

# Технология бурения нефтяных и газовых скважин

*Курс лекций*

# Лекция №1

- *Бурение скважин: основные определения и элементы*
- *Подготовительные работы к бурению*
- *Строительство скважины*
- *Подземное буровое оборудование*
- *Интересные факты*

## **ТЕМА 1.**

# ***Основные определения и элементы***

# Что такое бурение и зачем оно нужно?



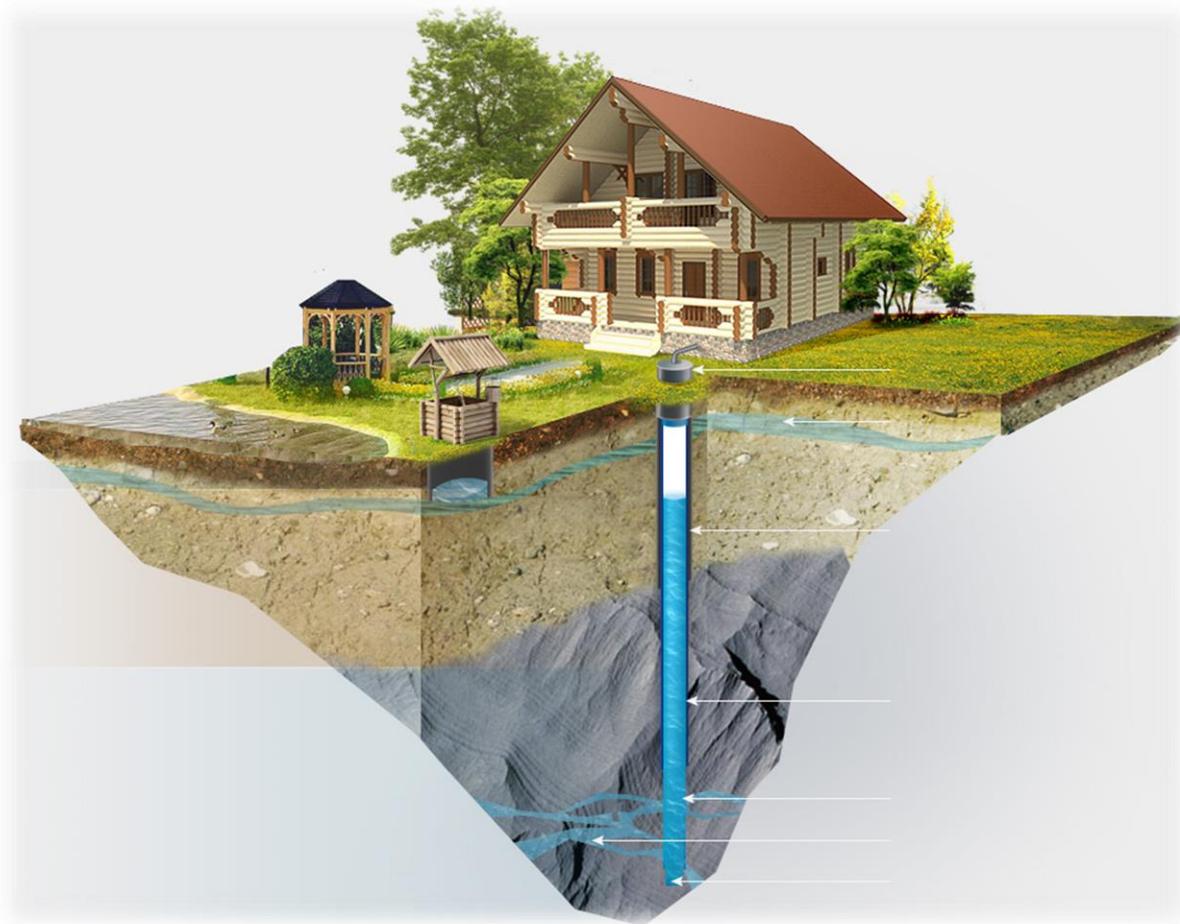
**Бурение** — процесс разрушения горных пород с помощью специальной техники - бурового оборудования – с целью сооружения скважины.

# Что такое скважина?



**Скважина** — это направленная цилиндрическая горная выработка в земле, диаметр «D» которой мал по сравнению с её длиной по стволу «H», сооруженная без доступа человека на забой.

# Для чего нужна скважина?



Скважина может использоваться для **сообщения** подземных горизонтов и поверхности земли, а также строительных целей, для **создания** и **укрепления** фундаментов и оснований.

# Типы скважин по назначению

## Опорные скважины

для изучения геологического строения и гидрогеологических условий залегания осадочной толщи пород и выявления закономерностей распространения комплексов отложений, благоприятных для нефтегазонакопления

## Параметрические скважины

для более детального изучения геологического строения разреза, особенно на больших глубинах, и для выявления наиболее перспективных площадей с точки зрения проведения на них геолого-поисковых работ.

## Структурные скважины

служат для тщательного изучения структур, выявленных при бурении опорных и параметрических скважин, и для подготовки проекта поисково-разведочного бурения на эти структуры.

## Поисковые скважины

сооружают на подготовленных предыдущим бурением и геолого-физическими исследованиями площадях с целью открытия новых месторождений нефти и газа или же на ранее открытых месторождениях для поисков новых залежей нефти и газа.

## Разведочные скважины

бурят на площадях с установленной промышленной нефтегазоносностью с целью оконтуривания месторождения и сбора исходных данных для составления проекта его разработки.

## Эксплуатационные скважины

закладывают на полностью разведанном и подготовленном к разработке месторождения.

## Оценочные

## Нагнетательные

## Наблюдательные

## Специальные скважины

бурят для взрывных работ при сейсмических методах поисков и разведки месторождения, сброса промысловых вод в непродуктивные поглощающие пласты, разведки и добычи воды, подготовки структур для подземных газохранилищ и закачки в них газа, ликвидации открытых фонтанов нефти и газа.

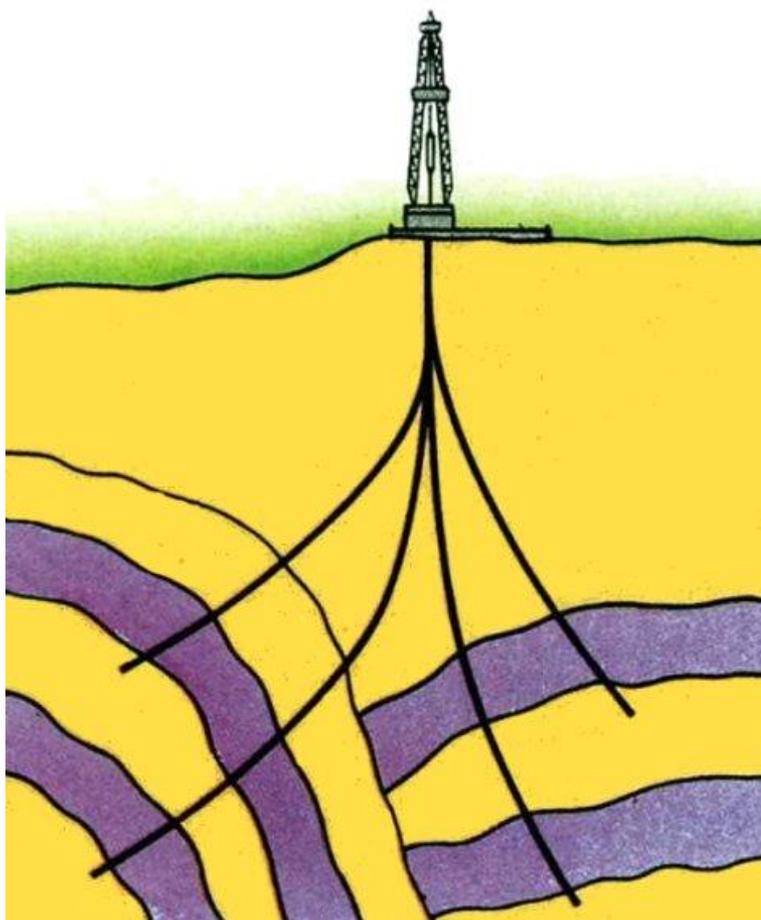
# Типы скважин по глубине

Мелкие  
(до 1500 м)

На средние  
глубины  
(до 4500 м)

Глубокие  
(до 6000 м)

Сверхглубокие  
(свыше 6000 м)



**Какие скважины  
распространены в  
Западной Сибири?**

# Типы скважин по дебиту

Низкодебитные  
(до 20 м<sup>3</sup>/сут)

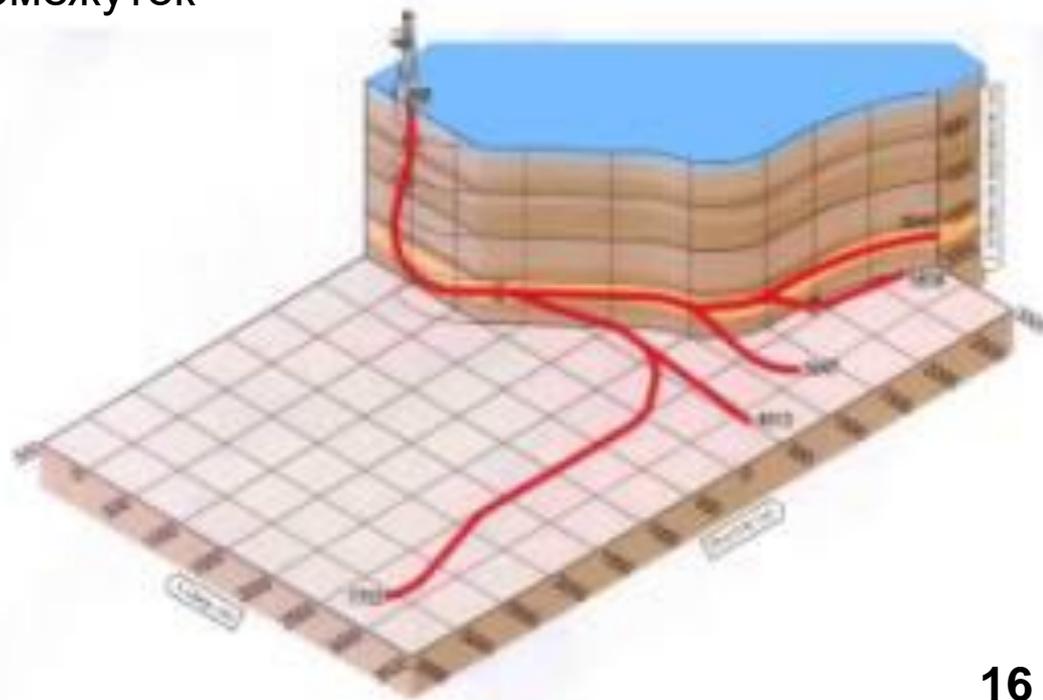
Малодебитные  
(до 20-100 м<sup>3</sup>/сут)

Среднедебитные  
(до 100-500 м<sup>3</sup>/сут)

**Дебит** - количество газа, а также воды, нефти или другой жидкости, даваемое источником в определённый промежуток времени.

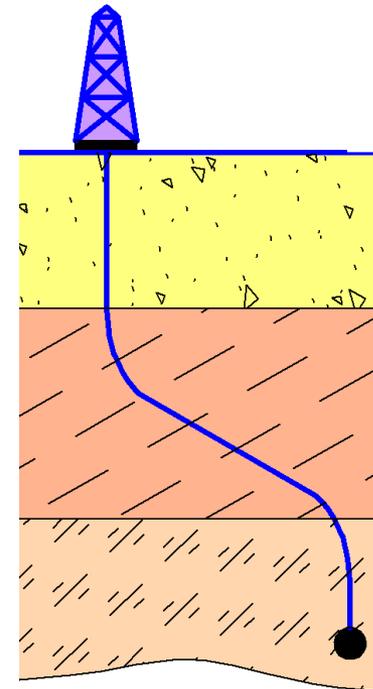
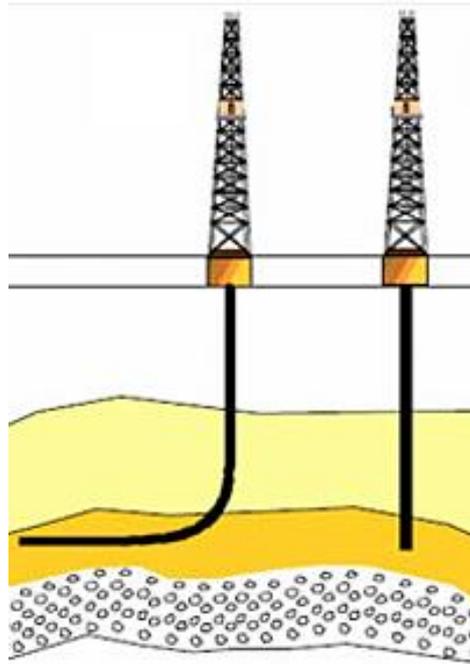
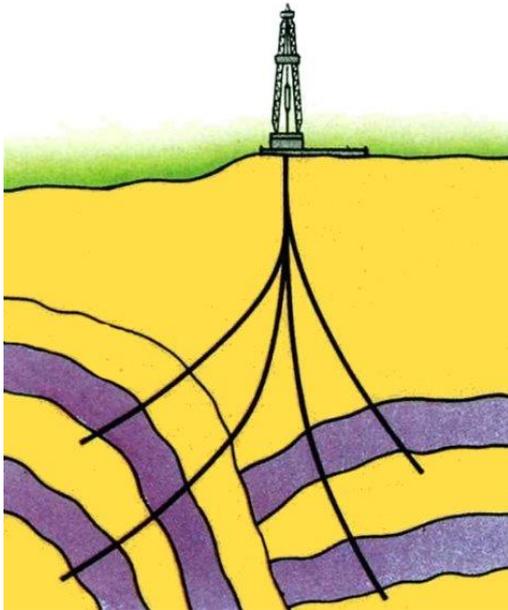
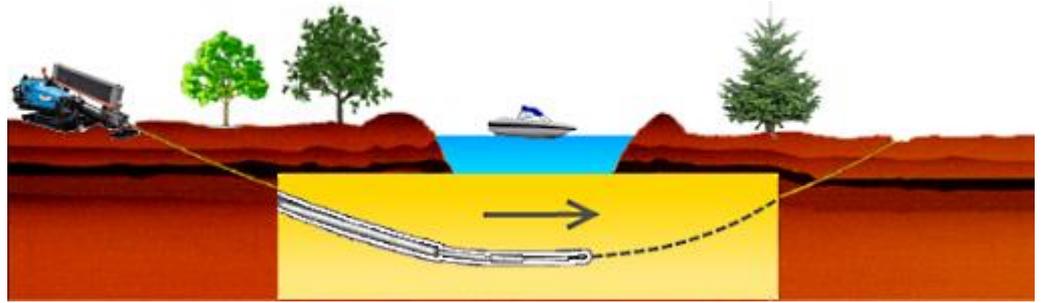
Высокодебитные  
(свыше 500 м<sup>3</sup>/сут)

Какие скважины  
распространены в  
Западной Сибири?



# Типы скважин по типу профиля

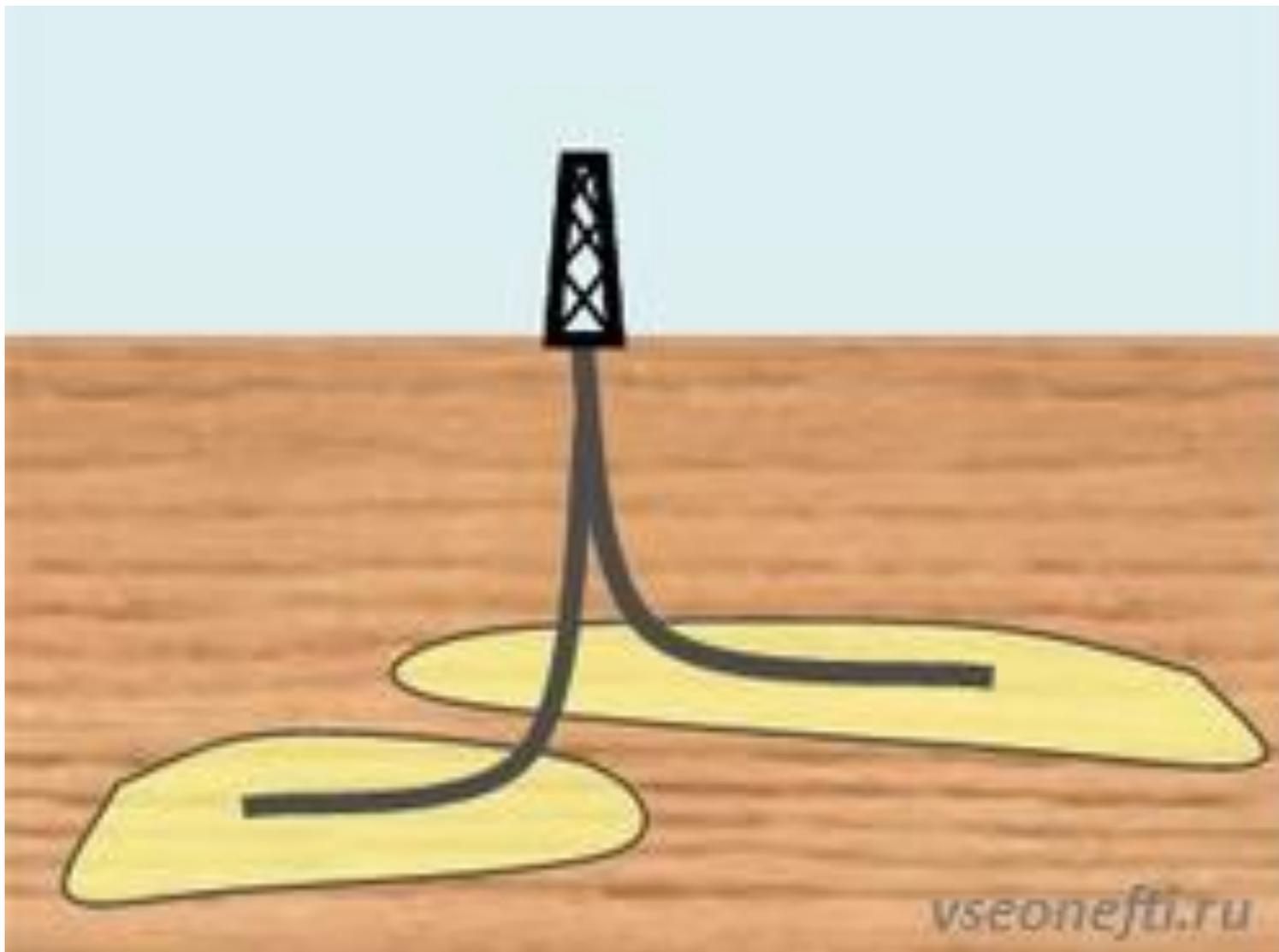
- Условно-вертикальные
- Наклонно-направленные
- *Направленные*
- *С горизонтальным участком ствола*
- *Многоствольные, многозабойные, с боковыми стволами*
- Горизонтально-направленные



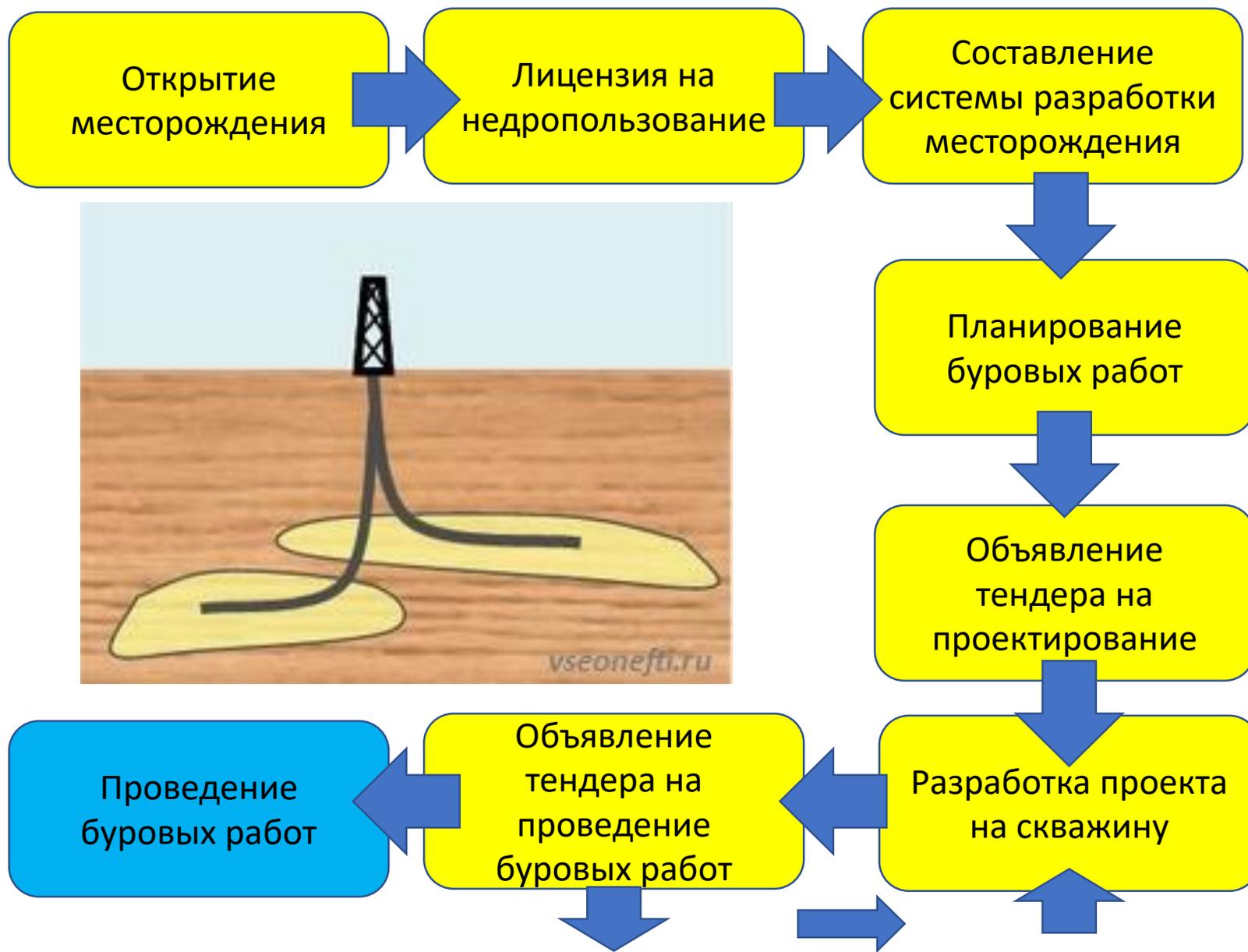
## **ТЕМА 2.**

# ***Подготовительные работы к бурению***

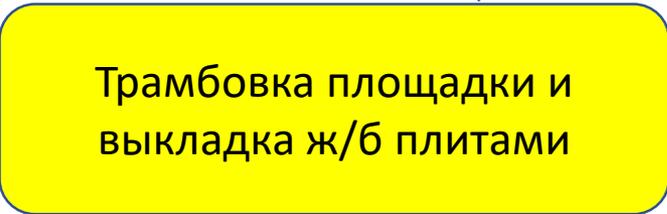
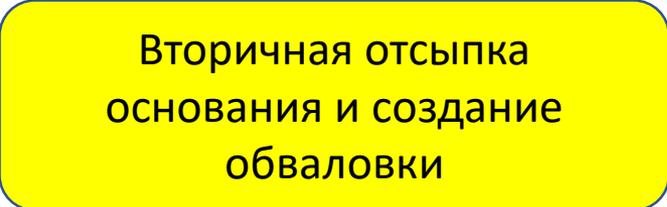
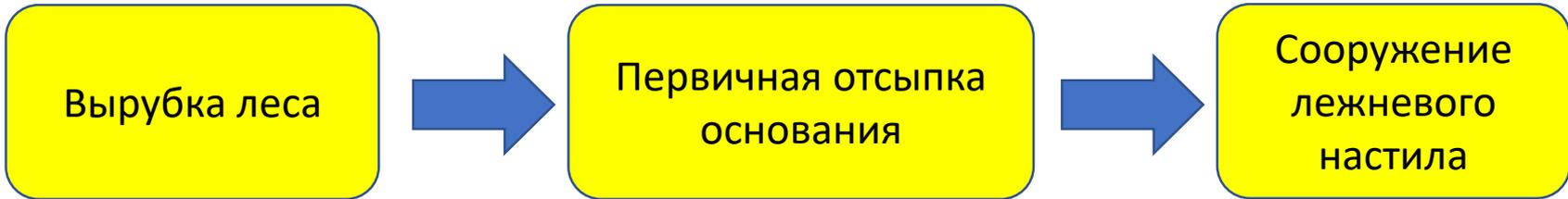
# Что нужно для начала бурения?



# Что нужно для начала бурения?



# Подготовка площадки



# Строительно-монтажные работы

Подготовка жилого городка

Земляные работы

Сборка и подъем буровой вышки

Оснастка систем буровой установки

Пуско-наладочные работы

Сборка блоков буровой



Завоз оборудования и материалов



Сдача буровой к эксплуатации



# **ТЕМА 3.**

## ***Строительство скважины***

# Какие работы производятся при строительстве скважины

Разрушение горных пород



**Какие способы разрушения горных пород бывают?**

# Какие работы производятся при строительстве скважины

Разрушение горных пород

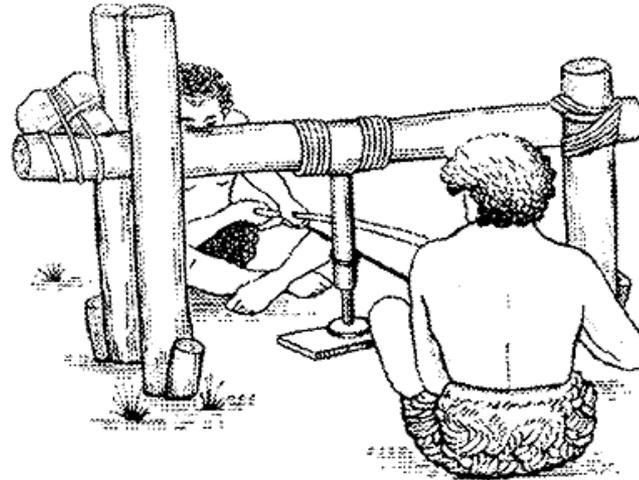
- Механические
- Химические
- Гидравлические
- Термические
- Взрывные
- Электроимпульсные



# Какие работы производятся при строительстве скважины

Разрушение горных пород

- Механические
- Химические
- Гидравлические
- Термические
- Взрывные
- Электроимпульсные

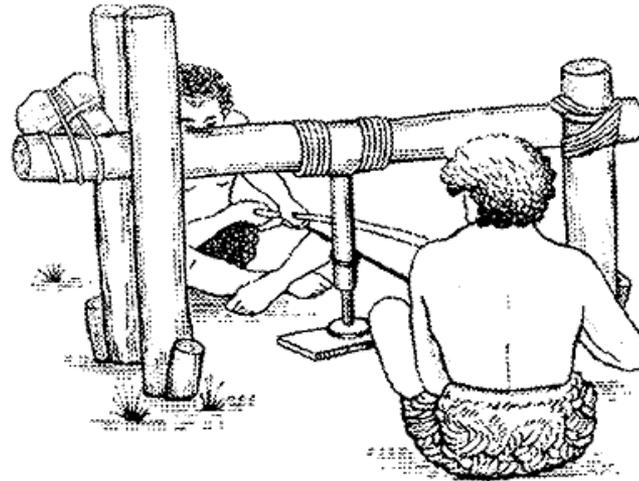


**Какой способ применяют при строительстве нефтяных и газовых скважин?**

# Какие работы производятся при строительстве скважины

Разрушение горных пород

- **Механические** → **вращательный**
- Химические
- Гидравлические
- Термические
- Взрывные
- Электроимпульсные

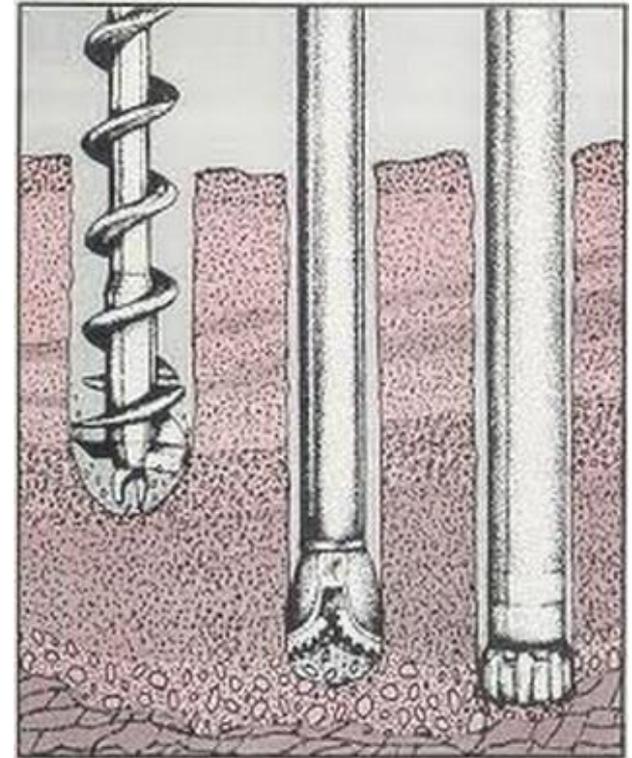


**Какой способ применяют при строительстве нефтяных и газовых скважин?**

# Какие работы производятся при строительстве скважины

Разрушение горных пород

- **Механические** → **вращательный**
- Химические
- Гидравлические
- Термические
- Взрывные
- Электроимпульсные

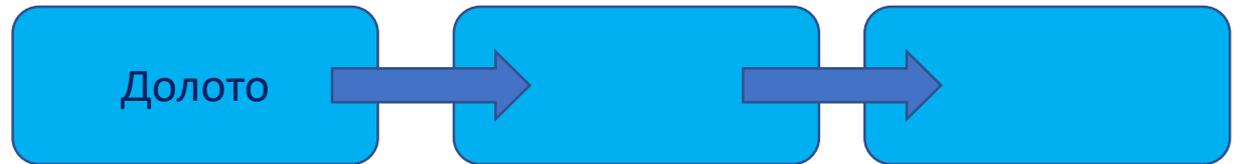


Как реализуют разрушение горных пород механическим вращательным способом?

# Какие работы производятся при строительстве скважины

Разрушение горных пород

- **Механические** → **вращательный**
- Химические
- Гидравлические
- Термические
- Взрывные
- Электроимпульсные



**Как реализуют разрушение горных пород механическим вращательным способом?**



# е работы производятся при строительстве ЖИНЫ

Разрушение горных пород

- **Механические** → **вращательный**
- Химические
- Гидравлические
- Термические
- Взрывные
- Электроимпульсные

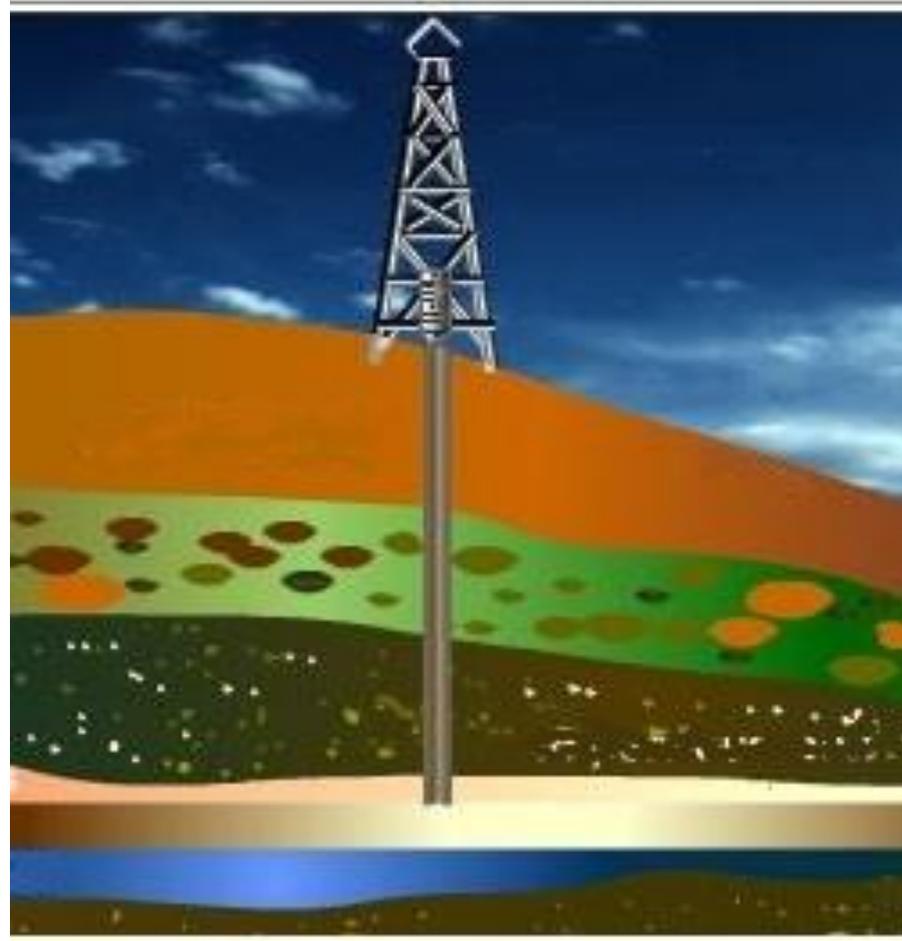


**Как реализуют разрушение горных пород  
механическим вращательным  
способом?**

# Какие работы производятся при строительстве скважины

Разрушение горных пород

Промывка скважины



Для чего нужна промывка?

# Какие работы производятся при строительстве скважины

Разрушение горных пород

Промывка скважины

- Вынос разрушенной горной породы
- Предотвращение осложнений (обрушение стенок скважины, ГНВП)
- Приведение долота во вращение
- Охлаждение инструмента
- Смазка



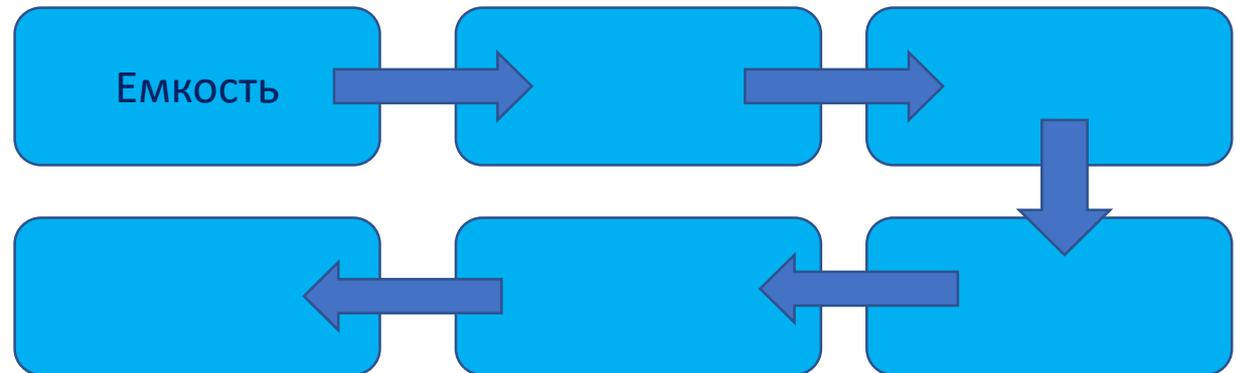
**Для чего нужна промывка?**

# Какие работы производятся при строительстве скважины

Разрушение горных пород

Промывка скважины

- Вынос разрушенной горной породы
- Предотвращение осложнений (обрушение стенок скважины, ГНВП)
- Приведение долота во вращение
- Охлаждение инструмента
- Смазка



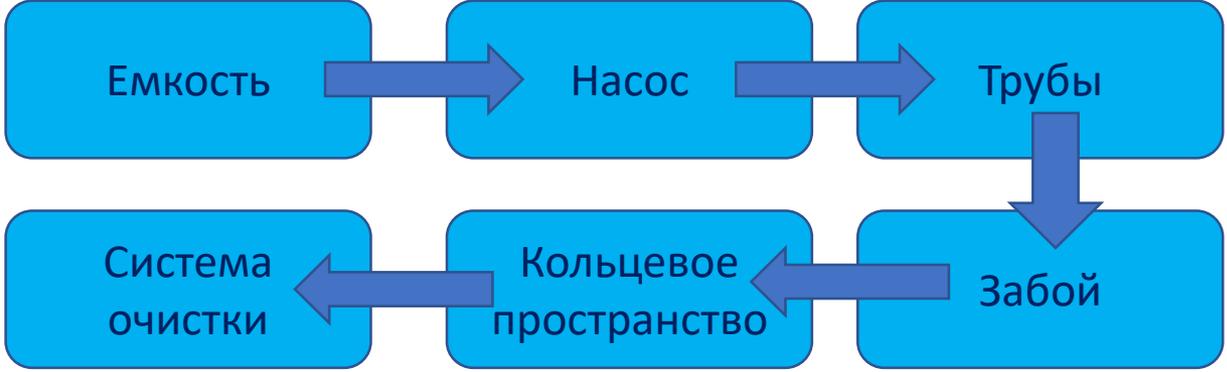
**Как реализуется промывка скважины?**

# Какие работы производятся при строительстве скважины

Разрушение горных пород

Промывка скважины

- Вынос разрушенной горной породы
- Предотвращение осложнений (обрушение стенок скважины, ГНВП)
- Приведение долота во вращение
- Охлаждение инструмента
- Смазка



**Как реализуется промывка скважины?**

# Какие работы производятся при строительстве скважины

Разрушение горных пород

Промывка скважины

Крепление стенок скважины



**Для чего необходимо крепление?**

# Какие работы производятся при строительстве скважины

Разрушение горных пород

Промывка скважины

Крепление стенок скважины



- Укрепление стенок скважины
- Создание герметичной системы «скважина – пласт»

**Для чего необходимо крепление?**

# Какие работы производятся при строительстве скважины

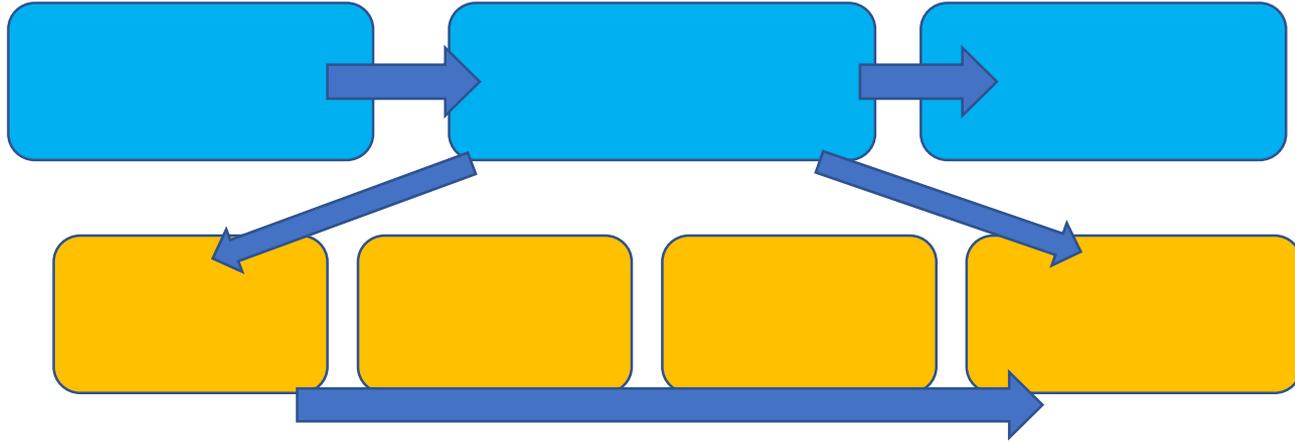
Разрушение горных пород

Промывка скважины

Крепление стенок скважины



- Укрепление стенок скважины
- Создание герметичной системы «скважина – пласт»



**Какова последовательность крепления скважины?**

# Какие работы производятся при строительстве скважины

Разрушение горных пород

Промывка скважины

Крепление стенок скважины



- Укрепление стенок скважины
- Создание герметичной системы «скважина – пласт»



**Какова последовательность крепления скважины?**

# Какие работы производятся при строительстве скважины

Разрушение горных пород

Промывка скважины

Крепление стенок скважины

Вызов притока



**Зачем необходим вызов притока?**

# Какие работы производятся при строительстве скважины

Разрушение горных пород

Промывка скважины

Крепление стенок скважины

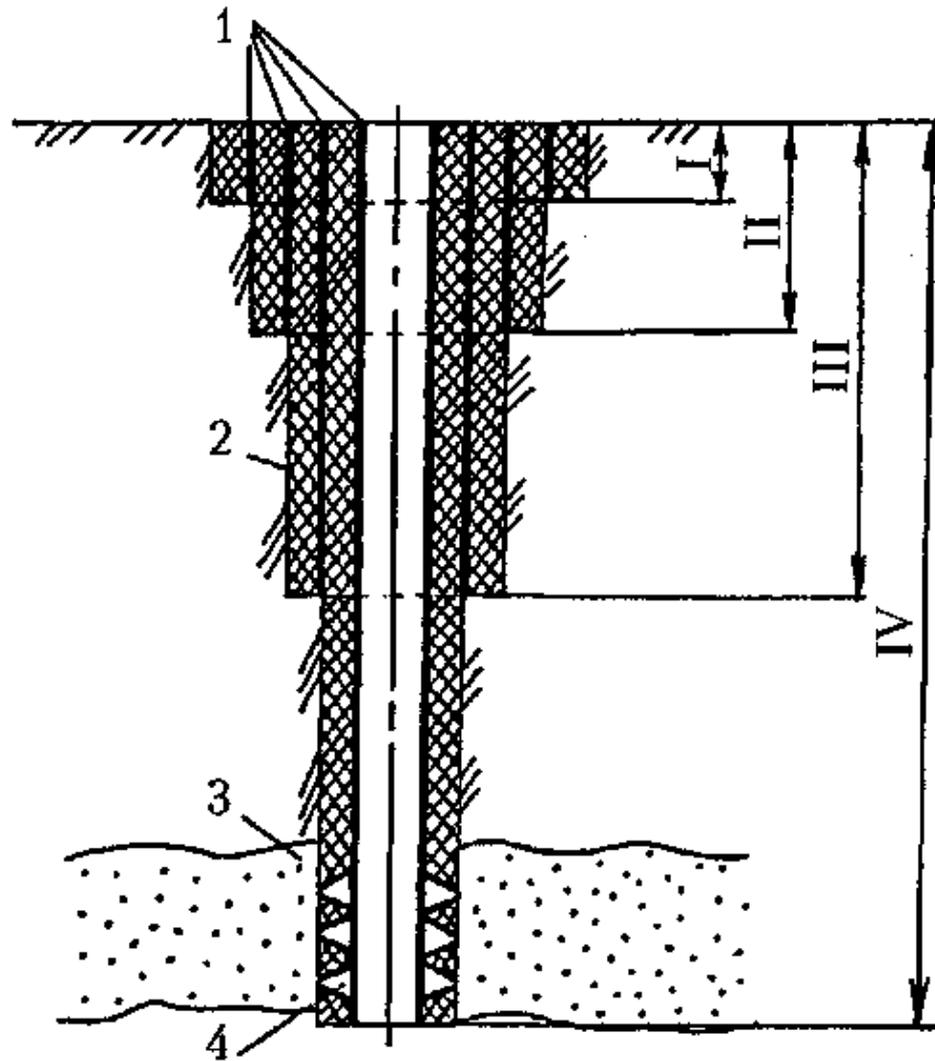
Вызов притока

Ремонтные работы,  
ликвидация аварий



- Текущий ремонт
- Капитальный ремонт
- Аварийные работы

# Основные элементы скважины

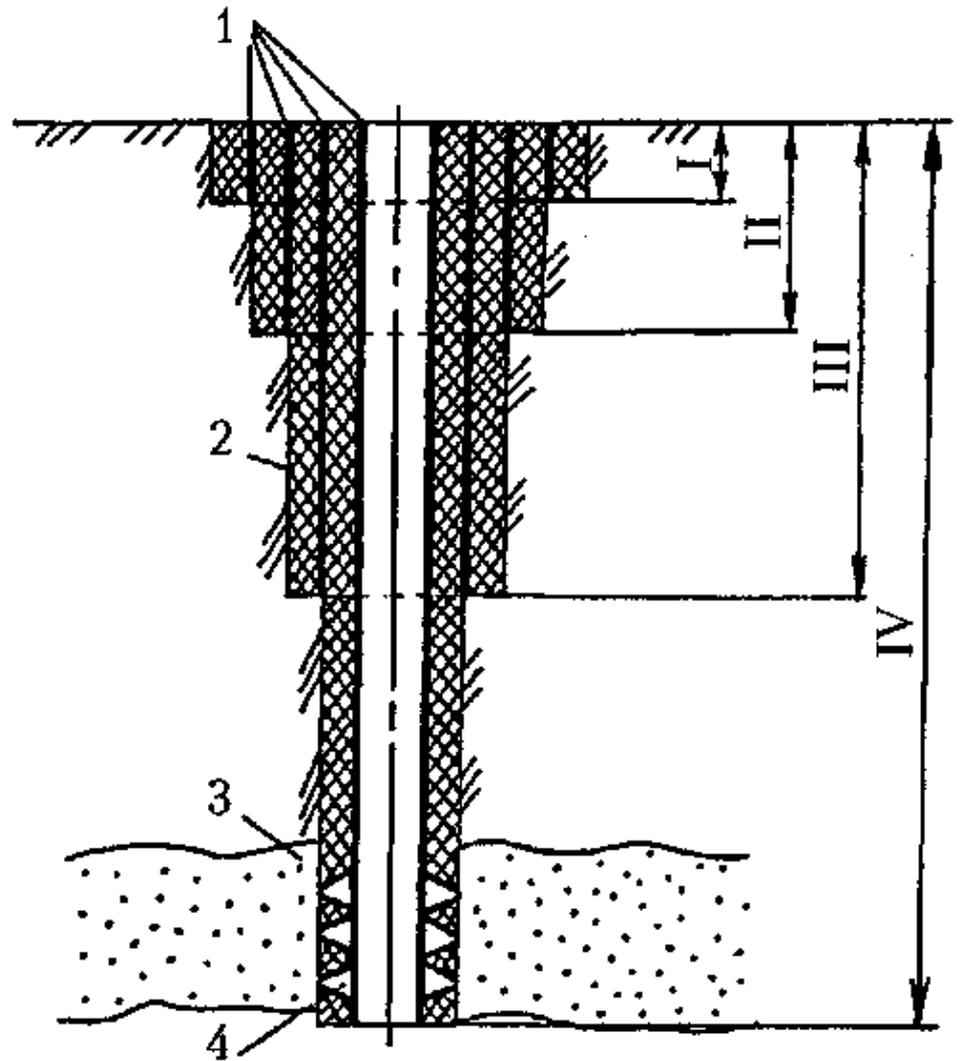


Какие основные элементы есть у скважины?

# Основные элементы скважины

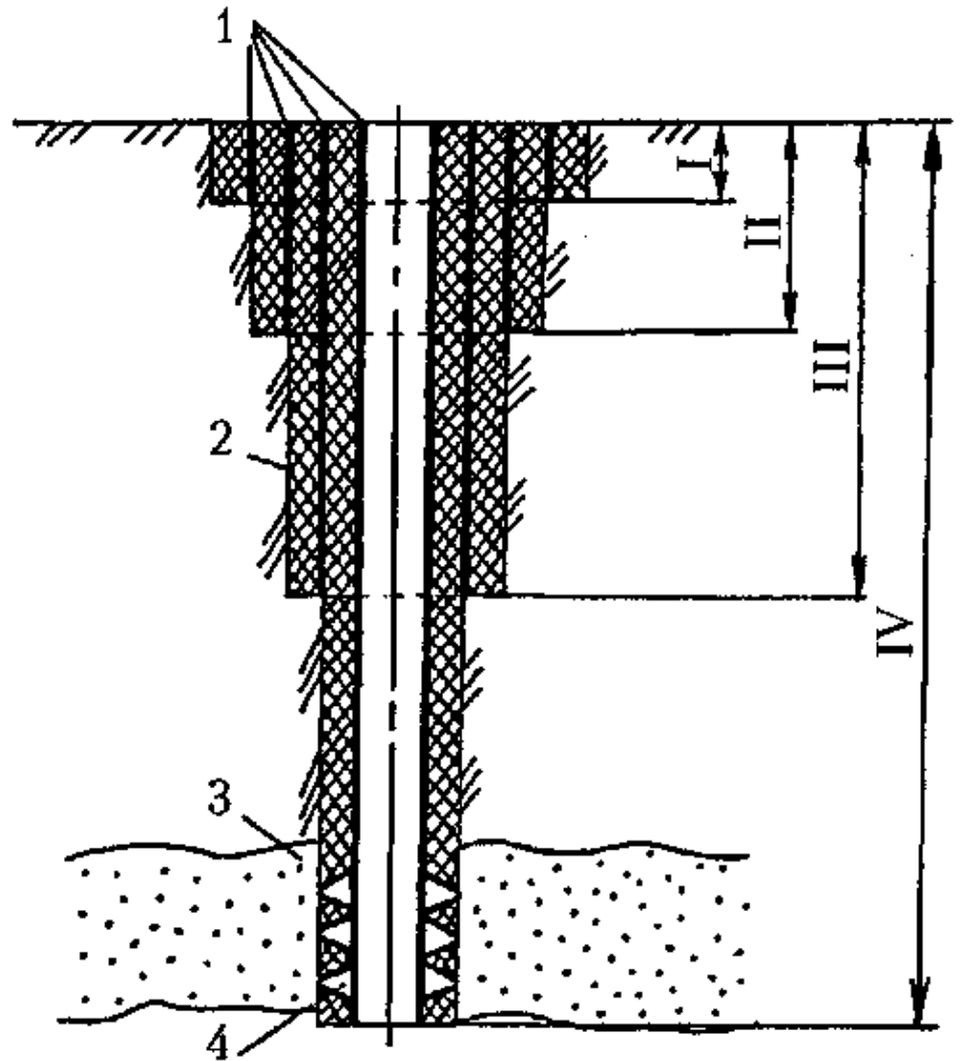
- Устье
- Ствол
- Забой
- Зона перфорации
- Продуктивный пласт
- Цементный камень
- Обсадная колонна

*Верхняя часть  
скважины, выходящая  
на поверхность*



# Основные элементы скважины

- Устье
- Ствол
- **Забой**
- Зона перфорации
- Продуктивный пласт
- Цементный камень
- Обсадная колонна

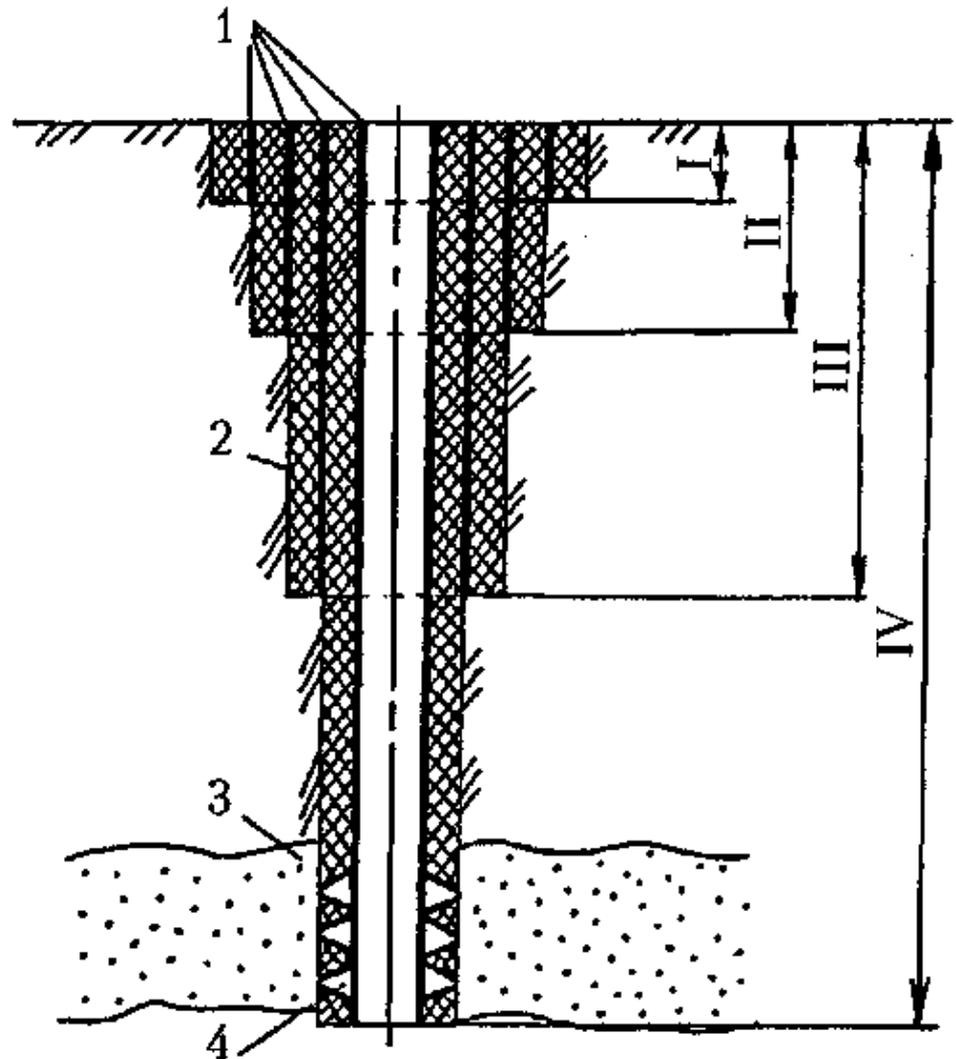


*Нижняя часть скважины*

# Основные элементы скважины

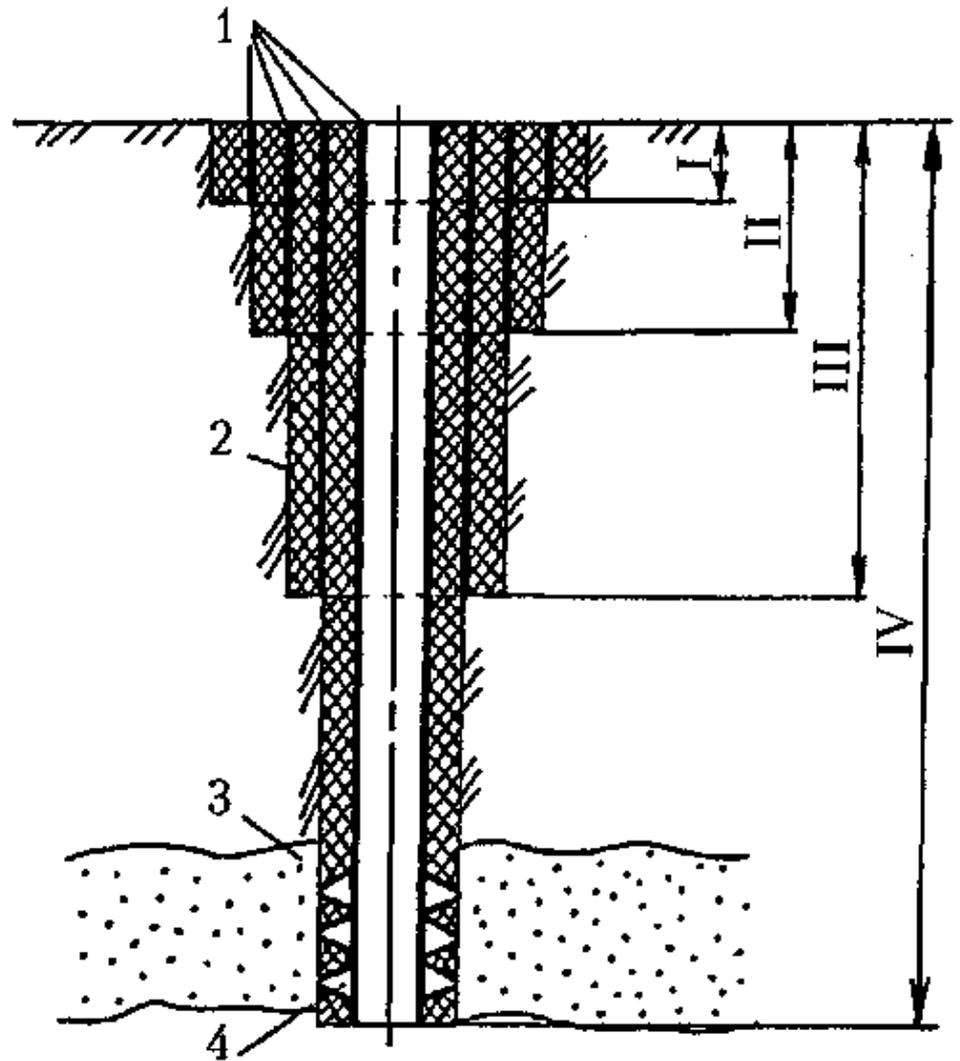
- Устье
- **Ствол**
- Забой
- Зона перфорации
- Продуктивный пласт
- Цементный камень
- Обсадная колонна

*Часть скважины,  
соединяющая устье и  
забой*



# Основные элементы скважины

- Устье
- Ствол
- Забой
- **Зона перфорации**
- Продуктивный пласт
- Цементный камень
- Обсадная колонна

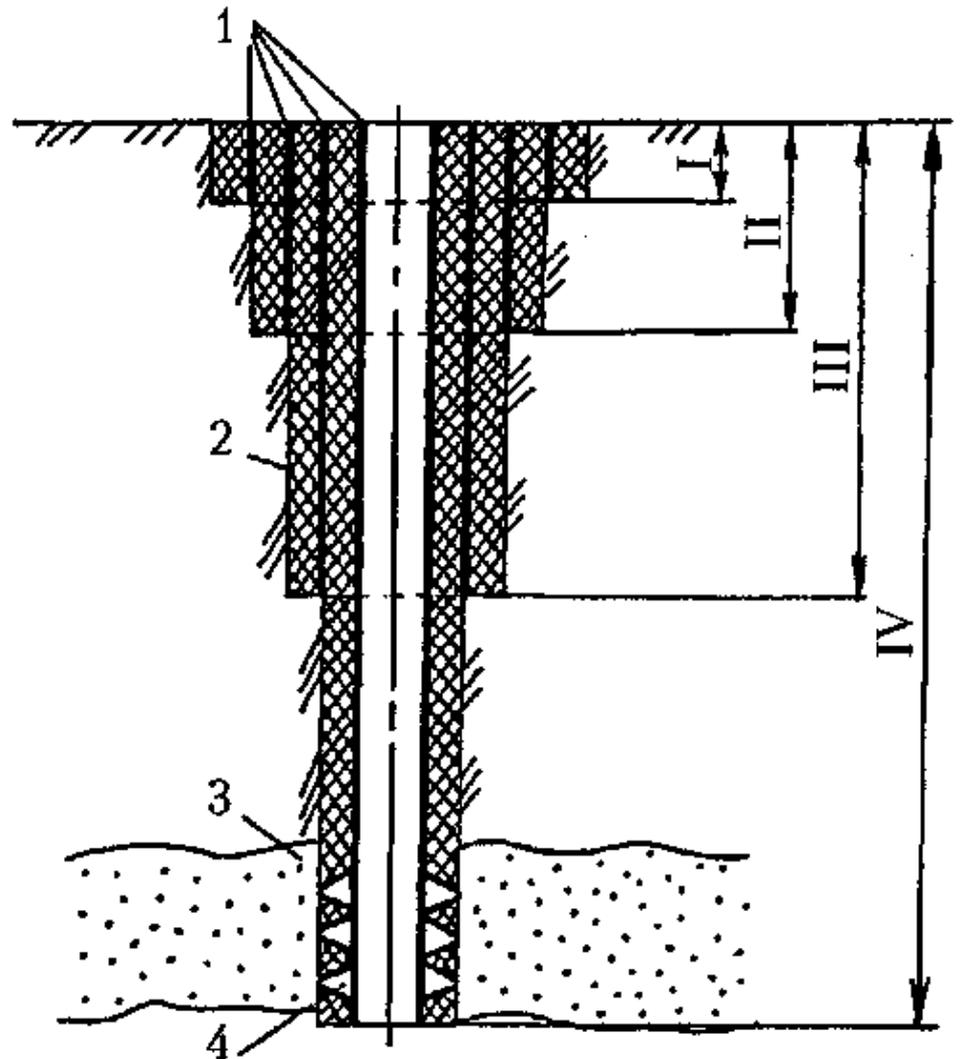


*Часть скважины,  
сообщающая  
продуктивный пласт и  
ствол скважины*

# Основные элементы скважины

- Устье
- Ствол
- Забой
- Зона перфорации
- **Продуктивный пласт**
- Цементный камень
- Обсадная колонна

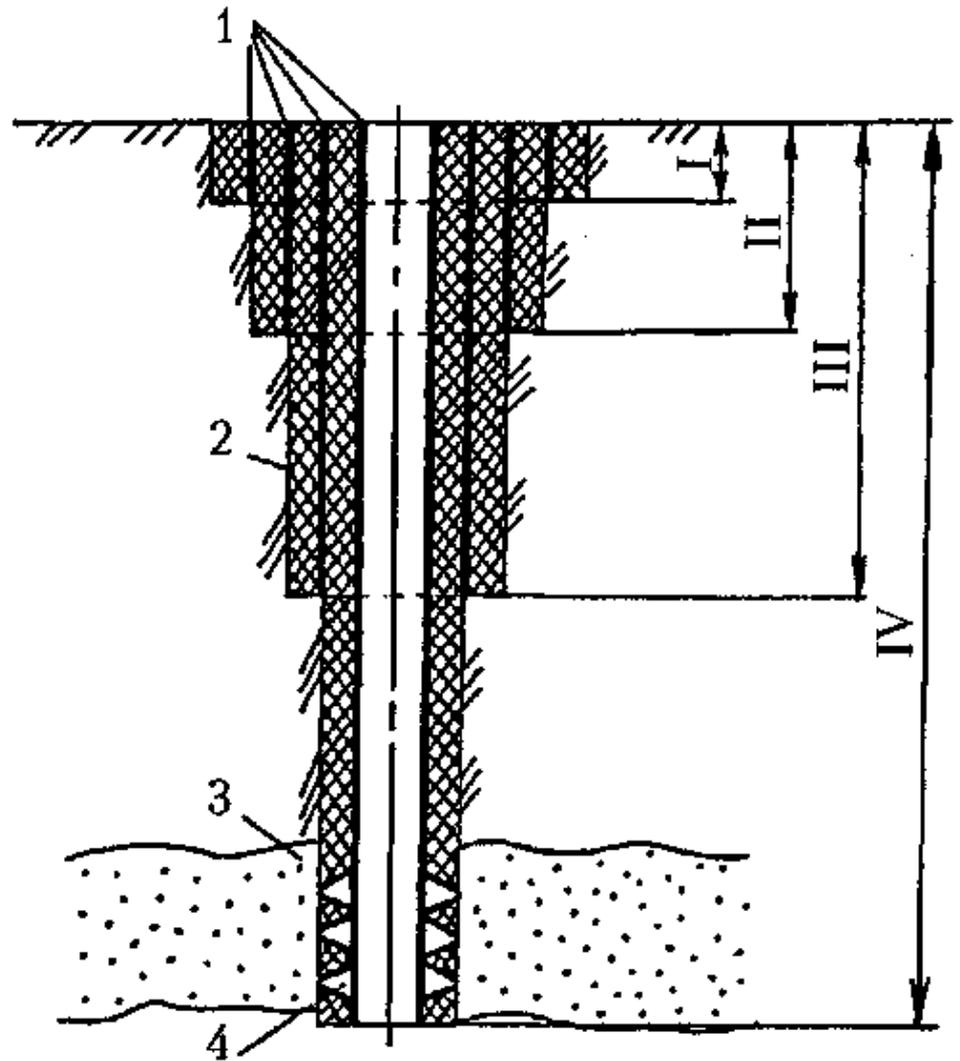
*Целевой объект  
разработки*



# Основные элементы скважины

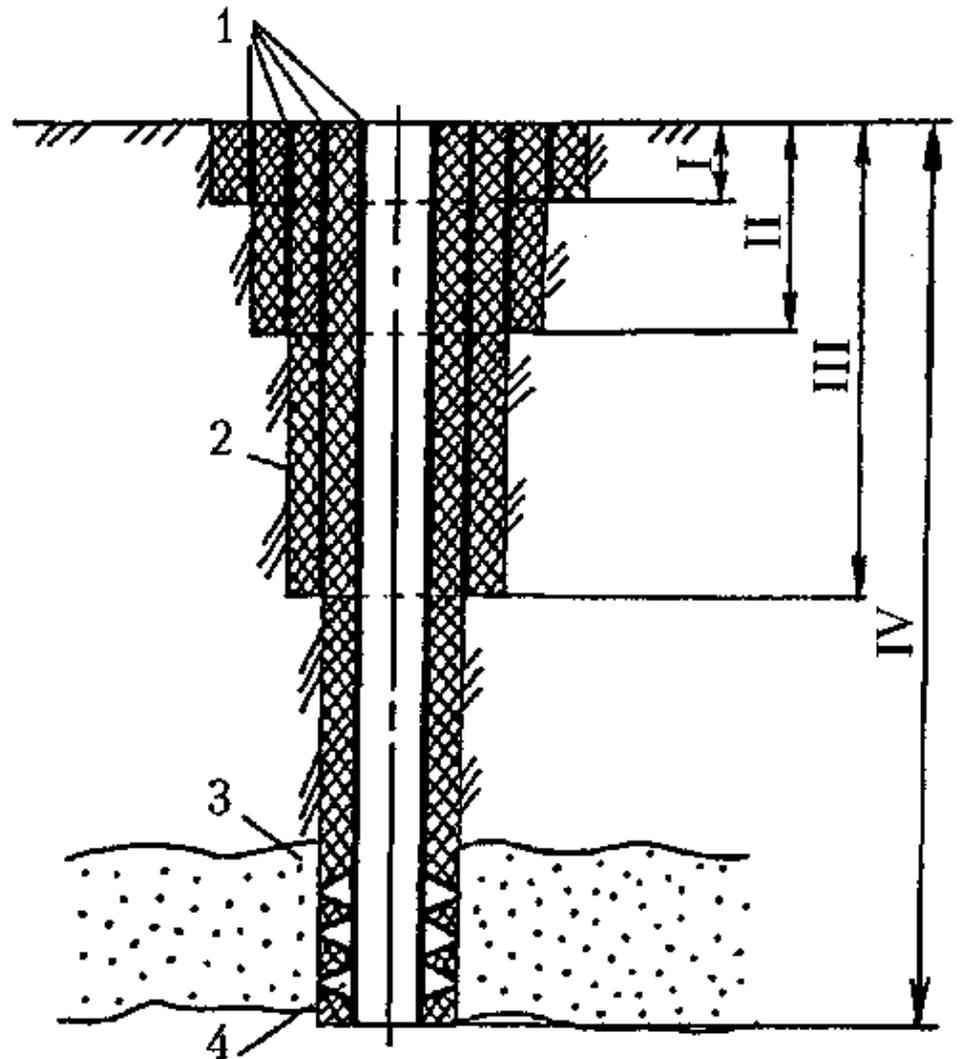
- Устье
- Ствол
- Забой
- Зона перфорации
- Продуктивный пласт
- Цементный камень
- **Обсадная колонна**

*Металлическая труба,  
обеспечивающая  
устойчивость стенок  
скважины*



# Основные элементы скважины

- Устье
- Ствол
- Забой
- Зона перфорации
- Продуктивный пласт
- **Цементный камень**
- Обсадная колонна



*Средство для  
герметизации  
кольцевого  
пространства обсадной  
колонны*

**ТЕМА 4.**  
***Подземное оборудование***

# Что нужно для строительства скважины?



# Что нужно для строительства скважины?

Породоразрушающий  
инструмент

Опорно-  
центрирующие  
инструменты

Привод долота

Измерительное  
оборудование

Геонавигационное  
оборудование

Бурильные трубы

Технологическая  
оснастка

Противоаварийное  
оборудование



**Зачем необходим породоразрушающий  
инструмент?**

# Что нужно для строительства скважины?

Породоразрушающий инструмент

- Разрушение горных пород
- Отбор керна (проб горных пород)
- Фрезерование
- Калибровка стенок скважины

Опорно-центрирующие инструменты

Привод долота

Измерительное оборудование

Шарошечные

PDC

Алмазные

Лопастные

Геонавигационное оборудование

Буровые головки

Долота

Бурильные трубы

Технологическая оснастка

Противоаварийное оборудование

**Зачем необходим породоразрушающий инструмент?**

# Что нужно для строительства скважины?

Породоразрушающий  
инструмент

Опорно-  
центрирующие  
инструменты

Привод долота

Измерительное  
оборудование

Геонавигационное  
оборудование

Бурильные трубы

Технологическая  
оснастка

Противоаварийное  
оборудование



# Что нужно для строительства скважины?

Породоразрушающий  
инструмент

Опорно-  
центрирующие  
инструменты

Привод долота

Измерительное  
оборудование

Геонавигационное  
оборудование

Бурильные трубы

Технологическая  
оснастка

Противоаварийное  
оборудование



**Зачем необходим опорно-центрирующий  
инструмент?**

# Что нужно для строительства скважины?

Породоразрушающий  
инструмент

Опорно-  
центрирующие  
инструменты

Привод долота

Измерительное  
оборудование

Геонавигационное  
оборудование

Бурильные трубы

Технологическая  
оснастка

Противоаварийное  
оборудование

- Центровка инструмента в скважине
- Придание жесткости инструменту



**Зачем необходим опорно-центрирующий  
инструмент?**

# Что нужно для строительства скважины?

Породоразрушающий  
инструмент

Опорно-  
центрирующие  
инструменты

Привод долота

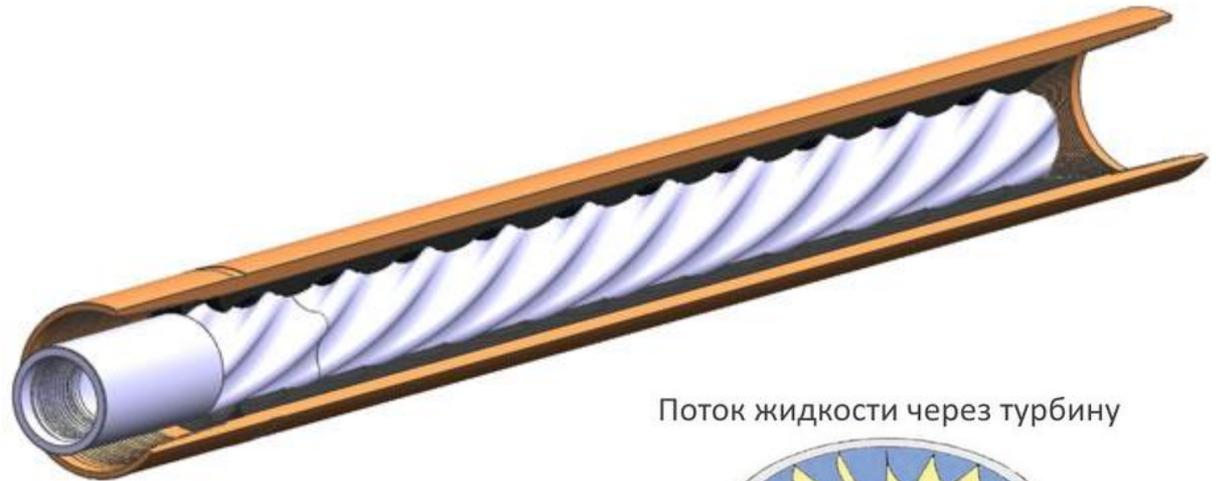
Измерительное  
оборудование

Геонавигационное  
оборудование

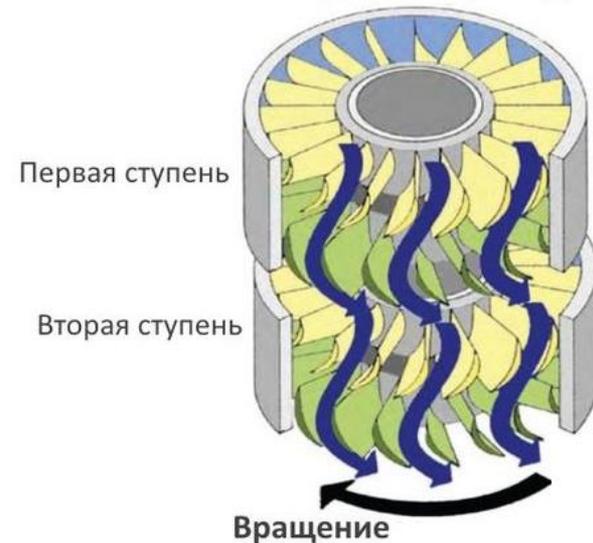
Бурильные трубы

Технологическая  
оснастка

Противоаварийное  
оборудование



Поток жидкости через турбину



**Зачем необходим привод долота?**

# Что нужно для строительства скважины?

Породоразрушающий инструмент

Опорно-центрирующие инструменты

Привод долота

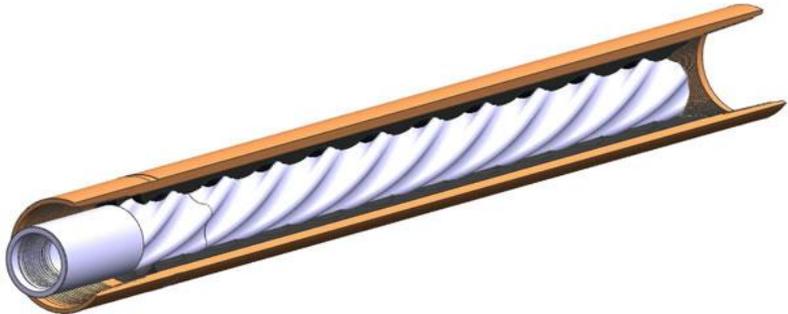
Измерительное оборудование

Геонавигационное оборудование

Бурильные трубы

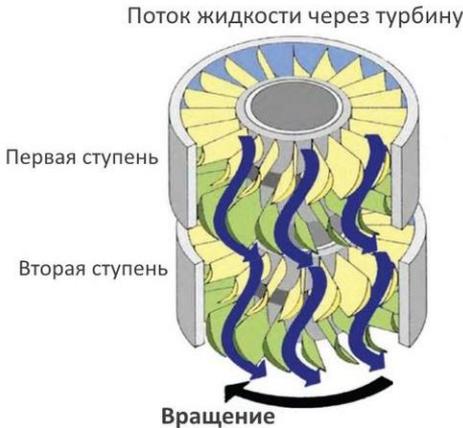
Технологическая оснастка

Противоаварийное оборудование



- Создание вращательного момента на долоте

Гидравлические забойные двигатели



Зачем необходим привод долота?

# Что нужно для строительства скважины?

Породоразрушающий  
инструмент

Опорно-  
центрирующие  
инструменты

Привод долота

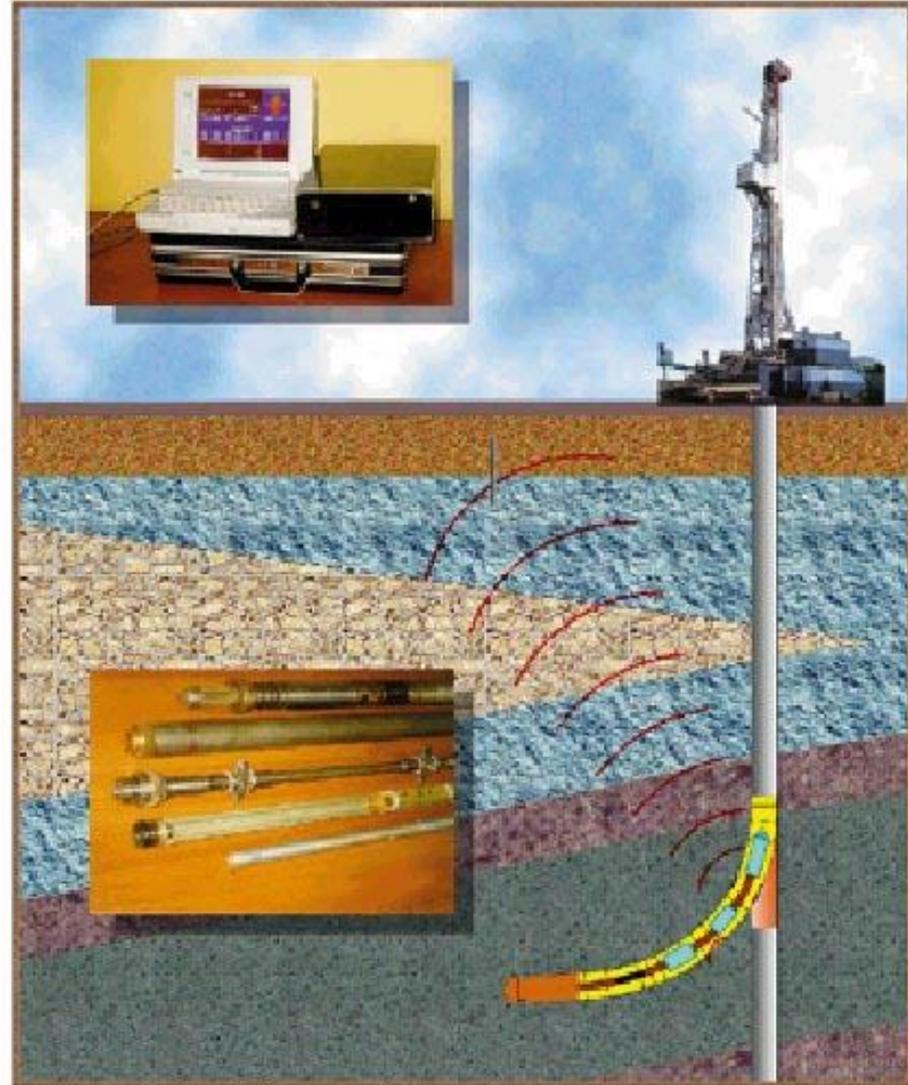
Измерительное  
оборудование

Геонавигационное  
оборудование

Бурильные трубы

Технологическая  
оснастка

Противоаварийное  
оборудование



**Зачем необходимо измерительное  
оборудование?**

# Что нужно для строительства скважины?

Породоразрушающий инструмент

Опорно-центрирующие инструменты

Привод долота

Измерительное оборудование

Геонавигационное оборудование

Бурильные трубы

Технологическая оснастка

Противоаварийное оборудование



- Контроль траектории скважины
- Контроль геологического разреза
- Анализ забойных условий
- Оценка технического состояния оборудования

Телеметрические системы

**Зачем необходимо измерительное оборудование?**

# Что нужно для строительства скважины?

Породоразрушающий  
инструмент

Опорно-  
центрирующие  
инструменты

Привод долота

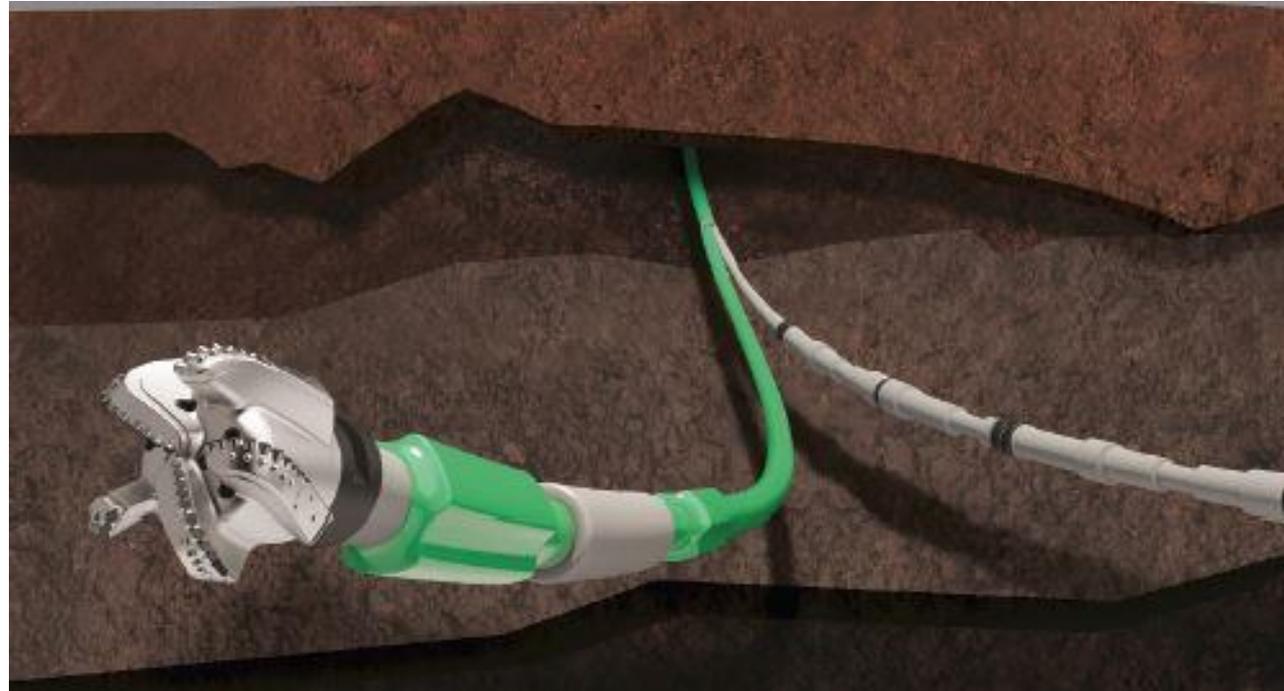
Измерительное  
оборудование

Геонавигационное  
оборудование

Бурильные трубы

Технологическая  
оснастка

Противоаварийное  
оборудование



**Зачем необходимо геонавигационное  
оборудование?**

# Что нужно для строительства скважины?

Породоразрушающий инструмент

Опорно-центрирующие инструменты

Привод долота

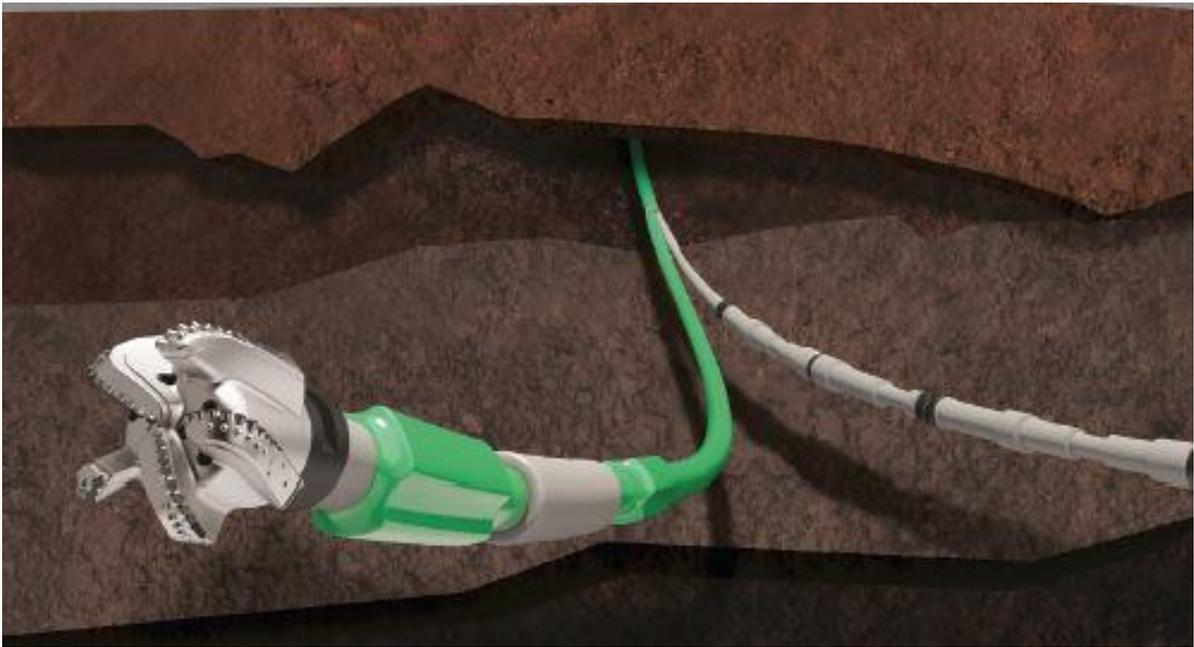
Измерительное оборудование

Геонавигационное оборудование

Бурильные трубы

Технологическая оснастка

Противоаварийное оборудование



- Изменение направления траектории скважины

Отклонители одноразовые

Отклонители постоянного действия

Управляемые

Неуправляемые

**Зачем необходимо геонавигационное оборудование?**

# Что нужно для строительства скважины?

Породоразрушающий  
инструмент

Опорно-  
центрирующие  
инструменты

Привод долота

Измерительное  
оборудование

Геонавигационное  
оборудование

**Бурильные трубы**

Технологическая  
оснастка

Противоаварийное  
оборудование



**Зачем необходимы бурильные трубы?**

# Что нужно для строительства скважины?

Породоразрушающий инструмент

Опорно-центрирующие инструменты

Привод долота

Измерительное оборудование

Геонавигационное оборудование

**Бурильные трубы**

Технологическая оснастка

Противоаварийное оборудование



Утяжеленные

Стальные

- Создание сообщения «поверхность – забой»
- Обеспечение движения промывочной жидкости к долоту
- Создание нагрузки на долото
- Передача вращения к долоту

Ведущие

Легкосплавные

**Зачем необходимы бурильные трубы?**

# Что нужно для строительства скважины?

Породоразрушающий  
инструмент

Опорно-  
центрирующие  
инструменты

Привод долота

Измерительное  
оборудование

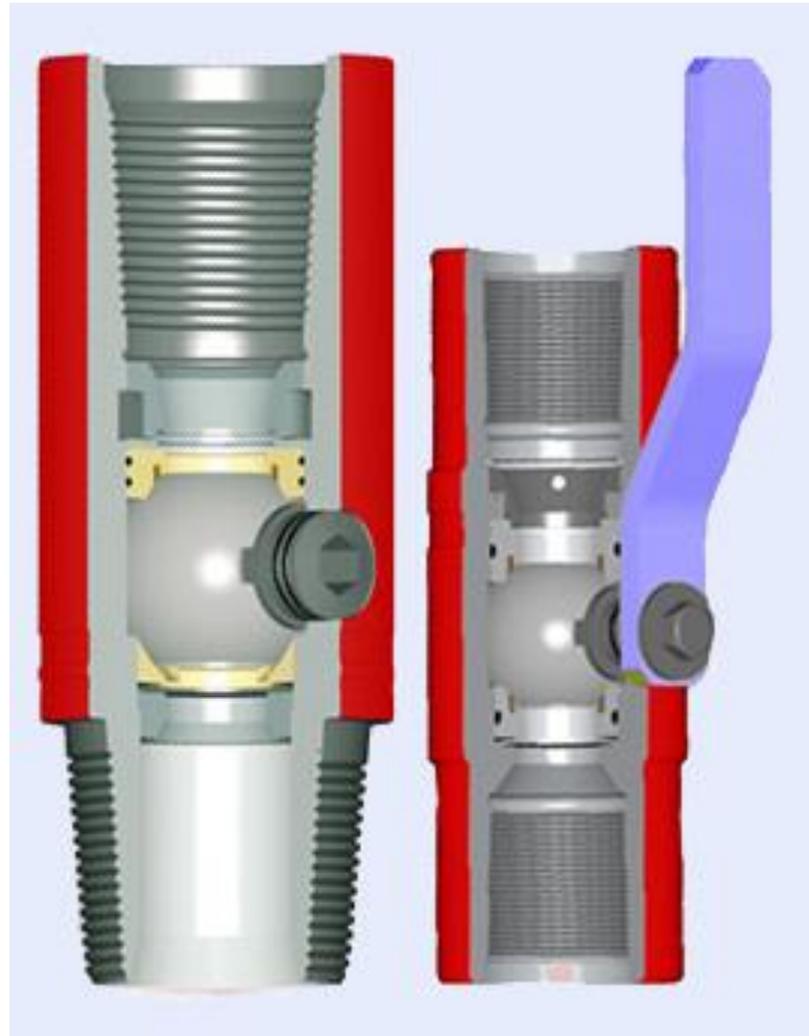
Геонавигационное  
оборудование

Бурильные трубы

Технологическая  
оснастка

Противоаварийное  
оборудование

Зачем необходимы технологическая  
оснастка и противоаварийное  
оборудование?



# Что нужно для строительства скважины?

Породоразрушающий инструмент

Опорно-центрирующие инструменты

Привод долота

Измерительное оборудование

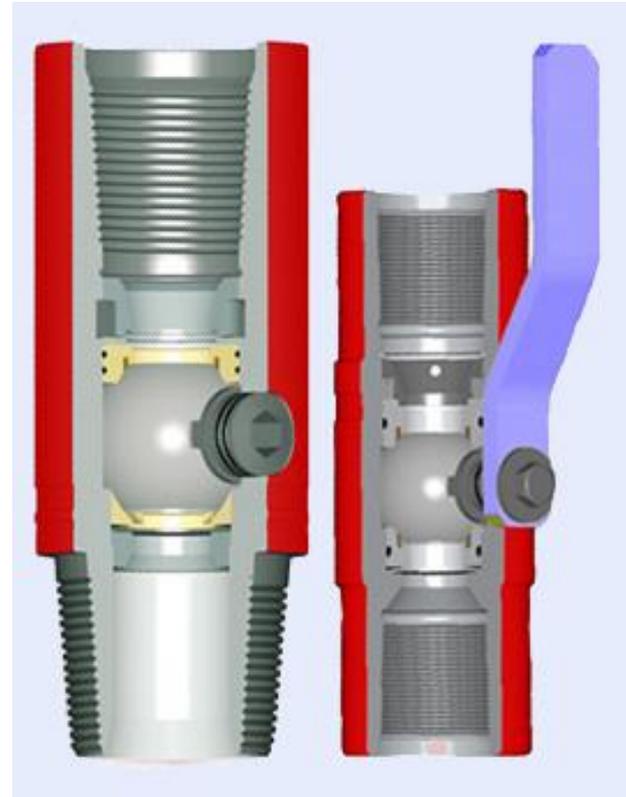
Геонавигационное оборудование

Бурильные трубы

Технологическая оснастка

Противоаварийное оборудование

**Зачем необходимы технологическая оснастка и противоаварийное оборудование?**



- Контроль движения жидкости в скважине
- Оперативное предотвращение аварий и осложнений
- Контроль давлений в бурильных трубах

**ТЕМА 5.**  
***Интересные факты.***

# ФАКТЫ о бурении

Глубина скважин колеблется от десятков метров до **12 262** м (**Кольская сверхглубокая СГ-3**)



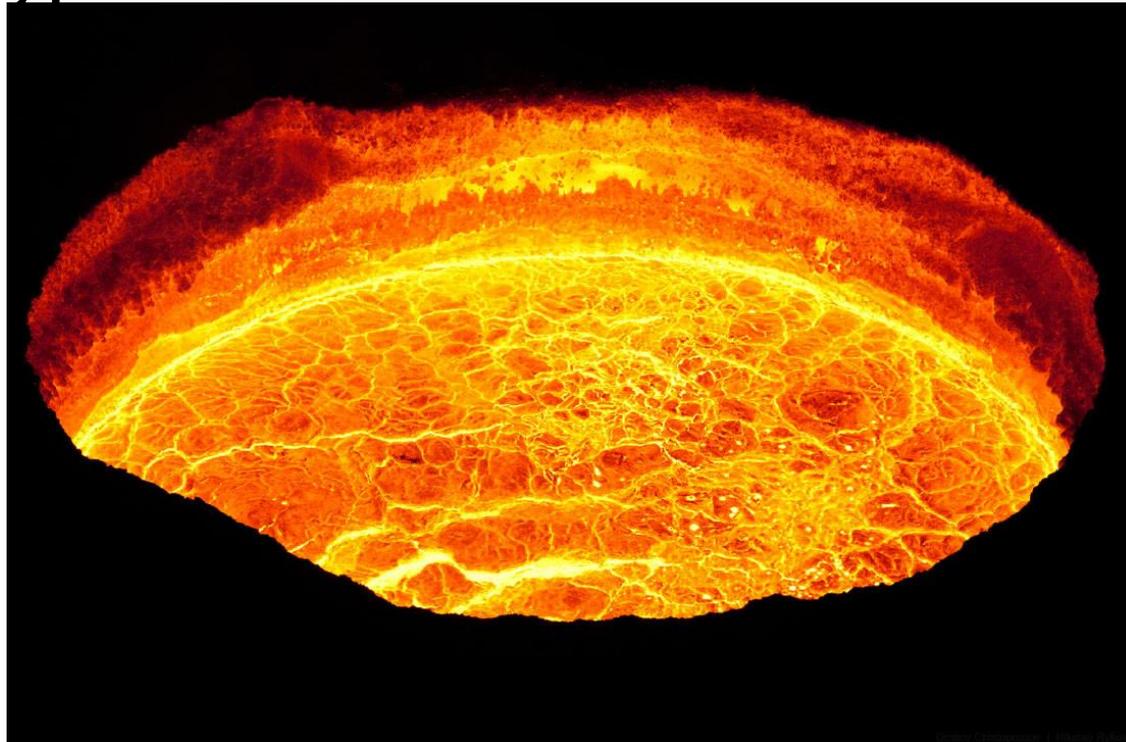
# ФАКТЫ о бурении

Эксплуатационная скважина **О-14** имеет самую большую в мире глубину по стволу – **13 500 метров** и горизонтальный участок ствола длиной **12 033 метра**. Она пробурена в направлении крайней юго-восточной оконечности месторождения с буровой платформы «Орлан».



## ФАКТЫ о бурении

На контакте долота и горной породы температуры достигают до **1000 - 2000** градусов Цельсия, что сравнимо с температурой плавления стали



# ФАКТЫ о бурении

Стоимость нефтяной скважины может колебаться от **1** до **30** миллионов долларов



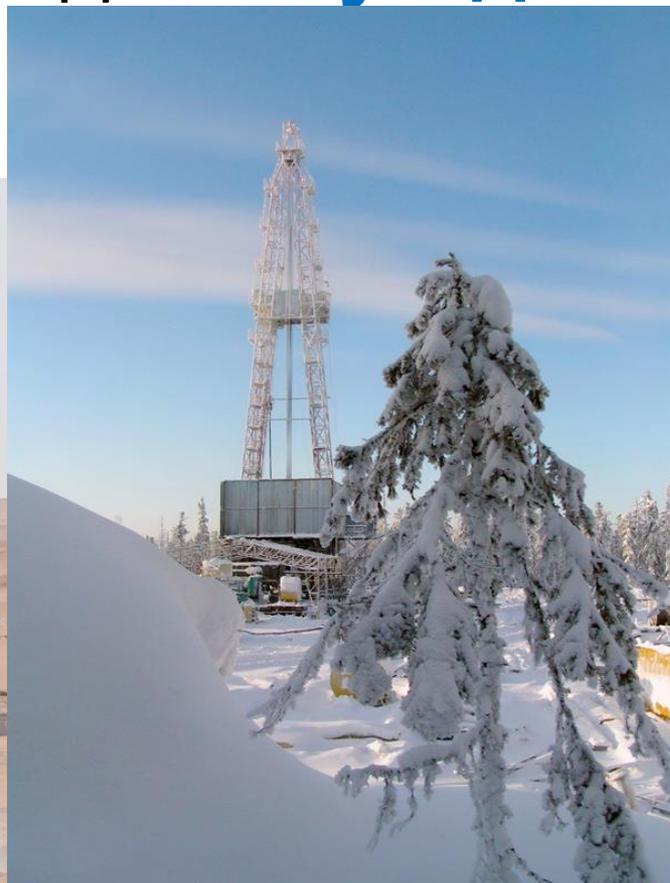
# ФАКТЫ о бурении

Чистый убыток компании **BP** по итогам 2010 года (авария в Мексиканском заливе) составил около **4** миллиардов долларов



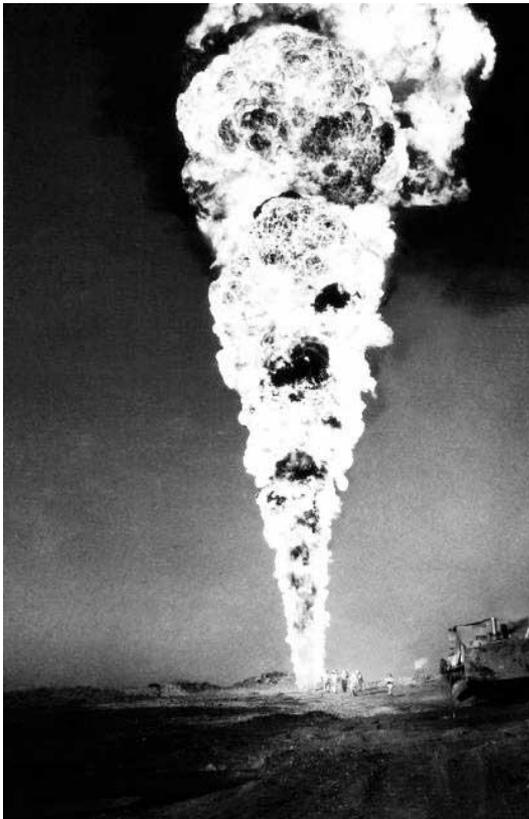
# ФАКТЫ о бурении

Буровики работают в климатических условиях от **-60** до **+50** градусов по Цельсию вахтами от **7** дней до **полугода**



# Бурение – это схватка со СТИХИЕЙ!

**Тенгиз 37:** 23 июня 1985 года на скважине № 37 с глубины более 4 километров произошел выброс нефти и газа в атмосферу. Горящий столб поднимался на высоту 200 метров. Работы по глушению гигантского пожара продолжались больше года и завершились только в июле 1986 года. Было испробовано множество способов погасить пламя, скважину удалось заглушить с помощью направленного взрыва изнутри.



# Бурение – это схватка со СТИХИЕЙ!

**Deepwater Horizon** (дословно «Глубоководный Горизонт») — полупогружная нефтяная платформа сверхглубоководного бурения с системой динамического позиционирования, построенная в 2001 году. Судно находилось в Миссисипском каньоне в центральной части Мексиканского залива южнее Луизианы в процессе цементировании скважины для ВР, которая не успевала дать скважину в срок. 20 апреля 2010 года платформа взорвалась и загорелась. Несмотря на попытки потушить пожар, она затонула 22 апреля на глубине 1500 м. На момент взрыва на борту находилось 126 человек. 115 человек было спасено, из которых 17 человек получили поражения различной степени тяжести. 11 человек пропало без вести и считаются погибшими. Гибель *Deepwater Horizon* повлекла за собой крупнейшую экологическую катастрофу. По оценкам, из запечатанной скважины на поверхность Мексиканского залива вытекала нефть в объёме до 5 тыс. баррелей (около 700 тонн) в сутки. Утечка нефти была остановлена 4 августа 2010 года благодаря гидростатическому давлению закачаных в аварийную скважину бурового раствора и цемента. Для полной герметизации скважины было необходимо бурение разгрузочных скважин, и 2 мая было начато бурение первой скважины, а 16 мая — второй. Бурение разгрузочной скважины происходило в 30,5 м от аварийной скважины. 17 сентября 2010 года были завершены работы по бурению разгрузочной скважины, 18 сентября через эту скважину началась закачка цемента и 19 сентября 2010 года было объявлено об окончательной герметизации повреждённой скважины и остановке утечки нефти.



# Бурение – это схватка со СТИХИЕЙ!

**Карачаганак. 21 июня 1991 года. Взрыв и огонь до небес.** В ночь на 21 июня 1991 года жители близлежащего поселка Тунгуш проснулись от страшного взрыва, они же первыми заметили пламенный фонтан и почувствовали невыносимый запах тухлых яиц который доносился со стороны Карачаганакского месторождения. Вырвавшийся наружу сероводород сразу же распространился по оврагам, низинам и лощинам, проник в дома. В течение длительного времени люди страдали от головных болей и других недугов. Эта авария стала точкой отсчета в многочисленных страданиях жителей поселка. В последующем проблемы со здоровьем в результате влияния месторождения у тунгушцев лишь усугублялись. И в итоге властям пришлось переселить сельчан в безопасное место.

Карачаганак – это уникальное месторождение по многим параметрам — ну кроме того , размеров, оно еще и трехуровневое – сверху идет газ, затем конденсат, а внизу нефть, причем все под избыточным давлением и добыча идет фонтанным способом. Глубина залегания 3600-5150 м. Давление – 505 атмосфер.

Взрыв на скважине №321 Карачаганакского месторождения случился из-за нарушения техники безопасности при бурении. На глубине свыше 5 тысяч метров произошло поглощение глинистого раствора, что привело к резкому снижению давления. Газ с огромной силой вырвался наружу и загорелся. Пожар происходил при очень высокой температуре. Причиной трагедии могла послужить сама технология бурения наклонным способом. Есть еще версия, что авария случилась из-за того, что при бурении применили раствор несоответствующей концентрации.



# Бурение – это схватка со СТИХИЕЙ!

**Дарваза или «Врата Ада»:** В 1971 году возле деревни Дарваза в Туркменистане советские геологи обнаружили скопление подземного газа. В результате раскопок и бурения разведочной скважины геологи наткнулись на подземную каверну (пустоту), из-за чего земля провалилась и образовалась большая дыра, наполненная газом. Буровая вышка со всем оборудованием и транспортом провалилась в образовавшуюся дыру, люди при этом инциденте не пострадали. Чтобы вредные для людей и скота газы не выходили наружу, их решили поджечь. Геологи предполагали, что пожар через несколько дней потухнет, но ошиблись. С 1971 года природный газ, выходящий из кратера, непрерывно горит днём и ночью. Находится в 90 км от аула Ербент. Диаметр кратера составляет приблизительно 60 метров, глубина — около 20 метров.



**Спасибо за внимание!!!**