

**На прогнозы надейся, а сам не плошай...**

**с. 3 – 13**

**Горизонты горизонтального бурения**

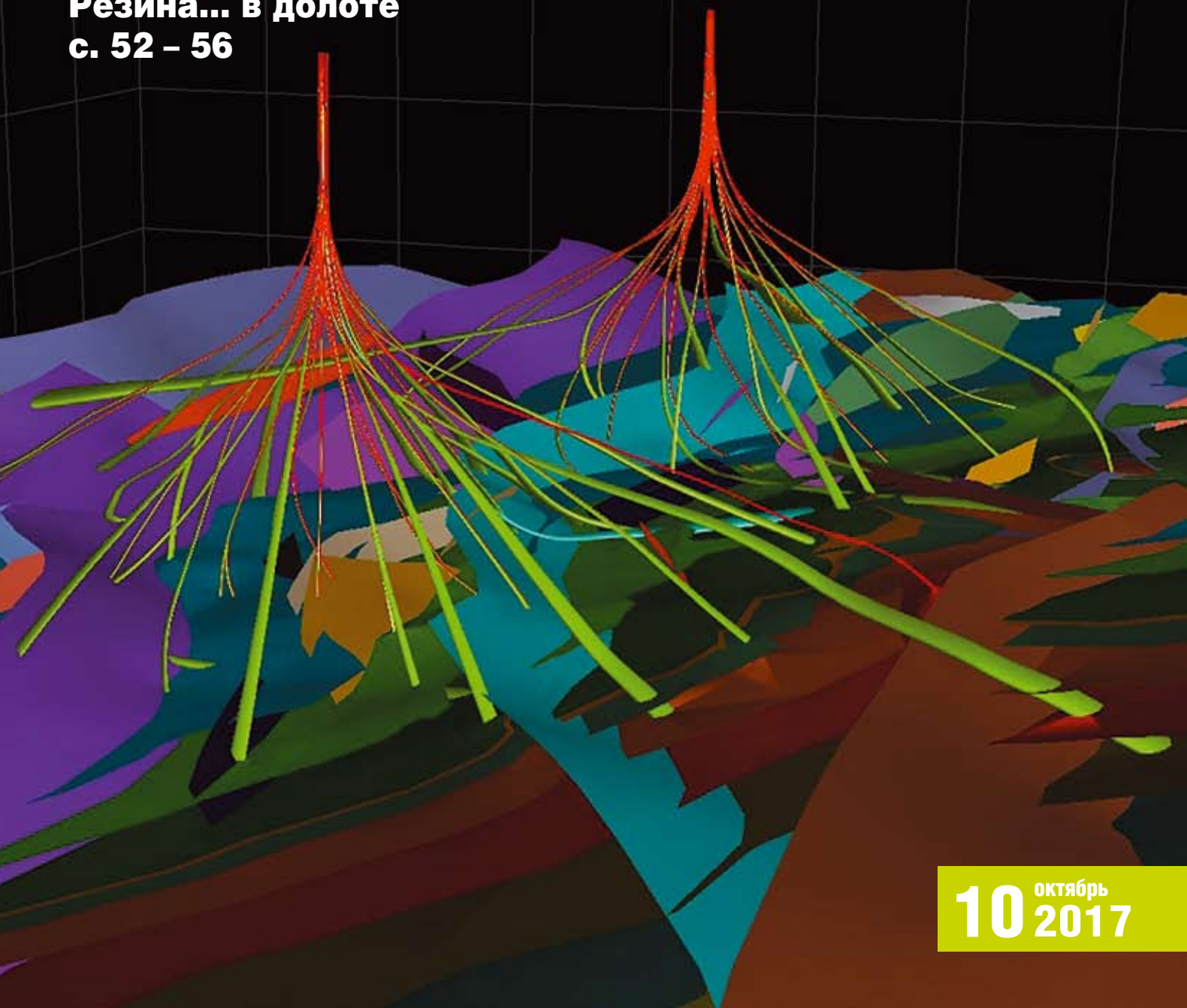
**с. 14 – 22**

**Schlumberge управляет спуском обсадных колонн**

**с. 46 – 51**

**Резина... в долоте**

**с. 52 – 56**





# Горизонтальные скважины: от смелого эксперимента до традиционной технологии



*Горизонтальное бурение набирает обороты. Все больше скважин бурится с горизонтальным окончанием, либо из вертикальных скважин режутся боковые стволы. Наклонно-направленные скважины используют при разработке морских месторождений с платформ или с берега, в регионах со сложными геологическими условиями, требующими протяженных по длине стволов горизонтальных скважин. Такие скважины имеют сложную пространственную архитектуру, что определяет необходимость применения инновационных технологий, оборудования и квалифицированных кадров. И хотя это требует больших финансовых, материальных расходов, в конечном итоге – значительно увеличивает площадь дренирования продуктивного пласта, что увеличивает дебиты, а значит, прибыли компаний. «Круглый стол» редакции, проведенный методом экспресс-опроса, посвящен этой актуальной проблематике.*

УДК 622.243.24:550.832

Ключевые слова: горизонтальные скважины, зарезка боковых стволов, наклонно-направленные скважины, многоствольные скважины, системы геонавигации, каротажа и телеметрии

## HORIZONTAL WELLS: FROM BOLD EXPERIMENT TO TRADITIONAL TECHNOLOGY

The horizontal drilling are gaining momentum. More wells drilled with horizontal bottom or from vertical wells cut sidetracks. Directional inclined wells used in the development of offshore fields or platforms with the shore, in regions with complex geological conditions, requiring extended along the length of the trunks horizontal wells. These wells have a complex spatial architecture that determines the necessity of application of innovative technologies, equipment and qualified personnel. And although it requires considerable financial, material costs, and, ultimately, significantly increases the drainage area of the reservoir, which increases flow rates and, therefore, the profits of companies. «Round table» revision carried out by the method of an opinion poll devoted to this actual issue.

Keywords: horizontal wells, sidetracking, directional inclined wells, multilateral wells, geosteering, well logging and telemetry



**Е**сли в 70 – 80-е годы горизонтальные скважины были редким эпизодом, смелым экспериментом, демонстрацией возможностей техники и технологий, то сейчас это – производственная необходимость и обычная практика бурения скважин. Об этом свидетельствует статистика. Так, по итогам первого квартала 2017 г. видно, что большинство нефтяных компаний все больше внимания уделяет горизонтальному бурению, объемы которого занимают более трети от общего метража проходки. Например, в компании ЛУКОЙЛ в общем объеме бурения горизонтальные скважины составляют 35 %, «Роснефти» – 36,9 %, «Газпром нефти» – 71 %, «Башнефти» – 76 %, компании «РуссНефть» – 89,7 % от общего объема проходки!

Назрела потребность обсудить со специалистами актуальные проблемы строительства наклонно-направленных, горизонтальных и многоствольных скважин.

Представляем мнение профессионалов по этой весьма актуальной теме.

В успешной проводке горизонтальных скважин немало слагаемых, пренебрежение любым из которых может осложнить или погубить процесс. Но все-таки самое главное в этой технологии – системы геонавигации, каротажа и телеметрии. И поэтому мы начали наш опрос именно с вопроса о качестве применяемого оборудования.

### – Как качество оборудования сказывается на результатах горизонтального бурения?

**В.В. КУЛЬЧИЦКИЙ, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина.** Как федеральному эксперту Минобрнауки мне довольно часто приходится расследовать инциденты, произошедшие при геонавигации скважин сложной пространственной архитектуры. Могу заключить, что до сих пор «торчат уши» недофинансирования отечественного геонавигационного оборудования, особенно на стадии доводки до промышленных образцов и внедрения в 80 – 90 гг. прошлого столетия. Большая доля непроизводительного времени и аварий приходится именно на отечественные телесистемы.

Разработка первых отечественных бескабельных забойных телеметрических систем: ЗИС-4 как аналога MWD-системы и «Забой» как аналога LWD-системы (разработчик – ВНИИГИС, г. Октябрьский) финансировалась Министерством геологии, но так и не были востребованы ни геологами, ни нефтяниками-буровиками. После неудачных государственных испытаний ЗИС-4 в 1984 г. на Самотлорском месторождении в буровой бригаде Героя Социалистического Труда Анатолия Дмитриевича Шакшина нефтяники отказались от «электронного надзирателя наклонно-направленных скважин, субъективно управляемых кончиком карандаша». Об этом написано в книге: Кульчицкий В. В. Геокосмос (М.: ИЦ РГУНГ, 2013 г. 146 с.).

**С.В. КОЛБИН, ОАО «Сургутнефтегаз».** Качество оборудования является одним из ключевых вопросов при горизонтальном бурении боковых стволов. Отказ любого элемента КНБК приводит к дополнительным затратам. Мы уже не один год работаем совместно с производителями над повышением стойкости долот, увеличением межремонтного периода ВЗД и наработки на отказ телеметрических систем с целью достижения сбалансированной по времени работы «триады» (доло-

НАША СПРАВКА



**КУЛЬЧИЦКИЙ Валерий Владимирович, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина** Доктор технических наук, профессор. Исполнительный директор центрального правления Научно-технического общества нефтяников и газовиков имени академика И.М. Губкина, заместитель заведующего кафедрой бурения нефтяных и газовых скважин, директор НИИБТ РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина.

Авторитетный в России специалист в сфере геонавигации и интеллектуальных скважинных систем. Эксперт по промышленной безопасности в нефтяной и газовой промышленности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору, член Европейской ассоциации геофизиков и инженеров ЕАГО. Награжден медалью «Автору научного открытия» им. П.Л. Капицы (2003) за развитие теоретических основ создания интеллектуальных скважин.

то + ВЗД + телесистема), стремясь к тому, чтобы не было неплановых СПО из-за отказов. Практически все оборудование перед отправкой в бригады подвергается тестированию, опрессовкам, обкаткам.

**И.А. ЛЯГОВ, компания ООО «Перфобур».** Качество является совокупностью основных потребительских свойств любой технической продукции и определяется довольно обширной номенклатурой показателей из различных групп: назначением, надежностью, технологичностью, эргономичностью и т.д.

Поэтому качество оборудования, используемого для строительства горизонтальных скважин, непосредственно сказывается на результатах работы.

Например, в компании ООО «Перфобур» все узлы проходят испытания на стенде, на котором отрабатываются режимы бурения различными долотами и винтовыми забойными двигателями, подбираются фрезы под обсадные колонны различной категории прочности, а также проводится запись траектории пробуренных в песчано-бетонных блоках каналов.

**М.В. РАКИТИН, компания ООО «ЛУКОЙЛ – Нижневожжскнефть».** Вопросы, с учетом специфики нашей компании, я бы, наверное, немного подкорректировал. Ведь мы работаем на морских месторождениях, а бурение горизонтальных скважин на море принципиально отличается от бурения боковых стволов на суше. Поэтому логично добавить вопрос: «Почему бурение на море принципиально отличается от бурения на суше?»

**В.В. КУЛЬЧИЦКИЙ:**

«Разработка первых отечественных бескабельных забойных телеметрических систем: ЗИС-4 как аналога MWD-системы и «Забой» как аналога LWD-системы (разработчик ВНИИГИС, г. Октябрьский) финансировалась Министерством геологии, но так и не были востребованы ни геологами, ни нефтяниками-буровиками. После неудачных государственных испытаний ЗИС-4 в 1984 г. на Самотлорском месторождении в буровой бригаде Героя Социалистического Труда Анатолия Дмитриевича Шакшина нефтяники отказались от «электронного надзирателя» наклонно-направленных скважин, субъективно управляемых «кончиком карандаша».



**КОЛБИН Сергей Викторович,**  
ОАО «Сургутнефтегаз»

*Сергей Викторович работает начальником Управления по капитальному ремонту скважин и повышению нефтеотдачи пластов открытого акционерного общества «Сургутнефтегаз».*

Отвечу: основные причины этого:

- повышенные требования к безопасности бурения, эксплуатации и ликвидации скважин на море;
- очень высокие финансовые затраты требуют максимального сокращения времени строительства, что невозможно без использования надежного и высокотехнологичного оборудования мирового уровня;
- на суше разведочных (вертикальных) скважин довольно много, поэтому геологическая и эксплуатационная модель весьма надежная. На море разведочных скважин мало, поэтому при строительстве эксплуатационных скважин дополнительно решается задача доразведки горизонтальными скважинами месторождения.

Мы ведем бурение на Севере Каспия, поэтому ответы на другие вопросы будут связаны с бурением на море.

Геонавигация на наших месторождениях осуществляется удаленно небольшим коллективом, в который входят: геонавигатор, интерпретатор ГИС (петрофизик), геомеханик и супервайзерская служба Заказчика. Для геонавигации используются сейсмические данные, данные ГТИ и ГИС-бурения (MWD&LWD), поступающие в реальном времени при бурении.

Оборудование ГИС-бурения (MWD&LWD) при бурении на море играет очень важную роль. Кроме получения стандартной информации для определения литологии, пористости и характера насыщения надеем-

ся на дополнительные данные, поэтому на море все шире начинаем использовать специальные методы ГИС-бурения (MWD&LWD): ГДК с отбором проб, ЯМК.

**А.В. МИХАЙЛОВ, компания Халлибуртон.** Бурение скважин, в частности горизонтальных, всегда связано с большими перегрузками и вибрационным воздействием вследствие несовершенства качества ствола, больших пространственных интенсивностей, разниц диаметров внутрискважинного оборудования и бурильного инструмента. Нужно также учитывать факт влияния бурового раствора, больших давлений и температуры. Безусловно, к качеству оборудования ННБ и каротажа во время бурения (LWD) всегда предъявлялись высокие требования. Так как любой отказ данного оборудования всегда влечет за собой незапланированные смены КНБК и спуско-подъемные операции, что в целом влияет на срок строительства скважин, тем самым увеличивая затраты компаний-операторов.

Любое оборудование ННБ должно пройти определенный цикл проверок и тестов на стадии разработки. Оно подвергается всем возможным механическим тестам, таким, как проверка на изгиб, кручение; проходит испытания на вибрационном и гидравлическом стенде. После чего уже имеет право проходить полевые испытания. Только после полевых испытаний оборудование получает сертификат или паспорт, подтверждающие работоспособность в сложных горно-геологических условиях.

**– Геонавигационные системы каких производителей вы используете? Чем они привлекают вас: ценой, простотой в эксплуатации и обслуживании, надежностью, рабочим ресурсом?**

**В.В. КУЛЬЧИЦКИЙ.** Эра освоения Западной Сибири высокотехнологичной отечественной геонавигацией нефтяных скважин сложной пространственной архитектуры началась 15 июля 1990 г., когда на Самотлорском месторождении пробурили за 30 суток и ввели в эксплуатацию скважину с длиной горизонтального ствола 209 м в коридоре пласта АВ1+2 («рябчик») трудноизвлекаемой нефти. Дебит в 2 – 7 раз превысил соседние скважины с вертикальным вскрытием пласта!!!

Немного теории для понимания сложности технологии.

Геонавигация – составная и определяющая часть геонавтики – является научным направлением, в рамках которого ставятся и решаются технологические, аппаратные и программные задачи управления траекторией ствола скважины во взаимосвязи с исследованием околоскважинного пространства и воздействием на него в процессе бурения. Об этом написано в книге: Кульчицкий В.В. Геонавигационные технологии проводки наклонно-направленных и горизонтальных скважин (М.: ВНИИОЭНГ, 2000. 351 с.).

Геонавигация – высокотехнологичный сегмент разработки «сланцевой» нефти. Для разработки нефтяных залежей стволами значительной протяженности и площади охвата нефтяного пласта требуются надежные интеллектуальные и кибернетизированные КНБК с ресурсом работы до 1000 часов, обеспечивая одним рейсом долота до 10000 м. К разработке многофункционального интеллектуального забойного оборудования на основе бурильного инструмента со встроенным силовым кабелем и вентильного электробура приступило ООО «НОВОБУР» (г. Пермь), что революционизирует



**С.В. КОЛБИН:**

*«Качество оборудования является одним из ключевых вопросов при горизонтальном бурении боковых стволов. Отказ любого элемента КНБК приводит к дополнительным затратам».*

технику и технологию бурения горизонтальных и многозабойных скважин – основу бурно развивающейся геонавигации.

Сланцевая нефть – нефть, которая добывается из сланцевых залежей, образованных из растительных и животных остатков, находящихся в твердом или в жидком состоянии в низкопроницаемых породах (Tight Oil).

Нефтематеринские породы – непроницаемые в реальном времени осадочные породы, способные в определенных геологических условиях и времени (миллионы лет) выделять свободные углеводороды, образованные в процессе диа- и катагенетических преобразований заключенного в них рассеянного органического вещества, когда общепринятые технологии дают коэффициент извлечения нефти (КИН) – от 0 до 1 – 3 %.

Каждой сланцевой формации соответствует определенная зрелость органического вещества (ОВ) – (определенные термобарические условия, пребывание в определенной стадии мезокатагенеза – «окне нефтегазогенерации»). Необходимо создать в горном пространстве условия, при которых из керогена нефтематеринской породы генерируются подвижные углеводороды. Выявление закономерностей осадконакопления отложений баженовской свиты (БВ) определяет стратегию геонавигации скважин и пространственную архитектуру многозабойных наклонно-направленных и горизонтальных стволов. Зависимость фильтрационно-емкостных свойств горных пород от текстурно-структурных особенностей, сложившихся в процессе осадконакопления, и постседиментационных преобразований исходных горных пород определяет тактику геонавигации многозабойных скважин.

Пример геореактора показывает тренд развития геонавигации в мире в целом и в России в частности. Это высокотехнологичное инновационное освоение подземного пространства (геокосмоса) стволами скважин значительной протяженности и площади охвата. Протяженность ствола скважины, а не глубина стала параметром мировых рекордов при освоении недр! Недр – то есть геокосмос наряду с подводным, воздушным и безвоздушным является четвертым видом пространства – подземным, в котором все активнее осуществляется деятельность человека, что, несомненно, приводит к изменению структур производства и потребления. Значительное сопротивление горных пород передвижению машин и механизмов, наличие больших давлений и температур предъявляют специфические требования к техническим средствам и технологиям, способным обеспечить активную деятельность человека в подземном пространстве.

**С.В. КОЛБИН.** Мы работаем с телеметрическими системами различных типоразмеров с гидравлическим, кабельным и электромагнитным каналами связи, а также с комбинацией двух последних, в зависимости от решаемых задач, например: какая промывочная жидкость применяется, биополимерный раствор, или, если работы производятся на депрессии, азированная азотом нефть. Комбинированный канал передачи данных уникален, разработан производителем по нашему техническому заданию.

**И.А. ЛЯГОВ.** В своей Технической Системе (ТС) «Перфобур» мы планируем использовать автономную (а в перспективе – оборудованную on-line каналом свя-



**А.В. МИХАЙЛОВ:**

*«Именно благодаря геомеханическому моделированию можно подобрать оптимальную плотность и рецептуру бурового раствора. Также с помощью специалистов Центра технических решений ННБ, совместно с инженерами растворного сервиса, подготавливаются все необходимые гидравлические расчеты с учетом КНБК и бурильного инструмента – для понимания ожидаемой эквивалентной циркуляционной плотности (ЭЦП), эффекта свабирования и поршневания, рассматриваются все риски как во время бурения, так и во время спуско-подъемных операций».*

зи) телесистему отечественного производства, выпускаемую компанией АО «СКБ «ПН».

Сегодня ведется запись траектории каналов, пробуренных на нашем оборудовании с использованием ТС «Перфобур». Это позволяет многократно входить в уже пробуренный канал для исследований, интенсификации и в дальнейшем – для его капитального ремонта.

АО «СКБ «ПН» (г. Санкт-Петербург) заинтересовал нас тем, что специалисты данного поставщика первыми откликнулись на предложение по разработке малогабаритного автономного феррозондового инклинометра



**ЛЯГОВ Илья Александрович,**  
**ООО «Перфобур»**

*Кандидат технических наук по специальности «Технология бурения и освоения скважин».*

*Закончил аспирантуру в «Национальном минерально-сырьевом университете «Горный» (г. Санкт-Петербург).*

*Выпускник кафедры Нефтегазопромыслового оборудования Уфимского государственного*

*нефтяного Технического университета. Проходил обучение во Фрайбергской горной академии (Германия).*

*Специалист в области закачивания скважин, вторичного вскрытия ПЗП. В настоящее время занимает должность главного инженера в компании ООО «Перфобур», занимающейся разработкой новой технологии радиального бурения.*

(диаметром 36 мм и длиной менее метра – в герметичном корпусе), способного работать в каналах с радиусом кривизны менее 7 метров.

**М.В. РАКИТИН.** В нашей практике бурения на море используется оборудование ГИС-бурения (MWD&LWD) компании Schlumberger.

**А.В. МИХАЙЛОВ.** Сперри Дриллинг Сервисез как департамент наклонно-направленного бурения сервисной компании Халлибуртон имеет геонавигционные системы собственного производства. В частности мы обладаем высокотехнологичным прибором ADR – азимутальным датчиком глубокого измерения удельного сопротивления. Он является прекрасным решением



**РЕДАКЦИЯ:**

*«В связи с тем, что общий фонд скважин в России вступает в период падающей добычи, необходимость будет подталкивать к масштабной разработке баженовской свиты, территория которой распространяется в Западной Сибири на площади около 1 млн км<sup>2</sup> с огромными запасами – до 140 млрд тонн нефти».*

для оптимизации проводки траектории ствола скважины, максимального повышения добычи и продления срока эксплуатации скважины.

Прибор ADR сочетает в себе датчик направленного бурения глубокого проникновения с традиционным мультиметрическим компенсированным датчиком удельного сопротивления. Глубокие измерения (до 6 метров), имиджи с высоким разрешением позволяют получать ранние предупреждения от приближения к границам пласта до выхода из продуктивной зоны, позволяя сохранять положение скважины в наиболее продуктивной части пласта.

Как и все приборы компании Халлибуртон, ADR имеет большую надежность и специальный дизайн, разработанный для бурения горизонтальных скважин различной сложности.

**– Какие компоновки низа бурильной колонны при строительстве горизонтальных скважин, зарезке боковых стволов вы применяете?**

**С.В. КОЛБИН.** Кроме упомянутых выше телесистем при проводке боковых стволов применяем ВЗД (в габаритах от 73 до 127 мм) и долота диаметром от 85 до 142,9 мм, как отечественных, так и зарубежных производителей. Использование РУС широкого распространения не получило, поскольку боковые стволы проводятся, в основном, на разбуренных, «старых» месторождениях.

**И.А. ЛЯГОВ.** В составе компоновки низа бурильной колонны ТС «Перфобур» мы используем специальные малогабаритные винтовые забойные двигатели с одним или двумя углами перекоса, устройство регулирования осевой нагрузки, способное работать как в режиме демпфера, так и асциллятора, долота типа PDC малого диаметра (58 – 60 мм), а также центраторы, места установки и диаметры которых подбираются в зависимости от требуемых параметров траектории каналов. В компоновку может быть включен автономный инклинометр.

**М.В. РАКИТИН.** Используются ВЗД, долота и РУС компании Schlumberger. Модули аппаратуры ГИС-бурения (MWD&LWD) входят в компоновку (КНБК) и используются на всех этапах строительства эксплуатационной скважины.

**А.В. МИХАЙЛОВ.** Специалистами Центра технических решений наклонно-направленного бурения (Solution Engineering) нашей компании КНБК проектируется и подбирается индивидуально для каждой горизонтальной скважины. Это делается для того, чтобы максимально удешевить стоимость компоновки, но при этом полностью решить поставленные Заказчиком задачи. Во время проектирования дизайна КНБК учитываются такие основные аспекты, как максимальная пространственная интенсивность скважины, ее отход от устья, протяженность горизонтального участка, возможная извилистость и кавернозность. На первой стадии производятся расчеты механических нагрузок на КНБК и бурильный инструмент – для понимания возможности образования искривления в колонне, что дает понимание о возможности наклонно-направленного бурения. На основании такого анализа делается вывод о целесообразности использования РУС в КНБК.

Отдельно ставятся задачи по геофизическим и петрофизическим измерениям во время бурения. В дан-



ный момент минимальный набор LWD-приборов включает в себя гамма-каротаж и каротаж УЭС, которые в большинстве случаев позволяют решать задачи геонавигации и получать минимальный набор геофизических данных.

Большинство компаний-операторов стараются заменить ГИС на кабеле оборудованием LWD, которое не уступает по качеству данных и в некоторых случаях показывает более реальную картину. Поэтому сейчас распространены такие методы, как акустический каротаж, гамма-гамма плотностной и нейтронный каротаж, боковой каротаж.

**– Системы MWD/LWD требуют высокой квалификации пользователей. Где и как учатся, проходят тренинги буровики, способные с ювелирной точностью проводить стволы в определенную геологами точку или провести протяженный ствол по продуктивно-му пласту, особенно если он маломощный?**

**С.В. КОЛБИН.** Обучение инженеров, ремонтирующих и эксплуатирующих телесистемы, на начальном этапе проводилось в учебных центрах производителей оборудования. Сейчас, в основном, обучение проводится на рабочих местах, в телеметрических партиях и лаборатории по ремонту телесистем силами ведущих специалистов инженерно-телеметрической службы. Квалификацию наших специалистов можно оценить как очень высокую.

**И.А. ЛЯГОВ.** Специалисты компании ООО «Перфобур» используют методики ВНИИБТ, УГНТУ, БашНИПИ-нефть, ТатНИПИнефть для получения аналитических зависимостей, устанавливающих закономерности геометрических параметров малогабаритных компоновок Технической Системы «Перфобур» с кривизной канала, на основании которой строятся профили каналов с различными радиусами кривизны для бурения сети разветвленных каналов в маломощных пластах.

**М.В. РАКИТИН.** Системы ГИС-бурения (MWD&LWD) для решения задач геонавигации требуют высокой квалификации пользователей. С аппаратурой ГИС-бурения (MWD&LWD) для получения всей необходимой информации работают специалисты компании Schlumberger. Контроль входной информации и геонавигация с изменением траектории в реальном времени осуществляется под руководством специалистов Заказчика. Насколько мне известно, специалистов-геонавигаторов у нас пока не готовят.

**А.В. МИХАЙЛОВ.** В нашей компании существует большое количество курсов для повышения квалификации, как с инструкторами в учебных центрах США и России, так и онлайн, которые можно пройти в свободное время из любой точки мира, имея только Интернет. Данные курсы являются обязательным требованием для развития персонала в компании. Еще один эффективный способ повысить квалификацию – обмен опытом на проектах других локаций компании. Это позволяет увидеть новые грани и особенности работы сервисных компаний на других континентах, с разным менталитетом и подходом к работе. Такой опыт позволяет привнести что-то новаторское на российских проектах.

Халлибуртон уделяет большое внимание обучению и повышению квалификации своих сотрудников, так как понимает, что любая ошибка и непрофессионализм мо-



**И.А. ЛЯГОВ:**

*«В настоящее время в России существуют технологии для строительства многоствольных скважин, способные конкурировать с компаниями «Большой четверки».*

гут вылиться для Заказчика в непроизводительное время (НПВ), отказ оборудования ННБ или MWD/LWD, недостижение геологических целей Заказчика.

**В связи с тем, что общий фонд скважин в России вступает в период падающей добычи, необходимость будет подталкивать к масштабной разработке баженовской свиты, территория которой распространяется в Западной Сибири на площади около 1 млн км<sup>2</sup> с огромными запасами – до 140 млрд тонн нефти. Поскольку баженовская свита отличается низкой проницаемостью коллекторов, то и разбуривать ее необходимо горизонтальными скважинами с последующим гидроразрывом пластов (опыт США, Канады и других стран).**

**– Готовы ли мы, на ваш взгляд, технически и технологически к освоению этих природных богатств, особенно в условиях санкций?**

**В.В. КУЛЬЧИЦКИЙ.** Керогеносодержащая порода баженовской свиты является неколлектором, ее основу слагают силициты, перемеживающиеся с пропластками глин. Напряженное состояние массива пород подтверждается выпучиванием и растрескиванием ядерного материала. Следовательно, техногенным воздействием возможно освобождать энергию горной породы и запускать механизм трещинообразования в околоскважинном пространстве направленной разгрузкой пласта (НРП) в сочетании с ГРП в горизонтальных скважинах с большой площадью охвата искусственно созданной в породе разветвленной системой трещин, которая и будет выполнять функции коллектора в БС. Структура предмета воздействия как единичного микропространства – сложная и методы воздействия на него должны быть многообразными, в т. ч. и с геонавигационными технологиями, обеспечи-



**РАКИТИН Михаил Владиславович,  
ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть»**

*Михаил Владиславович более 35 лет работает в каротаже. Выпускник Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова. Имеет опыт работы полевым инженером на российском и зарубежном оборудовании. Обработывал и интерпретировал данные ГИС, ПГИ и ГДИ на территориях Каспийской*

*впадины, Западной Сибири и Тимано-Печорской газонефтяной провинции. В 2006 г. защитил кандидатскую диссертацию «Усовершенствование интерпретации данных импульсного нейтронного каротажа с аппаратурой PDK-100 в условиях терригенного разреза Западной Сибири».*

*С 2010 г. и по настоящее время работает ведущим геофизиком отдела мониторинга разработки нефтяных и газовых месторождений и повышения нефтеотдачи пластов. Участвует в планировании, мониторинге и оценке достоверности данных ГТИ, ГИС-кабель, ГИС-бурения (MWD&LWD) строящихся эксплуатационных и разведочных скважин. Кроме этого работает с материалами ПГИ горизонтальных скважин, оптоволоконных систем и трассерных исследований.*

вающими охват залежи боковыми стволами сообразно законам ее формирования. При многообразии вторичных методов воздействия (термические, химические, физические) главным является максимальное приближение и позиционирование траектории ствола скважины с учетом структурно-текстурных характеристик отложений БС.

Эффективное извлечение нефти в промышленном масштабе из нефтематеринских горных пород БС, обладающих большими геологическими запасами, представляется невозможным без применения геонавигационных технологий строительства скважин



**М.В. РАКИТИН:**

*«На море, к сожалению, мы существенно отстаем. Наиболее слабо в области ГИС-бурения (MWD&LWD) мирового уровня закрыты секции, которые бурятся долотами 311 мм и более. Кроме ГК, ЭК и инклинометрии здесь практически ничего нет. Поэтому большинство работает с ГИС-кабелем. Здесь именно Россия может сделать прорыв, так как требуются нестандартные подходы».*

сложной пространственной архитектуры в сочетании с термическими методами.

Идея разработки технологий, ускоряющих процессы выделения ОВ в нефть, заключается в создании соответствующих термодинамических условий посредством скважинного сооружения сложной пространственной архитектуры – подземного реактора.

Авторским коллективом (Кульчицкий В.В., Щебетов А.В., Гутман И.С., Фомкин А.В., Боксерман А.А., Сакян М.И.) создан способ разработки многопластовой неоднородной залежи баженовской свиты с целью повышения нефтеотдачи залежи за счет ввода в разработку пропластков-неколлекторов нефтематеринской толщи БС [Способ разработки многопластового неоднородного нефтяного месторождения. Патент на изобретение RU № 2567918 от 02.12.2014]. На примере запатентованной скважины-геореактора показано, что эффективное извлечение нефти в промышленных масштабах из нефтематеринских отложений БС организацией на большой площади охвата процесса пиролиза без геонавигационных технологий строительства скважин сложной пространственной архитектуры представляется невозможным. Геореактор – природно-техногенное сооружение для термического освождения нефти из автохтонных углеводородов, генетически связанных с исходным органическим веществом и находящихся в запечатанных порых нефтематеринских горных пород, образованных при переходе части твердой органики в жидкую.

**С.В. КОЛБИН.** Баженовские отложения – перспективная ресурсная база ОАО «Сургутнефтегаз». Опыт проводки боковых стволов в бажене у нас есть. Другое дело, как и где бурить эти стволы, какой способ вызова притока применять. Тут необходима совместная работа с геологами, практическая апробация теоретических представлений.

**И.А. ЛЯГОВ.** В настоящее время в России существуют технологии для строительства многоствольных скважин, способные конкурировать с компаниями «Большой четверки».

**А.В. МИХАЙЛОВ.** Баженовская свита до сих пор полностью не исследована. Не существует определенных подходов и технологий для ее разработки. Это подтверждают большинство компаний-операторов. На данный момент запасы баженовской свиты нерентабельны в условиях существующих как российских, так и иностранных технологий. Нельзя провести полную аналогию между нетрадиционными запасами России и США либо Канады, поэтому не все технологии североамериканских компаний подходят под наши условия.

**– Насколько импортозамещение обеспечивает потребности российского рынка в геонавигационном оборудовании, станциях каротажа, роторно-управляемых системах, системах верхнего привода и т.д.?**

**В.В. КУЛЬЧИЦКИЙ.** Создание геонавигационных технологий, которые обеспечат Россию углеводородным сырьем на сотни лет, всегда экономически оправдано.

Проблема на пути развития геонавтики, как научно-промышленной основы геонавигации, связана с высокими технологиями, создаваемыми на основе фундаментальных исследований и открытий. Прерванная вековая связь академической науки с отраслевой





нанесла непоправимый ущерб отраслевым институтам, которые всегда были мостом, соединяющим промышленность, академическую и вузовскую науку. В России полностью погибли десятки отраслевых нефтегазовых НИИ, а численность оставшихся сократилась многократно, раздробившись на тысячи малых предприятий. Утрачены экспериментальные заводы и установки, деградировали научно-лабораторные базы и КБ. Академические институты в попытке решения финансовых проблем растратили четверть века на бесперспективную интеграцию с нефтегазокорпорациями, минуя отраслевые институты. «Мосты» между академической наукой и промышленностью – государственные отраслевые институты – сожжены. Системная связь институтов РАН с нефтегазодобывающей отраслью заменена околонучной деятельностью частных центров и НИИ нефтегазовых корпораций, где административная власть управляет научными подразделениями. Без восстановления системы отраслевых институтов как проводников академической науки в нефтегазовую практику невозможно реализовать призыв В.В. Путина на Совете при Президенте РФ по науке и образованию 21.01.2016 г.: «...Наличие собственных передовых технологий – это ключевой фактор суверенитета и безопасности государства, конкурентоспособности отечественных компаний, важное условие роста экономики и повышения качества жизни наших граждан...» (цитата по еженедельной газете научного сообщества МГТУ им. Н.Э. Баумана «Поиск», № 18 – 19 от 13.05.2016).

**С.В. КОЛБИН.** В основном, мы используем отечественные клинья-отклонители, фрезеры, долота, винтовые забойные двигатели, верхние силовые приводы, оборудование для заканчивания скважин.

**И.А. ЛЯГОВ.** В последние годы, в связи с потребностью импортозамещения, ряд ведущих российских компаний занимаются разработкой роторно-управляемых систем, современных инклинометрических телесистем радиального бурения. Одной из таких компаний является АО «СКБ «ПН», специалисты которой успешно справляются с потребностями рынка в качественном оборудовании.

**М.В. РАКИТИН.** На море, к сожалению, мы существенно отстаем. Наиболее слабо в области ГИС-бурения (MWD&LWD) мирового уровня закрыты секции, которые бурятся долотами 311 мм и более. Кроме ГК, ЭК и инклинометрии здесь практически ничего нет. Поэтому большинство работает с ГИС-кабелем. Здесь именно Россия может сделать прорыв, так как требуются нестандартные подходы. Более подробно по этому вопросу можно прочитать в статье С.Ю. Штуня, М.В. Ракитина – «Можно ли обогнать зарубежные компании в области ГИС-бурения (MWD&LWD)?» в вашем специализированном журнале «Бурение и нефть» в № 10 (октябрь) 2016 г.

**А.В. МИХАЙЛОВ.** Насколько мне известно, несколько российских компаний и бюро уже продолжительное время ведут разработки высокотехнологичного оборудования ННБ и MWD/LWD в рамках программы импортозамещения. Однако уровень такого оборудования пока уступает иностранным аналогам как в плане надежности, так и в плане функционала. Поэтому на данный момент однозначно можно сказать, что отечественное оборудование не может охватить все потребности нефтегазовых компаний.



**С.В. КОЛБИН:**

*«Целесообразность бурения горизонтальных боковых стволов определяется как ожидаемым приростом дебитов скважин, возможностью увеличения КИН пласта и месторождения, так и окупаемостью вложений. На месторождениях Восточной Сибири, в условиях низких пластовых давлений, при бурении на депрессии с использованием в качестве промывочной жидкости азрированной азотом нефти, мы проводим из каждой скважины по два горизонтальных участка длиной по 500 метров, что позволило значительно увеличить дебиты.»*

**– Горизонтальные скважины, как правило, более подвержены обвалам и осыпям породы, поэтому требуют тщательного подбора рецептуры буровых растворов. Какие буровые растворы используете вы?**

**С.В. КОЛБИН.** Для предупреждения осложнений при бурении боковых стволов мы применяем высокоингибированный хлоркалийевый биополимерный раствор, подбираем рецептуры в зависимости от состояния пласта, непосредственно в бригадах КРС круглосуточно контролируем до 15 параметров БПР.

**И.А. ЛЯГОВ.** Реологические свойства и технологические параметры промывочной жидкости, безусловно, имеют важное значение в процессе разрушения горной породы, работы ВЗД, фрез и долот. Для обеспечения достаточной выносящей способности технология разветвленно-направленного (радиального) бурения «Перфобур» использует специальные растворы, например, безглинистый биополимерный ингибированный буровой раствор рецептуры ООО «Перфобур».

**М.В. РАКИТИН.** Для бурения длинных горизонтальных стволов используются растворы на нефтяной основе.

**А.В. МИХАЙЛОВ.** Очевидно, что для снижения вероятности возникновения вышеупомянутых проблем необходим более глубокий и широкий анализ на стадии планирования скважин. А для того чтобы достичь наилучших результатов, необходим мультидисциплинарный подход к решению сложных технических задач. Геомеханическое моделирование является неотъемле-



**МИХАЙЛОВ Александр Владимирович, компания Халлибуртон**

*Александр Михайлов является руководителем службы технических решений (Solution Engineering) подразделения по наклонно-направленному бурению Sperry Drilling компании Халлибуртон в России с 2015 г. В данную службу входят такие направления, как оптимизация ННБ, геонавигация, интерпретация*

*данных LWD, сервис корректировки замеров.*

*Александр – выпускник Российского геологоразведочного университета им. С. Орджоникидзе по специальности «Геофизические исследования скважин». Свою профессиональную карьеру в нефтегазовом сервисе начал как инженер-телеметрист в 2008 г., потом работал как инженер ННБ и ведущий специалист технической поддержки ННБ.*

мой частью такого подхода. Сейчас именно благодаря геомеханическому моделированию можно подобрать оптимальную плотность и рецептуру бурового раствора. Также с помощью специалистов Центра технических решений ННБ, совместно с инженерами растворного сервиса, подготавливаются все необходимые гидравлические расчеты с учетом КНБК и бурильного инструмента – для понимания ожидаемой эквивалентной циркуляционной плотности (ЭЦП), эффекта свабирования и поршневания, рассматриваются все риски как во время бурения, так и во время спуско-подъемных операций. Имея возможность получать данные по внутреннему и затрубному давлению во время бурения



**И.А. ЛЯГОВ:**

*«Экономическая эффективность строительства скважины зависит от качества гидродинамической связи продуктивного пласта с пробуренной скважиной. Если рассматривать бурение на новом месторождении, то горизонтальный канал (конечно, оптимальной длины) позволяет построить скважину с более эффективной площадью фильтрации, а следовательно, и добыть больше нефти с меньшими эксплуатационными затратами, но с большими затратами на бурение, связанными с необходимостью использования дорогостоящего современного (инновационного) оборудования».*

в реальном времени с датчиков LWD, можно корректировать параметры раствора своевременно, избегая катастрофических последствий.

**– Всегда ли экономически оправдано бурение горизонтальных скважин? Насколько они дороже вертикальных и есть ли ощутимая разница между дебитами горизонтальных и вертикальных скважин при высокой проницаемости пласта?**

**С.В. КОЛБИН.** Целесообразность бурения горизонтальных боковых стволов определяется как ожидаемым приростом дебитов скважин, возможностью увеличения КИН пласта и месторождения, так и окупаемостью вложений. На месторождениях Восточной Сибири, в условиях низких пластовых давлений, при бурении на депрессии с использованием в качестве промывочной жидкости азрированной азотом нефти, мы проводим из каждой скважины по два горизонтальных участка длиной по 500 метров, что позволило значительно увеличить дебиты. Более того, при бурении зачастую получаем притоки нефти.

**И.А. ЛЯГОВ.** Экономическая эффективность строительства скважины зависит от качества гидродинамической связи продуктивного пласта с пробуренной скважиной. Если рассматривать бурение на новом месторождении, то горизонтальный канал (конечно, оптимальной длины) позволяет построить скважину с более эффективной площадью фильтрации, а следовательно, и добыть больше нефти с меньшими эксплуатационными затратами, но с большими затратами на бурение, связанными с необходимостью использования дорогостоящего современного (инновационного) оборудования.

А если рассматривать скважины, находящиеся на поздней стадии эксплуатации, то, на наш взгляд, наиболее оптимальным является строительство сети разветвленных каналов малого диаметра и радиуса кривизны, позволяющее эффективно вскрывать пласты малой мощности и преодолевать загрязненные призабойные зоны пласта (ПЗП), образовавшиеся при его первичном вскрытии.

**М.В. РАКИТИН.** На море для эксплуатации бурятся практически только горизонтальные скважины. Уже в конце прошлого века стали использовать подводное устьевое оборудование горизонтальных скважин.

ГИС-бурение (MWD&LWD) все шире начинает использоваться и в разведочных скважинах на море.

**А.В. МИХАЙЛОВ.** Данный вопрос не первый год интересует все нефтегазовые компании. Существует много научных работ, доказывающих, что горизонтальные скважины окупаются быстрее вертикальных и наклонно-направленных, при том что стоимость горизонтальной скважины на 15 – 20 % дороже. Горизонтальные скважины предоставляют гораздо большие возможности воздействия различными методами на пласты, чем вертикальные или наклонно-направленные.

Сегодня бурение на нефть и газ происходит в недостижимых зонах, где порой невозможна отсыпка куста непосредственно над объектом разработки либо требует больших финансовых затрат – для строительства дополнительных дорог, обеспечения транспортного сообщения. В подобных условиях бурением вертикальных скважин просто невозможно попасть в геологические цели. И тогда горизонтальное бурение – единственно возможный способ добраться до продуктивных пластов. ■