



ЭНЕРГИЯ



**РУС – сделано
в «НПП ЭНЕРГИЯ»
г. Тверь**



ЭНЕРГИЯ

Роторно-Управляемая Система (РУС) предназначена для контроля траектории скважины во время бурения





ЭНЕРГИЯ

2 года от начала разработки до первых скважинных испытаний прибора

Октябрь
2022

Начало
разработки

Июль
2023

Первые испытания
модуля управления
на «сухом» стенде

Ноябрь
2023

Первые водные
испытания на стенде
«поточная петля»

Февраль
2024

Первая реализация
приема команд
управления

Май
2024

Финальная
сборка прибора

Август
Сентябрь
2024

**Первые скважинные
испытания прибора**

Сентябрь
2024

Начало разработки
модуля обратной
связи

Текущие результаты: **685 метров** пробурено

Достигнута геологическая цель
бурения



ЭНЕРГИЯ

Первые скважинные испытания: ключевые факты

- Траектория корректировалась в процессе бурения → Прибор обеспечивал требуемую траекторию без отклонений
- Средняя МСП за рейс составила 19,3 м/ч → МСП не предельная, т.к. были ограничения при бурении по записи каротажных данных
- Обороты ограничивались техническими характеристиками ВСП не более 110 об/мин → В процессе бурения на глубине 3 713 м при оборотах ВСП более 85 об/мин пропало декодирование сигнала т/с при более высоких оборотах ВСП. Соответственно дальнейшее бурение до конечного забоя выполнялось при 85 об/мин
- Часть траектории прибор работал в автоматическом режиме удержания зенитного угла «круиз-контроль», в том числе с коррекцией по азимуту → Прибор успешно выполнял удержание угла
- Максимальная локальная интенсивность изменения траектории прибором – 3,5° / 10 м → Прибор демонстрировал корректную и надежную работу во всех режимах (с учетом выявленных особенностей текущей версии ПО)



ЭНЕРГИЯ

Выявленные недостатки/недоработки

В ходе испытаний не было выявлено существенных недостатков или недоработок, влияющих на эксплуатацию прибора.

Ряд моментов, доработка которых приведет к существенному улучшению эксплуатационных свойств прибора:

- упрочнение снизит износ и повреждения деталей прибора, увеличение ресурса прибора
- усовершенствование системы «байпас»
- усовершенствование системы команд для более точного управления бурением
- установка гамма-модуля
- установка модуля обратной связи
- работа с ВЗД (снизит нагрузку на КНБК и ВСП)

Режимы работы РУС



ЭНЕРГИЯ

1

«Ручное» управление направлением бурения

2

Автоматическое удержание заданного зенитного угла, в т.ч. с коррекцией по азимуту - «КРУИЗ-КОНТРОЛЬ»

Управление бурением



Предпочтительный способ

Байпас система

- 1 Выше скорость подачи команды – менее 5 мин на команду
- 2 Автоматизация подачи – меньше риск ошибки

Опциональный способ

Ручное управление расходом БР или оборотами ВСП

- 1 Ниже скорость подачи команды – более 10 мин на команду
- 2 Ручная подача – существует риск ошибки

Список команд обеспечивает задание направления бурения вручную, а также автоматическое установление требуемого зенитного и/или азимутального угла

Основные технические характеристики

Наименование	Значение
Номинальный наружный диаметр, мм	121
Номинальный диаметр ствола скважины, мм	152,4 – 155,6
Диаметр (при сложенных) / (при всех открытых лопатках), мм	149 / 166
Длина (с переводником), мм	4 600
Внутренний диаметр, мм	37
Номинальный вес, кг	250
Максимальная интенсивность набора кривизны, ° / 10 м	2,5
Максимальный момент вращения, кН*м	12
Максимальный/Минимальный расход (Medium Flow), л/с	22/11
Максимальная нагрузка на долото, т	11
Максимальная рабочая температура, °С	150

Измерения РУС



ЭНЕРГИЯ

- 1 Зенитный угол, точность не хуже $\pm 0,5^\circ$
- 2 Азимут, точность не хуже $\pm 1,0^\circ$ (в процессе тестирования)
- 3 Обороты КНБК, в т.ч. параметры Stick&Slip, точность до 10 об/мин
- 4 Ударные нагрузки и вибрационные нагрузки
- 5 Гамма, естественный фон (в процессе разработки)
- 6 Расстояние от долота до инклинометра 2,5 м

Опытно-промышленные работы (сентябрь 2024 г)

Компания	«Лукойл-Западная Сибирь»
Установка	БУК-200 ЭБМЦК-НБО
ВСП	TESCO 250 EMI 400
Насосы	УНБТ-1180L
Месторождение	Покачевское
Номер КП / Скважины	56 / 5604Г
Тип скважины	Горизонтальная (хвостовик)
Время ниже стола ротора	03.09.24 21:30
Время выше стола ротора	09.09.24 19:30
Интервал бурения	3 533 – 4 218 м
Пробурено	685 м
Время бурения (ч)	35,47 (Общее 39,85)
Операционные часы (ч)	142 (Общее 189,50)
Циркуляционные часы (ч)	106,17 (Общее 126,6)
Диаметр инструмента (OD)	89
Диаметр долота	155,6
Датчики LWD	Гамма / Инклинометр / Резистивиметр / Плотномер / Каверномер
Тип долота	«Петро инжиниринг» PDC 155,6 мм PE513SD2-301 (5/9,5 мм)
TFA долота	0.552 in ²
Причина подъёма	
МСП (средняя)	19,30 м/ч
Плотность бурового раствора	1,09 г/см ³
Тип бурового раствора	PVO
Расход	14 - 16 л/с
Пластическая вязкость	14 ср
Давление в стояке	173 - 251 атм
Максимальная температура	104 С°
Нагрузка на долото (средняя)	4-9 (7) т
Частота вращения (средняя)	80-110 (85) об/мин



ЭНЕРГИЯ

Требования к буровой

Специфических требований к буровой нет!

- РУС может применяться во всех типах скважин с диаметром долота 139,7 ÷ 171,5 мм (определяется типоразмером прибора)
- Текущая конфигурация прибора рассчитана на диаметр ствола 152,4 – 155,6 мм

Типовые требования

- возможность подачи команд
- байпас система
- установка очистных магнитов
- ручное управление расходом БР и/или оборотами ВСП
- массовая доля LCM не более 143 кг/м³
- максимальный размер частиц LCM не более 1 мм

**Благодарим всех,
кто оказал содействие в разработке, испытании
и внедрении данной технологии!**

