

Геофизические лаборатории и скважинные приборы семейства "КЕДР"

Лернер М.Б., Мельников А.В., Батузов А.С., Пермяков А.Г., ЗАО "Геофизмаш", г.Саратов

Вряд ли можно подобрать среди современных предприятий России, занимающихся производством геофизического оборудования, более наглядный пример динамичного развития, чем Саратовское ЗАО «Геофизмаш», созданное в 1996 г.

Сейчас, всего лишь 10 лет спустя после создания, ЗАО «Геофизмаш» является одним из лидеров в России в области разработки и поставки предприятиям нефтегазового комплекса страны геофизических лабораторий, скважинных приборов, оборудования для автоматизации добычи нефти.

Многие разработанные приборы отмечены дипломами выставок. Оборудование, разработанное ЗАО «Геофизмаш», успешно работает на месторождениях Западной Сибири, Сахалина, в Азербайджане, Грузии, Казахстане и других регионах СНГ.

В настоящее время ЗАО «Геофизмаш» предлагает своим заказчикам широкий спектр геофизического оборудования.

Геофизические лаборатории семейства «Кедр-02» - малогабаритные полнофункциональные гибкие системы регистрации данных в процессе разведки, бурения, освоения и эксплуатации скважин. Предназначены для сбора, визуализации и первичной обработки информации, поступающей от скважинной геофизической аппаратуры, без использования наземных панелей и источников питания. Работают со скважинными приборами через одно-, двух- и трехжильный каротажный кабель. Система измерения глубин может использовать датчик глубины "Кедр-ДГИ" либо стандартный сельсин (без использования сельсин-приемника) и осуществлять коррекцию по магнитным меткам и ролику.

Предусмотрена возможность подключения датчика натяжения кабеля.

Каждая лаборатория семейства «Кедр-02» состоит из стойки для установки блоков лаборатории, выносного блока для визуализации текущей глубины, скорости спуска/подъема прибора, натяжения кабеля, контроля прохождения магнитных меток на кабеле при геофизических исследованиях и конструктивно не связанного со стойкой лаборатории переносного компьютера, с установленным специальным программным обеспечением.

В настоящее время выпускаются следующие лаборатории семейства:

- «Кедр-02» - комплексная геофизическая;
- «Кедр-02П» - геофизическая, для контроля за разработкой.

Базовой конфигурацией лабораторий является лаборатория «Кедр-02», в которой реализован полный набор возможностей всего семейства. Вертолетный (переносной) вариант исполнения данной лаборатории «Кедр-02В» имеет усиленную герметизированную конструкцию корпуса. Вариантом с «холодным» резерви-

рованием основных блоков лаборатории «Кедр-02» является лаборатория «Кедр-02/1.5». Состав данного варианта исполнения отличается от базового лишь наличием блоков резерва «Кедр-02Р». Наличие резервных сменных блоков позволяет быстро восстановить работоспособность лаборатории в случае выхода из строя основных блоков, что делает ее наиболее предпочтительной для работы в районах, отдаленных от ремонтных баз.

Геофизическая каротажная лаборатория «Кедр-02П» предназначена для работы с приборами под одножильный кабель при контроле за разработкой. Этот недорогой облегченный вариант, снабженный программно-управляемым источником постоянного тока, позволяет производить большинство каротажных работ при исследовании действующих скважин.

Лаборатория «Кедр02П», как и лаборатория «Кедр-02», имеет вертолетный вариант исполнения - «Кедр-02ПВ».

Отличительными особенностями лабораторий являются:

- использование стандартного сетевого протокола Ethernet, обеспечивающего высокую скорость обмена данными между блоками лабораторий и переносным персональным компьютером и аппаратную независимость от типа компьютера;

- программное декодирование телеметрии всех скважинных приборов, обеспечивающее возможность подключения к лабораториям новых приборов без внесения изменений и дополнений в аппаратуру - список подключенных к лабораториям скважинных приборов насчитывает более 250 наименований;

- универсальность, высокая степень надежности, простота эксплуатации и высокая экономичность.

Прибор скважинный комплексный «Кедр-42К» - предназначен для комплексных геофизических исследований действующих скважин. Рассчитан на работу с одножильным геофизическим кабелем длиной до 5500 м.

Состав прибора: основной модуль «Кедр-42К-МО» и поочередно подключаемые к нему четыре приставки - модуль расходомера «Кедр-42К-Р», модуль расходомера «Кедр-42К-Р2», модуль нейтронного каротажа «Кедр-42К-ННК», модуль плотнотера «Кедр-42К-ГП».

Варианты исполнения прибора:

- «Кедр-42К» - базовый;
- «Кедр-42КТ» - высокотемпературный.

Отличительными особенностями прибора являются:

- «быстрая телеметрия» (частота обновления информации 23 Гц);
- хранение в энергонезависимой памяти модуля калибровочных коэффициентов, даты калибровки, заводского номера модуля и другой

Таблица 1. Основные технические данные прибора «Кедр-42К»

Максимальная допустимая рабочая температура, °С, (базовый/высокотемпературный)	+120/150
Диаметр, мм	42
Напряжение питания, В	(100±20)
Номинальный ток питания, А, не более	0,12
Частота обновления информации, Гц	23
Основные технические данные модуля «Кедр-42К-МО»	
Максимальное допустимое рабочее давление, МПа	60
Длина, мм	1940
Масса, кг	13
Канал температуры	
Диапазон измерения температуры, °С (базовый/высокотемпературный)	от -5 до +120/150
Канал давления	
Диапазон измерения давления, МПа	от 0 до 60
Канал резистивиметра	
Диапазон измерения проводимости, См/м	от 0,5 до 40
Канал термодобитометра	
Диапазон измерения температуры датчиком СТИ, °С, (базовый/высокотемпературный)	от -5 до +120/150
Канал измерения радиоактивности	
Диапазон измерения радиоактивности, мкР/час	от 0 до 50
Канал локации муфт и интервалов перфорации	
Отношение сигнал/шум, не менее	5:1
Канал влагомера	
Диапазон индикации относительной диэлектрической проницаемости среды	от 1 до 84
Канал акустического шумомера	
Полоса частот акустического сигнала, кГц:	
- первого диапазона	от 0,5 до 5
- второго диапазона	от 8 до 12
- третьего диапазона	от 10 до 20
Основные технические данные модуля «Кедр-42К-Р»	
Максимальное допустимое рабочее давление, МПа	40
Масса, кг	3
Пределы преобразования расхода, м³/час	от 1 до 30
Порог чувствительности, м³/час, не более	0,6
Длина связи «Кедр-42К-МО» с «Кедр-42К-Р», мм	2450
Основные технические данные модуля «Кедр-42К-Р2»	
Максимальное допустимое рабочее давление, МПа	60
Масса, кг	4
Пределы преобразования расхода, м³/час	от 0,3 до 33
Порог чувствительности, м³/час, не более	0,2
Длина связи «Кедр-42К-МО» с «Кедр-42К-Р2», мм	2520
Основные технические данные модуля «Кедр-42К-ННК»	
Максимальное допустимое рабочее давление, МПа	40
Масса, кг	5
Длина связи «Кедр-42К-МО» с «Кедр-42К-ННК», мм	2735
Основные технические данные модуля «Кедр-42К-ГТП»	
Максимальное допустимое рабочее давление, МПа	60
Масса, кг	7
Диапазон измерения удельной плотности флюида, г/см³	от 0,8 до 1,2
Длина связи «Кедр-42К-МО» с «Кедр-42К-ГТП», мм	2730

служебной информации, а также передача их в лабораторию с дополнительной информацией (напряжение питания модуля, температура внутри модуля и др.), что исключает ошибки оператора при вводе исходной информации.

Прибор скважинный комплексный «Кедр28К» - предназначен для комплексного исследования затрубья эксплуатационных и нагнетательных скважин, а также исследования скважин через НКТ малого диаметра с целью контроля технического состояния скважин.

Прибор обеспечивает:

- измерение температуры, давления, удельной проводимости среды, мощности экспозиционной дозы гамма-излучения горных пород;
- измерение расхода жидкости методом механической расходомерии;
- измерение диэлектрической проницаемости среды (влажности);

Таблица 2. Основные технические данные прибора «Кедр-28К»

Напряжение питания, В	100 ±20
Номинальный ток питания прибора, А, не более	0,14
Интервал рабочих температур прибора, °С	от -5 до +120
Максимальное рабочее давление, МПа	60
Диаметр прибора, мм	28
Длина прибора в полном составе, мм	2670
Масса, кг, не более	8
Канал локации	
Отношение выходного сигнала лоатора муфт на муфте обсадной колонны к сигналу фона неперфорированной трубы, не менее	5:1
Точка записи, мм	350
Канал давления	
Диапазон измерения давления, атм	от 0 до 600
Абсолютная погрешность измерения, атм, не более	3
Точка записи, мм	420
Канал измерения радиоактивности	
Диапазон измерения радиоактивности, мкР/час	от 0 до 50
Абсолютная погрешность измерения радиоактивности, %	±10
Точка записи, мм	1120
Канал термодобитометра	
Диапазон измерения температуры датчиком СТИ, °С	от -5 до +120
Абсолютная погрешность измерения температуры датчиком СТИ, °С	1
Точка записи, мм	1480
Канал резистивиметра	
Диапазон измерения проводимости σ , См/м	от 0,5 до 40
Относительная погрешность измерения σ од	$\pm[5+0,5 \cdot (40/\sigma-1)]$
Точка записи, мм	1580
Канал температуры	
Диапазон измерения температуры, °С	от -5 до +120
Абсолютная погрешность измерения, °С, не более	1
Точка записи, мм	1880
Канал влагомера	
Индикация относительной диэлектрической проницаемости среды	от 1 до 84
Точка записи, мм	2130
Канал расходомера	
Пределы преобразования расхода, м³/ч	от 1 до 30
Порог чувствительности, м³/ч, не более	0,6
Основная погрешность преобразования, приведенная к величине расхода 10 м³/ч, %, не более	2,5
Точка записи, мм	2600

- измерение притока методом термокондуктивной расходомерии;
- индикацию муфтовых соединений обсадных труб;
- индикацию интервалов перфорации;
- привязку измеряемых параметров по глубине.

Прибор эксплуатируется с аппаратурой геофизической коротажной лабораторий семейства «Кедр-02» и коротажным подъемником типа ПКС-5, оборудованным одножильным геофизическим кабелем типа КГ1-55-180 длиной до 5500 м.

Прибор состоит из 4-х модулей (Основной модуль, Модуль 3-ГК, Модуль 1-СТИ+резистивиметр, Модуль 2-температура+влагомер, Модуль 4-расходомер). При транспортировке прибор может разбираться на модули.

Отличительными особенностями прибора являются:

- возможность располагать модули при сборке в произвольном порядке, причем точки записи вычисляются автоматически, в зависимости от выполняемых работ набирается состав прибора из модулей с нужными датчиками;
- хранение калибровочных коэффициентов, даты калибровки, номера модуля и другой служебной информации в энергонезависимой памяти каждого модуля;
- передача прибором дополнительной информации (напряжения питания прибора, температуры внутри прибора).

Модуль гамма-каротажа «Кедр 73-120/60ГК» - предназначен для работы в связке с

ВО ВНУТРЕННИХ ТОЧКАХ СРЕДЫ... ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

Таблица 3 Основные технические данные модуля «Кедр-73-120/60ГК»

Максимальная допустимая температура, °C	+120
Максимальное допустимое рабочее давление, МПа	60
Диаметр, мм	73
Длина, мм	1200
Масса, кг	12
Номинальное напряжение на головке модуля, В	62
Потребляемая мощность, Вт, не более	5
Канал измерения радиоактивности	от 0 до 50
Диапазон измерения радиоактивности, мкР/час	

инклинометром «ИОН-1» для одновременной регистрации данных инклинометрии и гамма-каротажа, что позволяет в дальнейшем увязать данные инклинометрии с другими видами каротажа. Рассчитан на работу с однопровольным геофизическим кабелем длиной до 5500 м.

Отличительной особенностью является хранение в энергонезависимой памяти модуля калибровочных коэффициентов, даты калировки, заводского номера модуля и другой служебной информации, а также передача их в лабораторию с дополнительной информацией (ток питания модуля, температура внутри модуля и др.), что исключает ошибки оператора при вводе исходной информации.

Приборы скважинные контроля перфорации «Кедр-42П», «Кедр-90П» - предназначены для выделения и привязки по глубинам по методу естественной гамма-радиоактивности пород (ГК) интервалов перфорации, выполненной стреляю-

Таблица 4 Основные технические данные приборов «Кедр-42П»/«Кедр-90П»

Максимальная допустимая рабочая температура, °C, (базовый/высокотемпературный)	+120/150
Максимальное допустимое рабочее давление, МПа	60
Диаметр, мм	42/90
Длина, мм	1600/1520
Масса, кг	11/42
Номинальный ток питания, А, не более	0,16
Потребляемая мощность, Вт, не более	5,4
Частота обновления информации, Гц	50
Внутренний диаметр исследуемых колонн, мм	от 60/120 до 130/150
Канал температуры	
Диапазон измерения температуры, °C, (базовый/высокотемпературный)	от -5 до +120/150
Канал локатора муфт	
Отношение сигнал/шум, не менее	10
Канал давления	
Диапазон измерения давления, МПа	от 0 до 60
Канал ГК	
Диапазон измерения естественной радиоактивности, мкР/час	от 0 до 100

щими перфораторами. Рассчитаны на работу с однопровольным геофизическим кабелем длиной до 5500 м.

Варианты исполнения прибора:

- «Кедр-42П-03», «Кедр-90П-03» - базовые;

- «Кедр-42П-04», «Кедр-90П-04» - высокотемпературные.

Отличительными особенностями приборов являются:

- запись сигнала локатора с использованием высокоскоростной телеметрии, что существенно повышает качество записи;

- одновременная регистрация гамма активности пород, температуры, давления, локатора

муфтовых соединений и перфорационных отверстий;

- хранение в энергонезависимой памяти прибора калибровочных коэффициентов, даты калировки, заводского номера прибора и другой служебной информации, а также передача их в лабораторию с дополнительной информацией (ток питания прибора, температура внутри прибора и др.), что исключает ошибки оператора при вводе исходной информации;

- возможность подключения (только для приборов «Кедр-42П») расходомера типа «Гранат-Р» и одновременной регистрации данных расходомера и данных, передаваемых прибором.

Таблица 5 Основные технические данные модуля «Кедр-73ЛМ»

Максимальная допустимая рабочая температура, °C	+120
Максимальное допустимое рабочее давление, МПа	80
Диаметр, мм	73
Длина, мм	800
Масса, кг	15
Канал локатора муфт	
Отношение сигнал/шум при скорости каротажа 400 м/час, не менее	3

Модуль локатора муфт «Кедр-73ЛМ» - предназначен для локации перфорационных отверстий и муфтовых соединений эксплуатационной колонны и, совместно с прибором «СКР-73», одновременной регистрации данных гамма- и нейтронного каротажа. Рассчитан на работу с однопровольным геофизическим кабелем длиной до 5500 м.

Отличительными особенностями модуля являются:

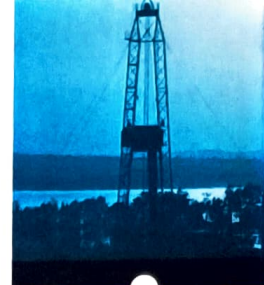
- модуль имеет режим возбуждения постоянным полем и режим возбуждения переменным полем, в режиме возбуждения переменным полем модуль позволяет осуществлять локацию муфт при низких и сверхнизких скоростях каротажа, вплоть до полной остановки модуля;

- модуль сам производит оцифровку локатора муфт и подсчет импульсов ГК и ННК с прибора «СКР-73»;

- Информация передается по каротажному кабелю помехоустойчивым цифровым кодом, что улучшает соотношение сигнал/шум в канале локатора муфт, повышает достоверность счета ГК и ННК, а также позволяет организовать

Таблица 6 Основные технические данные прибора «Кедр-80СКПД»

Максимальная допустимая рабочая температура, °C	+150
Максимальное допустимое рабочее давление, МПа	100
Диаметр, мм	80
Длина, мм	3000
Масса, кг	62
Потребляемая мощность	
- в режиме измерения, Вт, не более	5,6
- в режиме раскрытия/закрытия, Вт, не более	150,0
Время раскрытия/закрытия, мин, не более	2
Усилие прижатия каждого рычага к стенке скважины, Н	
- минимальное	60
- максимальное	200
Канал калверномера-профилемера	
Максимальный измеряемый диаметр, мм	760
Минимальный измеряемый диаметр, мм	100
Канал акселерометра	
Диапазон измерения, g	±1



ВО ВНУТРЕННИХ ТОЧКАХ СРЕДЫ... ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ



Геофизические лаборатории семейства «Кедр-02»

передачу служебной информации (напряжение на головке модуля, температура внутри корпуса модуля, заводской номер модуля и текущий режим работы).

Прибор скважинный профилометрии «Кедр-80СКПД» - предназначен для одновременного измерения четырех радиусов, двух взаимно перпендикулярных поперечных размеров (диаметров) ствола скважины и среднего диаметра. Рассчитан на работу с трехжильным геофизическим кабелем длиной до 5500 мм.

Отличительными особенностями прибора являются:

- эксплуатация прибора при температуре +150°С не ограничена по времени;
- индикаторный канал акселерометра позволяет контролировать остановки прибора во время каротажа;
- «быстрая телеметрия» (частота обновления

информации 50 Гц);

- хранение в энергонезависимой памяти прибора калибровочных коэффициентов, даты калибровки, заводского номера прибора и другой служебной информации, а также передача их в лабораторию с дополнительной информацией (ток питания прибора, температура внутри прибора и др.), что исключает ошибки оператора при вводе исходной информации.

Производственные мощности предприятия позволяют выпускать в год 70-80 лабораторий «Кедр-02» (включая их модификации), или 100-120 лабораторий «Кедр-02П» (включая модификации), порядка 80 скважинных приборов семейства «Кедр», а также 100 комплектов оборудования для автоматизации добычи типа «Румб».

На всю выпускаемую продукцию устанавливается гарантийный срок – 18 месяцев.

Специалисты ЗАО «Геофизмаш» всегда готовы дать рекомендации о том, как лучше всего применить оборудование ЗАО «Геофизмаш» применительно к конкретным условиям, снизить риски, разрешить неопределенности и максимально продлить сроки эксплуатации.

Рост спроса на нефть и газ, «старение» месторождений и все усложняющиеся условия добычи – все эти факторы усложняют, в частности, и задачу точности оценки запасов, полноты их извлечения и оптимизации программ разработки месторождений. Оборудование, выпускаемое ЗАО «Геофизмаш», обеспечивает уровень геофизических услуг, отвечающий новым требованиям нефтегазовой отрасли. Это и есть технология успеха.

Прибор скважинный комплексный «Кедр-42К»



Прибор скважинный комплексный «Кедр-28К»



Модуль гамма-каротажа «Кедр 73-120/60ГК»



Прибор скважинный профилометрии «Кедр-80СКПД»



Модуль локатора муфт «Кедр-73ЛМ»



Скважинные приборы семейства «КЕДР»