

# ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ БУРЕНИЕ

Бурение инженерно-геологических скважин обязательно при строительстве жилых и технических зданий, а также линейных сооружений — автомобильных и железных дорог, линий ЛЭП, трубопроводов и т.д.

## Бурение при инженерно-геологических исследованиях:

Бурение и отбор керна диаметром от 10 см и более.  
Лабораторные исследования (изучение механических, физических и химических свойств: плотность, влажность, пластичность, текучесть, коррозионная активность и др.).

По результатам камеральной обработки полученных результатов составляется Технический отчет об инженерно-технических условиях.



Образцы керна

## ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

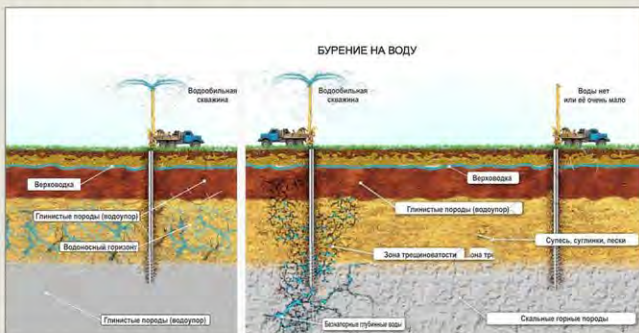
Поиск, разведка пресных вод на определенном участке.

Проведение буровых работ, которые включают в себя проектирование, бурение скважин, поиск пресной воды, которая может быть использована в качестве питьевой, для технических нужд и в других целях.

Планирование и подготовка мероприятий по осушению, отводу грунтовых вод от строительного участка при необходимости.

Оценка и формирование водозабора.

Разработка необходимых мер по отводу грунтовой воды в водоемы, проведение оценки существующих запасов воды.



<https://vasoburenii.ru/usloviya/gidrogeologicheskie-issledovaniya.html>

## ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Перед закладкой фундамента и возведением стен необходимо исследовать состав, свойства и состояние грунта, выявить геологическое строение, геоморфологические и гидрогеологические условия.



<http://geolop.msk.ru/inzhenerno-geologicheskie-izyskaniya-dlya-fundamenta.html>



<http://www.skyline-geo.ru/uslugi/inzhenernye-izyskaniya/inzhenerno-geologicheskie-izyskaniya/inzhenerno-geologicheskie-izyskaniya-gruntov>

Специальная инженерно-геологическая съемка на территории Москвы не проводилась, геологическая изученность здесь определяется в первую очередь плотностью и характером застройки. Наибольшее количество скважин, особенно глубоких, сосредоточено в центре города, вдоль линий метрополитена, на участках строительства особо ответственных сооружений, таких как Московская монорельсовая транспортная система, тоннели и эстакады, здания делового центра «Москва-Сити» и других.

Хорошо изученными в инженерно-геологическом отношении являются участки катастрофических проявлений на поверхности различных экзогенных процессов, таких, например, как оползни и карстово-суффозионные провалы.

## Инженерно-геологическое бурение на объекте «Реконструкция эскалаторной галереи на Воробьевых горах» в 2020 г.



Буровая площадка скважины №6 в верхней части эскалаторной галереи на Воробьевых горах. Процесс бурения и осмотр керна. Справа внизу: табличка скважины с выходными данными (фото С.Ю. Миленкиной)

## ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ ЛИНЕЙНЫХ ОБЪЕКТОВ

При геологических изысканиях для линейных объектов (автомобильных и железных дорог, магистральных трубопроводов, эстакад, кабельных линий связи, водопроводов, канализации, теплосетей, газопроводов, подземных коллекторов) глубина скважин и расстояние между ними строго регламентируется.

### РАССТОЯНИЕ МЕЖДУ СКВАЖИНАМИ ДЛЯ ЛИНЕЙНЫХ ОБЪЕКТОВ

Вид линейных объектов	Ширина полосы, м	Расстояние между скважинами, м	Глубина скважин, м
Железная дорога	200-500	350-500	До 5
Автомобильная дорога			До 3
Магистральный трубопровод	100-500	300-500	На 1-2 м ниже глубины заложения трубопровода
Эстакада для наземных коммуникаций	100	100-200	3-7
Воздушная линия связи и электропередачи напряжением, кВ	до 35 свыше 35	100-300	500-1000
			3-5
Кабельная линия связи	50-100	500-1000	На 1-2 м ниже глубины заложения трубопровода (шпунта, острой свай)
Водопровод, канализация, теплосеть и газопровод	100-200	100-300	На 1-2 м ниже нормативной глубины промерзания грунта
		100-200	На 2 м ниже предполагаемой глубины заложения коллектора (шпунта, острой свай)

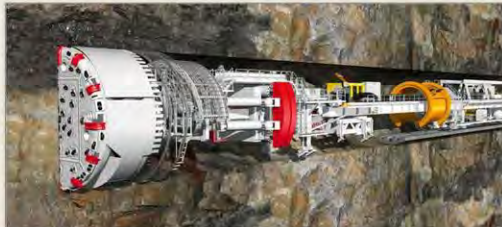
## ГОРИЗОНТАЛЬНО НАПРАВЛЕННОЕ БУРЕНИЕ

Широкое применение нашло для прокладки инженерных сетей. Такие технологии позволяют проводить бурение не нарушая рельеф и городской ландшафт. Горизонтальное бурение незаменимо для быстрого и качественного строительства любых подземных коммуникаций, оно позволило многократно снизить затраты, уменьшить воздействие на городскую среду.



Горизонтально направленное бурение для прокладки инженерных сетей.

### Бурение тоннелей



Для бурения тоннелей используются огромные землеройные машины. Длина такой машины составляет 100 метров, а диаметр - 17 метров.

# ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ БУРЕНИЯ

Истоки бурения восходят к глубокой древности: в Китае и Греции известно существование скважин до 600 лет до нашей эры. Первые скважины бурились на воду и соляные растворы. В средние века аналогичные скважины появились в разных регионах Европы, в том числе и России. Большим стимулом в совершенствовании бурения явились поиски нефти и её добыча. В настоящее время скважины снабжают население водой, нефтью, газом; они необходимы в геологоразведке; бурение — неременный этап при подготовке строительных объектов, подземных и других коммуникаций, разнообразно применение различных технических скважин. Масштабы бурения во всем мире огромны и продолжают нарастать.

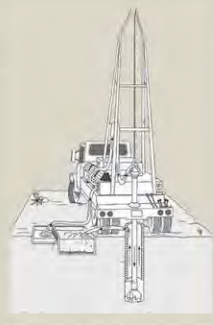
## ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ БУРЕНИЯ



Первым в бурении был освоен ударно-канатный способ. Инструмент для разрушения породы (снаряд) подвешивался на канате и с ударами углублялся в породу.



Вращательное и ударно-вращательное бурение стали использовать значительно позже, в начале XX века. В настоящее время вращательное бурение наиболее распространенный метод.



Современная установка для автономного бурения

## ИСТОРИЯ БУРЕНИЯ

Первые скважины бурились на воду и соленые рассолы	В Египте обнаружены скважины возрастом сотни лет до н.э. В Китае уже 600 лет до нашей эры Конфуций описал скважины до глубины 900 м.	Скважины бурились ударно-канатным способом
Бурение артезианских скважин на воду	Первый буровой колодезь в 1126 г. во Франции в провинции Артуа. Артезианские скважины стали основными эксплуатационными скважинами на воду	
Вращательное (роторное) бурение Промысловая жидкость	В конце 1880-х гг. вращательное бурение на нефть с промывкой глинистым раствором (шт. Луизиана, США). В 1907 г. вращательное бурение сплошным забоем с промывкой глинистым раствором в России.	Глубина скважин возросла с 40 м (1873 г.) до 340 м (1903 г.)
Парабур, строительство буровых станков	В России в 1859 вблизи Подольска впервые был применен Г.Д. Романовским	в 20 веке созданы скважины до 3 км, затем сверхглубокие скважины свыше 6 км.
Турбобур (одноступенчатая гидравлическая турбина с планетарным редуктором)	Изобретен в 1922 г. в России. Приводился во вращение промывочной жидкостью подаваемой в скважину. В 1935-39 гг. усовершенствован, предложен многоступенчатый без редуктора.	
Электробур внутри скважины	В 1899 г. в России запатентован электробур. Современная конструкция разработана в 1938 г. советскими инженерами А.П. Островским и Н.В. Александровым. В 1940 г. пробурена первая скважина.	
Применение новых инструментов, в том числе природных, затем искусственных алмазов и сверхпрочных сплавов	Изобретение швейцарским часовщиком Г. Лешо в 1862 г. алмазного бура. Первая установка с алмазным инструментом создана французским инженером Перрето (1867 г.)	Резко возросла производительность бурения
Наклонное и кустовое бурение	В 1894 г. впервые наклонное роторное бурение на воду в России около г. Брянска. В 1934 г. Н.С. Тимофеевым на о. Артема в Каспийском море было осуществлено кустовое бурение (несколько скважин с общей площадкой). Впоследствии этот метод стал широко применяться при бурении в условиях ограниченного пространства (среды болот, с морских буровых платформ и т.д.)	
Бурение на морском дне	Впервые в 1897 г. в США в Тихом океане (о. Сомерленд, шт. Калифорния). В 1925 г. Первая морская на нефть в СССР близ г. Баку. В 1949 г. первая в открытом море в СССР (Каспийском море, «Нефтяные Камни»).	
Сверхглубоководное бурение на океанском дне	С начала 1960-х годов с целью изучения глубинного строения Земли на дне океана стали проводить глубоководное бурение. С тех пор поднято на поверхность десятки километров керна из разных уголков Мирового океана.	

## САМЫЕ ГЛУБОКИЕ СКВАЖИНЫ



Вид на Кольскую сверхглубокую скважину

Название	Страна	Глубина (м)
1 Кольская	Россия	12262
2 КТБ-Оберпфальц	Германия	9900
3 Берта Раджерс	США	9583
4 Бейден-Юнгт	США	9159
5 КТБ Хауптборунг	Германия	9100
6 Юниверсити	США	8686
7 Цустердорф	Австрия	8553
8 Святлинская	СССР (сов. Азербайджан)	8324
9 Ен-Янжская	Россия	8250
10 Шевченковская	СССР (Украина)	7520



КТБ Хауптборунг (Германия, 9101 м)

## САМЫЕ ДЛИННЫЕ СКВАЖИНЫ

16 ноября 2017 г. Роснефть успешно завершила бурение с морской ледостойкой добывающей платформы «Орлан» на месторождении Чайво в Охотском море самой протяженной скважины в мире. Длина скважины с горизонтальным окончанием составляет 15 000 м, является мировым рекордом. Скважина относится к сверхсложным, отход от вертикали составляет 14 129 м.

Платформа «Орлан» (первоначально «Glomar Beaufor sea 1») построена в 1983-1984 гг. в Японии, установлена в море Бофорта (США, штат Аляска) в качестве установки разведочного бурения. Затем приобретена для проекта «Сахалин-1», модернизирована и переоборудована из разведочной в добывающую, и установлена на подготовленное дно Охотского моря в 2004 г.

Буровая платформа «Орлан», судно обеспечения «Кигорик» и судно снабжения «Витус Беринг». Сталебетонное основание «Орлана» легко выдерживает натиск льда и гигантских торосов, достигающих высоты шестизатяжного дома.



## ГЛУБОКОВОДНОЕ БУРЕНИЕ

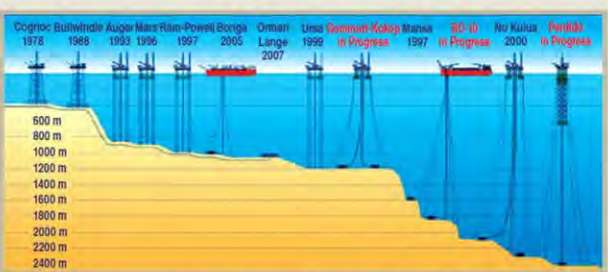
С 1968 г. началось глубоководное морское бурение на дне океана. Исследования в рамках международных проектов DSDP (Deep Sea Drilling Project) на судне «Гломар Челенджер» и ODP (Oceanic Drilling Project) на судне «Джойдес Резольюшн» внесли значительный вклад в изучение океанической коры.

Бурение на море впервые было осуществлено в 1897 г. в Тихом океане в районе о. Сомерленд (Калифорния, США).

В России первая морская скважина была пробурена в Каспийском море на искусственно созданном острове.

В СССР в 1924—25 вблизи бухты Ильича (Каспийское море, близ г. Баку) на искусственно созданном острове вращательным способом была пробурена первая морская скважина, давшая нефть с глубины 461 м.

В 1934 Н.С. Тимофеевым на острове Артема в Каспийском море осуществлено кустовое бурение, при котором несколько скважин бурятся с общей площадки.



Покорение глубин глубоководным бурением с 1970-х по 2010 годы (http://burnet.ru/archive/issues/2014-01/16)

В апреле 2012 года японские исследователи получили образцы грунта с глубины 7740 метров, общая длина скважины составила 856,5 метра.

Японское научно-исследовательское судно «Тикио» установило очередной мировой рекорд, пробуравив скважину глубиной более 2111 метров, от поверхности морского дна.



Научно-исследовательское судно «Тикио» способно бурить скважины до глубины 10 тысяч метров ниже уровня моря (фото JAMSTEC/ODP)

## БУРЕНИЕ НА СЛАНЦЕВУЮ НЕФТЬ И ГАЗ

Добыча сланцевого газа предполагает горизонтальное бурение и гидроразрыв пласта.



Участок добычи сланцевой нефти, США (фото https://news.allphoto.ru/saha-uvlichivayut-dobychu-slanцевой-nefti/)

Горизонтальная скважина прокладывается через слой газоносного сланца. Затем внутри скважины под давлением закачиваются десятки тысяч куб. метров воды, песка и химикатов. В результате разрыва пласта газ по трещинам поступает в скважину и далее на поверхность.



Добыча сланцевой нефти из пласта (ForexAW.com)