



# **Телеметрические системы**

---

Бурение скважин сложного профиля невозможно без применения современных телеметрических систем и систем **геонавигации**. Это прежде всего связано с тем, что бурение скважин по сложной траектории с протяженными горизонтальными участками в пределах продуктивного горизонта, выполнение многоствольных ответвлений невозможны без оперативного контроля положения забоя скважины. Для выполнения текущего контроля положения забоя бурящейся скважины, а также для получения разнообразной информации с забоя скважины, таких как параметры режима бурения — значения осевой нагрузки, крутящего момента, частоты вращения долота, применяют современные **телеметрические системы**.

**Телеметрические системы** включают комплекс забойных датчиков, максимально приближенных к забою скважины, автономный, чаще всего в виде гидротурбины, вырабатывающей электроэнергию, источник питания, систему съема, передачи и приема информации с забоя на поверхности, компьютерную систему обработки полученных данных для решения задач контроля и управления процессом бурения скважины.

---

**Телеметрия** (от др.-греч. τῆλε «далеко» + μέτροω — «измеряю») — Область науки и техники, занимающаяся вопросами разработки и эксплуатации комплекса автоматизированных средств, обеспечивающих получение, преобразование, передачу по каналу связи, прием, обработки и регистрацию измерительной информации и информации о событиях с целью контроля на расстоянии состояния и функционирования технических и биологических систем различных объектов и изучения явлений природы. ГОСТ 19619-74 Оборудование радиотелеметрическое.

---

Проблемой создания телеметрических систем для контроля забойных параметров начали заниматься в середине 1940-х гг.

В основном эти исследования проводились в США на уровне выполнения поисковых работ. В начале 1950-х гг. были созданы опытные образцы телесистем с гидравлическим каналом связи «забой — устье» скважины. В дальнейшем проводились работы по разработке телесистем в проводным и электромагнитным (беспроводным) каналами связи. За рубежом наибольшее распространение в практике бурения получили телесистемы с гидравлическим каналом связи, хотя у этих систем имеются существенные недостатки, касающиеся качества бурового раствора, а также работы бурового насоса и бурового оборудования. В отечественном бурении предпочтение получили телесистемы с электромагнитным каналом связи, хотя и они имеют свои недостатки, связанные прежде всего с сильным влиянием на передачу сигнала высокоомных и низкоомных пластов, искажающих структуру импульса.

---

Для передачи информации с забоя скважины на поверхность применяются различные каналы связи:

- системы с акустическим каналом связи;
  - телесистемы с гидравлическим каналом связи;
  - электромагнитный (беспроводной) канал связи;
  - проводной канал связи;
  - комбинированный канал связи.
-

**Системы с акустическим каналом связи** используют звуковые колебания, распространяющиеся в скважине по промывочной жидкости, колонне бурильных труб или окружающей породе. Соответственно этому они подразделяются на три вида: гидроакустические, акустомеханические, сейсмические.

**Сейсмические системы** применяют пока только для пассивного контроля координат забоя. Из-за недостаточной точности определения положения забоя (десятки метров) они еще находятся на стадии научных и экспериментальных исследований. В качестве источника в таких системах используются звуковые сигналы, которые сопровождают процесс работы бурового инструмента при разрушении горной породы на забое скважины. Сигналы с забоя улавливают сейсмические датчики на поверхности, и таким образом можно определить как положение забоя скважины, так и некоторые физико-механические параметры свойств горной породы.

---

**Гидроакустический канал** с его сложностью и многообразием свойств имеет слабую изученность. Одной из центральных проблем в создании гидроакустического канала является разработка низкочастотного (до 100—200 Гц) излучателя, способного эффективно возбуждать колебания внутри колонны бурильных труб в скважине.

---

Среди зарубежных телесистем практически не встречаются теле- системы с акустическим каналом связи, однако в настоящее время фирма *Schlumberger* предложила передачу акустических сигналов в процессе бурения скважин. Характерной особенностью предлагаемой телесистемы является ее независимость от параметров бурового раствора, так как акустический сигнал распространяется по трубам и только на дневной поверхности он трансформируется в электромагнитные колебания.

---



Широкое распространение гидравлического канала связи для передачи информации вызвано следующими его преимуществами:

- гидравлический канал связи является естественным каналом связи, так как в нем в качестве канала связи используется столб бурового раствора в бурильной колонне, а следовательно, не требуется дополнительных затрат на организацию канала связи;
  - гидравлический канал связи обладает большой дальностью действия.
-

В настоящее время разработкой телесистем с передачей информации по гидравлическому каналу связи занимается НИИ ТС «Пилот», которому удалось создать экспериментальный образец телесистемы, осуществляющей контроль процесса бурения.

За рубежом в области каротажа в процессе бурения наиболее успешно работают фирмы **Schlumberger, Halliburton, Baker Hughes, Teleco, Eastman Cristensen (США), Sperry-Sun (Великобритания)**. Эти фирмы в конце 1980-х гг. разработали и используют телесистемы MWD {measurement while drilling — измерение во время бурения) с гидравлическим каналом связи, позволяющие осуществлять оперативный контроль траектории скважин путем измерения инкли- нометрических и некоторых технологических параметров.

---

**Электромагнитный (беспроводной) канал связи** использует колонну бурильных труб в качестве одного из проводов линии передачи. По простоте конструкции глубинных и наземных устройств, пропускной способности он является наиболее перспективным при организации устойчивой связи «забой — устье» при турбинном и роторном бурении скважин.

По сравнению с гидравлическим каналом электромагнитный канал связи обладает следующими **преимуществами**:

- повышенной надежностью деталей забойных устройств, контактирующих с абразивным потоком бурового раствора;
- простотой в управлении, возможностью обратной связи.

Вместе с тем электромагнитный канал связи обладает некоторыми **недостатками**, такими как ограничение дальности действия (из-за свойств геологического разреза), ее зависимость от материала бурильных труб, а также отсутствие возможностей исследования в море и в соленосных отложениях, достаточно высокая сложность электронного управляющего блока.

---

**Проводной канал связи** имеет следующие преимущества перед всеми известными каналами связи:

- максимально возможная информативность;
- быстроедействие;
- многоканальность;
- помехоустойчивость;
- надежность связи;
- отсутствие забойного источника электрической энергии и мощного передатчика;
- возможность двухсторонней связи, подачи значительной электрической мощности для привода забойных механизмов (управляемого отклонителя, на-гружателя и др.);
- использования при работе с продувкой воздухом и с использованием аэрированного бурового раствора;
- отсутствие зависимости от удельного сопротивления горных пород.

Работы по созданию ЗТС с проводным каналом связи были обусловлены применением с начала 1960-х гг. в СССР электробурения. Наиболее широкое распространение получила телеметрическая система типа СТЭ, использовавшая в качестве линии связи силовой кабель электробура. Система СТЭ позволяла производить измерения следующих параметров: зенитного угла, азимута скважины, положение забоя

---

**Комбинированный канал связи** — это сочетание различных по своей физической сущности каналов связи скважинного прибора с наземной регистрирующей и обрабатывающей аппаратурой, позволяющий в каждом конкретном случае выбрать оптимальный вариант системы. В настоящее время наиболее распространенной комбинацией является гидравлический и электромагнитные каналы связи.

---

В общем случае телеметрические системы осуществляют измерение первичной скважинной информации, ее передачу по каналу связи «забой — устье скважины», прием наземным устройством, обработку и представление оператору результатов обработки. Существующие телесистемы включают следующие основные части:

- забойную аппаратуру;
  - наземную аппаратуру;
  - канал связи;
  - технологическую оснастку (для электропроводной линии связи);
  - антенну и принадлежности к ней (для электромагнитной линии связи);
  - немагнитную УБТ (для телесистем с первичными преобразователями азимута с использованием магнитометров);
  - забойный источник электрической энергии (для телесистем с беспроводной линией связи).
-

Забойная часть телесистемы включает первичные преобразователи измеряемых параметров, таких как:

- первичные преобразователи (ПП) направления бурения;
  - ПП геофизических параметров пристволенной зоны скважины;
  - ПП технологических параметров бурения.
-

К первичным преобразователям направления бурения относятся:

- ПП зенитного угла в точке измерения ( $\theta$ );
  - ПП азимута скважины ( $\alpha$ );
  - ПП направления отклонителя ( $\cos\theta$ ).
-



К первичным преобразователям геофизических параметров (данных каротажа) можно отнести геофизические зонды, измеряющие:

- каротаж сопротивление горных пород (КС);
  - самопроизвольную поляризацию (ПС);
  - гамма-каротаж (гамма естественного излучения горных пород) (ГК);
  - электромагнитный каротаж.
-

## Видео YouTube:

- <https://www.youtube.com/watch?v=1PIX6k6AKRM>
  - <https://www.youtube.com/watch?v=NZoDgoKpfXY>
  - <https://www.youtube.com/watch?v=91QVwUPeZbU>
  - <https://www.youtube.com/watch?v=0Bs630UnrEI>
-