Н. А. КОРАБЕЛЬНИКОВ, Л. Н. СТРОГОНОВА

ОСНОВЫ ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ

«Инфра-Инженерия»

УДК 624.131.38
ББК 26.3
К66

Рецензенты:
кандидат геолого-минералогических наук, доцент *Д. Н. Горобцов*;
доктор геолого-минералогических наук, профессор *И. И. Косинова*

Корабельников, Н. А.

К66 Основы инженерной геологии : учебное пособие / Н. А. Корабельников, Л. Н. Строгонова. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2026. – 108 с. : ил., табл.

ISBN 978-5-9729-2838-5

Дано определение инженерной геологии как одной из наук о Земле, показана история ее развития, приведены главные положения основных разделов инженерной геологии (грунтоведения, инженерной геодинамики, региональной инженерной геологии), а также некоторые из методов этой науки, основанные на предметах общего геологического цикла (общая геология, геоморфология, минералогия и др.).

Для бакалавров геологических факультетов по направлению подготовки 05.03.01 «Геология», обучающихся по профилям «Гидрогеология и инженерная геология», «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания». Может быть полезно студентам и специалистам из смежных областей деятельности (строителям, почвоведам, экологам).

УДК 624.131.38
ББК 26.3

ISBN 978-5-9729-2838-5

© Корабельников Н. А., Строгонова Л. Н., 2026
© Издательство «Инфра-Инженерия», 2026
© Оформление. Издательство «Инфра-Инженерия», 2026

Содержание

Введение 4

1. Объект, предмет и структура инженерной геологии 5

2. История развития инженерной геологии 13

3. Основные принципы выделения
инженерно-геологических тел (подразделений) 26

4. Инженерно-геологические формации 35

5. Основные генетические типы четвертичных грунтов 40

6. Основы грунтоведения.
Первичное (полевое) описание грунтов 54

7. Основы инженерной геодинамики 66

8. Основные принципы дешифрирования
проявлений экзогенных геологических процессов
по материалам дистанционного зондирования Земли 77

9. Основы региональной инженерной геологии 83

10. Основные принципы
инженерно-геологического районирования 91

Заключение 101

Литература 102

1. Объект, предмет и структура инженерной геологии

Инженерная геология занимает четко определенную позицию в системе геологических знаний. Она обеспечивает геологическое обоснование инженерно-хозяйственной деятельности человека.

Одним из фундаментальных в инженерной геологии является понятие *геологической среды*, которая, согласно Е. М. Сергееву [15], *представляет собой верхнюю часть литосферы, рассматриваемой в качестве многокомпонентной системы, находящейся под воздействием практически-хозяйственной деятельности человека.* Здесь вещество находится в твердом, жидком и газообразном состояниях, включает органическую составляющую и присущие ему физические поля. Геологическая среда состоит из твердого минерального вещества горных пород, в том числе органического происхождения, воды или других жидких компонентов (например, жидких углеводородов), газов, присутствующих в порах и трещинах твердой фазы или растворенных в подземных водах. Большинство исследователей ограничивают область геологической среды литосферой. Атмосфера и поверхностная часть гидросферы, как и космос, считаются внешними средами по отношению к литосфере и той ее части, которая отнесена к геологической среде.

Геологическая среда обладает рядом фундаментальных свойств, среди которых следует выделить следующие свойства.

Изменчивость – всеобщее свойство материи (ее способность изменяться в пространстве и во времени), отражающее тенденцию ее развития (эволюции). Изменение геологической среды во времени, фиксируемое как изменение элементов среды, их отношений (структуры) и свойств, есть геологический процесс развития Земли. Изменение геологической среды в пространстве, трансформация ее структуры формирует изменчивость комплекса физических полей.

Это является основой циклов преобразований, под влиянием которых формируется и изменяется геологическая среда.

Неоднородность, которая проявляется в таком из важнейшем свойстве геологической среды как анизотропность. Это свойство проявляется на всех уровнях ее организации: в виде структурной этажности, ярусности, фациальной изменчивости, слоистости; в виде различия текстуры, показателей физико-механических свойств грунтов и др. Анизотропность геологической среды доказывается не только сравнительной характеристикой оценок ее свойств, измеренных в разных направлениях, но и в ходе анализа функций изменчивости геологических параметров. Рассматриваемое свойство геологической среды является настолько общим, что в случае необходимости выделить квазиизотропную область приходится прибегать к статистическому аппарату и соответствующим статистическим критериям.

Открытость – геологическая среда, как геологическая система, является открытой, ибо любой объем геологической среды, выделенный как на глубине, так и внутри литосферы обменивается веществом и энергией с геологической средой, находящейся вне границ выделенного объема. Аналогично любая часть геологической среды, являющиеся приповерхностным геологическим телом, т. е. телом, имеющим границу с другой средой, осуществляет массоэнергообмен с атмосферой, гидросферой, биосферой, искусственными средами.

Геологическую среду в целом, подобно любым выделенным ее частям, геологическим телам, целесообразно рассматривать как системы. *Системы, элементы которых полностью или в основном представлены твердыми, жидкими или газообразными компонентами геологической среды, называются геологическими системами (геосистемами).*

В рамках системной парадигмы в инженерной геологии широко используется геосистемный подход. Геологические системы разделяются на природные и природно-технические (ПТГ). Последние отличаются от природных геосистем тем, что в число их элементов входят искусственные объ-

екты (искусственные среды) или существенно измененные человеком естественные объекты.

Согласно В. Т. Трофимову [20], инженерная геология исследует четыре типа систем:

1) природная литосистема реальная;

2) природная литосистема идеальная;

3) природно-техническая литосистема идеальная;

4) природно-техническая литосистема реальная.

Первые два типа систем исследуются в рамках теоретических и региональных инженерно-геологических работ. В повседневной практике, связанной с хозяйственной деятельностью человечества, геологи имеют дело с системами двух последних типов. Чаще всего они являются приповерхностными, т. е. имеющими границы с атмосферой или поверхностной гидросферой.

В природно-технические геосистемы (ПТГ), возникающие в результате хозяйственной деятельности человека, вместе с естественными геологическими телами в качестве элементов входят искусственные тела (наземные и подземные сооружения, водохранилища, водо-, нефте- и газозаборы, горные выработки и т. д.) или элементы геологической среды, состав, состояние и свойства которых претерпели значительные изменения под влиянием человеческой деятельности, например в результате мелиорации. В ПТГ осуществляются взаимодействия между естественными ее элементами (горными породами, подземными водами, газами) и искусственными (сооружениями), результатом которых является изменение состояний природно-технической геосистемы или инженерно-геологические процессы.

Природно-технические геосистемы являются динамическими, открытыми и квазиравновесными или неравновесными в зависимости от режима, стадии инженерно-геологического процесса (установившаяся или неустановившаяся). Существенное отличие искусственных геосистем (ПТГ) от естественных заключается в их управляемости

Развитие инженерной геологии как науки хорошо иллюстрируется развитием основной понятийной базы, связанной с определением самой науки. Приведем несколько определений инженерной геологии.

Инженерная геология является отраслью геологии, трактующей вопросы приложения геологии к инженерному строительному делу – Ф. П. Саваренский, 1937 г. [2].

Инженерная геология как наука является отраслью геологии, изучающей динамику верхних горизонтов земной коры в связи с инженерной деятельностью человека – И. В. Попов, 1959 г. [12].

Инженерная геология – это наука о горных породах, массивах и геологических процессах и их преобразовании (направленном изменении), обеспечивающем технические возможности наиболее экономического строительства в различных природных условиях и учитывающим влияние самого сооружения на эти условия – Л. Д. Белый, 1981 г. [2].

Инженерная геология – наука о геологической среде, ее рациональном использовании и охране в связи с инженерно-хозяйственной деятельностью человека – Е. М. Сергеев, 1982 г. [15].

Инженерная геология – наука о свойствах геологической среды, определяющих ее взаимодействие с другими средами, об ее движении, процессах. протекающих в ходе этих взаимодействий на границе геологической среды с внешними средами. Инженерная геология – наука о свойствах геологической среды и ее движении, обусловленном ее взаимодействиями с внешними средами (экзогенные геологические процессы), в том числе взаимодействиями с сооружениями или проявлениями человеческой деятельности (инженерно-геологические процессы). Г. К. Бондарик, 1981 г. [2].

Согласно В. Т. Трофимову [20], инженерная геология определяется как «наука геологического цикла, исследующая инженерно-геологические условия верхних горизонтов земной коры (литосферы), закономерности их формирования и пространственно-временного изменения под воздействием современных и прогнозируемых геологических процессов, формирующихся в ходе развития

земной коры под влиянием совокупности всех природных факторов и в связи с инженерно-хозяйственной, прежде всего инженерно-строительной, деятельностью человечества».

В другой интерпретации, инженерная геология понимается как наука геологического цикла, изучающая морфологию, динамику и региональные особенности верхних горизонтов земной коры (литосферы) и их взаимодействие с инженерными сооружениями (элементами техносферы) в связи с осуществленной, текущей или планируемой инженерно-хозяйственной, прежде всего инженерно-строительной, деятельностью человека [1].

Как и у любой сложившейся науки, у инженерной геологии определен объект и предмет изучения.

Объектом исследования инженерной геологии *являются верхние горизонты земной коры (часто называемые геологической средой), исследуемые в специальном инженерно-геологическом отношении.*

Близкое определение объекта дается Г. К. Бондариком: «объектом инженерной геологии следует считать геологическую среду, ее структуры, свойства и процессы ее движения, отбираемые и учитываемые при инженерно-геологической оценке» [4].

Прежде всего нужно отметить, что *объектом* инженерной геологии как науки геологического цикла являются верхние горизонты земной коры (литосферы), их состав, структура, свойства и движения. При проведении инженерно-геологических исследований специалисты по инженерной геологии всегда имеют дело с некоторым объектом геологической среды, рассматриваемым с точки зрения инженерно-геологических оценок. Инженерная геология при необходимости затрагивает также процессы, обусловленные взаимодействием геологической среды с внешними средами (атмосферой, поверхностной гидросферой, биосферой, искусственной средой).

Объектом инженерной геологии можно считать геологическую среду, ее структуру, свойства и движение (экзогенные геологические процессы и инженерно-геологические процессы), отбираемые и учитываемые при осу-

ществлении настоящей и планируемой деятельности человека (строительство, мелиорация и т. п.).

Система данных о структуре, свойствах и движении геологической среды, определяющих изменение ее состояний, при взаимодействии с окружающей средой (экзогенные геологические процессы), в том числе изменение ее состояний в результате проявлений хозяйственной деятельности (инженерно-геологические процессы) образуют инженерно-геологическую систему (ИГС), которую можно определить как предмет изучения инженерной геологии.

Предметом изучения инженерной геологии являются знания о морфологии, динамике и региональных особенностях верхних горизонтов земной коры (литосферы) и их взаимодействии с инженерными сооружениями (элементами техносферы) в связи с осуществленной, текущей или планируемой инженерно-хозяйственной деятельностью человека [8].

Из такой формулировки предмета изучения инженерной геологии вытекает, что она исследует различные типы систем, выделенные В. Т. Трофимовым и Т. И. Аверкиной [18], а именно:

1) реальные природные геологические системы (природные литосистемы) – при решении ретроспективных и морфологических задач;

2) идеальные природные литосистемы – при решении ретроспективных и прогнозных задач;

3) идеальные природно-технические литосистемы – при решении прогнозных задач;

4) реальные природно-технические литосистемы – при решении морфологических и прогнозных задач.

Из вышеприведенного определения инженерной геологии вытекают три основных научных направления этой науки: **грунтоведение** (морфология грунтов и грунтовых толщ, составляющих верхние горизонты литосферы), **инженерная геодинамика** (динамика верхних горизонтов литосферы) и **региональная инженерная геология** (региональные особенности верхних горизонтов литосферы). Каждое из этих научных направлений представляет собой опреде-

ленную систему научных инженерно-геологических понятий и знаний, характеризующихся своим предметом и объектом исследования.

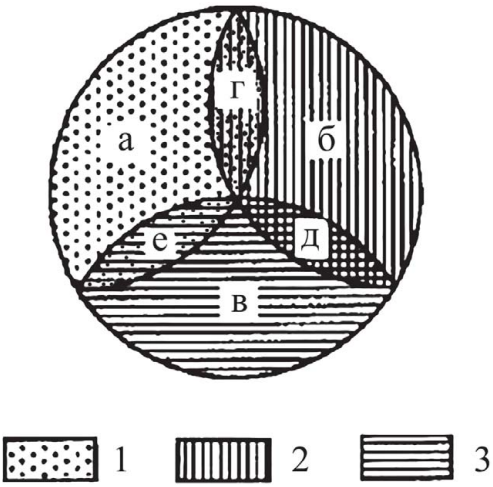


Рисунок 1.1. Структура современной инженерной геологии и ее основные научные направления [8]: 1 – грунтоведение; 2 – инженерная геодинамика; 3 – региональная инженерная геология; а – общее грунтоведение; б – общая инженерная геодинамика; в – общая региональная инженерная геология; г – геодинамическое грунтоведение; д – региональная инженерная геодинамика; е – региональное грунтоведение

Помимо трех научных направлений, в рамках инженерной геологии можно выделить ряд прикладных разделов, которые призваны способствовать решению конкретных практических задач, обеспечивать информацией конкретные виды инженерно-хозяйственной деятельности человечества. Иногда эти разделы объединяли под названием «специальная инженерная геология» (по Ф. П. Саваренскому). Для решения большинства практических задач необходимы комплексные исследования с привлечением данных и грунтоведения, и инженерной геодинамики, и региональной инженерной геологии, а иногда и других геологических и не геологических наук [8].

Исходя из структуры научного метода инженерной геологии, современная инженерная геология использует методическую терминологию (категории) общих методов познания (материалистической диалектики, системного анализа и др.), специальных (как общенаучных, так и общегеологических) методов, частных методов познания (сопредельных и геологических наук) и, наконец, специальных методов инженерной геологии. В их состав входят инженерно-геологическое картирование, опытные лабораторные и полевые инженерно-геологические работы (исследования), инженерно-геологическое моделирование, инженерно-геологический мониторинг [8].