

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Институт природных ресурсов
Кафедра бурения скважин



Монтаж и эксплуатация бурового оборудования

Курс лекций

Автор: Епихин А.В.
ст. преп. каф. бурения скважин

Томск-2015 г.



Модуль 1

Лекция №4

- ***Телеметрические системы и другое забойное оборудование для контроля процесса бурения***
- ***Проектирование телеметрических систем для сооружения скважины***

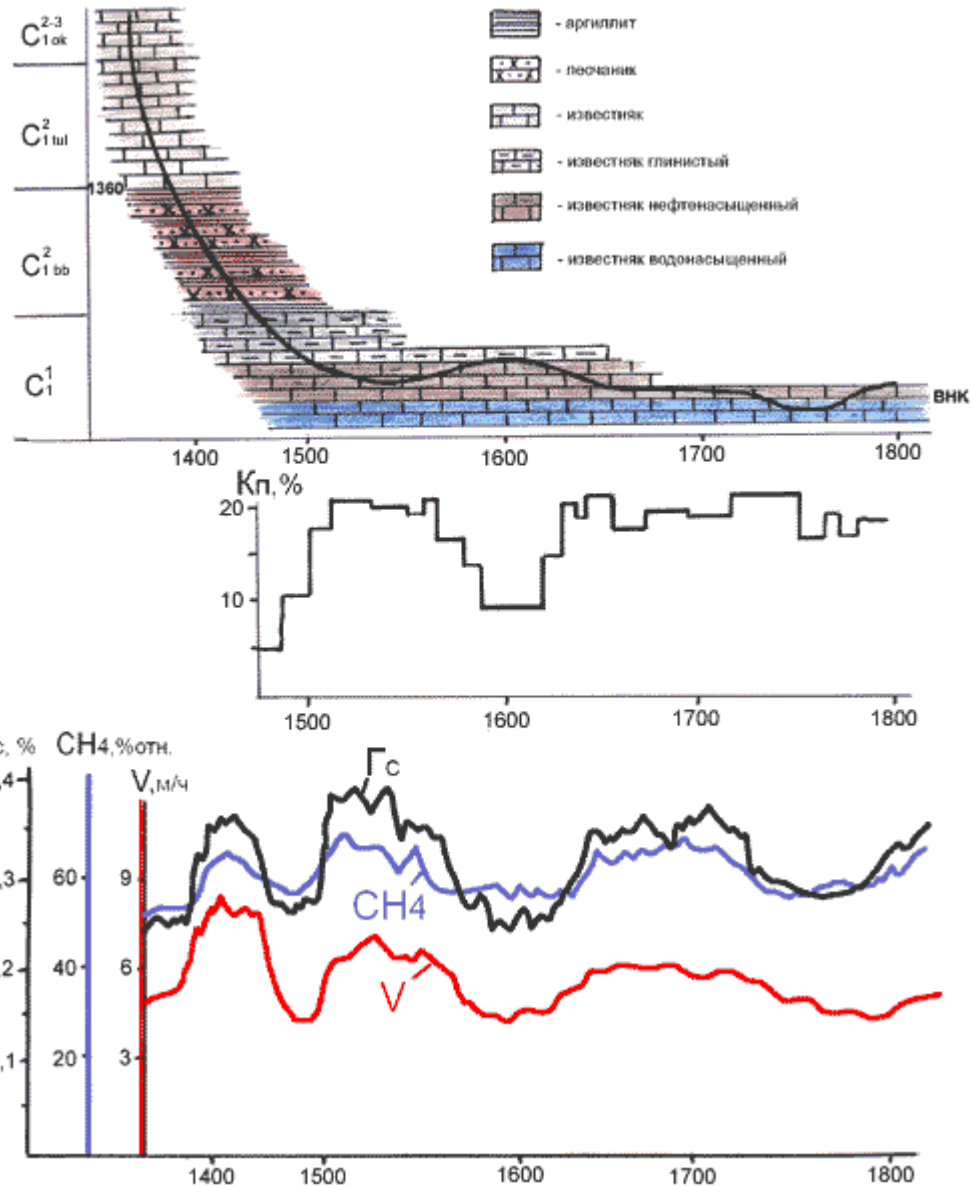


ТЕМА 1.

Телеметрические системы и другое забойное оборудование для контроля процесса бурения



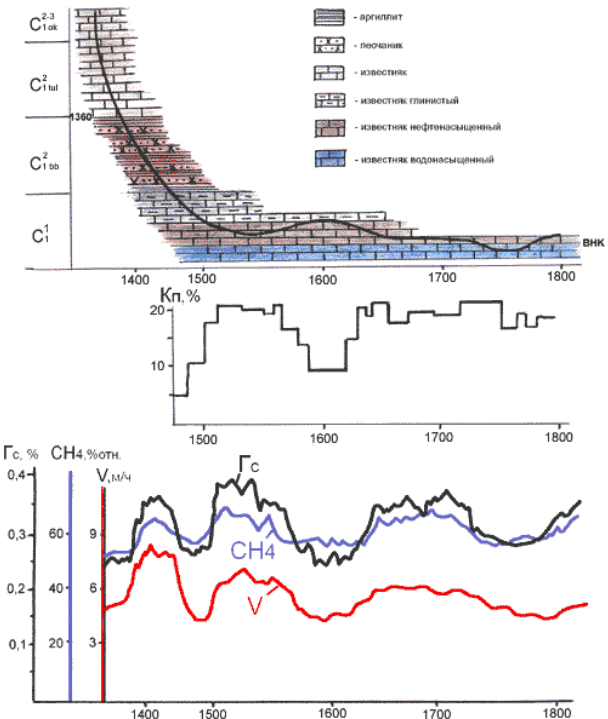
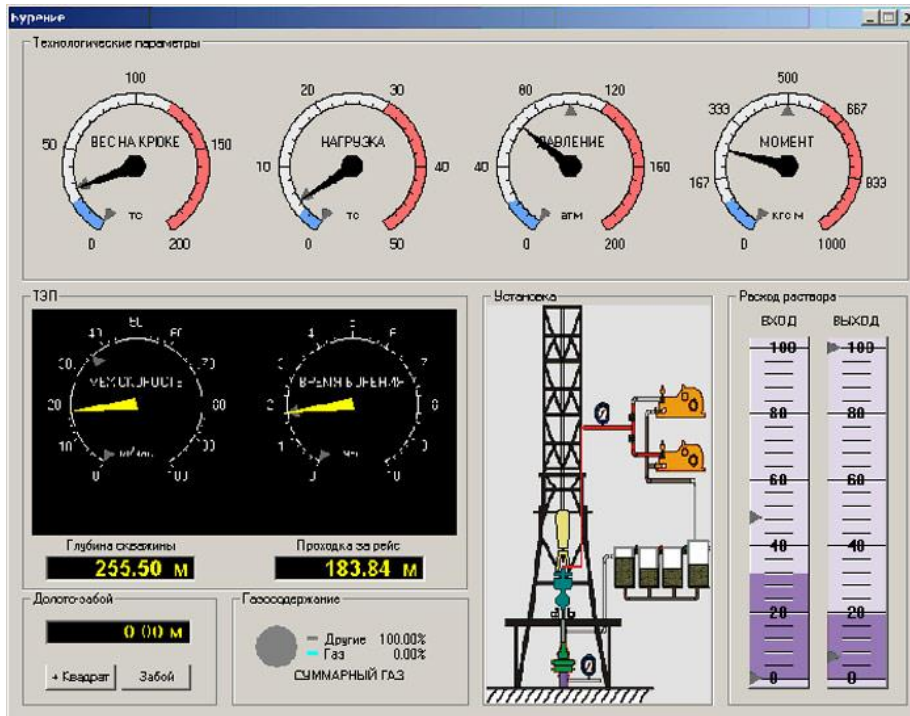
Какие параметры процесса бурения на забое нужно контролировать?





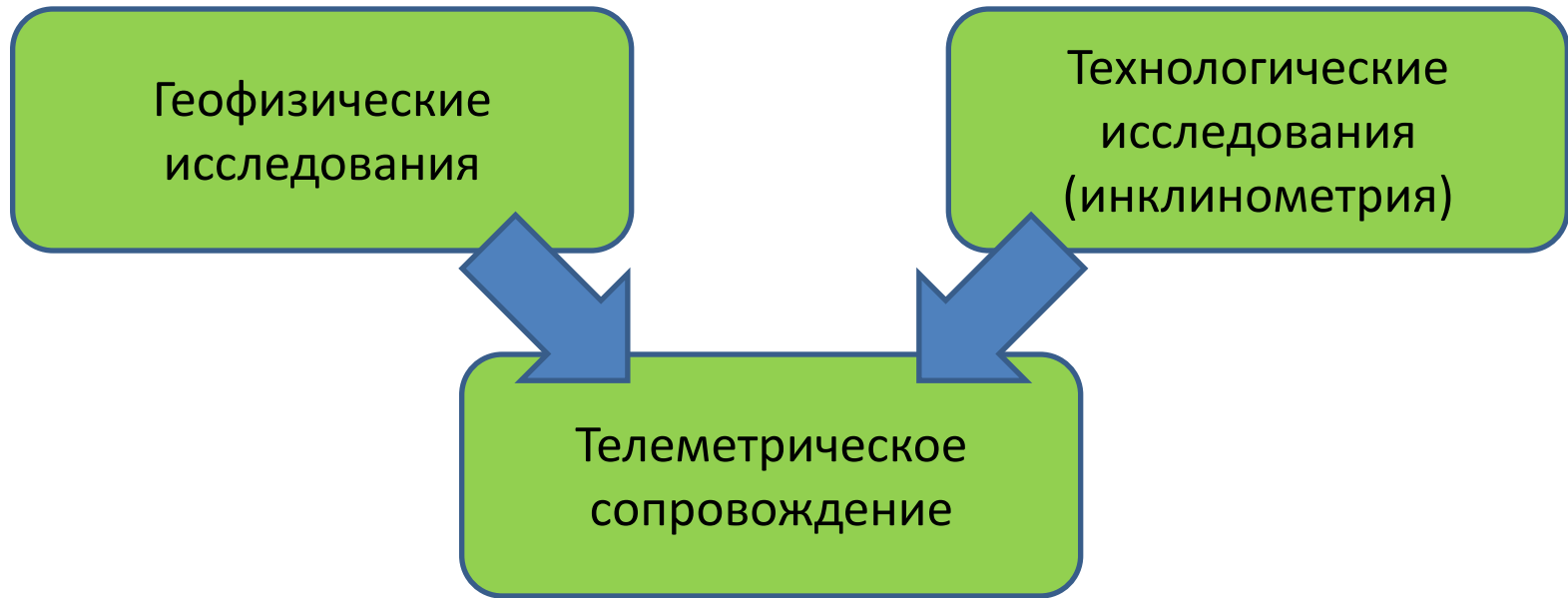
Какие параметры процесса бурения на забое нужно контролировать?

- пространственное положение инструмента и параметры траектории скважины;
- состав геологического разреза;
- параметры режима бурения;
- техническое состояние бурового оборудования.





Эволюция систем сопровождения процесса бурения





Предпосылки

- **1950е** гг. – создание проводного канала связи «забой-устье» для контроля частоты вращения турбобура (отказы турбобура на мощностях, близких к максимальным).
- **1960е** гг. – развитие электробуров с наличием инклинометрического датчика в составе.
- **1960е** гг. – появление первых вариантов беспроводного электромагнитного канала связи
- **1950-1960е** гг. – разработка гидротурботахометра для контроля частоты вращения турбобура – предпосылка гидравлического канала связи.
- **Гидротурботахометр** – был единственным источником связи «устье-забой» на Кольской сверхглубокой скважине СГ-1 (при глубинах более 10 км).



Первый опыт

- Первые практические разработки по телеметрическим системам измерений с использованием импульсов, передаваемых на поверхность через буровой раствор, были созданы в **50-х** годах.
- Спустя более **20** лет, в **1978** г. в результате интенсивных работ, проводимых в **США**, была создана серийная модель телеметрической системы (ТС) для измерения скважинных параметров, которая была отработана в промышленных условиях.
- В **СССР** были разработаны телеметрические системы СТЭ, СТТ с электропроводным каналом связи, телесистемы ЗИТ, ЗИС -4м с электромагнитным каналом связи, телесистемы ГИТ с гидравлическим каналом связи, прошедшие предварительные испытания в скважине Бориславского УБР "Укрнефть", а позднее телесистемы ТСГК ВНИПИморнефтегаза, также с гидравлическим каналом связи.



Классификация телеметрических систем

По каналу связи

По непрерывности передачи информации

По скорости передачи информации

По способу представления информации

По дальности передачи информации

По целевому назначению

По составу первичных преобразователей информации



Классификация телеметрических систем

По каналу связи

**По непрерывности
передачи информации**

По скорости передачи
информации

По способу представления
информации

По дальности передачи
информации

По целевому
назначению

По составу первичных
преобразователей информации

Непрерывная

При остановках
бурения

При остановках
циркуляции

Комбинированная



Классификация телеметрических систем

По каналу связи

По непрерывности передачи информации

По скорости передачи информации

По способу представления информации

По дальности передачи информации

По целевому назначению

По составу первичных преобразователей информации

Высокая (10 бит/с)

Удовлетворительная (до 10 бит/с)

Средняя (до 4 бит/с)

Малая (0,5-2 бит/с)



Классификация телеметрических систем

По каналу связи

По непрерывности передачи информации

По скорости передачи информации

По способу представления информации

По дальности передачи информации

По целевому назначению

По составу первичных преобразователей информации

Выносной пульт бурильщика с цифровой индикацией

Стойка (пульт) бурильщика (оператора) с индикацией, регистрацией и обработкой

В составе комплексных компьютеризированных систем ГТИ и КТИ

Специальный лабораторный отсек с микро-процессорной обработкой информации и выдачей данных



Классификация телеметрических систем

По каналу связи

По непрерывности передачи информации

По скорости передачи информации

По способу представления информации

По дальности передачи информации

По целевому назначению

По составу первичных преобразователей информации

Большая
(более 4,5 км)

Удовлетворительная
(до 4,5 км)

Средняя (до 3 км)

Малая (до 1,2 км)



Классификация телеметрических систем

По каналу связи

По непрерывности передачи информации

По скорости передачи информации

По способу представления информации

По дальности передачи информации

По целевому назначению

По составу первичных преобразователей информации

Инклинометрическая
(И)

Технологическая
(Т)

Геофизическая
(Г)

И+Т

И+Г

И+Г+Т



Классификация телеметрических систем

По каналу связи

По непрерывности передачи информации

По скорости передачи информации

По способу представления информации

По дальности передачи информации

По целевому назначению

По составу первичных преобразователей информации

Инклинометрическая
(И)

Технологическая
(Т)

Геофизическая
(Г)



Классификация телеметрических систем

По составу первичных преобразователей информации

Инклинометрическая
(И)

угол искривления (a)
азимут искривления (b)
угол установки
отклонителя (g)

Технологическая
(Т)

обороты турбобура (n);
давление в трубах и затрубье
(RT,R3);
разница давлений (DR);
температура в трубах и
затрубье (ТТ,ТЗ);
разница температур (DT);
нагрузка на долото (W);
момент на долоте (МД);
напряжения питания (Un)

Геофизическая
(Г)

сопротивление горных пород (rr. n) по 1-2 зондам;
гамма-активность горных пород(g-Аг. n);
виброакустический каротаж (ВАК) в виде амплитуды виброускорения;
самопроизвольная поляризация горных пород (DUc.n);
КНК;
ГГПК



Классификация телеметрических систем

По каналу связи

По непрерывности передачи информации

По скорости передачи информации

По способу представления информации

По дальности передачи информации

По целевому назначению

По составу первичных преобразователей информации

Электрический проводной

Гидравлический

По бурильным трубам

По горным породам



Классификация телеметрических систем: по каналу связи

**Электрический
проводной**

Непрерывный

Разъемный

**Смешанное
кабельное
соединение**

Достоинства:

- максимально возможная информативность,
- быстроедействие,
- многоканальность,
- помехоустойчивость,
- надежность связи,
- отсутствие забойного источника электрической энергии и мощного передатчика;
- возможность двусторонней связи;
- не требует затрат гидравлической энергии;
- может быть использован при работе с продувкой воздухом и с использованием азрированной промывочной жидкости

Недостатки:

- наличие кабеля в бурильные колонне и за ней, что создает трудности при бурении;
- затраты времени на его прокладывание;
- необходимость защиты кабеля от механических повреждений;
- невозможность вращения колонны;
- невозможность закрытия превентора при нахождении кабеля за колонной бурильных труб;
- необходимость доставки (продавки) забойного модуля или контактной муфты до места стыковки (посадки) при зенитных углах более 60 градусов с помощью продавочного устройства.



Классификация телеметрических систем: по каналу связи

Гидравлический

Излучатель давления
высокой частоты и
малой амплитуды

Излучатель давления
низкой частоты и
большой амплитуды

Упругие колебания,
возникающие при
работе бурильного
инструмента

Достоинства:

- дальность передачи,
- независимость от геологических условий.

Недостатки:

- низкая информативность из-за низкой скорости передачи,
- низкая помехоустойчивость, последовательность в передаче информации,
- необходимость в источнике электрической энергии (батареи, турбогенераторы),
- отбор гидравлической энергии для работы передатчика и турбогенератора,
- невозможность работы с продувкой воздухом и аэрированными жидкостями.



Классификация телеметрических систем: по каналу связи

**Передача по
бурильным трубам**

Электромагнитных
колебаний

Акустических
колебаний
встроенных
вибраторов

Акустических
колебаний от
спектра упругих
колебаний долота

Достоинства:

- информативность,
- простота,
- скорость.

Недостатки:

- дальность связи (зависит от проводимости и перемежаемости горных пород, затухания сигналов),
- слабая помехоустойчивость,
- сложность установки антенны в труднодоступных местах,
- невозможность использования на море.



Классификация телеметрических систем: по каналу связи

Передача по горным породам

Электрического тока
низкой частоты

Радиоволн

Достоинства:

- информативность,
- простота,
- скорость.

Недостатки:

- дальность связи (зависит от проводимости и перемежаемости горных пород, затухания сигналов),
- слабая помехоустойчивость,
- сложность установки антенны в труднодоступных местах,
- невозможность использования на море.



Конструкция телеметрической системы

Забойная часть

Канал связи

Наземная аппаратура





Конструкция телеметрической системы

Забойная часть

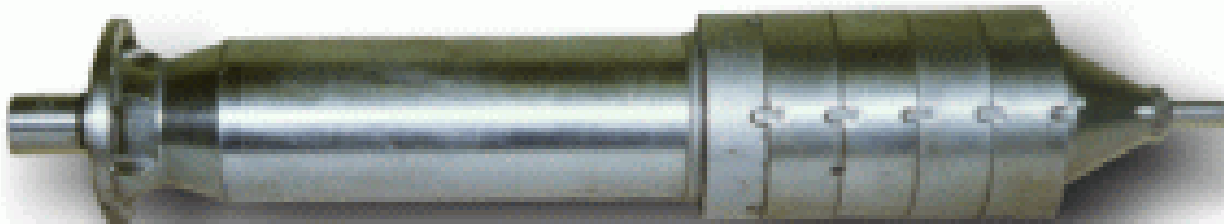
Канал связи

Наземная аппаратура

Источник питания

Батарея

Турбогенератор





Конструкция телеметрической системы

Забойная часть

Канал связи

Наземная аппаратура

Датчики

угол искривления (a)
азимут искривления (b)
угол установки
отклонителя (g)

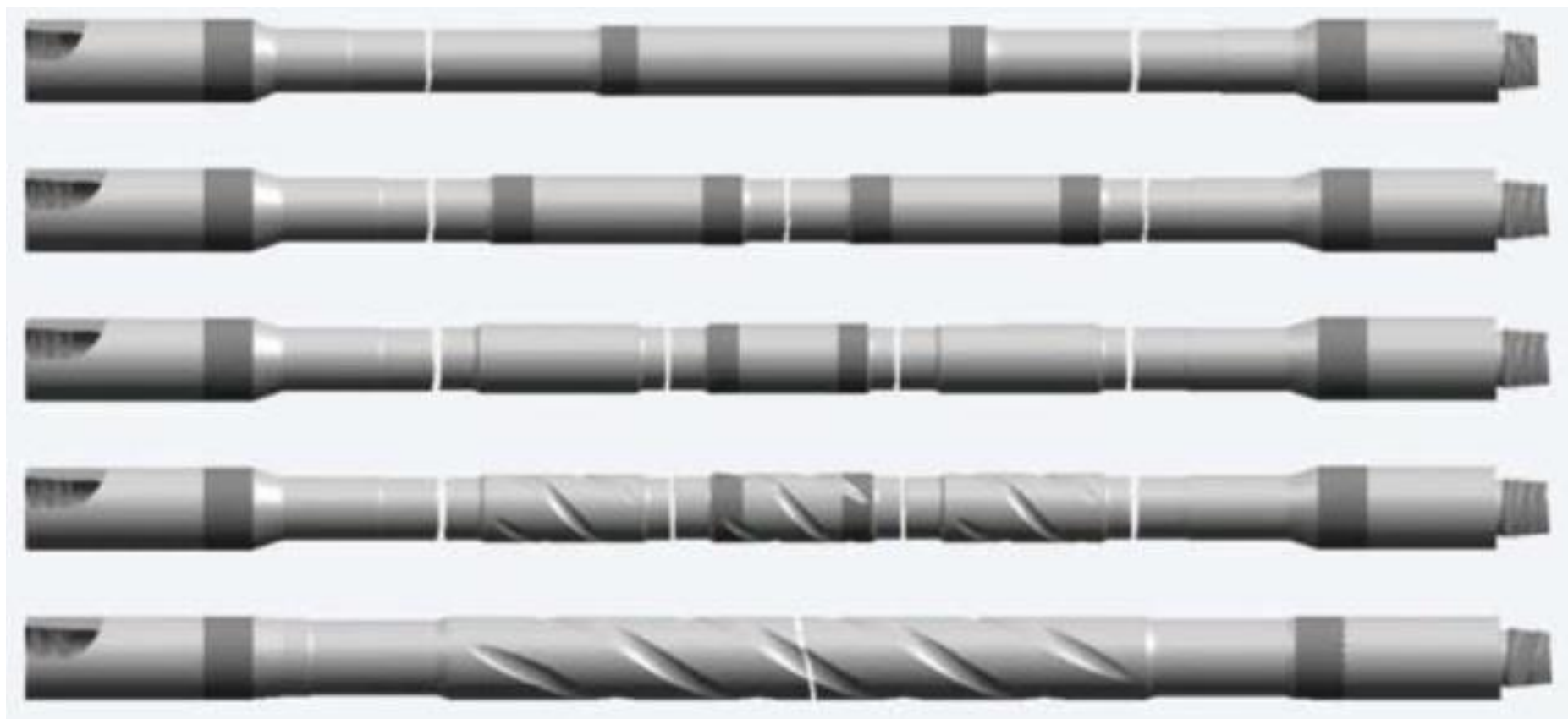
обороты турбобура (n);
давление в трубах и затрубье
(RT,R3);
разница давлений (DR);
температура в трубах и
затрубье (TT,T3);
разница температур (DT);
нагрузка на долото (W);
момент на долоте (МД);
напряжения питания (Un)

сопротивление горных пород (rr. n) по 1-2 зондам;
гамма-активность горных пород (g-Ar. n);
виброакустический каротаж (ВАК) в виде амплитуды виброускорения;
самопроизвольная поляризация горных пород (DUc.n);
КНК; ГГПК



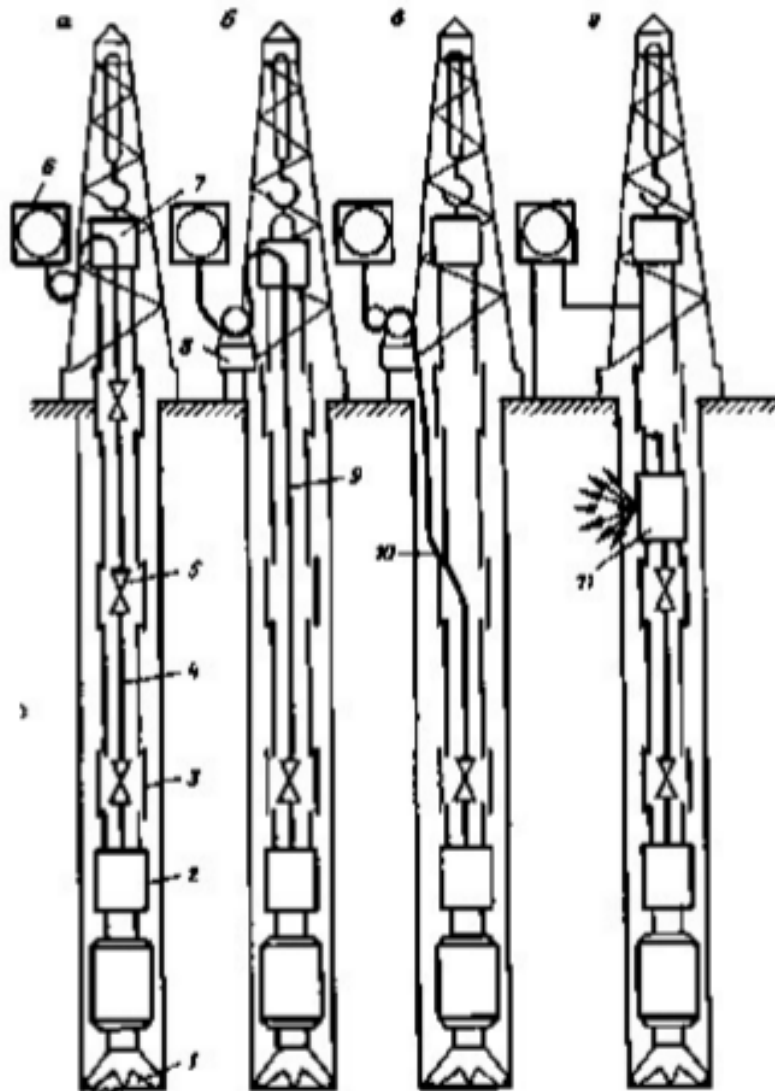
Конструкция телеметрической системы: забойная часть

Немагнитные УБТ





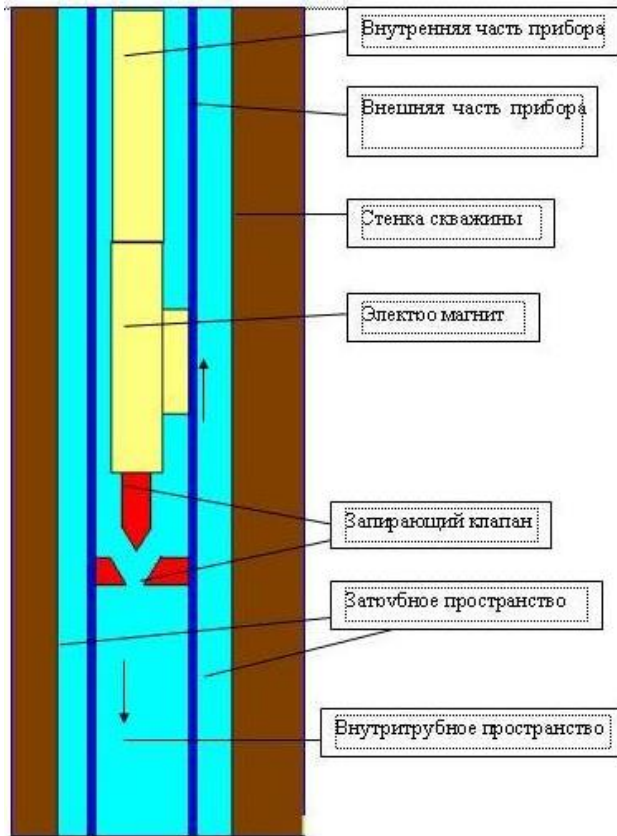
Принцип работы электропроводного канала связи



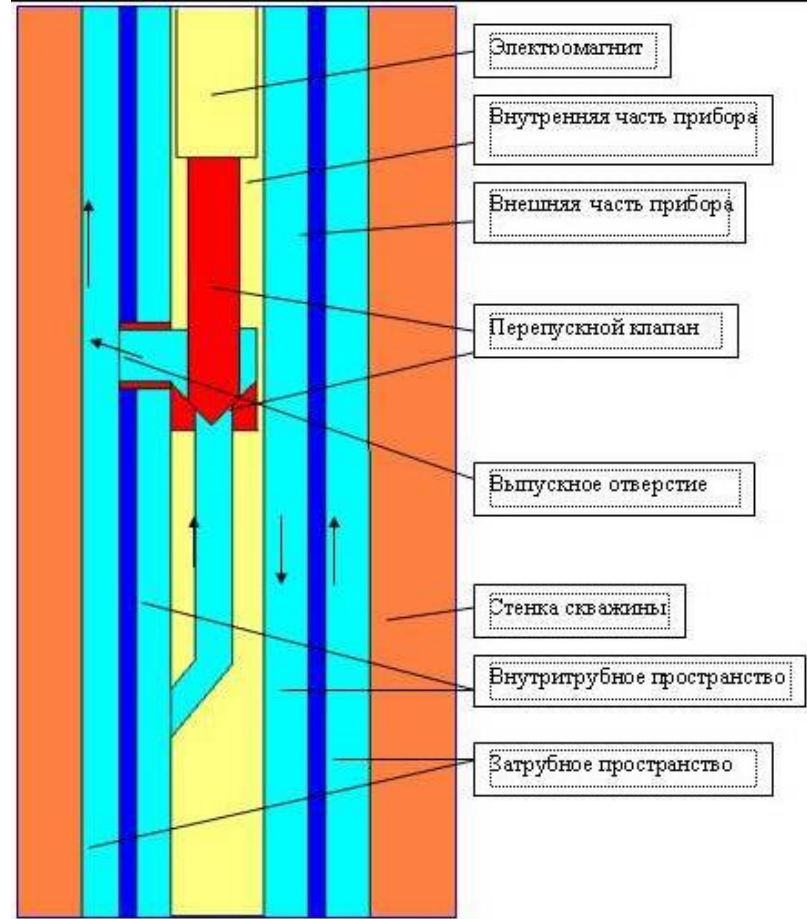
- 1 - долото;
- 2 - скважинный прибор;
- 3 - резьбовое соединение труб;
- 4 - провод;
- 5 - контактное устройство;
- 6 - наземный прибор;
- 7 - вертлюг;
- 8 - лебедка для подъема провода;
- 9 - сбросовый провод;
- 10 - вывод провода через резьбовое соединение;
- 11 - ретранслирующее устройство.



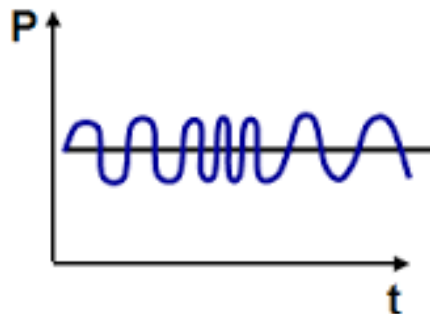
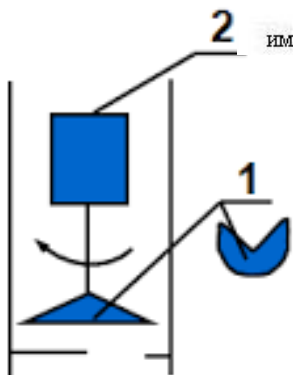
Принцип работы гидравлического канала связи



Устройство передачи сигнала (с положительным импульсом) в системе с гидравлическим каналом связи.



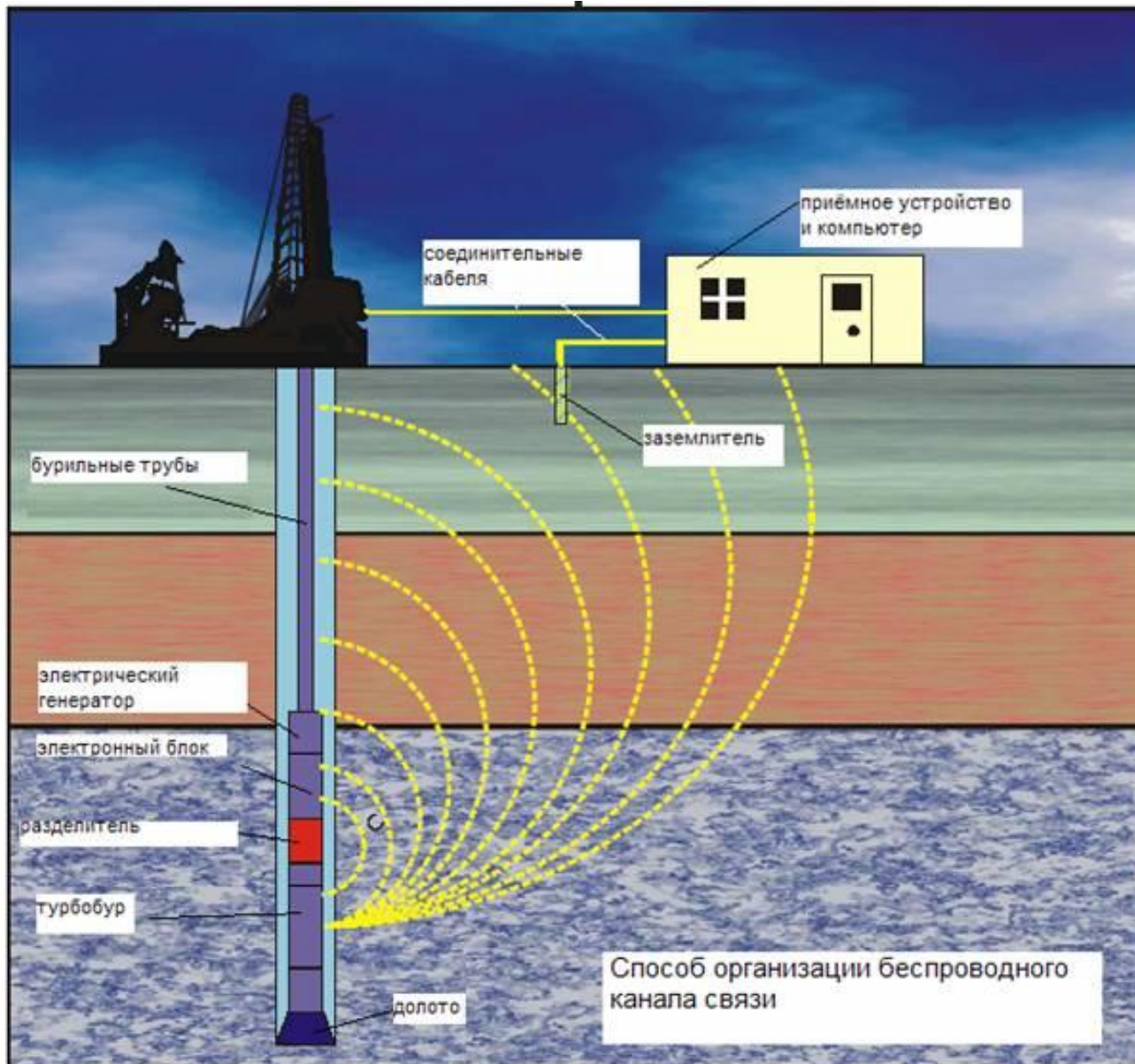
Устройство передачи сигнала (с отрицательным импульсом) в системе с гидравлическим каналом связи.



Устройство передачи сигнала с импульсом типа «Сирена»

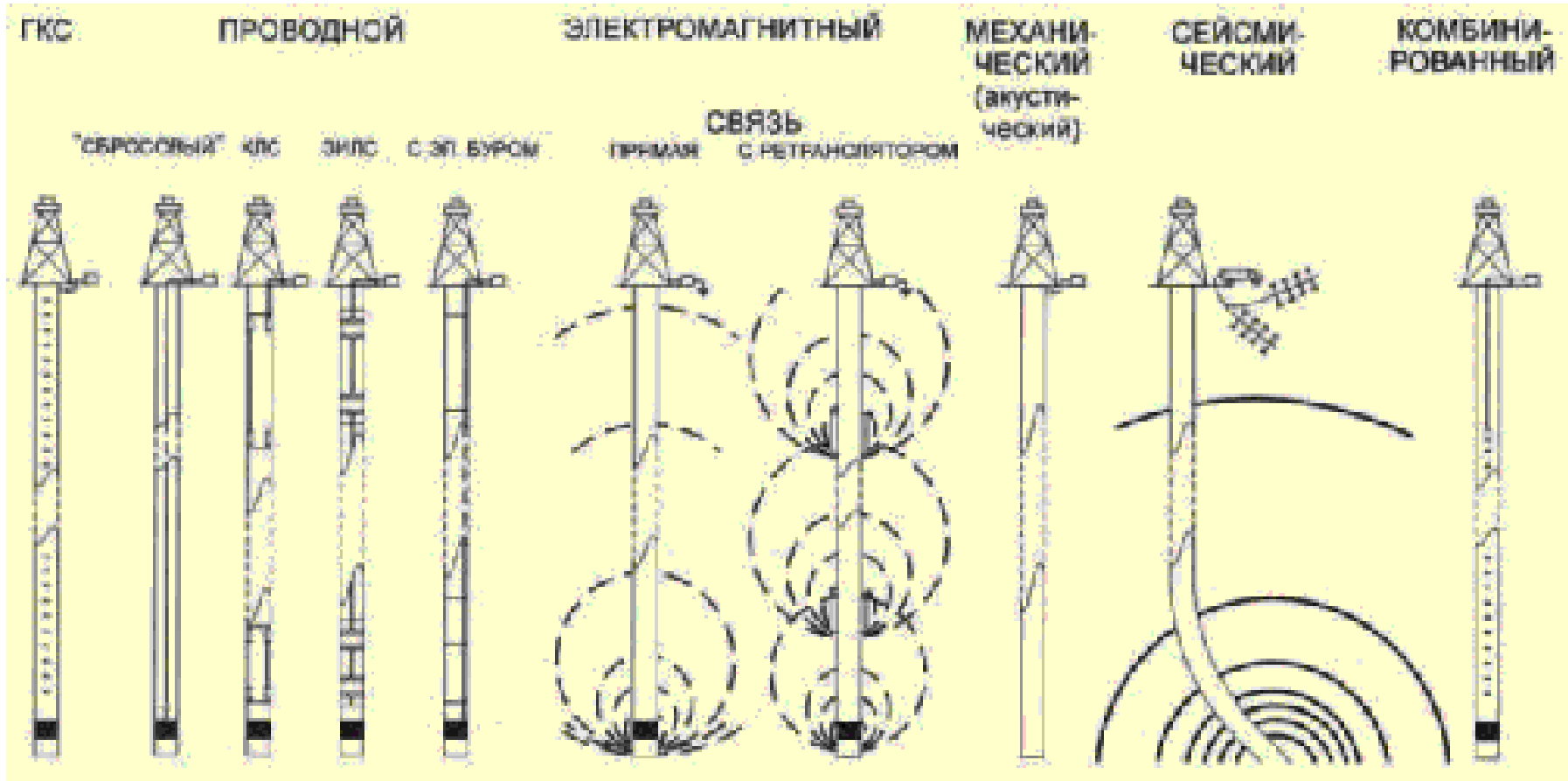


Принцип работы электромагнитного канала связи





Конструкция телеметрической системы: каналы связи «забой-устье»





Конструкция телеметрической системы: наземная аппаратура

Универсальный наземный блок

Пульт бурильщика

Персональный компьютер

Прибор скважинный



Наземный пульт оператора



Пульт бурильщика

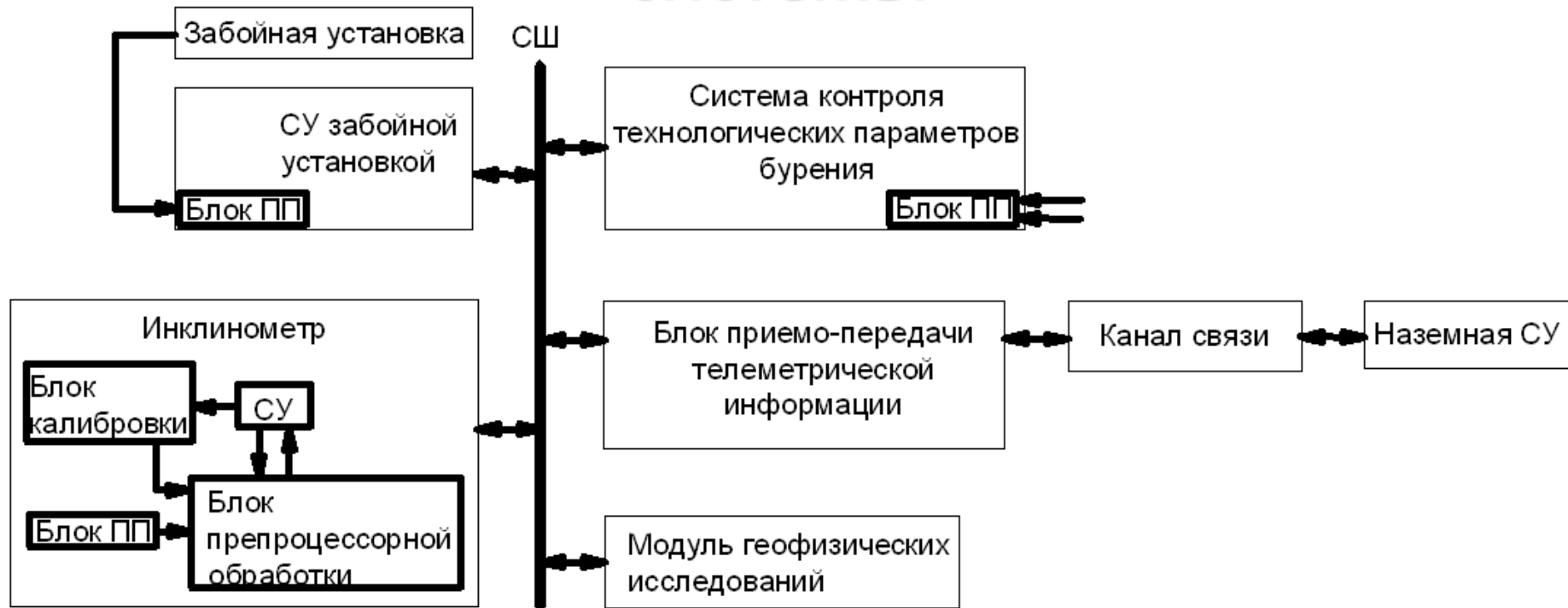


ПК





Конструкция телеметрической системы



ПП - первичные преобразователи, СУ – система управления, СШ – системная шина

Данные от первичных преобразователей через коммутатор поступают на аналого-цифровой преобразователь (АЦП), затем через кодирующее устройство (КУ), усилитель-передатчик поступают в канал связи. На поверхности закодированная различными способами информация расшифровывается в обратном порядке и поступает на системы отображения и обработки для принятия решений по технологическому режиму.

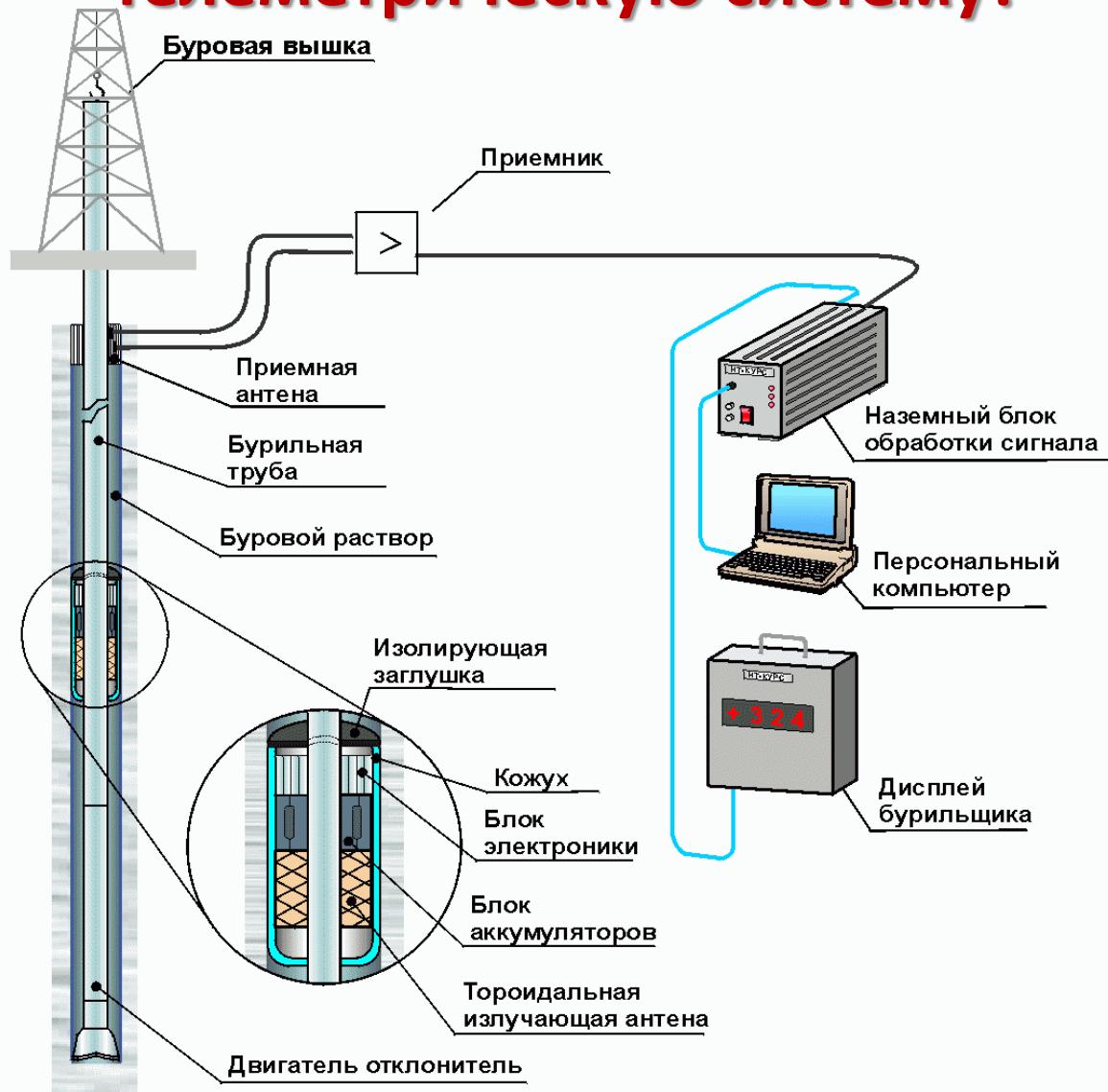


ТЕМА 2.

Проектирование телеметрических систем для сооружения скважины



По каким параметрам выбирать телеметрическую систему?

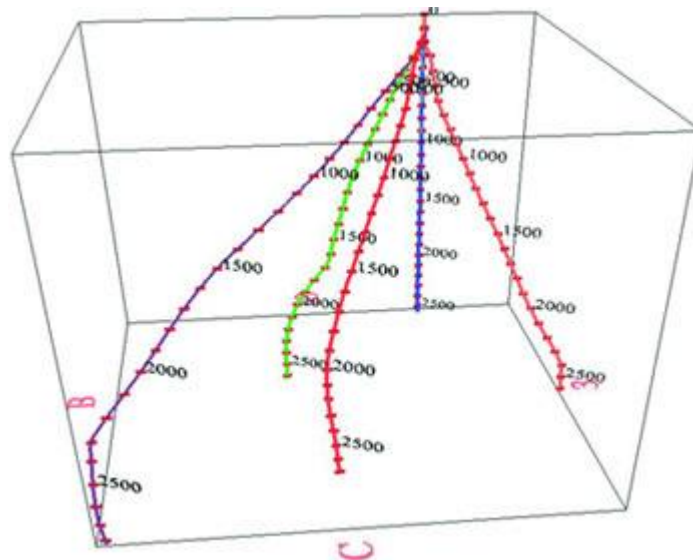




По каким параметрам выбирать телеметрическую систему?

Технические
параметры

Экономические
параметры





Технические параметры

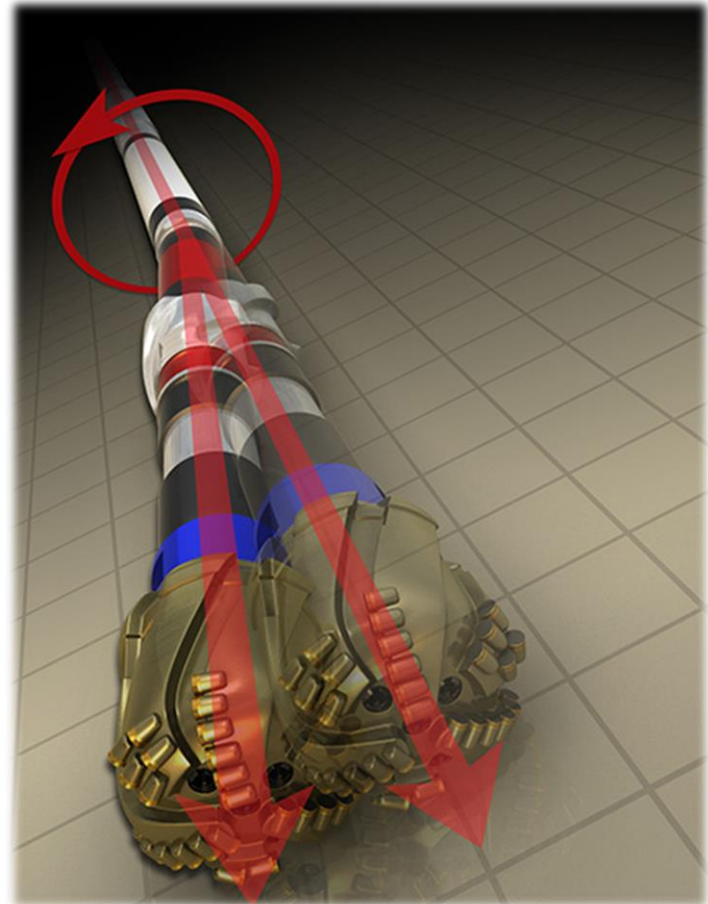
Диаметр

Длина

Состав датчиков

Ограничения по условиям
работы (температуры,
давления)

Параметры режима бурения





Выбор телеметрической системы

1. Определение выборки телеметрических систем.
2. Разработка таблицы параметров выборки и требуемых параметров.
3. Выбор оптимальной телеметрической системы по техническим и экономическим параметрам.

Параметр	Эталон	ТС1	ТС2	ТС3	...
Диаметр, мм					
Длина, м					
Состав датчиков					
Максимально возможная температура, °C					
Максимально возможное давление, МПа					
Максимально возможная осевая нагрузка, т					
Максимально возможная частота вращения, об/мин					
Диапазон требуемого расхода раствора, л/с					



Вопросы для самопроверки

1. Классификация телесистем по непрерывности передачи информации.
2. Классификация телесистем по скорости передачи информации.
3. Классификация телесистем по способу предоставления информации.
4. Классификация телесистем по дальности передачи информации.
5. Классификация телесистем по целевому назначению.
6. Классификация телесистем по составу первичных преобразователей информации.
7. Достоинства и недостатки электропроводного канала связи.
8. Типы электропроводного канала связи «забой-устье».
9. Достоинства и недостатки гидравлического канала связи.
10. Типы гидравлического канала связи «забой-устье».
11. Достоинства и недостатки канала передачи по бурильным трубам.
12. Типы канала связи «забой-устье» по бурильным трубам.
13. Достоинства и недостатки канала передачи по горным породам.
14. Типы канала связи «забой-устье» по горным породам.
15. Элементы конструкции телеметрической системы.
16. Состав забойной части телесистемы.
17. Состав наземной части телесистемы.
18. По каким параметрам выбирается телесистема.

Спасибо за внимание!!!