаемость», «водопроницаемость», «деформируемость», «прочность», «пучение», «генезис свойств», «модель формирования свойств грунта» и др. Система основных собственных понятий грунтоведения отражена на рис. 5 в виде логической «пирамиды понятий».

Вторым научным направлением ИГ является **инженерная геодинамика**, и это признается большинством ученых. Терминология современной инженерной геодинамики отражена в различных инженерно-геологических справочниках [17, 18], инженерно-геологических и терминологических словарях [10, 11], учебниках [4, 15, 16], а также в многочисленных монографиях [2, 24] и других публикациях, включая геологические словари и энциклопедии [14, 20–22].

В структуру современной инженерной геодинамики входят: (1) общая инженерная геодинамика; (2) региональная инженерная геодинамика; (3) геодинамическое грунтоведение. При этом разделы 2 и 3 находятся в состоянии пересечения с соответствующими смежными направлениями инженерной геологии. Таким образом, система научных понятий инженерной геодинамики объединяет в себе три подсистемы понятий этих трех разделов.

В систему собственных категорий инженерной геодинамики входят такие понятия, как «инженерно-геологический процесс», «инженерно-геологическое явление», «инженерно-геологический массив», «литотехническая система», «инженерная защита территорий», «инженерно-геологический анализ процессов», «закрепление грунтов», «инженерно-геологический мониторинг» и др.

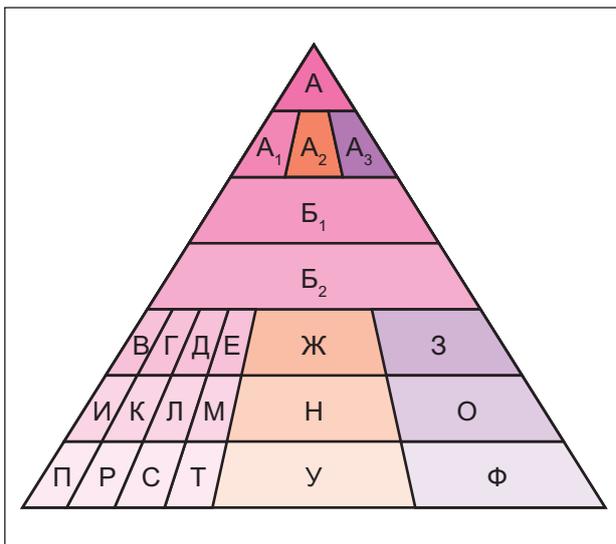


Рис. 5. Логическая «пирамида понятий» грунтоведения: А — понятия о грунтоведении; А₁, А₂, А₃ — соответственно понятия об общем, геодинамическом и региональном грунтоведении; Б₁, Б₂ — соответственно понятия о грунтах (грунтовых толщах) и их систематике (классификациях); В — понятия о компонентном составе грунтов; Г — понятия о строении грунтов; Д — понятия о состоянии грунтов; Е — понятия о свойствах грунтов; Ж — понятия о динамических особенностях грунтов; З — понятия о региональных особенностях грунтов; И, К, Л, М — соответственно понятия о факторах формирования состава, строения, состояния и свойств грунтов; Н — понятия о факторах формирования динамических особенностей грунтов; О — понятия о факторах формирования региональных особенностей грунтов; П, Р, С, Т — соответственно понятия о показателях (параметрах) состава, строения, состояния и свойств грунтов; У — понятия о показателях (параметрах) динамических свойств грунтов; Ф — понятия о показателях (параметрах) региональных особенностей грунтов



Система основных понятий инженерной геодинамики, построенная в виде логической «пирамиды понятий», показана на рис. 6. На этой схеме не отражен сектор научных понятий, связанных с геодинамическим грунтоведением, который был охарактеризован выше (см. рис. 5).

Третьим научным направлением ИГ является **региональная инженерная геология**. Понятийно-терминологическая база современной региональной инженерной геологии изложена в ряде публикаций [2, 9, 11, 20, 21, 24]. Система ее базовых понятий, построенная в виде логической «пирамиды понятий», показана на рис. 7. Здесь не отражены сектора научных понятий, связанных с региональным грунтоведением, т.к. они были охарактеризованы выше (см. рис. 5), и связанных с региональной инженерной геодинамикой, которые также были охарактеризованы выше (см. рис. 6).

Собственные категории региональной инженерной геологии объединяют ряд понятий и терминов, сложившихся к настоящему времени. Среди них: «инженерно-геологическая структура»,

«инженерно-геологическая зональность», «инженерно-геологическая карта», «инженерно-геологическое районирование», «инженерно-геологическое картирование» и др.

О расширении содержания и понятийной базы инженерной геологии

Практические запросы общества в связи со строительством и инженерно-хозяйственным освоением все новых и новых территорий на Земле будут все более и более увеличиваться. Как отмечалось В.Т. Трофимовым [9], «изучение инженерно-геологических условий Земли в целом приведет к *преобразованию инженерной геологии* в науку, исследующую глобальное многообразие инженерно-геологических объектов, закономерности их формирования и пространственно-временного изменения под воздействием природных и антропогенных современных и прогнозируемых геологических процессов в связи с инженерно-хозяйственной деятельностью человечества». С этим связывается новый этап развития инженерной геологии [20]. Такое расширение ее содержания неизбежно приведет и к расширению ее понятийной базы. Это вполне объективный исторический процесс, который отражает эволюционное развитие современной инженерной геологии.

Но наряду с освоением Земли уже сейчас возникают новые практические запросы в инженерном освоении и других небесных тел — прежде

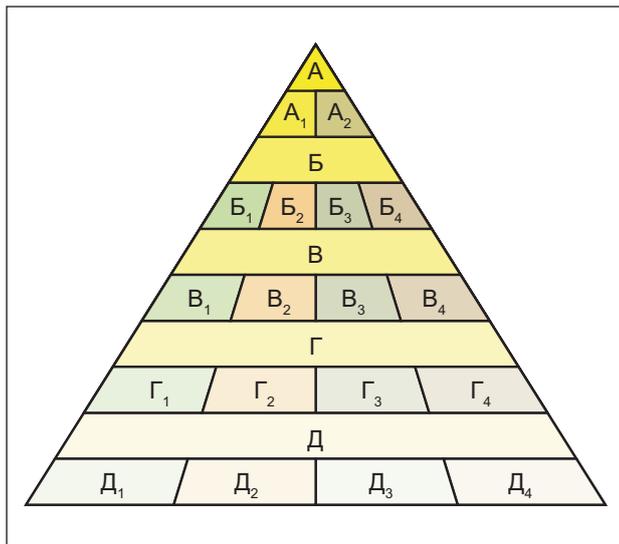


Рис. 6. Логическая «пирамида понятий» инженерной геодинамики: А — понятия об инженерной геодинамике; А₁, А₂ — соответственно понятия об общей и региональной инженерной геодинамике; Б — понятия о геологических и инженерно-геологических процессах и их систематике (классификациях); Б₁, Б₂, Б₃, Б₄ — понятия о факторах формирования и изменения процессов: природных (Б₁) и техногенных (Б₂), региональных природных (Б₃), региональных техногенных (Б₄); В — понятия о показателях (параметрах) динамики процессов: природных (В₁), техногенных (В₂), региональных природных (В₃), региональных техногенных (В₄); Г — понятия о прогнозировании динамики процессов: природных (Г₁), техногенных (Г₂), региональных природных (Г₃), региональных техногенных (Г₄); Д — понятия об инженерно-геологическом обосновании защиты от неблагоприятных и опасных процессов: природных (Д₁), техногенных (Д₂), региональных природных (Д₃), региональных техногенных (Д₄)

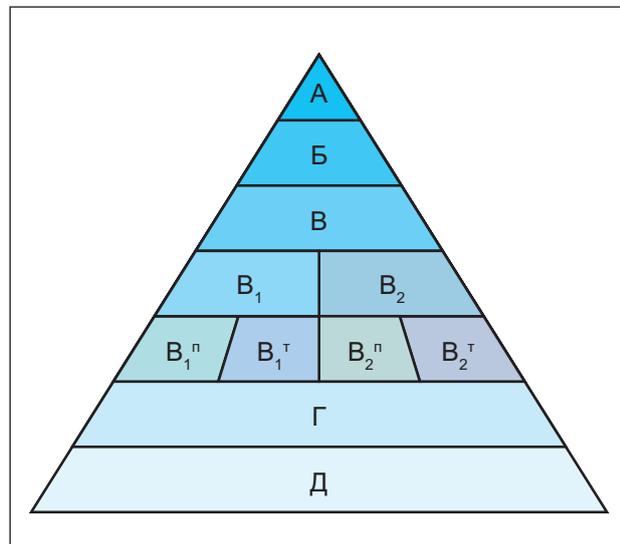


Рис. 7. Логическая «пирамида понятий» региональной инженерной геологии: А — понятия об общей региональной инженерной геологии; Б — понятия об инженерно-геологических структурах и их систематике; В — понятия о факторах формирования и изменения инженерно-геологических структур: региональных (В₁), зональных (В₂), природных (верхний индекс «п»), техногенных (верхний индекс «т»); Г — понятия о типизации инженерно-геологических структур и ее терминологии; Д — понятия об инженерно-геологическом районировании и его терминология

всего планет земной группы (Марса, Венеры), а также их ближайших спутников (Луны, Фобоса, Деймоса) и др. В настоящее время разрабатываются и реализуются национальные и международные космические проекты по полету человека на Марс. Уже целый ряд стран заявил о своем намерении к середине этого столетия построить на поверхности Луны стационарные станции. Увеличивается потребность в знаниях о поверхностных грунтах этих космических тел, об их инженерно-геологических особенностях, и прежде всего о физико-механических свойствах.

Это отражается в возрастающем в последнее время числе публикаций по инженерно-геологическим проблемам различных небесных тел. В 1970-х гг. появилось «грунтоведение Луны» [26, 27], издаются работы по грунтоведению, ин-

женерной геодинамике и криогенным процессам Марса и других планет [5].

Поэтому в структуре инженерной геологии уже сейчас можно наметить *исторические изменения*, связанные с расширением ее содержания и «выходом за пределы Земли», которые частично уже реализуются в настоящее время. Можно констатировать, что сейчас уже появился новый крупный научный раздел ИГ — *инженерная геология небесных тел* (или «космическая инженерная геология», по аналогии с «космической геологией»), имеющая иные объект и предмет исследований, чем традиционная ИГ Земли. Очевидно, правильнее в этом случае говорить именно о новом разделе инженерной геологии, а не о ее новом научном направлении. По сути, речь идет о двух ее равноправных разделах. Возможно, в будущем космическая ИГ расчленилась на еще большее количество разделов ИГ в соответствии с разными объектами — отдельными космическими телами. Но интегрирующие функции инженерной геологии как науки останутся.

Дадим определения этого нового раздела, объекта и предмета его исследований.

Инженерная геология небесных тел является научным разделом инженерной геологии, изучающим инженерно-геологические условия поверхностных горизонтов небесных тел, закономерности их формирования и пространственно-временного изменения под воздействием природных и техногенных факторов и в связи с их освоением человеком.

Объектом исследований ИГ небесных тел являются верхние горизонты грунтовых толщ этих небесных тел, изучаемые в связи с их освоением и инженерной деятельностью человека.

Предметом изучения ИГ небесных тел являются знания о морфологии, закономерностях формирования и пространственно-временного изменения верхних горизонтов грунтовых толщ небесных тел в связи с их освоением и инженерной деятельностью человека.

Инженерная геология небесных тел должна включать все три (традиционные для ИГ Земли) направления (грунтоведение, инженерную геодинамику и региональную инженерную геологию), но соответственно ориентированные на изучение инженерно-геологических условий различных небесных тел, прежде всего Луны, Марса, Венеры и др.

Следствием введения нового раздела в инженерную геологию должен стать пересмотр ранее введенных и охарактеризованных выше традиционных категорий и понятий ИГ, которые, строго говоря, относятся лишь к инженерной геологии Земли. Так, если все ранее введенные определения понятий ИГ отнести к ИГ Земли, то определение базовых категорий самой инженерной геологии в свете охвата ею и космических тел будет следующим: *инженерная геология — наука геологического цикла, изучающая инженерно-геологические условия поверхностных горизонтов литосферы Земли и других небесных тел, закономерности их формирования и простран-*

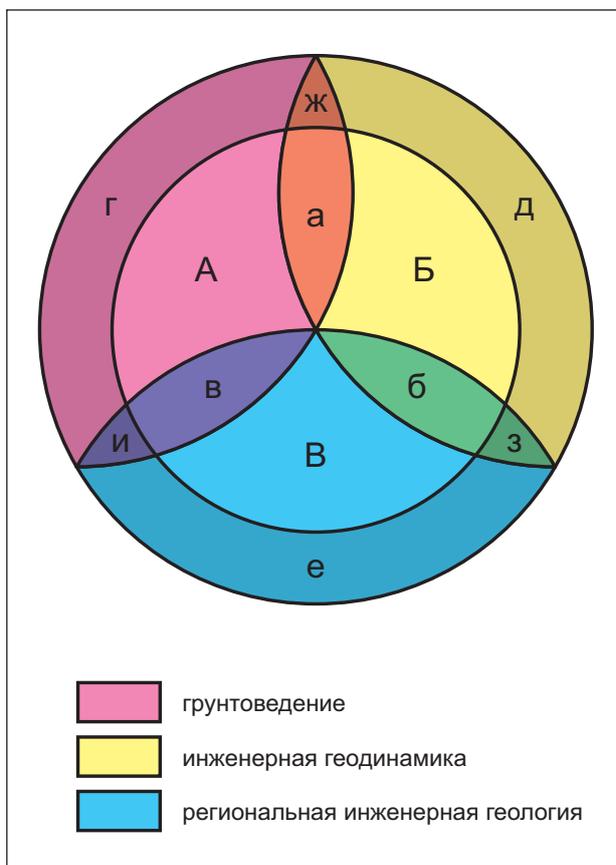


Рис. 8. Первый вариант логической схемы структуры и соотношений научных направлений и разделов современной общей инженерной геологии с учетом ИГ Земли (внутренний круг) и ИГ небесных тел (область между внешним и внутренним кругами): 1 — грунтоведение; 2 — инженерная геодинамика; 3 — региональная инженерная геология; А, г — общее грунтоведение Земли и небесных тел соответственно; Б, д — инженерная геодинамика Земли и небесных тел соответственно; В, е — региональная инженерная геология Земли и небесных тел соответственно; а, ж — геодинамическое грунтоведение Земли и небесных тел соответственно; б, з — региональная инженерная геодинамика Земли и небесных тел соответственно; в, и — региональное грунтоведение Земли и небесных тел соответственно



ственно-временного изменения под воздействием природных и техногенных факторов и в связи с их освоением человеком.

Тогда **объектом общей инженерной геологии** (т.е. тем, на что направлена мысль инженера-геолога как субъекта этой науки) становятся **поверхностные горизонты литосферы Земли и других небесных тел в связи с их освоением человеком**, а **предметом исследований** — знания об их инженерно-геологических условиях.

В соответствии с этим структуру современной общей ИГ можно представить в виде логической схемы, показанной на рис. 8. Внутренний круг на этой схеме соответствует инженерной геологии Земли, а область между внешним и внутренним кругами — инженерной геологии небесных тел. Другой вариант логической схемы соотношения

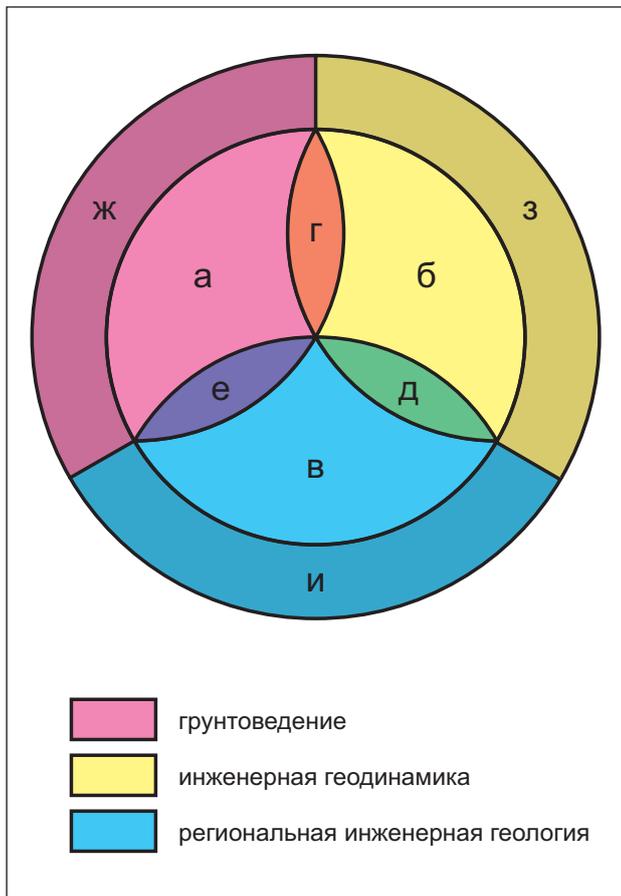


Рис. 9. Второй вариант логической схемы структуры и соотношений научных направлений и разделов современной общей инженерной геологии с учетом ИГ Земли (внутренний круг) и ИГ небесных тел (область между внешним и внутренним кругами): 1 — грунтоведение Земли; 2 — инженерная геодинамика Земли; 3 — региональная инженерная геология Земли; а — общее грунтоведение Земли; б — общая инженерная геодинамика Земли; в — общая региональная инженерная геология Земли; г — геодинамическое грунтоведение Земли; д — региональная инженерная геодинамика Земли; е — региональное грунтоведение Земли; ж — грунтоведение небесных тел; з — инженерная геодинамика небесных тел; и — региональная инженерная геология небесных тел

разделов «инженерная геология Земли» и «ИГ небесных тел» показан на рис. 9. Здесь также внутренний круг ограничивает логическое пространство понятия «ИГ Земли», а область между внешним и внутренним кругами — логическое пространство понятия «ИГ небесных тел». В отличие

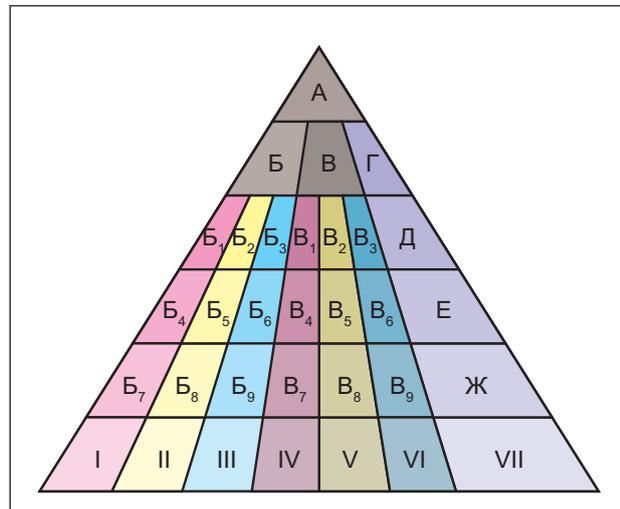


Рис. 10. Логическая «пирамида понятий» современной инженерной геологии с учетом ИГ Земли и ИГ небесных тел: А — понятия об ИГ; Б — понятия об ИГ Земли: Б₁, Б₂, Б₃ — понятия о грунтоведении (Б₁), инженерной геодинамике (Б₂) и региональной ИГ Земли (Б₃); Б₄, Б₅, Б₆ — понятия о грунтах (грунтовых толщах) и их систематике (Б₄), геодинамических процессах и их систематике (Б₅), инженерно-геологических структурах Земли и их систематике (Б₆); Б₇, Б₈, Б₉ — понятия о факторах формирования свойств грунтов (грунтовых толщ) (Б₇), геодинамических процессов (Б₈) и инженерно-геологических структур Земли (Б₉); I, II, III — понятия о параметрах (показателях) грунтов (I), геодинамических процессов (II), инженерно-геологических структур (III) Земли; В — понятия об ИГ небесных тел: В₁, В₂, В₃ — понятия о грунтоведении (В₁), инженерной геодинамике (В₂) и региональной ИГ небесных тел (В₃); В₄, В₅, В₆ — понятия о грунтах (грунтовых толщах) и их систематике (В₄), геодинамических процессах и их систематике (В₅), инженерно-геологических структурах небесных тел и их систематике (В₆); В₇, В₈, В₉ — понятия о факторах формирования свойств грунтов (грунтовых толщ) (В₇), геодинамических процессов (В₈) и инженерно-геологических структур небесных тел (В₉); IV, V, VI — понятия о параметрах (показателях) грунтов (IV), геодинамических процессов (V), инженерно-геологических структур (VI) небесных тел; Г — понятия о методах ИГ; Д — понятия о методах грунтоведения, инженерной геодинамики и региональной ИГ; Е — понятия о методах изучения грунтов, геодинамических процессов и инженерно-геологических структур; Ж — понятия о методах изучения факторов формирования свойств грунтов, геодинамических процессов и инженерно-геологических структур; VII — понятия о методах изучения параметров (показателей) грунтов, геодинамических процессов и инженерно-геологических структур

от предыдущей схемы (см. рис. 8) на рис. 9 не выделяются смежные (пограничные) области в рамках инженерной геологии небесных тел, такие как «геодинамическое грунтоведение небесных тел», «региональная инженерная геодинамика небесных тел», а также «региональное грунтоведение небесных тел», поскольку данные смежные области к настоящему времени в полной мере еще не оформились.

Тогда логическую структуру категорий инженерной геологии с учетом ИГ Земли и ИГ небесных тел можно представить и в виде логической «пирамиды понятий», показанной на рис. 10. Здесь наряду с понятиями об общей ИГ (А) также выделяются секции понятий об ИГ Земли (Б), ИГ небесных тел (В), а также о методах ИГ (Г-VII). Категории этой последней секции на каждом иерархическом уровне относятся соответственно и к понятиям ИГ Земли, и к понятиям ИГ небесных тел.

Выводы

1. В настоящей статье обоснована логическая структура системы собственных категорий современной инженерной геологии, ее понятийно-терминологической базы как единой, целостной системы. Она рассматривается как методологическая и номологическая основа инженерной геологии.

2. Исходя из анализа тенденций развития ИГ как науки, расширена ее структура и понятийная база с введением наряду с ИГ Земли нового научного раздела — «инженерная геология небесных тел», или «космическая инженерная геология». Предложены схемы соотношения ИГ Земли и ИГ небесных тел.

3. С учетом расширения понятийной и номологической базы ИГ обоснована логическая структура системы собственных категорий общей инженерной геологии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Большая советская энциклопедия. 3-е изд. М.: Советская энциклопедия, 1970–1978. Т. 1–30.
2. Бондарик Г.К. Общая теория инженерной (физической) геологии. М.: Недра, 1981. 256 с.
3. Бондарик Г.К. Современная инженерная геология: Содержание, структура, задачи // Труды Межд. научн. конф. «Инженерная геология сегодня и завтра», 5–7 февраля 1996 г., Москва. М.: Изд-во МГУ, 1996. С. 11–21.
4. Бондарик Г.К., Пендин В.В., Ярг Л.А. Инженерная геодинамика: учебн. М.: КДУ, 2007. 440 с.
5. Громов В.В. и др. Передвижение по грунтам Луны и планет. М.: Машиностроение, 1986. 272 с.
6. Грунтоведение: учебн. 3-е изд. / под ред. Е.М. Сергеева. М.: Изд-во МГУ, 1971. 595 с.
7. Грунтоведение: учебн. 5-е изд. / под ред. Е.М. Сергеева. М.: Изд-во МГУ, 1983. 392 с.
8. Добренев В.И., Осипова Н.Г. Методология и методы научной работы: учеб. пособие. М.: КДУ, 2009. 276 с.
9. Инженерная геология России. Т. 1: Грунты России / под ред. В.Т. Трофимова, Е.А. Вознесенского, В.А. Королева (отд. главы). М.: КДУ, 2011. 672 с.
10. Ломтадзе В.Д. Словарь по инженерной геологии. СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского горного ин-та, 1999. 360 с.
11. Пашкин Е.М., Коган А.А., Кривоногова Н.Ф. Терминологический словарь-справочник по инженерной геологии / под ред. Е.М. Пашкина. М.: КДУ, 2011. 952 с.
12. Попов И.В. Инженерная геология: учебн. М.: Госгеоллиздат, 1951. 444 с.
13. Радугин А.А., Радугина О.А. Философия науки: учеб. пособие. М.: Библионика, 2006. 320 с.
14. Российская геологическая энциклопедия. В 3 т. / гл. ред. Е.А. Козловский. М.: СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2010. Т. 1 (А-И). 664 с.
15. Сергеев Е.М. Инженерная геология: учебн. для вузов. М.: Изд-во МГУ, 1978. 384 с.
16. Сергеев Е.М. Инженерная геология: учебн. М.: Изд-во МГУ, 1982. 247 с.
17. Справочник по инженерной геологии. 2-е изд. / под ред. М.В. Чуринова. М.: Недра, 1974. 407 с.
18. Терминологический словарь по инженерной геологии. Ч. 1, 2 / под ред. Г. Кобеля, А. Томаса. Берлин: Akademie-Verlag, 1973.
19. Трофимов В.Т. О необходимости совершенствования и аккуратного развития понятийно-терминологической базы инженерно-геологического изучения современных геологических процессов и явлений // Труды Межд. научн. конф. «Многообразие соврем. геол. процессов и их инж.-геол. оценка» / под ред. В.Т. Трофимова, В.А. Королева. М.: Изд-во МГУ, 2009. С. 7–9.
20. Трофимов В.Т. Современное состояние и новые теоретические задачи инженерной геологии как науки // Инженерная геология. 2010. № 4. С. 6–17.
21. Трофимов В.Т. Содержание, структура и задачи инженерной геологии. Ст. 2 // Вестник Моск. ун-та. Сер. Геология. 1997. № 2. С. 3–12.
22. Трофимов В.Т. Содержание, структура и современные задачи инженерной геологии. Ст. 1 // Вестник Моск. ун-та. Сер. Геология. 1996. № 6. С. 3–15.
23. Трофимов В.Т. Теоретические аспекты грунтоведения. М.: Изд-во МГУ, 2003. 114 с.
24. Трофимов В.Т., Аверкина Т.И. Теоретические основы региональной инженерной геологии. М.: Геос, 2007. 464 с.
25. Трофимов В.Т., Королев В.А., Вознесенский Е.А. и др. Грунтоведение. 6-е изд., перераб. и доп. / под ред. В.Т. Трофимова. М.: Изд-во МГУ, 2005. 1024 с.
26. Черкасов И.И., Шаврев В.В. Грунт Луны. М.: Наука, 1975. 143 с.
27. Черкасов И.И., Шаврев В.В. Грунтоведение Луны. М.: Наука, 1979. 232 с.
28. Черняк Э.Р. К вопросу о терминах, предметах обсуждения и сферах интересов // Инженерные изыскания. 2010. № 1. С. 14–19.