

УДК 528.48+624.131.1

В.Т. Трофимов¹, В.А. Королев²**О ЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЕ И СОДЕРЖАНИИ ОБЩЕЙ ТЕОРИИ ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ И ЕЕ НАУЧНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ***ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова».**119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, 1**Moscow State University, Faculty of Geology. 119991, Moscow, GSP-1, Leninskiye Gory, 1*

Рассмотрены существующие представления о структуре инженерной геологии, дана ее современная оценка с учетом нового зарождающегося направления — космической инженерной геологии. Показано, что накопленный к настоящему времени теоретический базис инженерной геологии позволяет перейти к созданию общей теории этой науки как системы (логической совокупности) собственной понятийной базы, закономерностей и законов, основных и вспомогательных теорий, представляющей единое учение инженерной геологии, которое обладает описательной, объяснительной, эвристической и предсказательной (прогнозной) функциями. Предложены логико-графические модели содержания общей теории инженерной геологии и ее научных направлений, которые могут служить основой для их последующей разработки.

Ключевые слова: инженерная геология, грунтоведение, инженерная геодинамика, региональная инженерная геология, космическая инженерная геология, общая теория инженерной геологии.

The existing ideas about the structure of engineering geology are considered, its modern assessment is given taking into account the new emerging direction — space engineering geology. It is shown that the theoretical basis of engineering geology, accumulated to date, allows one to proceed to the creation of a general theory of this science, as a system (logical aggregate) of its own conceptual basis, laws and laws, basic and auxiliary theories, representing a unified teaching of engineering geology, with descriptive, explanatory, heuristic and predictive (predictive) functions. Logical and graphic models of the content of the general theory of engineering geology and its scientific fields are proposed, which can serve as the basis for their subsequent development.

Key words: engineering geology, soil science, engineering geodynamics, regional engineering geology, space engineering geology, general theory of engineering geology

Введение. Вопросы структуры инженерной геологии (ИГ) и ее научных направлений, имеющие большое методологическое значение, не раз обсуждались в печати. Эта наука не стоит на месте, а ее развитие, обусловленное возрастающими запросами изменяющегося мира, отражает ее эволюцию. При этом старая точка зрения на инженерную геологию, как на сугубо прикладную дисциплину, призванную обеспечивать запросы строительства, уже несостоятельна и давно отброшена.

В связи с этим в статье обсуждаются вопросы меняющейся *структуры* современной инженерной геологии, а также анализируются логические и графические модели структуры и содержания *общей теории* инженерной геологии и ее основных научных направлений: грунтоведения, инженерной геодинамики и региональной инженерной геологии.

Структура инженерной геологии. Структура инженерной геологии, как и любой другой науки, предполагает ее характеристику в двух аспектах:

логическом (логическая структура) и содержательном (по отношению ее научных направлений — подсистем). Они могут быть реализованы в графическом виде, а совокупность логического и графического представления является логико-графической моделью структуры.

Согласно Г.К.Бондарик, «инженерная геология — логическая система научных знаний, потому что ее компоненты представляют собой логические конструкции» [Бондарик, Ярг, 2015, с. 22]. Логическая структура современной инженерной геологии, по нашему мнению [Королев, Трофимов, 2016], состоит из следующих взаимосвязанных компонентов: 1) понятийно-терминологической базы (определения инженерной геологии, ее объекта, предмета исследований, собственной понятийно-категориальной базы — собственных терминов); 2) проблематики инженерной геологии (перечень открытых проблем, стоящих перед инженерной геологией и решаемых задач); 3) методов познания (методы разрешения проблем) — способов извле-

¹ Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, геологический факультет, кафедра инженерной и экологической геологии, профессор; e-mail: trofimov@rector.msu.ru

² Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, геологический факультет, кафедра инженерной и экологической геологии, профессор; e-mail: va-korolev@bk.ru

чения инженерно-геологической информации, как общенаучных (эмпирических и теоретических), так и специальных (собственных); 4) номологической базы инженерной геологии (собственные гипотезы, идеи, закономерности, законы и теории инженерной геологии в целом и каждого научного направления инженерной геологии в отдельности). Все эти компоненты находятся в состоянии логического пересечения и взаимодействия, образуя единую систему.

В соответствии с этой логической структурой понятийно-терминологическая база инженерной геологии была рассмотрена нами ранее [Королев, Трофимов, 2016]. Все вместе эти логически связанные компоненты, а также исторический анализ развития инженерной геологии в гносеологическом смысле и составляют суть методологии рассматриваемой науки.

Структура инженерной геологии в отношении ее научных направлений сложилась исторически и рассматривается как состоящая из нескольких подсистем. Из определения инженерной геологии вытекают три основных научных направления этой науки: грунтоведение (грунты и грунтовые толщи, составляющие верхние горизонты земной коры), инженерная геодинамика (динамика верхних горизонтов земной коры) и региональная инженерная геология (региональные особенности верхних горизонтов земной коры) (рис. 1). Каждое из этих научных направлений представляет собой определенную систему научных инженерно-геологических понятий и знаний, характеризующихся своими предметом и объектом исследования.

В категориальный базис науки входит также понятие о принципах ее теорий, учений и науки в целом. Можно ли сформулировать основной принцип инженерной геологии? Напомним, что под принципом в методологии наук понимается основное

исходное положение какой-либо теории, учения, науки. В отношении инженерной геологии можно сказать, что основной ее принцип как науки — положение о зависимости инженерно-геологических условий от совокупности природных (региональных и зональных) и техногенных факторов.

Приведем определения, а также характеристику объектов и предметов исследования трех основных направлений инженерной геологии.

Грунтоведение — наука о грунтах. При этом под грунтом понимают любые горные породы, почвы, осадки и антропогенные породоподобные геологические образования, рассматриваемые как многокомпонентные динамичные системы, которые исследуются в связи с планируемой, осуществляемой или осуществленной инженерной деятельностью человека [Грунтоведение, 2005]. По составу это минеральная, минерально-органическая (или органоминеральная), многофазная и многокомпонентная система, включающая твердые, жидкие и газообразные компоненты, а также биотическую (живую) составляющую. С учетом этого *грунтоведение — научное направление инженерной геологии, исследующее состав, состояние, строение и свойства горных пород, почв, осадков, антропогенных породоподобных геологических образований в качестве грунтов и их массивов (грунтовых толщ), закономерности их формирования и пространственно-временного изменения под воздействием природных и антропогенных (природно-техногенных) факторов в связи с осуществленной, текущей или планируемой инженерно-хозяйственной деятельностью человека.*

Объект изучения грунтоведения — грунты, а предмет исследования — знания о грунтах, их составе, состоянии, строении и свойствах, закономерностях их формирования и пространственно-временного изменения [Трофимов, 2003].

Инженерная геодинамика — второе научное направление инженерной геологии, изучающее механизм, динамику, закономерности и прогноз формирования природных и антропогенных геологических (инженерно-геологических) процессов в верхних горизонтах земной коры (литосферы) в связи с осуществленной, текущей или планируемой инженерно-хозяйственной деятельностью человека.

Объект изучения инженерной геодинамики — верхние горизонты земной коры, т.е. такой же, как и у других разделов инженерной геологии. При этом в инженерной геодинамике основное внимание уделяется изучению геологических процессов, протекающих или могущих возникать в самой верхней, приповерхностной части земной коры как в природной обстановке (экзогенные и эндогенные геологические процессы природной реальной или идеальной литосистемы), так и в освоенных человеком массивах (антропогенные, или инженерно-геологические, процессы природно-технической идеальной или реальной литосистемы).

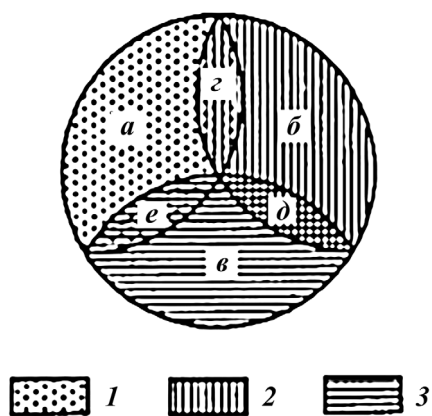


Рис. 1. Структура современной инженерной геологии и ее научных направлений и разделов (традиционная): 1 — грунтоведение; 2 — инженерная геодинамика; 3 — региональная инженерная геология; а—е — разделы: а — общее грунтоведение; б — общая инженерная геодинамика; в — общая региональная инженерная геология; г — геодинамическое грунтоведение; д — региональная инженерная геодинамика; е — региональное грунтоведение

Исходя из вышеизложенного предмет исследований инженерной геодинамики — знания о механизме, динамике, локальных закономерностях формирования геологических и инженерно-геологических процессов в верхних горизонтах земной коры. При этом динамика развития геологических процессов анализируется в двух временных системах: 1) в геологическом времени — при исследовании закономерностей формирования (история развития) древних и современных (по И.В. Попову) геологических процессов, обусловивших формирование определенных геологических явлений в современном рельефе или в толщах горных пород; 2) в физическом времени — при анализе тех же закономерностей применительно к современным действующим геологическим процессам или при разработке прогноза их пространственно-временного развития под воздействием природных или антропогенных причин [Трофимов, 1997].

Региональная инженерная геология — третье научное направление инженерной геологии, изучающее инженерно-геологические условия различных структурных зон земной коры, закономерности их формирования, пространственного распределения и пространственно-временного изменения под воздействием современных и прогнозируемых геологических процессов, формирующихся в ходе естественного развития земной коры и в связи с инженерно-хозяйственной деятельностью человека.

Объект изучения региональной инженерной геологии такой же, как и у других направлений инженерной геологии, — верхние горизонты земной коры, изучаемые в связи с инженерно-хозяйственной деятельностью человека. Но предмет ее исследования, как отметил В.Т. Трофимов [1997], по содержанию более сложен, чем в грунтоведении и инженерной геодинамике. Это обусловлено тем, что и грунтоведение, и инженерная геодинамика исследуют только по одному, хотя и очень сложному, компоненту инженерно-геологической структуры — грунты, ее слагающие, и геологические процессы, развитые в ее пределах, соответственно. Региональная же инженерная геология исследует структуру как систему в целом [Трофимов, Аверкина, 2007].

С учетом этого предметом региональной инженерной геологии следует считать знания о региональных закономерностях пространственного размещения и развития в верхних горизонтах земной коры (литосферы) структурных зон с различными инженерно-геологическими условиями и их взаимодействия с инженерными сооружениями (региональными литотехническими системами) в связи с осуществленной, текущей или планируемой инженерно-хозяйственной деятельностью человека. В рамках региональной инженерной геологии выделяют три научных раздела: 1) общая региональная инженерная геология; 2) региональное грунтоведение и 3) региональная инженерная геодинамика (рис. 1).

Эволюция структуры инженерной геологии.

Практические запросы общества в связи со строительством и инженерным освоением новых территорий на Земле будут все больше расти. Но наряду с освоением Земли уже сейчас возникают новые практические запросы в инженерном освоении других небесных тел: планет земной группы (Марса и Венеры), а также ближайших спутников — Луны, Фобоса и Деймоса.

В настоящее время в структуре инженерной геологии можно наметить исторические изменения, происходящие в связи с появлением нового крупного научного направления ИГ — инженерной геологии небесных тел (или *космической инженерной геологии*) [Королев, Трофимов, 2016]. Однако некоторые авторы инженерную геологию небесных тел включают в структуру специальной инженерной геологии, что, на наш взгляд, не верно.

Инженерная геология небесных тел — самостоятельное научное направление инженерной геологии, изучающее инженерно-геологические условия в верхних горизонтах небесных тел, закономерности их формирования и пространственно-временного изменения под воздействием природных и техногенных процессов в связи с освоением этих небесных тел. В 1970-е гг. возникло лунное грунтоведение, в последние десятилетия — грунтоведение Марса, и число работ по этим направлениям все более и более увеличивается. Структура инженерной геологии с учетом космической инженерной геологии представлена на рис. 2.

Объект исследования инженерной геологии небесных тел — верхние горизонты грунтовых

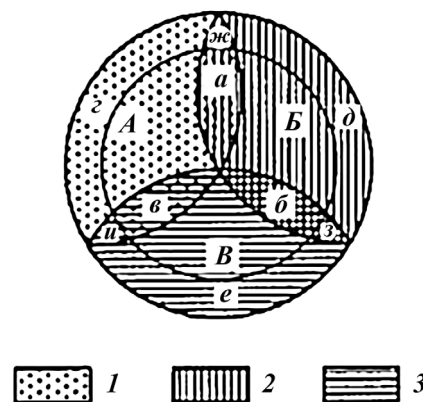


Рис. 2. Логическая схема структуры и соотношения научных направлений и разделов современной инженерной геологии с учетом изучения космических объектов: внутренний круг — инженерная геология Земли, область между внешним и внутренним кругом — инженерная геология небесных тел [Королев, Трофимов, 2016]: 1 — грунтоведение; 2 — инженерная геодинамика; 3 — региональная инженерная геология; А, а, ж — общее грунтоведение Земли и небесных тел соответственно; Б, б, з — инженерная геодинамика Земли и небесных тел соответственно; В, в, и — 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

толщ этих небесных тел, изучаемые в связи с их освоением и инженерной деятельностью человека.

Предмет изучения инженерной геологии небесных тел — знания о морфологии, закономерностях формирования и пространственно-временном изменении верхних горизонтов грунтовых толщ небесных тел в связи с их освоением и инженерной деятельностью человека.

Инженерная геология небесных тел включает все три традиционных направления инженерной геологии Земли (грунтоведение, инженерную геодинамику и региональную инженерную геологию), но ориентированные не на изучение инженерно-геологических условий Земли, а на изучение инженерно-геологических условий различных небесных тел, прежде всего Луны, Марса, Венеры и др. В соответствии с этим структуру современной инженерной геологии в целом можно представить в виде логической схемы, показанной на рис. 2.

О разработке общей теории инженерной геологии. Важнейшим элементом любой науки, в том числе инженерной геологии, является наличие общей теории, объединяющей фундаментальные представления этой науки. Вопрос о разработке общей теории инженерной геологии стали обсуждать в печати с 1970-х гг., после того, как Г.К. Бондарик [1971, 1986] сформулировал основные положения, аксиомы и следствия *теории пространственно-временной изменчивости свойств литосферы*.

На эту теорию опирается *концепция* (или вспомогательная теория) *поля геологического параметра* [Бондарик, 1981, 1986; Бондарик, Ярг, 2015]. Основные положения этой теории сводятся к следующим позициям: 1) литосфера представляет собой продукт функционирования природной динамической системы, которое проявляется во взаимодействии ее компонентов, обусловленном их физическими полями; 2) поля геологических параметров, их структура и характе-

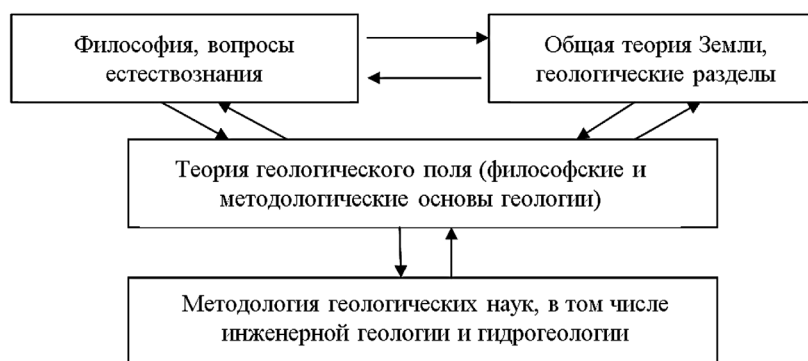


Рис. 3. Место теории геологического поля в системе философско-геологических наук, по [Бондарик, Ярг, 2015]

ристики наследуют и отражают черты поля геологического процесса. Место теории геологического поля в системе философско-геологических наук, согласно Г.К.Бондарик, показано на рис. 3.

С нашей точки зрения [Королев, Трофимов, 2016], для плодотворной и наиболее эффективной разработки и оформления общей теории инженерной геологии необходимо правильно сформулировать стратегию (методологию) ее формирования. Учитывая вышеизложенное, в основу схемы разработки этой теории должна быть положена стратегия, отталкивающаяся от сформировавшейся структуры современной инженерной геологии и ее понятийно-категориальной базы, хотя последняя

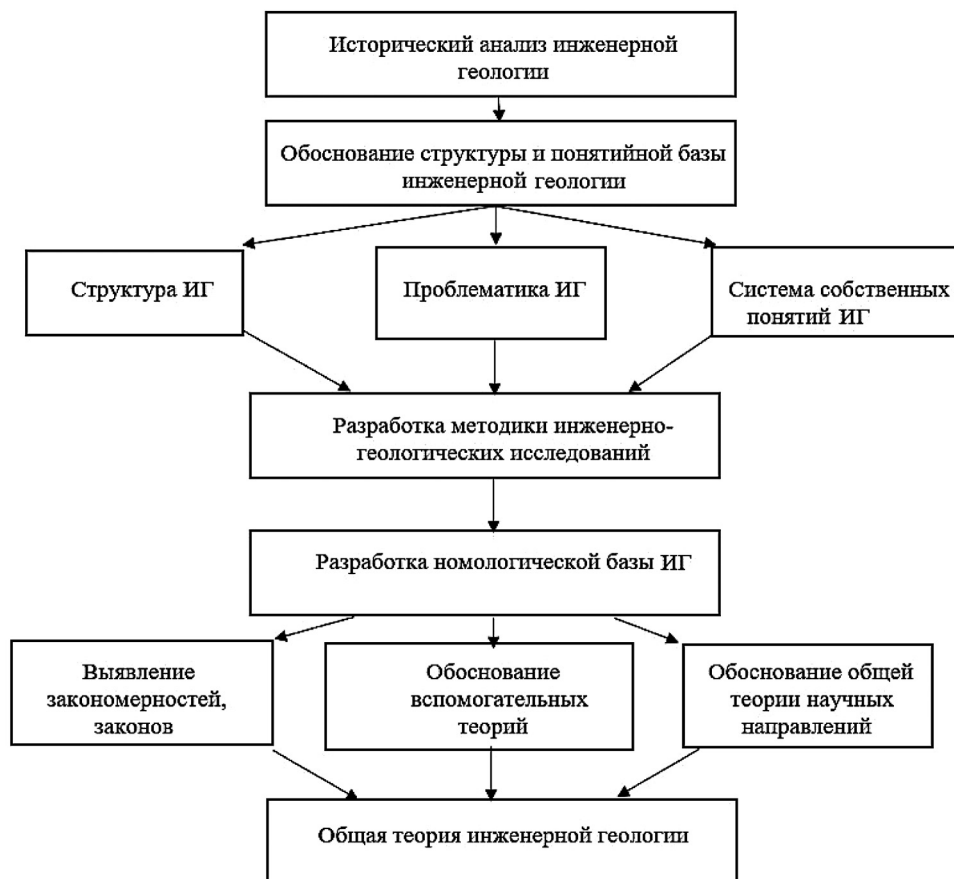


Рис. 4. Схема формирования и разработки общей теории инженерной геологии

требует доработки по многим вопросам [Базовые понятия..., 2012]. Кроме того, разработка общей теории должна учитывать проблематику основных научных направлений инженерной геологии и их наиболее общие задачи, а затем переходить к гипотезам, закономерностям, номологическим высказываниям — законам и теориям этих направлений. Объединение последних в единую систему как раз и дает возможность создать общую теорию инженерной геологии. Эта схема показана на рис. 4.

Структура общей теории инженерной геологии.

Каково же современное состояние исследований в инженерной геологии по созданию ее общей теории? Согласно Г.К. Бондарика, можно выделить несколько основных теорий во всех трех научных направлениях инженерной геологии: 1) в грунтоведении — «теория формирования состава, структуры, текстуры и свойств горных пород и грунтов³ в процессе лито-, петро- и аквагенеза», а также «теория пространственной изменчивости геологических параметров (региональное грунтоведение)»; 2) в инженерной геодинамике — «общая теория экзогенных геологических процессов»; 3) в региональной инженерной геологии — «теория формирования и пространственной изменчивости структуры и свойств литосферы — компонентов инженерно-геологических условий» [Бондарик, Ярг, 2015, с. 23, 24]. Совокупность этих теорий, согласно этим авторам, и должна составлять общую теорию инженерной геологии, они находятся в логических отношениях включения в общую теорию инженерной геологии (II) и в отношениях пересечения между собой (рис. 5).

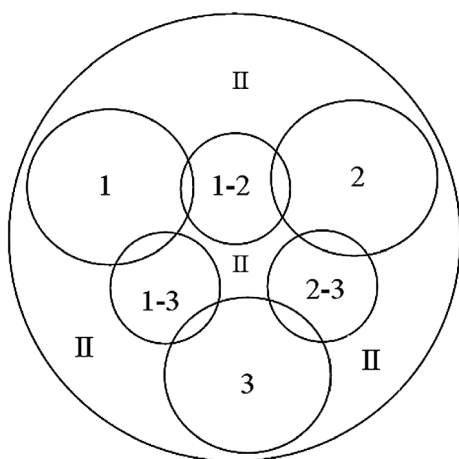


Рис. 5. Отношение общей теории инженерной геологии (II), основных теорий ее научных направлений и частных теорий, по [Бондарик, Ярг, 2015]: 1 — основная теория региональной инженерной геологии; 2 — основная теория грунтоведения; 3 — основная теория экзогеодинамики; 1-2 — теория пространственной изменчивости физико-механических свойств грунтов; 1-3 — теория формирования областей с неустойчивой структурой; 2-3 — теория изменчивости структур, текстур и свойств горных пород и грунтов в физическом времени

Однако, по нашему мнению [Королев, Трофимов, 2016], *общая теория инженерной геологии* имеет несколько иную структуру, чем у Г.К. Бондарика, показанную на рис. 5. Логическая структура общей теории инженерной геологии представлена нами на рис. 6.

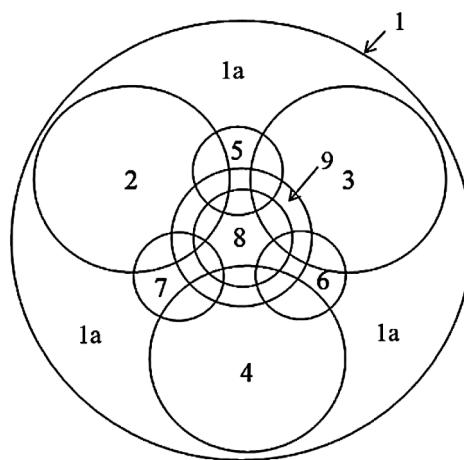


Рис. 6. Структура общей теории инженерной геологии (ИГ): 1 — общая теория ИГ; 1a — системообразующая часть общей теории; 2 — общая теория грунтоведения; 3 — общая теория инженерной геодинамики; 4 — общая теория региональной ИГ; 5 — теория динамического грунтоведения; 6 — теория региональной геодинамики; 7 — теория регионального грунтоведения; 8 — теория методики инженерно-геологических исследований; 9 — теория обоснования управления ЛТС (теория геокибернетики)

Согласно этой схеме (рис. 6), общая теория инженерной геологии (1 — вся площадь круга) включает в себя: три теории научных направлений ИГ — теории грунтоведения (2), инженерной геодинамики (3) и региональной инженерной геологии (4); три теории смежных научных разделов ИГ — теории динамического грунтоведения (5), региональной геодинамики (6) и регионального грунтоведения (7), а также теорию обоснования управления грунтовой толщей природно- или литотехнических систем (ПТС, ЛТС) или теорию геокибернетики (8). При этом все они находятся в логических отношениях включения в общую теорию ИГ (1), а между собой — в логических отношениях пересечения с теориями соответствующих разделов ИГ и методики инженерно-геологических исследований. Остаточная область (1a) между теориями научных направлений (2–4) и разделов (5–8) относится к системообразующей (объединительной) части общей теории ИГ (1). Теории 2, 3 и 4 (рис. 6) играют основную роль в общей теории (1), а теории 5, 6 и 7 — вспомогательную. Главным отличием этой схемы от схемы Г.К. Бондарика мы считаем то, что в общей теории инженерной геологии важную (и все возрастающую со временем) и отчасти объединяющую роль играет создающаяся теория обоснования управления грунтовыми мас-

³ Словосочетание «горных пород и грунтов» здесь не корректно (см. выше определение термина «грунт»); правильнее было бы написать «горных пород как грунтов». — Прим. авторов.

сивами природно-технических и литотехнических систем (ПТС и ЛТС) — область 8 на рис. 6.

Главная особенность представленной структуры общей теории инженерной геологии — системность, которая обеспечивается единой категориальной базой и логическими отношениями составляющих ее элементов. Все перечисленные здесь теории ИГ, формирующие общую теорию инженерной геологии, логически включают в себя и опираются на общие законы инженерной геологии. Каждая из них имеет собственную номологическую базу (закономерности, законы).

При этом подчеркнем, что *общая теория инженерной геологии — система (логическая совокупность) собственной понятийной базы, закономерностей и законов, основных и вспомогательных теорий, представляющая единое учение инженерной геологии, обладающее описательной, объяснительной, эвристической и предсказательной (прогнозной) функциями.*

Далее рассмотрим структуры теорий трех основных научных направлений инженерной геологии [Королев, Трофимов, 2016].

Общая теория грунтоведения — *система взаимосвязанных теоретических положений и номологических высказываний (законов), объединяющая все научные представления о составе, строении, состоянии и свойствах грунтов, формировании этих свойств, а также обоснование целенаправленного управления состоянием и свойствами грунтов.*

Она включает в себя ряд основных и вспомогательных теорий. Логическая структура общей теории грунтоведения показана на рис. 7, из которого следует, что все вспомогательные теории (2–5) находятся в отношении включения с общей теорией (1) и в отношениях пересечения между собой. Область 1а на этой схеме относится к системообразующим положениям общей теории грунтоведения.

Кроме того, в структуре общей теории (1) грунтоведения (рис. 7) две теории — теория формирования свойств грунтов (5) и теория управления состоянием и свойствами грунтов (техническая мелиорация) (6), находящиеся между собой в отношении включения, являются объединяющими, связующими с другими вспомогательными (2–4). Системный характер этой теории придает логическое отношение (1а) составляющим ее подсистемам — вспомогательным теориям.

Таким образом, предложенная структура общей теории грунтоведения позволяет, опираясь на составляющие ее теории, разрабатывать общетеоретические вопросы грунтоведения, выполнять объяснительную, эвристическую, прагматическую и предсказательную функции.

Тем не менее анализ, выполненный нами [Королев, Трофимов, 2016], позволяет заключить, что не все вышерассмотренные основные и вспомогательные теории грунтоведения в настоящее время имеют достаточную завершенность: степень

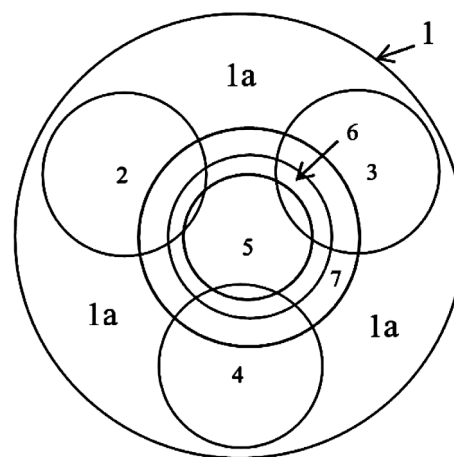


Рис. 7. Логическая структура общей теории грунтоведения: 1 — общая теория грунтоведения; 1а — системообразующая часть общей теории; 2 — теория компонентного состава грунтов; 3 — теория строения грунтов; 4 — теория свойств грунтов; 5 — теория формирования состава, строения, состояния и свойств грунтов; 6 — теория методики изучения грунтов; 7 — теория обоснования управления составом, строением, состоянием и свойствами грунтов

их разработки весьма различна, в структуре многих теорий не хватает обобщения и формализации установленных многочисленных закономерностей, не все теории выполняют предсказательную функцию, большинство их носит описательный характер. Все эти вопросы ждут решения.

Общая теория инженерной геодинамики — *система взаимосвязанных теоретических положений и номологических высказываний (законов) об инженерно-геологических условиях, объединяющая научные представления об инженерно-геологической оценке эндогенных и экзогенных геологических процессов и их техногенных аналогов, закономерностях их формирования, а также об обосновании управления ими и инженерной защиты.* Отметим, что оценка включает вопросы морфологии, истории формирования и прогнозирования развития процессов.

Исходя из этого можно представить логическую структуру общей теории инженерной геодинамики, которая показана на рис. 8 [Королев, Трофимов, 2016]. Как следует из этой схемы, в структуру общей теории инженерной геодинамики (1) входят в соотношении включения вспомогательные теории: теория инженерно-геологической оценки эндогенных геологических процессов и их техногенных аналогов (2), теория инженерно-геологической оценки экзогенных геологических и инженерно-геологических процессов (3), теория методики инженерной геодинамики (4), а также теория обоснования управления геологическими процессами и ЛТС (ПТС) и инженерной защиты территорий, зданий и сооружений (5). Связующую и системообразующую роль в общей теории (1) выполняют системные положения (1а) общей теории инженерной геодинамики, в том числе опирающиеся на общие законы инженерной геодинамики.

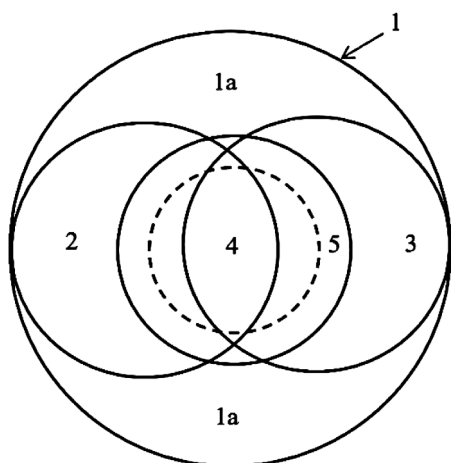


Рис. 8. Структура общей теории инженерной геодинамики: 1 — общая теория инженерной геодинамики; 1а — системообразующая часть общей теории; 2 — теория инженерно-геологической оценки эндогенных геологических процессов и их техногенных аналогов; 3 — теория инженерно-геологической оценки экзогенных геологических и инженерно-геологических процессов; 4 — теория методики инженерной геодинамики; 5 — теория обоснования управления геологическими процессами и ЛТС (ПТС) и инженерной защиты

Отметим, что не все вышепересмотренные основные и вспомогательные теории инженерной геодинамики в настоящее время имеют достаточную завершенность. Как и в теориях грунтоведения, степень их разработанности в инженерной геодинамике весьма различна, в структуре многих теорий не хватает обобщения установленных многочисленных закономерностей, не все теории выполняют предсказательную функцию, а большинство из них носит описательный характер. Эти вопросы также ждут своего дальнейшего разрешения.

Общая теория региональной инженерной геологии — система взаимосвязанных теоретических положений и номологических высказываний (законов) об инженерно-геологических условиях территорий, объединяющая научные представления об систематизации объектов региональной инженерной геологии (региональных геологических и инженерно-геологических телах и территориях; геологическом поле, инженерно-геологических формациях, грунтовых толщах и инженерно-геологических структурах), теорию региональных инженерно-геологических условий (ИГУ) и ЛТС (ПТС), теорию инженерно-геологических структур и методики региональных инженерно-геологических исследований. В соответствии с этим можно подойти и к построению системы общей теории региональной инженерной геологии, схема которой показана на рис. 9. Из этой схемы следует, что в основе системы общей теории региональной инженерной геологии лежат три основные теории, находящиеся в отношении включения в общую теорию (1): теория систематизации объектов региональной инженерной геологии (2); теория региональных ИГУ и ЛТС (3); теория инженерно-геологических структур (ИГС) Земли (4), а объединяющими их теори-

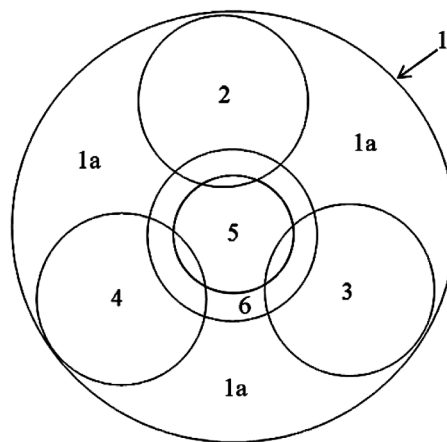


Рис. 9. Структура общей теории региональной инженерной геологии: 1 — общая теория региональной инженерной геологии; 1а — системообразующая часть общей теории; 2 — теория систематизации объектов региональной инженерной геологии; 3 — теория региональных ИГУ и ЛТС; 4 — теория инженерно-геологических структур (ИГС) Земли; 5 — теория методики инженерно-геологических исследований; 6 — теория обоснования управления региональными инженерно-геологическими структурами

ями, находящимися в отношении пересечения с вышеназванными, являются теория методики инженерно-геологических исследований (5) и теория обоснования управления инженерно-геологическими структурами (6). Последние находятся также в состоянии включения в общую теорию региональной инженерной геологии.

Подводя итог изложенному материалу, можно констатировать что к настоящему времени собран и обобщен большой фактический и теоретический материал о региональных инженерно-геологических исследованиях, включая номологическую базу, разработана структура общей теории региональной инженерной геологии [Трофимов, Аверкина, 2007] как части общей теории инженерной геологии [Королев, Трофимов, 2016]. Вместе с тем многие теоретические вопросы этого направления еще остаются слабо разработанными.

Выводы. 1. Современная структура инженерной геологии отражает тенденции ее развития в связи с расширяющимися запросами практики, в том числе в области космической инженерной геологии.

2. Накопленный к настоящему времени теоретический базис инженерной геологии позволяет перейти к созданию общей теории этой науки как системы (логической совокупности) собственной понятийной базы, закономерностей и законов, основных и вспомогательных теорий, представляющей единое учение инженерной геологии, которое обладает описательной, объяснительной, эвристической и предсказательной (прогнозной) функциями.

3. Предложены логико-графические модели содержания общей теории инженерной геологии и ее научных направлений, которые могут служить основой для их последующей разработки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Базовые понятия инженерной геологии и экологической геологии: 280 основных терминов / Под ред. В.Т. Трофимова. М.: ОАО «Геомаркетинг», 2012. 320 с.

Бондарик Г.К. Основы теории изменчивости инженерно-геологических свойств горных пород. М.: Недра, 1971. 272 с.

Бондарик Г.К. Общая теория инженерной (физической) геологии. М.: Недра, 1981. 256 с.

Бондарик Г.К. Методика инженерно-геологических исследований: Учебник для вузов. М.: Недра, 1986. 333 с.

Бондарик Г.К., Ярз Л.А. Инженерная геология. Вопросы теории и практики. Философские и методологические основы геологии: Учеб. пособие. М.: ИД КДУ, 2015. 296 с.

Грунтоведение / Под ред. В.Т. Трофимова. 6-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2005. 1024 с. [Классический университетский учебник].

Королев В.А., Трофимов В.Т. Инженерная геология: история, методология и номологические основы. М.: ИД КДУ, 2016. 292 с.

Трофимов В.Т. Содержание, структура и задачи инженерной геологии. Статья 2 // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 1997. № 2. С. 3–12.

Трофимов В.Т. Теоретические аспекты грунтоведения. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2003. 114 с.

Трофимов В.Т., Аверкина Т.И. Теоретические основы региональной инженерной геологии. М.: ГЕОС, 2007. 464 с.

Поступила в редакцию 05.12.2018

Поступила с доработки 20.06.2019

Принята к публикации 19.09.2019