

**ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ, МЕРЗЛОТОВЕДЕНИЕ И ГРУНТОВЕДЕНИЕ/ENGINEERING GEOLOGY,
PERMAFROST AND SOIL SCIENCE**

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.154.13>

**ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ
ИЗЫСКАНИЙ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА**

Научная статья

Воронцов Е.А.^{1*}, Тюнина Н.В.²

¹ORCID : 0009-0008-6810-0127;

²ORCID : 0009-0002-0354-4911;

¹Московский государственный строительный университет, Москва, Российская Федерация

²Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН, Москва, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (evgeocom[at]mail.ru)

Аннотация

На основе проведенного исторического исследования в работе рассмотрены общие вопросы истории развития технологии инженерно-геологических изысканий для строительства. Авторами определены основные этапы развития технологий инженерно-геологических изысканий для строительства. Обращено внимание на большое разнообразие используемых при инженерно-геологических изысканиях технологий. Приведены различные классификации инженерно-геологических изыскательских технологий по разным классификационным признакам. Охарактеризовано современное состояние технологий инженерно-геологических изысканий для строительства и отмечены ближайшие перспективы. Указаны основные современные направления дальнейшего совершенствования инженерно-геологических изыскательских технологий.

Ключевые слова: инженерно-геологические изыскания, инженерно-геологические технологии, строительство, классификация технологий, эволюция технологий.

**HISTORY OF DEVELOPMENT AND CLASSIFICATION OF ENGINEERING-GEOLOGICAL SURVEY
TECHNOLOGIES FOR CONSTRUCTION**

Research article

Vorontsov E.A.^{1*}, Tyunina N.V.²

¹ORCID : 0009-0008-6810-0127;

²ORCID : 0009-0002-0354-4911;

¹Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russian Federation

²Sergeev Institute of Environmental Geoscience Russian Academy of Science, Moscow, Russian Federation

* Corresponding author (evgeocom[at]mail.ru)

Abstract

On the basis of the historical research, the work examines the general issues of the history of the development of engineering-geological survey technology for construction. The authors defined the main stages of development of engineering-geological survey technologies for construction. Attention is paid to the great variety of technologies used in engineering-geological surveys. Different classifications of engineering-geological survey technologies according to different classification features are given. The current state of engineering-geological survey technologies for construction is characterised, and the nearest perspectives are marked. The main modern directions of further improvement of engineering-geological survey technologies are pointed out.

Keywords: engineering-geological surveys, engineering-geological technologies, construction, classification of technologies, evolution of technologies.

Введение

Инженерные изыскания для строительства являются видом строительной деятельности, а инженерно-геологические изыскания представляют собой один из основных видов изыскательских работ, которые сопровождают все основные этапы жизненного цикла строительных объектов. По сути, инженерно-геологические изыскания являются производственным *технологическим* процессом, обеспечивающим комплексное изучение инженерно-геологических условий территории размещения строительного объекта. При решении различных изыскательских задач используются разнообразные методы, методики, технологии и технические средства.

1.1. Постановка проблемы

В методологическом отношении в научной среде вопросы «методики» инженерно-геологических изысканий для строительства проработаны намного подробнее, нежели вопросы «технологии». Это отчасти связано с тем, что само понятие «технология» является весьма многогранным и в настоящее время из-за постоянного развития довольно часто переосмысливается, дополняется, а также насыщается новыми смыслами.

Термин «технология», рассматриваемый применительно к изыскательской деятельности, необоснованно обходится современными терминологическими инженерно-геологическими словарями и учебной литературой.

В нормативно-технической документации методика и технология инженерно-геологических изысканий регламентируются по-разному.

Например, СП 47.13330.2016 в равной степени уделяет внимание вопросам методики и технологии выполнения изыскательских работ. Однако изданный в его развитие СП 446.1325800.2019 практически полностью обходит стороной вопросы технологии изысканий, и исключение составляют лишь вопросы технологии геофизических исследований.

Вопросы общей истории развития технологий инженерно-геологических изысканий для строительства в научной литературе практически не освещены, а логически структурированные классификации этих технологий отсутствуют.

Всё это обуславливает актуальность затронутой в работе темы.

1.2. Научная новизна

Представленная тематика ранее не привлекала пристального внимания отечественных исследователей, и прежде в ходе научных исследований затрагивались лишь отдельные аспекты технологического обеспечения изыскательских работ. Для понимания современного технологического уровня инженерно-геологических изысканий и оценки тенденций его развития в будущем необходим анализ эволюции изыскательских технологий. «Усваивая опыт прошлого, исследуя настоящее, наука устремлена в будущее» [1, С. 303].

Данная работа по новому раскрывает историю развития технологий инженерно-геологических изысканий для строительства и является одной из первых попыток изучения их классификации.

1.3. Цели и задачи

Целью данной работы является изучение истории технологического развития инженерно-геологических изысканий для строительства, оценка нынешнего состояния и ближайших перспектив этого технологического развития, а также разработка системы классификации технологий инженерно-геологических изысканий на основе разных классификационных признаков.

Для достижения поставленной цели решались следующие основные задачи:

- изучение основных этапов развития технологий инженерно-геологических изысканий для строительства;
- выявление специфики отечественных инженерно-геологических технологий;
- выделение по разным классификационным признакам основных групп технологий инженерно-геологических изысканий.

1.4. Методы исследования

Историческое исследование производилось на основе анализа, систематизации и обобщения собранных литературных изыскательских данных. При изучении истории развития инженерно-геологических технологий для строительства авторами применялся ретроспективный анализ. Рассмотрение этапов развития инженерно-геологических технологий осуществлялось на примере нашей страны.

Основные термины и понятия

Во многих научных источниках по изыскательской тематике не очевидна принципиальная разница в терминах «методика» и «технология», т.е. различия между ними оказываются практически размытыми.

В понимании авторов, *методика* инженерно-геологических изысканий представляет собой совокупность методов и приемов инженерно-геологического обеспечения строительства.

Применительно к инженерно-геологическим изысканиям *технология* представляет собой сложную систему организационных мер, совокупности производственных приёмов и операций, и их взаимодействия, направленных на решение различных инженерно-геологических задач. Понятие *технология* тесно связано с применяемыми техническими средствами, оборудованием и инструментами.

Технология выстраивает цепочку алгоритмизированных действий, соблюдение и выполнение которых гарантирует получение запланированного результата. Фактически *технология* можно определить как пошаговую инструкцию или подробный рецепт достижения цели с указанием необходимых параметров. Образно говоря, *методика* обозначает общее направление движения, по которому следует двигаться изыскателю для получения запланированного результата, а *технология* указывает нужный для этого подробный маршрут.

Специфика отечественных инженерно-геологических технологий

История развития инженерно-геологических технологий в нашей стране имеет свою выраженную специфику. Во многом на это повлияло то обстоятельство, что в советское время отечественные изыскатели находились в некоторой изоляции от возможности постоянного и тесного взаимодействия и обмена опытом с изыскателями из многих зарубежных стран, а также широкого использования зарубежных технологий и технических средств. Ввиду этого отечественная изыскательская отрасль длительное время весьма плодотворно развивалась относительно независимо и автономно. Сопутствующее активное развитие инженерно-геологических технологий в нашей стране способствовало крупным достижениям отечественных изыскателей, обеспечившим возможность возведения многочисленных технически сложных и уникальных по значению и масштабу зданий и сооружений, заслуженно получивших мировое признание, в том числе в сложных инженерно-геологических условиях.

Основные результаты

В разное время инженеры-геологи для решения конкретных изыскательских задач применяли различные инженерно-геологические технологии ведения работ, которые с течением времени постоянно обновлялись, прогрессировали и развивались. Фактически этапы развития инженерно-геологических технологий в изыскательской отрасли совпадают с основными этапами общего технологического развития во всех сферах человеческой деятельности. Здесь будет уместным выделить следующие этапы развития и распространения технологий в изыскательской отрасли: ручных; механических; автоматизированных; компьютерных; коммуникационных; информационных цифровых технологий [2].

Основные этапы развития технологий инженерно-геологических изысканий для строительства показаны на рис. 1. История развития технологий инженерно-геологических изысканий для строительства охватывает без малого период

двух веков. Инженерная геология как наука возникла только в 20–30-х годах XX века. Однако накопление практических знаний и опыта инженерно-геологического обеспечения строительных работ началось задолго до формирования этой науки. Наиболее ранней датой возникновения одной из первых технологий, фактически относящейся к инженерно-геологической изыскательской тематике, по-видимому, является 1836 год. Эта дата связана с появлением и практическим применением технологии ручного зондирования грунтов с помощью вдавливаемых щупов. Суть указанной технологии была изложена в книге служащего корпуса инженеров путей сообщения, подполковника М.С. Волкова «Записка об исследовании грунтов земли, производимом в строительном искусстве» [3]. Несколько позднее в 1850 году Н.И. Железновым была описана технология исследования грунтов с помощью сконструированного и примененного им «динамического лома» — забиваемого ручного зонда [4].

1836 г.	1850 г.	Конец XIX века	Конец XIX – начало XX веков	1929 г.
Возникновение технологии ручного зондирования грунтов с помощью вдавливаемых щупов	Появление технологии исследования грунтов с помощью забиваемых ручных зондов («динамического лома»)	Появление технологии испытаний грунтов статической нагрузкой на штамп	Интенсивное развитие технологий статического и динамического зондирования грунтов	Развитие технологии механизированного статического и динамического зондирования грунтов
1957 г.	Середина – конец 50-х гг. XX века	Середина 50-х гг. XX века	1948 г.	Середина 30-х гг. XX века
Возникновение технологии прессиометрических испытаний грунтов	Развитие технологий лабораторных исследований грунтов. Развитие технологий геофизических исследований геологической среды	Развитие технологий отбора проб грунтов из буровых скважин с помощью грунтоносов	Появление технологии испытаний грунтов на сдвиг с помощью крыльчатки	Возникновение технологии испытаний грунтов статической нагрузкой на плоские штампы больших размеров (2500, 5000, 10000 см ²)
Начало 60-х гг. XX века	Середина 60-х гг. XX века	Конец 60-х гг. XX века	Конец 60-х – начало 70-х гг. XX века	Начало 70-х гг. XX века
Появление технологий совмещающих зондирование с геофизическими измерениями и автоматизированных технологий получения и учета данных зондирования	Возникновение и развитие космических технологий исследования Земли. Развитие технологий статических и динамических испытаний свай	Возникновение технологии испытаний грунтов с помощью самозабуривающихся прессиометров	Развитие технологий накопления и обработки инженерно-геологической информации	Возникновение компьютерных технологий обработки инженерно-геологической информации
80-е – 90-е гг. XX века	Конец 80-х гг. XX века	1984 г.	1977 г.	Середина 70-х гг. XX века
Появление технологий совмещения зондирования с другими испытаниями грунтов	Развитие технологий моделирования опасных геологических и инженерно-геологических процессов	Возникновение технологии статических испытаний свай с помощью погружных домкратов (метод Остерберга)	Появление технологии испытания грунтов с помощью плоского дилатометра	Формирование общей технологии инженерно-геологических работ
Начало – середина 90-х гг. XX века	Середина – конец 90-х гг. XX века	2010-е гг.	2018-2024 гг.	
Развитие автоматизированных технологий лабораторных испытаний грунтов. Появление технологий зондирования с экологическими исследованиями	Развитие геоинформационных технологий (ГИС-технологий)	Развитие компьютерных технологий для хранения и обработки данных инженерно-геологических изысканий	Развитие технологий цифрового информационного геопроостранственного моделирования	

Рисунок 1 - Основные этапы развития технологий инженерно-геологических изысканий для строительства
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.154.13.1>

Развитие изыскательских технологий коснулось различных вопросов получения, накопления, обработки, отображения и представления инженерно-геологической информации, что отмечено в [3], [5, С. 23–24], [7, С. 187], [8]. По сути, на протяжении всей обозримой истории формирования и модернизации изыскательских технологий отмечается их теснейшая связь с разработкой новых и совершенствованием существующих технических средств ведения изыскательских работ.

Существенный вклад в развитие изыскательских инженерно-геологических технологий сделан и отечественными, и зарубежными специалистами. Все заимствованные отечественными специалистами зарубежные технологии были ими доработаны и адаптированы под национальные особенности. Обращает на себя внимание также то

обстоятельство, что с момента появления новой инженерно-геологической технологии и до её широкого применения обычно проходит довольно большое время.

В связи с тем, что в рамках настоящей работы невозможно охватить и учесть всё разнообразие используемых при инженерно-геологических изысканиях технологий, авторами учтены лишь основные из них.

По широкому спектру методов инженерно-геологических изысканий существуют различные классификации [6], [8], [9], но, как уже было отмечено, по множеству разнообразных технологий инженерно-геологических изысканий подобных классификаций до настоящего времени не разработано.

Перечень существующих и применяемых на практике технологий инженерно-геологических изысканий чрезвычайно велик. По разным классификационным признакам правомерно выделить следующие основные группы технологий инженерно-геологических изысканий:

- по отношению к материальным объектам: материальные и нематериальные;
- по выполняемой роли: основные, вспомогательные, обслуживающие;
- по назначению и характеру использования: получения, накопления и обработки, отображения и представления инженерно-геологической информации;
- по динамике развития: прогрессивные, развивающиеся, устоявшиеся, устаревшие;
- по уровню автоматизации: ручные, механизированные, автоматизированные, автоматические;
- по наличию стандартов: стандартизованные, нестандартизованные;
- по сфере применения: управленческие, производственные, информационные, коммуникационные;
- по характеру и широте распространения: типовые (массовые), уникальные;
- по новизне: традиционные, инновационные;
- по характеру считывания и обработки данных: аналоговые, цифровые;
- по типу необходимых ресурсов: энергоёмкие, капиталоемкие, наукоёмкие, трудоёмкие;
- по месту (стране) разработки: отечественные, зарубежные, совместные.

Совокупность представленных классификаций по разным признакам (основаниям) фактически образуют систему классификаций технологий инженерно-геологических изысканий.

Наибольшее внимание с точки зрения её практической важности заслуживает классификация технологий по назначению и характеру использования.

Также необходимо обратить внимание на то, что практически всегда решение конкретных инженерных изыскательских задач достигается реализацией определенной совокупности технологий.

Заключение

Изучение истории развития и разработка классификации технологий инженерно-геологических изысканий для строительства могут способствовать их дальнейшему совершенствованию и общему технологическому развитию изыскательской деятельности.

В настоящее время изыскательская отрасль довольно чутко и достаточно оперативно реагирует на все существующие в стране и мире главные технологические тренды. При этом внимание отрасли обращено на активное развитие цифровых технологий, и как их разновидности — технологий обработки изыскательских данных с использованием искусственного интеллекта.

Инженерно-геологические технологии с использованием искусственного интеллекта позволяют расширить возможности раннего распознавания проявления и классифицирования опасных геологических процессов, прогнозного моделирования их развития, а также контроля качества изыскательских работ.

Сейчас в изыскательской отрасли отмечается активное сближение и совмещение производственных и информационных технологий.

Важным и перспективным направлением изыскательской отрасли является роботизация изыскательского технологического процесса, что особенно важно при работах в труднодоступных и стесненных условиях.

Фактически основные современные направления дальнейшего совершенствования инженерно-геологических технологий связаны с решением комплекса задач повышения полноты и качества изыскательской информации, уровня гибкости (адаптивности) технологического обеспечения и безопасности работ, а также ресурсосбережения.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Хаин В.Е. История и методология геологических наук: учеб. пособие для студ. вузов / В.Е. Хаин, А.Е. Рябухин, А.А. Наймарк. — Москва : Академия, 2008. — 416 с.
2. Воронцов Е.А. Развитие технологий инженерно-геологических изысканий для строительства / Е.А. Воронцов // Естественные и технические науки. — 2024. — № 4 (191). — С. 130–132.

3. Записка объ изслѣдованіи грунтовъ земли, производимом въ строительномъ искусствѣ. Сочинение Корпуса Инженеровъ путей сообщения Подполковника Волкова. — Санкт-Петербургъ: Тип. Гл. Упр. путей сообщения и публичныхъ зданій, 1836. — 62 с.
4. Рубинштейн А.Я. Динамическое зондирование грунтов / А.Я. Рубинштейн, Б.И. Кулачкин. — Москва : Недра, 1984. — 92 с.
5. Санглера Г. Исследование грунтов методом зондирования (с применением пенетрометров) / Г. Санглера; пер. с франц. Н.П. Беляковой; под общ. ред. Н.Н. Маслова. — Москва : Стройиздат, 1971. — 232 с.
6. Бондарик Г.К. Полевые методы инженерно-геологических исследований / Г.К. Бондарик, И.С. Комаров, В.И. Ферронский. — Москва : Недра, 1967. — 374 с.
7. Трофименков, Ю.Г. Полевые исследования строительных свойств грунтов / Ю.Г. Трофименков, Л.Н. Воробков. — Москва : Стройиздат, 1981. — 216 с.
8. Рыжков И.Б. Статическое зондирование грунтов. Монография / И.Б. Рыжков, О.Н. Исаев. — Москва : Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2010. — 496 с.
9. Дмитриев В.В. Классификация методов определения расчетных характеристик грунтов / В.В. Дмитриев, С.Н. Чернышев // Геозкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. — 2016. — № 5. — С. 453–460
10. Дудлер И.В. Теоретические аспекты методологии инженерно-геологических изысканий для строительства / И.В. Дудлер, Е.А. Воронцов // Естественные и технические науки. — 2015. — № 12 (90). — С. 41–48
11. Дудлер И.В. Теоретические аспекты технологии инженерных изысканий для строительства / И.В. Дудлер, Е.А. Воронцов // Научное обозрение. — 2015. — № 15. — С.170–173.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Khain V.E. Istoriya i metodologiya geologicheskikh nauk: ucheb. posobie dlya stud. vuzov [History and methodology of geological sciences: textbook for students of universities] / V.E. Khain, A.E. Ryabukhin, A.A. Naimark. — Moscow : Academy, 2008. — 416 p. [in Russian]
2. Vorontsov E.A. Razvitie tehnologij inzhenerno-geologicheskikh izyskanij dlja stroitel'stva [Development of engineering-geological survey technologies for construction] / E.A. Vorontsov // Estestvennye i tehicheskie nauki [Natural and technical sciences]. — 2024. — № 4 (191). — P. 130–132. [in Russian]
3. Zapiska ob' izslѣdovanii gruntov' zemli, proizvodimom v' stroitel'nom' iskustvѣ. Sochinenie Korpusa Inzhenerov' putej soobshhenija Podpolkovnika Volkova [Note on the study of soils in the art of construction. Composition by Lieutenant Colonel Volkov of the Corps of Railway Engineers]. — St. Petersburg: Typ. of Main Ad. of ways of communication and public buildings, 1836. — 62 p. [in Russian]
4. Rubinshtein A.Ya. Dinamicheskoe zondirovanie gruntov [Dynamic soil probing] / A.Ya. Rubinshtein, B.I. Kulachkin. — Moscow : Nedra, 1984. — 92 p. [in Russian]
5. Sanglera G. Issledovanie gruntov metodom zondirovaniya (s primeneniem penetrometrov) [Investigation of soils by probing method (with the use of penetrometers)] / G. Sanglera; transl. from French by N.P. Belyakova; under gen. ed. of N.N. Maslov. — Moscow: Stroyizdat, 1971. — 232 p. [in Russian]
6. Bondarik G.K. Polevye metody inzhenerno-geologicheskikh issledovaniy [Field methods of engineering-geological research] / G.K. Bondarik, I.S. Komarov, V.I. Ferronskii. — Moscow : Nedra, 1967. — 374 p. [in Russian]
7. Trofimenkov, Yu.G. Polevye issledovaniya stroitel'nyh svojstv gruntov [Field studies of construction properties of soils] / Yu.G. Trofimenkov, L.N. Vorobkov. — Moscow : Stroyizdat, 1981. — 216 p. [in Russian]
8. Ryzhkov I.B. Statcheskoe zondirovanie gruntov. Monografija [Static sounding of soils. Monograph] / I.B. Ryzhkov, O.N. Isaev. — Moscow : Publishing House of the Association of Construction Universities, 2010. — 496 p. [in Russian]
9. Dmitriev V.V. Klassifikatsiya metodov opredeleniya raschetnyh harakteristik gruntov [Classification of methods for determining the design characteristics of soils] / V.V. Dmitriev, S.N. Chernyshev // Geojekologija. Inzhenernaja geologija. Gidrogeologija. Geokriologija [Geoecology. Engineering geology. Hydrogeology. Geocryology]. — 2016. — № 5. — P. 453–460. [in Russian]
10. Dudler I.V. Teoreticheskie aspekty metodologii inzhenerno-geologicheskikh izyskanij dlja stroitel'stva [Theoretical aspects of the methodology of engineering-geological surveys for construction] / I.V. Dudler, E.A. Voroncov // Estestvennye i tehicheskie nauki [Natural and technical sciences]. — 2015. — № 12 (90). — P. 41–48. [in Russian]
11. Dudler I.V. Teoreticheskie aspekty tehnologii inzhenernykh izyskanij dlja stroitel'stva [Theoretical aspects of the technology of engineering surveys for construction] / I.V. Dudler, E.A. Voroncov // Nauchnoe obozrenie [Scientific Review]. — 2015. — № 15. — P. 170–173. [in Russian]