

ООО «ТНГ-ГРУПП»: НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ГЕОНАВИГАЦИИ ПРИ ПРОВОДКЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН

Представлен опыт работы с телесистемой ЗТС-42ЭМ и наддолотным модулем, разработанными ОАО НПП «ВНИИГИС», при проводке горизонтальных скважин. Мониторинг данных телесистемы с забоя скважины позволяет по геофизическим параметрам осуществлять проводку горизонтального ствола в соответствии с построенной геологической моделью. Рассчитанные синтетические кривые гамма-каротажа, индукционного каротажа в процессе бурения сравниваются с данными телесистемы, что позволяет корректировать модель скважины, принимать оперативные решения по управлению траекторией ствола.

Ключевые слова: скважина, телесистема, наддолотный модуль, геонавигация, мониторинг данных, геологическая модель.

Мониторинг данных в режиме реального времени

В ООО «ТНГ-Групп» с 2011 года внедрена система «Лёгкого монитора». Она позволяет отображать на экране компьютера данные телесистемы с забоя скважины в режиме реального времени (Рис. 1). При этом заказчику для просмотра достаточно иметь выход в интернет, не требуется установка специального программного обеспечения. Для получения более полной информации со скважины в систему «Лёгкого монитора» добавлен мониторинг данных датчиков ДЭЛ-140. Создание информационного портала позволило отслеживать не только текущую информацию по скважине, но и создавать базы данных по пробуренным скважинам, появилась возможность стыковки с базами АСОИГИС по каротажам, обмена данными по сейсмике.

Доступность и скорость получения информации позволяют перейти к геонавигационному сопровождению бурения горизонтальных и многозабойных скважин.

Созданный в НТУ центр мониторинга позволил объединить специалистов различного направления. Для сопровождения бурения сложных скважин выполняются работы по анализу каротажных данных соседних и пилотных скважин, определяются границы пластов, строится геологическая модель скважины. По проектной траектории рассчитываются синтетические кривые гамма-каротажа (ГК), индукционного каротажа (ИК), позволяющие геологам строить прогнозы в процессе бурения.

Немаловажное значение для управления бурением имеет информация по технологическим параметрам как с устья, так и забоя скважины (например нагрузка на долото, обороты вала двигателя, давление на забое и т.д. ранее были только расчётными). Объём информации, полученной со скважины в процессе бурения, часто позволяет отказаться от привязочных каротажей, что сокращает время и стоимость бурения, ускоряет прохождение прихватоопасных зон.

Опыт применения геонавигации

Геонавигация для ООО «ТНГ-Групп» началась с активного внедрения ГК при проводке всех типов скважин.

Модуль ГК устанавливался в телесистему независимо от пожеланий заказчика, обрабатывались методы обработки и передачи информации, взаимодействие с геологическими службами. Большую помощь в этом оказали геологи НГДУ «Джалильнефть». С началом применения наддолотного модуля (НДМ) расширились и возможности по получению информации практически с забоя скважины. НДМ становится оперативным инструментом навигации геологическими службами заказчика. Сопровождение бурения СГО с применением наддолотного модуля позволяет не только отследить траекторию условно-горизонтального ствола в продуктивной части базового пласта в режиме реального времени, но в комплексе со станцией ГТИ оперативно реагировать на изменение геологической ситуации на забое скважины, принимать управленческие решения.

При проведении горизонтальных стволов (ГС) очень важно определить положение кровли, подошвы и водонефтяного контакта продуктивного пласта в пространстве и проследить расстояние до горизонтальной части ствола от них. Кроме того, для своевременного решения технологических задач бурения нужно определить и пространственное положение характерных пластов, расположенных выше продуктивного пласта. При бурении горизонтальной скважины на продуктивный пласт турнейских или бобриковских отложений желательнее проследить положение ствола скважины, начиная с тульских отложений или выше.

Для решения этих задач в НТУ ООО «ТНГ-Групп» разрабатываются методики и программный комплекс оперативного построения минигеологической модели в районе бурения ГС, расчёта прогнозных кривых ГК для проектного и реального ствола по данным соседних скважин, их графического представления совместно с кривыми ГК от телесистемы. На рисунке 2 представлены результаты работы при бурении скважины 15883г.

В построенную модель включены четыре пласта: первый тульский глинистый пласт, плотный тульский пласт, второй глинистый тульский пласт и бобриковский пласт. Хотя пласты, находящиеся выше продуктивного, могут содержать более тонкие пропластки, для оптимизации проводки горизонтального ствола это не имеет принципиаль-

ного значения.

Все штриховые кривые относятся к проектному стволу скважины, а сплошные – к реальному стволу. Прогнозная кривая ГК для проектного ствола (ГК-пр) хорошо согласуется с построенной моделью. Прогнозная кривая на реальный ствол (ГК-пр) по конфигурации полностью повторяет прогнозную ГК-пр, лишь со смещением вверх по глубине, т.к. реальный ствол входит в пласты раньше, чем проектный ствол. Кривые ГК, полученные в процессе бурения от телесистемы (GR_NDM) и после проведения ГИС (GK_geof), хорошо согласуются с прогнозной кривой ГК на реальный ствол.

Таким образом, совмещенный вывод прогнозных и реальных кривых ГК и положения кровель, подошв различных пластов позволяют оперативно контролировать ход бурения и принять оптимальное решение для проводки горизонтального ствола.

Необходимо отметить, что одной кривой ГК, регистрируемой в процессе бурения, иногда может оказаться недостаточно для своевременного распознавания индикаторных пластов, выделения наиболее продуктивной части пласта. Особенно это характерно для карбонатных пород. В связи с этим в дальнейшем необходимо расширить комплекс методов каротажа в процессе бурения.

Наддолотный модуль в составе телесистемы ЗТС-АП при бурении горизонтальных скважин в ООО «ТНГ-Групп» начал применяться с 2010 года. Данные, получаемые с его помощью практически с забоя скважины (ГК, КС, нагрузка на долото, обороты вала двигателя, внешнее давление, зенитный угол), сделали этот модуль незаменимым для геонавигационного и технологического сопровождения бурения.

Но НДМ позволяет получать от него и дополнительные сведения. Конструктивно модуль ГК НДМ состоит из двух датчиков, расположенных на диаметрально противоположных сторонах, и на поверхность поступает информация от каждого из них в отдельности. При вращении вала забойного двигателя вместе с НДМ, программа по очереди назначает каждый датчик ГК верхним и нижним. Анализируя взаимное расположение кривых ГКв и ГКн (Рис. 3), по фазовому сдвигу можно определить не только факт прохождения границ пла-



Рис. 1. Информация с забоя от телесистемы и НДМ.

стов, но и направление их пересечения (сверху вниз, или снизу вверх). При проводке горизонтальных стволов это может служить индикатором приближения к кровле или подошве пласта, прохождения разлома. Кроме того, по численному значению фазового сдвига в первом приближении можно оценить и характер наклона пласта (падающий, восходящий).

Например, на глубине 110 м ГКниз раньше чувствует изменение структуры пласта, чем ГКверх, что говорит о пересечении сверху вниз. Отставание ГКверх в 1 м через геометрические размеры НДМ пересчитывается в угол вхождения в пласт, а сравнение его с зенитным углом НДМ даст угол наклона пласта.

Подготовка к сопровождению скважины 25463г

Для отработки технологии бурения горизонтальных скважин малого диаметра в НГДУ «Альметьевнефть» была выделена скважина № 25463г. Были поставлены задачи всем

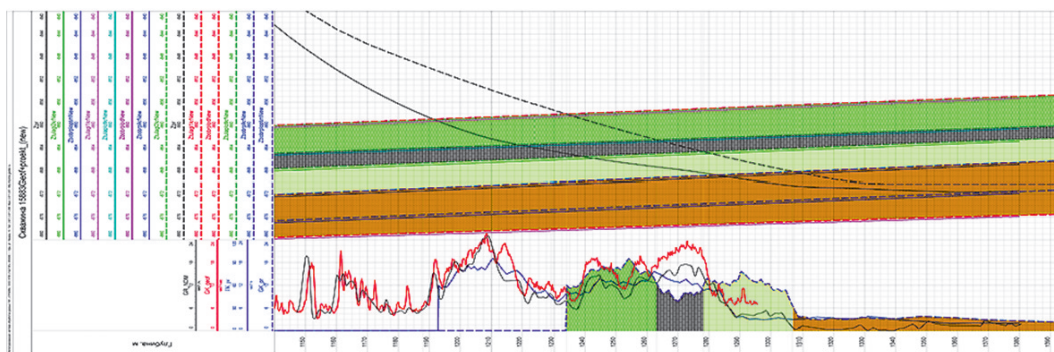


Рис. 2. Синтетическая кривая ГК и сравнение ее с фактической кривой ГК скв. 15883 бс.

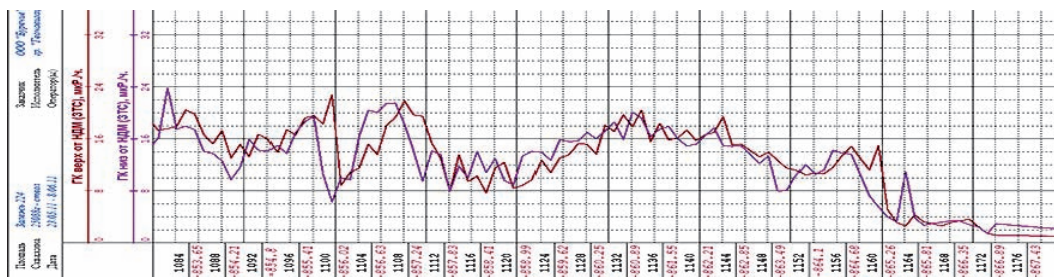


Рис. 3. Данные ГК наддолотного модуля.

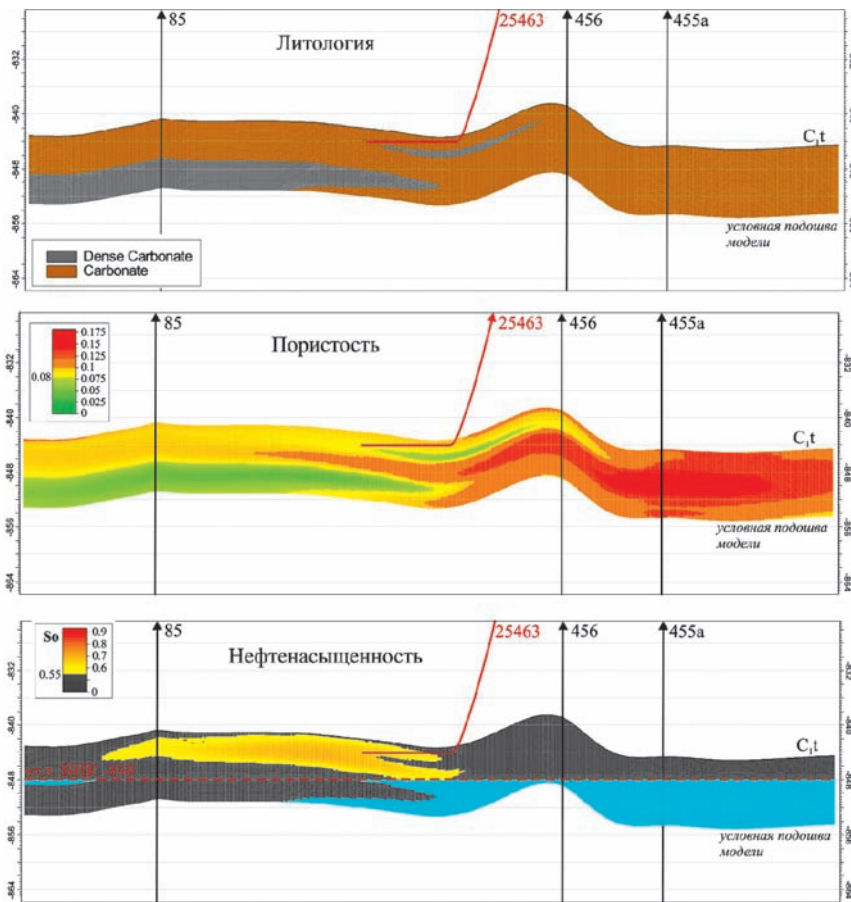


Рис. 4. Модель скважины 25463г.

подразделениям ОАО «Татнефть», участвующим в строительстве скважины. Для ООО «ТНГ-Групп» – это максимальный объём информации в процессе бурения от телесистемы и станции ГТИ с передачей её в режиме реального времени в ситуационный центр НГДУ.

В ходе предварительной подготовки получили ПСС с проекцией горизонтального ствола от ООО «Наука». По отработанной методике по каротажным кривым соседних скважин построили геологическую модель пластов, нанесли проектный ствол, рассчитали синтетическую кривую ГК. Кроме того, на этой скважине начали отрабатывать взаимодействие с сейсморазведочной геофизикой. Для этого была подключена группа моделирования, которой на Ромашкинской залежи в районе проектируемой горизонтальной скважины 25463г построена цифровая трехмерная геологическая модель, включающая в себя структурную, литологическую и петрофизическую составляющие (Рис. 4).

При построении структурной поверхности по кровле турнейского яруса использовались данные ГИС по сква-

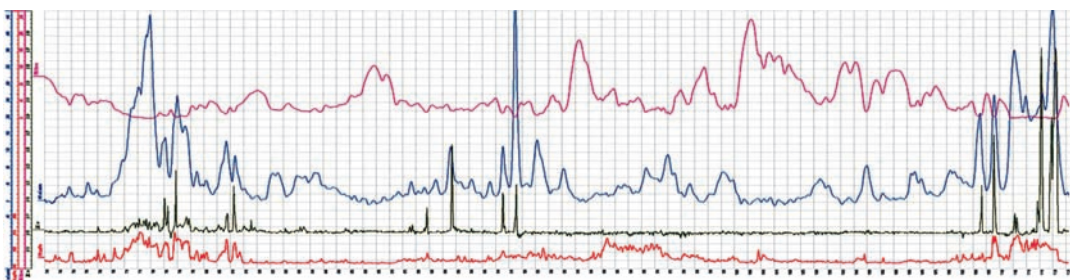


Рис. 5. Сравнение данных ИК и ГИС (ГК, ПЗ, ДС).

жинам. Куб литологии представляет собой распределение коллектор/неколлектор. При моделировании свойств пористости и нефтенасыщенности использовались каротажные кривые и заключения по ним.

Проектная траектория горизонтальной скважины 25463 по результатам моделирования проходит в зоне коллектора с прогнозной пористостью от 8 % до 10 %, подстилаемого маломощным пропластком неколлектора; ожидаемая нефтенасыщенность 55-60 %.

Была проведена подготовка и в техническом оснащении. По заявке ООО «ТНГ-Групп» был изготовлен комплект НДМ с резьбой 3-88 для забойного двигателя Д-127. В один из наддолотных модулей установлены два датчика давления: внутреннего и затрубного. Предполагается, что это позволит определить изменение разности давлений при прохождении различных пластов, оценить их приёмистость.

Мониторинг данных со скважины в режиме реального времени будет осуществляться по двум каналам: через станцию ГТИ в ситуационный центр НГДУ «Альметьевнефть» и информационный портал ООО «ТНГ-Групп» для всех геологических служб, участвующих в работе.

Перспективы развития

Передовой мировой и отечественный опыт при проводке горизонтальных и многозабойных скважин (МЗС) показывает, что для успешного проведения работ по геонавигационному сопровождению бурения, необходимо кроме ГК использовать и другие методы каротажей. Это позволит уменьшить неоднозначность при интерпретации данных, принимать обоснованные решения при управлении траекторией ствола скважины.

Применяемые в ООО «ТНГ-Групп» телесистемы ЗТС-АП оснащены только датчиками ГК. В карбонатных породах данные ГК становятся малоинформативными, поэтому управление траекторией по ним становится неэффективным. Определение наиболее проницаемой части пласта в карбонатных коллекторах позволяют методы индукционного каротажа. Изготовители оборудования – ООО НПФ «ВНИИГИС-ЗТК» разработали модуль ИК, работающий на методе переходных процессов. Модуль при тех же характеристиках глубинности, что и стандартные высокочастотные, имеет меньший размер, способен как передавать информацию на поверхность

в процессе бурения, так и работать автономно с записью во внутреннюю память. При разработке соответствующего программного обеспечения применение ИК в составе телесистемы позволит осуществлять геонавига-

*О.Н. Шерстюков¹, Е.Ю. Рябченко¹, Е.В. Данилов¹, А.А. Иванов²**А.М. Сорокин¹, Д.Г. Галиуллин¹*¹*Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, oleg.sherstyukov@ksu.ru*²*ООО «ТНГ-Групп», Бугульма, tg-gti@tngf.tatneft.ru*

АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕСПРОВОДНОЙ СИСТЕМЫ ТЕЛЕМЕТРИИ ДЛЯ ГЕОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Описываются радиопередающие модули (РПМ), являющиеся основой аппаратного обеспечения автоматизированной интеллектуальной системы геолого-технологических исследований (ГТИ). РПМ предназначен для передачи данных с подключаемых к нему датчиков ГТИ по радиоканалу. Имеется возможность автономного питания датчиков от батареи РПМ. Также приведено описание средств управления и мониторинга основных технологических параметров.

Ключевые слова: геолого-технологические исследования, радиопередающие модули, автономное питание.

Введение

В работе описывается аппаратное обеспечение автоматизированной интеллектуальной системы сбора, хранения и передачи геолого-технологических и геофизических данных (АИС ГТИ), содержащее в своем составе:

1) комплект датчиков геолого-технологических исследований (ГТИ) для измерения основных параметров при бурении скважины;

2) комплект радиопередающих модулей (РПМ), предназначенных для передачи данных с датчиков ГТИ по радиоканалу;

3) координатор радиосети (Шерстюков и др., 2011).

Из особенностей АИС ГТИ следует отметить возможность организации беспроводной сети сбора данных с датчиков, имеющих автономное питание от электрохимических элементов, располагаемых непосредственно в РПМ.

При разработке аппаратного обеспечения АИС ГТИ требовалось обеспечить автономную работу каждого датчика и соответствующего РПМ от одного комплекта

элементов питания в течение интервала времени не менее 10 суток. Учитывая необходимость электропитания не только датчика ГТИ, но и самой схемы РПМ, возникает необходимость использования режима крайней экономии электроэнергии.

Аппаратная часть

Согласно структуре АИС ГТИ (Шерстюков и др., 2011), РПМ должен обеспечивать работу с аналоговыми, импульсными и цифровыми датчиками, а также возможное интеллектуальное управление электропитанием подключаемого датчика с выбором оптимального режима измерения.

Анализ конструкторских и схмотехнических особенностей ряда типовых промышленных датчиков ГТИ, включая датчики с аналоговым выходом (температура, давление, вес, электропроводность и т.п.), импульсные датчики (датчик ходов насоса, оборотов ротора) и датчики с микропроцессорным управлением (ультразвуковые расходомеры, газоанализаторы), показал следующее.

Окончание статьи А.Г. Гайван «ООО «ТНГ-Групп»: Направления развития геонавигации...»

цию при проводке ГС, решать задачи по определению расстояний до кровли и подошвы продуктивного пласта.

При активной поддержке НГДУ «Альметьевнефть», модуль ИК был испытан на нескольких скважинах, где проводку осуществляла группа «Геонавигация». На рисунке 5 показано сопоставление данных модуля ИК с результатами окончательного каротажа ГИС.

В настоящее время модуль ИК готов к испытанию в составе телесистемы в процессе бурения. Конструктивно опытная модель изготовлена для работы с двигателем ДР-106. В перспективе – изготовление модуля для двигателя ДР-127.

Основным направлением развития геонавигации для ООО «ТНГ-Групп» остаётся внедрение новых методов каротажей в процессе бурения, дальнейшее развитие мониторинга данных телесистемы, вычисления прогнозных кривых ГК, ИК, корректировка геологической модели пласта в режиме реального времени, привлечение данных сейсморазведки при моделировании ГС и МЗС.

A.G. Gaivan. TNG Group Ltd.: tendency of geonavigation in horizontal wells installation.

In this paper we discuss experience of ZTS-42EM telemetry system and above chisel module usage, developed by Research and Design Institute of Well Logging, while horizontal wells installation. Telemetry system data monitoring from the well bottom allows installing horizontal wellbores by geophysical parameters in accordance with built geological model. Calculated synthetical curves GR, IR during the drilling progress are compared to the telemetry system data, which allows to revise models, and to make prompt decisions for well path control.

Key words: well, geonavigation, geological model, above chisel module, data monitoring, telemetry system.

Александр Григорьевич Гайван

Начальник Опытно-производственной экспедиции «Геонавигация» НТУ ООО «ТНГ-Групп».

423236 Республика Татарстан, г. Бугульма, ул. Никитина, 12а. Тел/факс: (85594) 9-15-30.