



УДК 550.832

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМПЛЕКСОВ ГИС ПРИ ИЗУЧЕНИИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ РАЗРЕЗОВ НЕФТЕГАЗОВЫХ СКВАЖИН

П.Н.Кокарев, Р.Р.Сафин, И.Е.Генералова, В.А.Сердюкова, Д.Б.Родивилов, И.Н.Белорусов, И.А.Дуких
(ООО "Газпром геологоразведка"), А.Ю.Петухов (ПАО "Газпром")

Приведены сведения о проектируемых и реализуемых в настоящее время ООО «Газпром геологоразведка» комплексах геофизических исследований в поисково-оценочных и разведочных скважинах Восточной и Западной Сибири на лицензионных участках ПАО «Газпром». Выполнены анализ и сопоставление комплексов геофизических исследований скважин, проводимых до создания ООО «Газпром геологоразведка» и в настоящее время. Сделаны выводы о необходимости применения расширенных комплексов геофизических исследований при изучении геологических разрезов поисково-оценочных и разведочных скважин.

Ключевые слова: геофизические исследования скважин; коллектор; выделение коллекторов; определение характера насыщения.

Материалы геофизических исследований скважин (ГИС) — одни из основных видов геологической документации разрезов нефтегазовых скважин. Эти материалы совместно с результатами лабораторных исследований керна, изучения пластовых флюидов, испытаний пластов и данными опытно-промышленной эксплуатации служат главным источником информации, позволяющим осуществить подсчет запасов и проектирование разработки залежей УВ [1].

В послевоенное время объемы реализуемых геолого-разведочных работ стремительно росли из года в год. С каждым годом увеличивались объемы полевых геофизических исследований и число пробуренных скважин, глубина и темпы (скорость) строительства скважин. Все это обеспечивало стабильный рост подготовленных структур и открытие новых месторождений УВ.

В совокупности эти факторы дали толчок к развитию промысловой (скважинной) геофизики. В области промысловой геофизики были созданы первые образцы автоматических каротажных станций (С.Г.Комаров, Л.И.Померанц) для глубины от 1000 до 5000 м. Был разработан комплекс геофизических исследований скважин, включающий электрический, индукционный, радиоактивный и газовый методы каротажа, измерение диаметра скважин, акустические исследования, а для более детального изучения продуктивной части разреза — боковой каротаж (БК), измерение электрического сопротивления микрозондами (МКЗ) и боковым каро-

тажным зондированием (БКЗ). Комплексные исследования позволили повысить качество изучения разрезов скважин, определения их литологического состава, точность выявления и оценки нефтегазоносности продуктивных пластов, стало возможным определение пористости, проницаемости [2].

Число определяемых и оцениваемых параметров и свойств горных пород увеличивалось, в связи с развитием промысловой геофизики и появлением новых методов исследования разрезов скважин. Такие показатели, как число работающих отрядов, метраж выполненного каротажа и число определяемых параметров горных пород по данным ГИС, к 1982 г. возросли приблизительно в 4 раза по сравнению с показателями 1950 г.

Тенденция стремительного роста числа определяемых параметров по данным ГИС сохранилась и в настоящее время. Хотя сейчас не ведется счет числа параметров и свойств горных пород, определяемых по данным ГИС, с уверенностью можно сказать, что показатель (21 параметр), достигнутый в 1982 г., увеличился в несколько раз и приблизился или превысил 100.

В начале 80-х гг. прошлого столетия использовались методы индукционного, акустического, многозондового нейтронного и плотностного каротажей, были известны и опробованы методы диэлектрического, ядерно-магнитного и гидродинамического каротажей. Однако, несмотря на это, некоторые из них в течение трех 10-летий проводились не так часто, хотя все они

доказали эффективность в своем секторе. Только сейчас эти методы, их современные аналоги и новые разработки в области геофизических исследований скважин приобретают особое значение, когда приходится все большее внимание уделять исследованию пород-коллекторов сложного строения и состава в тяжелых геолого-технологических условиях вскрытия разреза скважин.

С момента создания (2011) ООО «Газпром геологоразведка» и присвоения ему статуса специализированной дочерней компании по организации и проведению геолого-разведочных работ на всех лицензионных участках ПАО «Газпром» руководством и специалистами компании непрерывно ведется работа по внедрению и использованию современных методов и технологий в разведочной и промысловой геофизике, при строительстве скважин, испытании объектов, интенсификации потоков и т.д.

Специалисты ООО «Газпром геологоразведка» принимают активное участие в «жизненном» цикле геофизических исследований скважин, начиная от разработки комплексов ГИС для проектов геолого-разведочных работ и заканчивая комплексной интерпретацией материалов ГИС для подсчета запасов УВ.

В соответствии с нормативными документами (ГОСТ Р 53709-2009 [3], РД 153-39.0-072-01 [4], Правилами [5]) и учетом геолого-технологических особенностей вскрытия геологических разрезов скважин, выполняются мероприятия по разработке и реализации современных комплексов ГИС для поисково-оценочных и разведочных работ на лицензионных участках ПАО «Газпром» в Восточной и Западной Сибири, на шельфах Баренцева, Карского и Охотского морей.

Приведем примеры изменений, которые претерпели комплексы ГИС за последние 5-6 лет, т.е. за время существования ООО «Газпром геологоразведка», а также сделаем выводы о необходимости проведения тех или иных методов каротажа и их информативности в различных геологических условиях.

Анализ информативности комплекса геофизических исследований в скважинах Тамбейской группы месторождений

На месторождениях Тамбейской группы (Западно-Тамбейское, Северо-Тамбейское, Тасийское, Малыгинское месторождения) начиная с 1978 г. пробурено 113 скважин, из которых 9 — после 2013 г. Геофизическими исследованиями охвачен весь интервал вскрытого разреза. По всем скважинам выполнена интерпретация материалов ГИС для выделения коллекторов, определения характера насыщенности и подсчетных параметров коллекторов.

Общие исследования проведены во всех скважинах от забоя до кондуктора с регистрацией методов: стандартного каротажа (один или два зонда из состава БКЗ, ПС, ДС), индукционного каротажа (ИК), радиоактивного каротажа (ГК, НК).

Комплекс детальных геофизических исследований, проводимых в перспективных и продуктивных частях разреза скважины, включал: боковое каротажное зондирование (БКЗ); микрокаротаж (МКЗ); индукционный каротаж (ИК); боковой каротаж (БК); кавернометрию (ДС); профилометрию; боковой микрокаротаж (БМК); микрокавернометрию (МДС); резистивиметрию (РС); гамма-каротаж (ГК); нейтронный гамма-каротаж (НГК); акустический каротаж (АК).

Почти по всем скважинам, относящимся к старому фонду, можно выделить следующие недостатки:

отсутствие в большинстве скважин измерений плотностным гамма-гамма каротажом (ГГК-П) (на Тасийской площади метод ГГК-П проведен лишь в одной скважине, на Малыгинской — в четырех, на Северо-Тамбейской — в семи и на Западно-Тамбейской — в четырех); часть проведенных методов была забракована вследствие нарушения условий записи либо ее низкого качества (в основном это относится к методам АК и ГГК-П).

В скважинах нового фонда качество материалов ГИС существенно выше, что позволяет решать задачи литологического расчленения разреза, выделения коллекторов, оценки характера насыщенности и определения подсчетных параметров коллекторов с большей точностью и достоверностью (рис. 1).

В скважинах, пробуренных после 2011 г., комплекс ГИС был дополнен следующими методами:

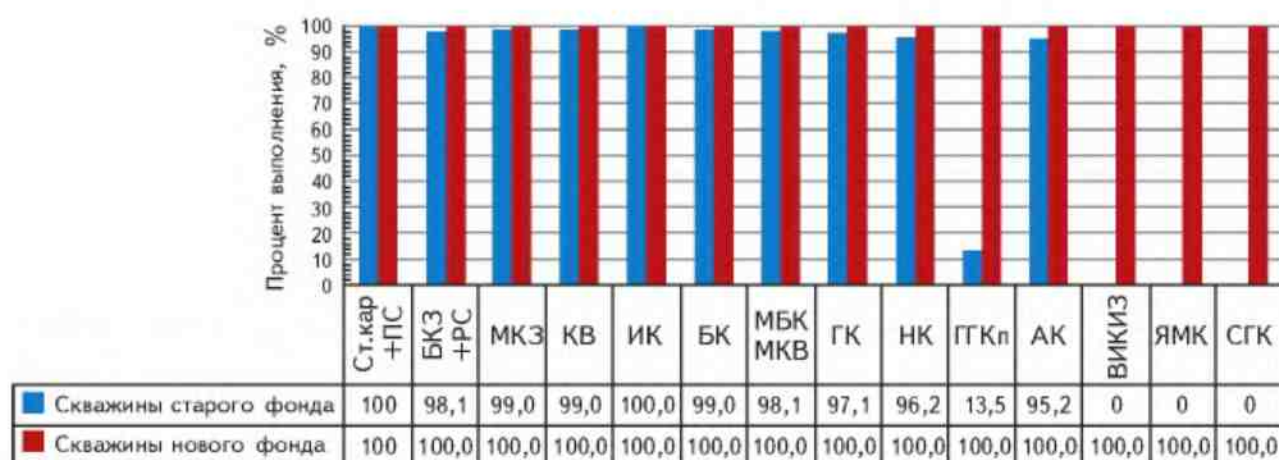
высокочастотным индукционным каротажным изопараметрическим зондированием (ВИКИЗ); ГГК-П; спектрометрическим гамма-каротажом (СГК); ядерно-магнитным каротажом (ЯМК); гидродинамическими исследованиями и опробованием пластов приборами на кабеле (ГДК и ОПК).

Дополнив комплекс геофизических исследований скважин Тамбейской группы месторождений этими методами, компания ООО «Газпром геологоразведка» обеспечила спектр геолого-геофизической информации, необходимой для выполнения работ по подсчету запасов УВ в терригенных коллекторах сеномана, неокома и юры.

Высокочастотное индукционное каротажное изопараметрическое зондирование

Проведение геофизических исследований методом ВИКИЗ в обязательном порядке во всех новых скважинах позволило иметь альтернативную оценку УЭС и коэффициента нефтегазонасыщенности ($K_{нф}$) пород, а

Рис. 1. СРАВНЕНИЕ ВЫПОЛНЕННОГО КОМПЛЕКСА ГИС ПО СКВАЖИНАМ СТАРОГО И НОВОГО ФОНДОВ



также дополнительную оценку характера насыщенности. При этом метод ВИКИЗ обладает рядом преимуществ перед другими методами электрического (БКЗ, БК) и электромагнитного каротажа (ИК), такими как:

слабая зависимость измерений от параметров скважины и прискважинной зоны;

высокая разрешающая способность в радиальном и вертикальном направлениях (оценка электрических характеристик тонкослоистого разреза);

высокая точность и стабильность результатов измерений.

Плотностной гамма-гамма каротаж

Введение плотностного каротажа в обязательный комплекс исследований новых скважин позволило осуществлять дополнительную оценку емкостных свойств коллекторов, проводить настройку показаний каротажа на результаты лабораторных определений объемной плотности пород на керне и в целом повысить точность определения пористости пород-коллекторов.

Метод ГТК-П в совокупности с данными акустического каротажа необходим для выполнения интерпретации материалов сейсморазведки, сейсмической инверсии, привязки сейсмогеологической модели к скважинным данным и проведению работ по построению геомеханической модели месторождения, залежи или отдельно взятой скважины.

Ядерно-магнитный каротаж

Ядерно-магнитный каротаж в скважинах Западно-Тамбейского и Северо-Тамбейского месторождений проводился центрированными приборами ЯМТК и ЯМТК-120 (ООО "Нефтегазгеофизика") и его прижимной модификацией ЯМТК-П в режиме непрерывной записи по разрезу. В скважинах Тасийского и Малыгинского место-

рождений использовался прибор CMR Plus (Schlumberger) в режиме непрерывной записи по разрезу.

Метод ЯМК в условиях вскрытия терригенных коллекторов Тамбейской группы месторождений позволил определить комплекс характеристик пород.

1. Емкость порового пространства:

коэффициент общей пористости;

коэффициент пористости глин и пористости, занятой капиллярно-связанной водой;

коэффициент эффективной пористости.

2. Коэффициент остаточной водонасыщенности ($K_{во}$) — отношение объема пор, заполненных остаточной водой (капиллярно-связанной и водой глин), к общему объему пор породы.

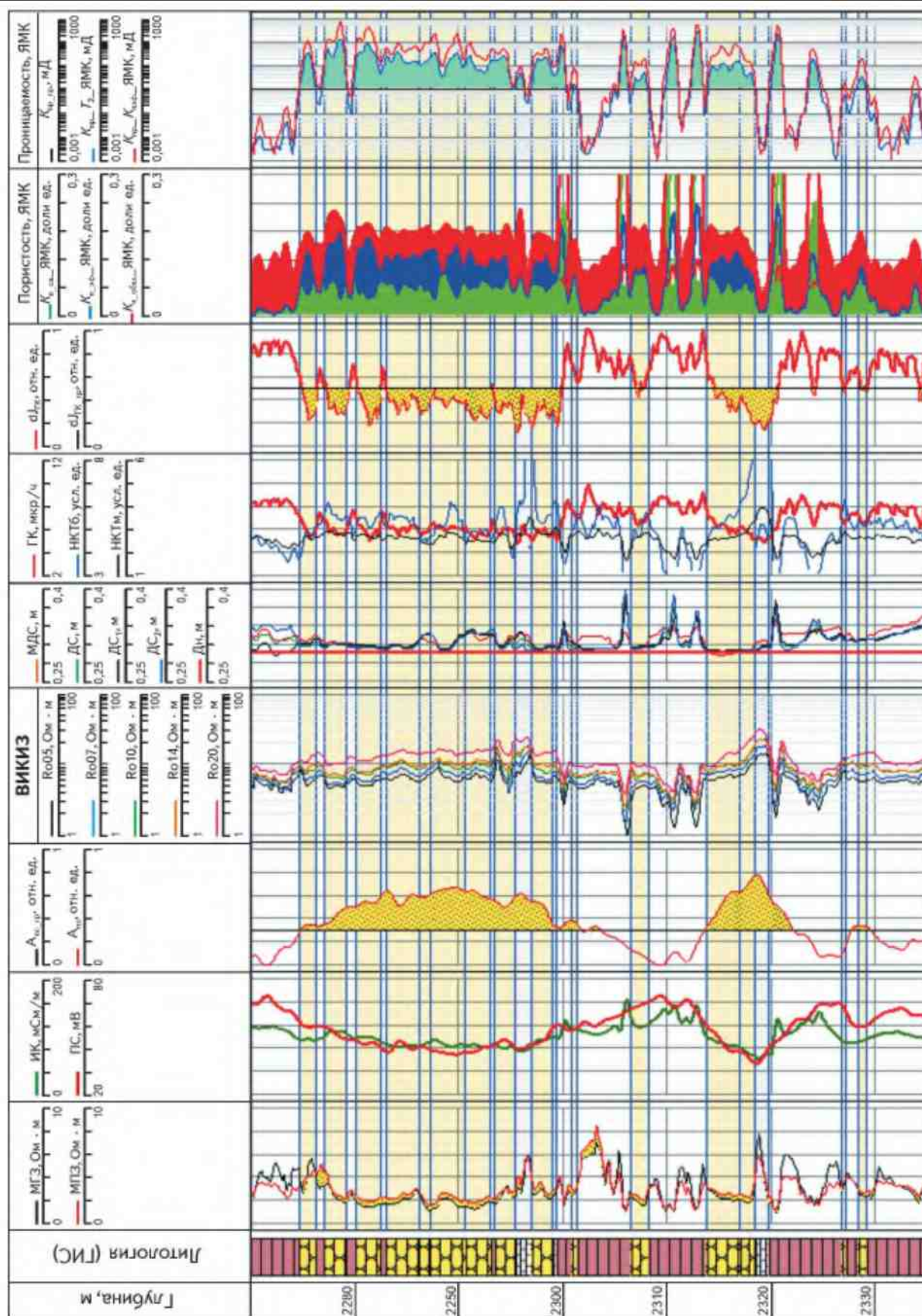
3. Структура порового пространства — объемная модель бинов, нормированных на общую пористость. Такое представление позволяет изучить изменение структуры порового пространства по разрезу со «снятым» эффектом пористости и показывает соотношение пористости от пор различных размеров в каждой точке глубины.

4. Коэффициент абсолютной проницаемости ($K_{пр}$, мД), который рассчитывался по уравнениям Тимура-Коатеса и SDR (Schlumberger Doll Research) в случае измерения прибором CMR и модели, представляющей собой комплексную взаимосвязь между $K_{пр}$, $K_{п}$, $K_{пэф}$, $K_{п кап-св}$ в случае измерения прибором ЯМТК.

Также ЯМК позволил осуществить выделение сложнопостроенных коллекторов и определение их фильтрационно-емкостных свойств в отложениях юрского комплекса.

Выделение коллекторов в пластах ТП скв. 123 Западно-Тамбейского месторождения при использовании в данном интервале ЯМК позволило уточнить эффективные толщины коллекторов (рис. 2).

Рис. 2. ПРИМЕР ВЫДЕЛЕНИЯ КОЛЛЕКТОРОВ В ПЛАСТЕ ТП_{1,2} скв. 123 ЗАПАДНО-ТАМБЕЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ



Гидродинамический каротаж

Для проведения гидродинамического каротажа (ГДК) и опробования пластов прибором на кабеле (ОПК) был использован модульный испытатель MDT (Schlumberger), который предназначен для решения следующих задач:

- замера пластового давления на разных глубинах;
- расчета подвижности пластового флюида и оценки проницаемости по анализу кривых падения и восстановления давления;

- отбора проб пластовых флюидов;

- замера давления гидроразрыва в пластовых условиях путем проведения «мини-гидроразрыва пласта».

В скважинах Тамбейской группы месторождений модульный испытатель MDT позволил решить ряд геологических, геофизических и петрофизических задач:

- уточнение межфлюидных контактов по группе пластов танопчинской свиты;

- определение характера насыщенности зон с неоднозначным характером насыщенности и переходных зон по группе пластов танопчинской свиты и юрских отложений;

- определение коллекторских свойств в интервалах возможных коллекторов сложного строения в ачимовских и юрских отложениях;

- уточнение граничных критериев УЭС для определения характера насыщенности по материалам ГИС.

Отдельным аспектом изучения методами ГИС разреза месторождений Тамбейской группы стоит выделить отложения групп пластов Ач и ЮЯ. Из 104 скважин, пробуренных в пределах Тамбейской группы до 2013 г., ачимовские и юрские отложения на Западно- и Северо-Тамбейских месторождениях вскрыты одной скважиной, Малыгинском — семью скважинами. На Тасийском месторождении скважинами старого фонда данные отложения не вскрыты. В силу технических, а возможно, и экономических причин комплекс ГИС глубоких разведочных скважин весьма ограничен, качество регистрации часто удовлетворительное. Так, в пределах Тамбейской группы месторождений ачимовские отложения, обладающие сложным геологическим строением, в условиях ограниченного разведочного бурения, до настоящего времени не рассматривались в рамках подсчета запасов.

Новый виток глубокого разведочного бурения на Тамбейской группе месторождений знаменуется началом бурения скв. 160 Тасийского месторождения в августе 2013 г. Спроектированный специалистами ООО «Газпром геологоразведка» расширенный комплекс ГИС для скважин нового фонда впоследствии позволил не только уточнить геологическое строение уже открытых залежей юрских отложений, но и открыть новую залежь пласта ЮЯ₂₋₃ Тасийского месторождения с

дебитом газоконденсатной смеси при испытании, равным 599,8 тыс. м³/сут. Отложения ачимовской толщи, характеризующиеся по данным расширенного комплекса ГИС как продуктивные, в скором времени будут испытаны в скв. 123 Западно-Тамбейского месторождения.

Анализ информативности комплекса геофизических исследований в пластах ачимовских и юрских отложений месторождений Ямало-Ненецкого АО

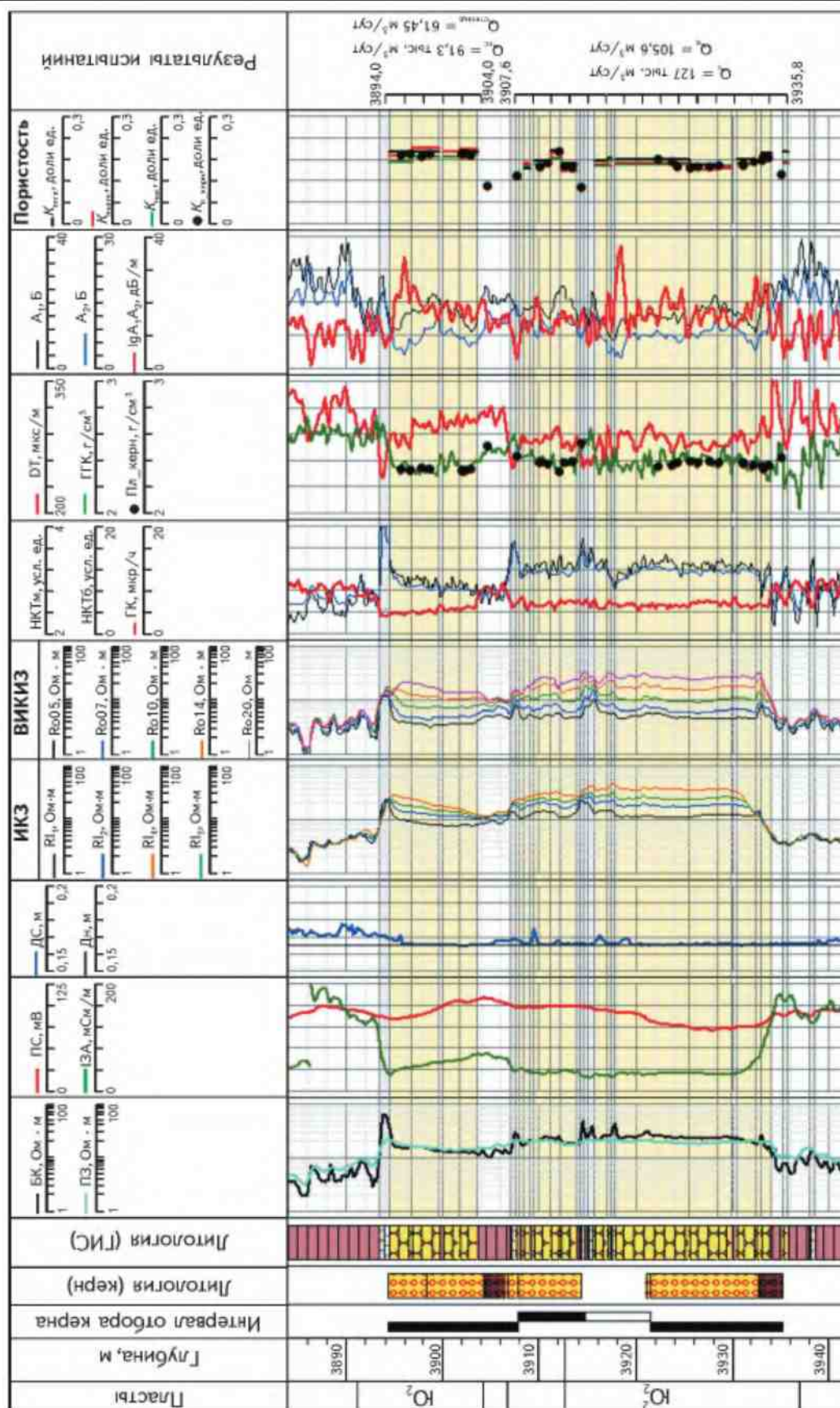
Специалисты, работающие в ООО «Газпром геологоразведка», имеют достаточно большой опыт изучения пластов ачимовских и юрских отложений месторождений Ямало-Ненецкого АО. С их участием разрабатываются и впоследствии выполняются проекты геолого-разведочных работ ачимовских и юрских отложений в пределах лицензионных участков ООО «Газпром добыча Уренгой», ООО «Газпром добыча Ямбург», ООО «Газпром добыча Надым», защищены оперативные подсчеты запасов УВ по ряду месторождений.

В подавляющем большинстве скважин упомянутых лицензионных участков, в соответствии с действующей инструкцией [4, 5], выполнен следующий основной комплекс ГИС: стандартный каротаж; БКЗ+ПС; МКЗ; ИК, ИКЗ; БК; ДС; профилометрия; боковой БМК; МДС; радиоактивный каротаж (ГК, НКТб, НКТм); ГГК-П; АК; ВИКИЗ; инклинометрия. В единичных скважинах проведены ЯМК и СГК.

Условия для проведения методов ГИС в открытом стволе скважины неблагоприятны. Интервалы исследований характеризуются высокими температурами и наличием зон аномально высоких пластовых давлений (АВПД). Температура превышает 100 °С, а давление в стволе скважины может достигать 76 МПа. Тем не менее материал ГИС в основном хорошего и удовлетворительного качества и позволяет провести литологическое расчленение разреза, выделить коллекторы, оценить пористость и насыщенность коллекторов.

Особенностями ачимовских и юрских отложений являются их полиминеральный состав и тонкослоистое строение. В литологическом плане ачимовские и юрские отложения представлены частым чередованием глинистых и песчано-алевролитовых пород с прослоями углей. Коллекторами в отложениях ачимовской и юрской толщи служат песчаники и алевролиты.

Вследствие особенностей геологического строения отложений ачимовской и юрской толщи, а также технологических условий их вскрытия, не всегда удается выделить коллекторы по прямым качественным признакам. К факторам, осложняющим выделение коллекторов, относятся: 1 — первичное вскрытие пластов-коллекторов, находящихся в интервалах АВПД, осуществляет-

Рис. 3. ПРИМЕР ВЫДЕЛЕНИЯ КОЛЛЕКТОРОВ В ПЛАСТАХ Ю₂, Ю₂ скв. 221 ПЕСЧОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

ся с применением различных утяжеленных полимер-глинистых растворов и в условиях переменной репрессии на пласт, что может обусловить формирование глубоких зон проникновения промывочной жидкости в пласт и значительное изменение его свойств; 2 — близость минерализации пластовых вод и фильтрата бурового раствора может приводить к отсутствию радиального изменения УЭС по данным разноглубинных зондов методов электрометрии, а также выполаживанию кривой ПС. В связи с этим для выделения коллекторов в ачимовской и юрской толщах применяются косвенные количественные признаки. В качестве косвенных количественных критериев для выделения коллекторов в ачимовской толще используются: граничное значение двойного разностного параметра ГК ($dJ_{ГК-гр}$) и граничное значение коэффициента пористости: $K_{п-гр}$. В качестве косвенных количественных критериев для выделения коллекторов в юрской толще применяют граничные значения геофизических параметров $dJ_{ГК-гр}$, $dJ_{НК-гр}$ и $DT_{гр}$.

Так, выделение коллекторов пластов Ю₂, Ю₂ скв. 221 Песцового месторождения и определение их подсчетных параметров на основе проведения комплекса ГИС оказалось достаточно корректным (рис. 3).

В настоящее время при использовании описанного комплекса ГИС выделение коллекторов и определение их подсчетных параметров в скважинах в основном не вызывают затруднений, однако проведение в ачимовских и юрских отложениях метода ЯМК способствует повышению точности определения подсчетных параметров коллекторов. Основной рекомендацией относительно данного комплекса отложений является включение метода ЯМК в обязательный комплекс детальных исследований.

Следует также отметить важность сплошного отбора и последующего литологического описания керна. Например, при проведении литолого-минерального анализа керна юрских отложений по скважинам Песцовой площади было установлено, что для данных пород характерно содержание сульфидов железа. Наиболее распространен по разрезу пирит, причем отмечаются как незначительные, так и многочисленные конкреционные включения. Присутствие в породах минералов-полупроводников оказывает значительное влияние на показания электрических методов, в результате чего происходит существенное занижение сопротивления пород и соответственно значений $K_{пг}$.

При проведении комплексной интерпретации материалов ГИС по скв. 210 Песцовой площади в пласте Ю₂ были выделены коллекторы с пониженными значениями УЭС, характерными для водонасыщенных коллекторов. Однако при изучении в данном интервале керна был сделан вывод о том, что не характерные для данных отложений пониженные значения УЭС связаны с присутствием в коллекторах пирита. Впоследствии при

испытании данного пласта был получен значительный приток газоконденсатной смеси.

Помимо описания кернового материала большое значение имеют результаты исследования керновых данных в атмосферных и пластовых условиях, что позволяет улучшить петрофизическое обеспечение интерпретации ГИС. Благодаря наличию результатов анализов кернового материала специалистами ООО «Газпром геологоразведка» были получены петрофизические зависимости и методические алгоритмы определения $K_{пг}$ и $K_{пгг}$ в пластовых условиях для коллекторов ачимовских и юрских отложений. Уточнение петрофизической основы интерпретации ГИС положительно сказывается на качестве и точности оценки запасов УВ данных отложений в пределах таких месторождений, как Ямбургское, Песцовое и Западно-Песцовое.

Анализ информативности комплекса геофизических исследований в скважинах Ковыктинского месторождения

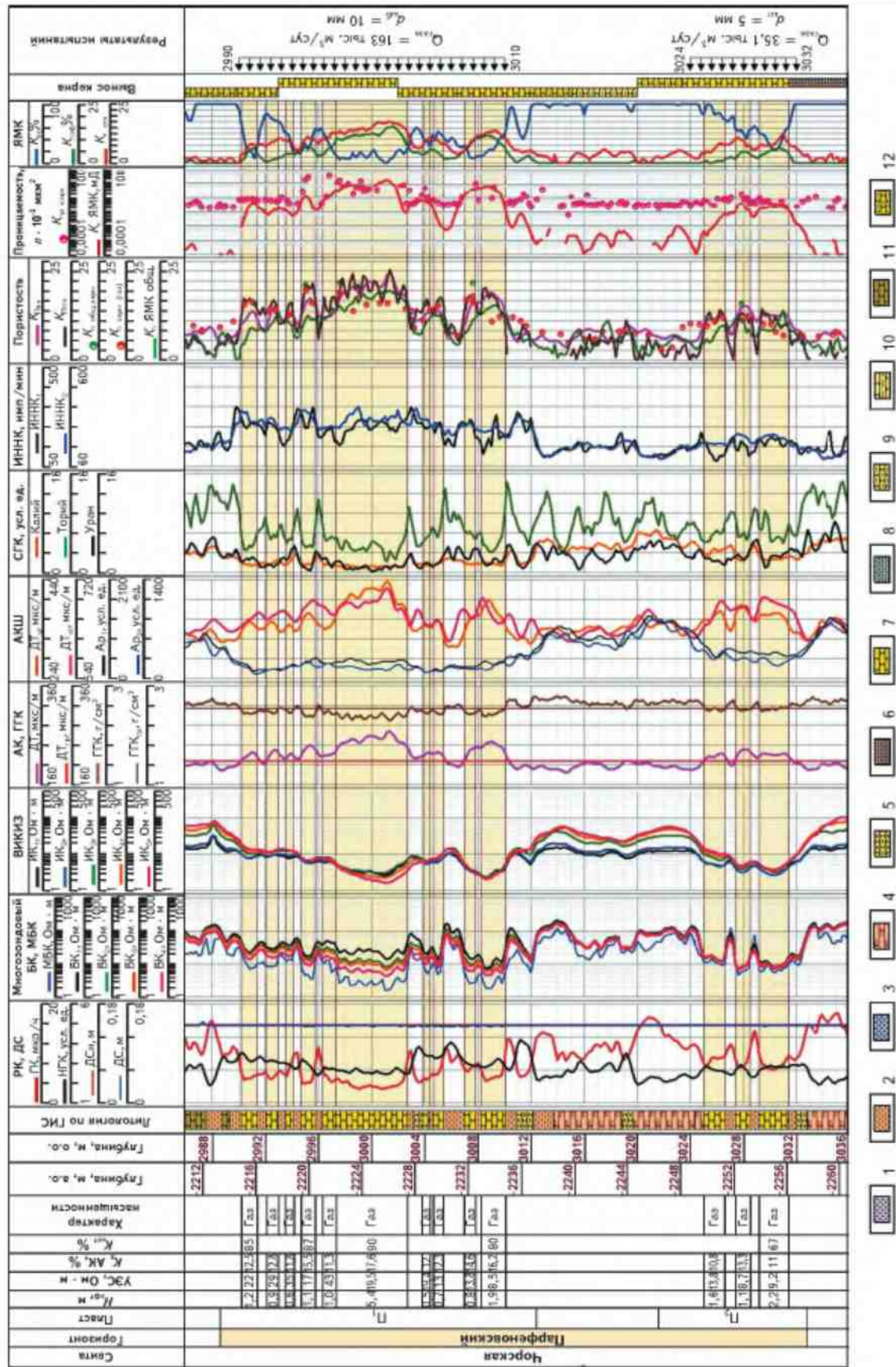
Выполняемый комплекс геофизических исследований в скважинах Ковыктинского месторождения, пробуренных до 2010 г., состоял из ДС, ГК, НГК, БК, БМК, БКЗ, АК, ГГК-П, ВИКИЗ, инклинометрии. Надо отметить, что такие методы, как ВИКИЗ, ГГК-П, проводились далеко не во всех скважинах.

В настоящее время во всех новых скважинах Ковыктинского месторождения применяется расширенный полный комплекс ГИС, дополненный такими методами, как многозондовый боковой каротаж, широкополосный акустический каротаж (АКШ), СГК, а в некоторых скважинах — импульсный нейтронный каротаж (ИННК), ЯМК и акустический микросканер.

Применение расширенных комплексов исследований скважин позволило снизить неоднозначность в вопросах выделения эффективных толщин коллекторов, повысить точность определения геофизических и петрофизических параметров коллекторов. Наиболее полный комплекс ГИС был спроектирован и выполнен в нескольких новых скважинах Ковыктинского месторождения, например в скв. 62, пробуренной в 2014 г. (рис. 4).

В отложениях парфеновского горизонта вендских отложений метод СГК позволил выделить различные литофации и более точно оценить глинистость пластов, определить тип и содержание органического углерода в аргиллитах. Основой интерпретации данных СГК является корреляция содержания тория, урана и калия в горных породах с их литологическими и петрофизическими свойствами, а также с генезисом этих отложений. Для детального анализа данных СГК кроме прямых величин содержания естественных радиоактивных элементов используются устоявшиеся отношения их

Рис. 4. ПРИМЕР ПОЛНОГО КОМПЛЕКСА ГИС В ОТЛОЖЕНИЯХ ВЕНДА скв. 62 КОВЫКТИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ



концентраций (торий/уран, уран/калий, торий/калий), которые несут в себе информацию о генезисе изучаемых отложений.

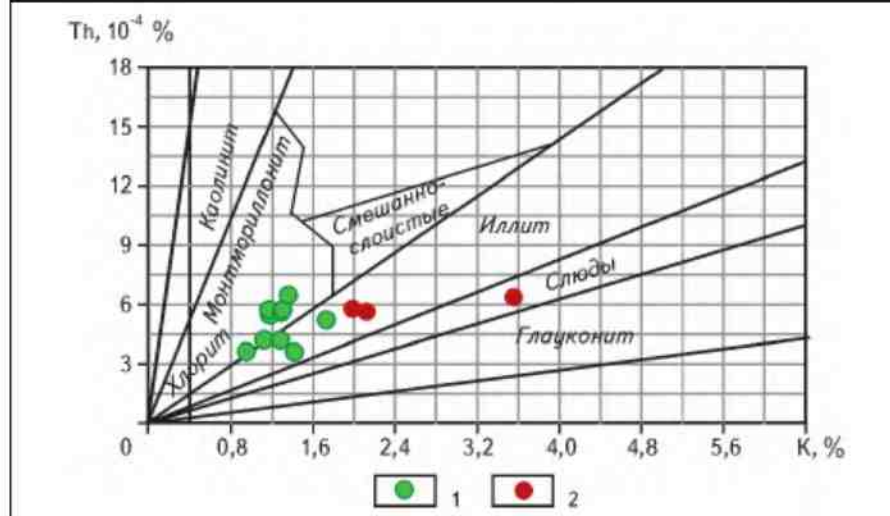
Применительно к отложениям парфеновского горизонта Ковыктинского газоконденсатного месторождения данные метода СГК также привносят ценную информацию, которая служит индикатором зон улучшенных и ухудшенных коллекторов. Эта информация в дальнейшем может быть использована для детальной корреляции и построения карт распространения таких зон. С помощью метода СГК можно отслеживать изменение состава глинистого цемента породы по соотношению содержания калия и тория, что является одним из факторов деления пластов парфеновского горизонта на литотипы. По положению точек на кросс-плоте торий — калий можно судить об изменении состава цемента и минералов, входящих в его состав, — минеральный состав цемента пород пластов P_1 и P_2 существенно различен (рис. 5).

Проведение ядерно-магнитного каротажа в скв. 62 Ковыктинского месторождения с регистрацией кривых эффективной, общей, открытой пористости, фазовой проницаемости, остаточной водонасыщенности позволило наиболее полно оценить подсчетные параметры коллекторов. Продуктивные пласты парфеновского горизонта P_1 и P_2 имеют разную характеристику по данным ЯМК. Значения пористости и проницаемости пласта P_2 ниже, чем P_1 , что подтверждается данными других методов ГИС, исследованиями керна и результатами испытаний.

Высокая минерализация пластовых вод парфеновского горизонта Ковыктинского месторождения является благоприятной средой для проведения метода ИННК, но полной уверенности в его результативности не было. Для оценки эффективности этого метода, его дальнейшего использования для определения характера насыщенности пластов-коллекторов и установления газожидакостных контактов было принято решение об опробовании этого метода в скв. 62 Ковыктинского месторождения. Проведение метода ИННК в скв. 62 показало его эффективность в данных геолого-технологических условиях, поэтому в дальнейшем этот метод можно успешно использовать для оценки характера насыщенности пластов-коллекторов и установления газожидакостных контактов как на стадии доразведки Ковыктинского месторождения, так и контроле процессов разработки.

Применение акустического микросканера позволяет выделять структурные углы, складки, разломы, несо-

Рис. 5. ОЦЕНКА МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА ГЛИНИСТОГО ЦЕМЕНТА ПОРОД-КОЛЛЕКТОРОВ ПАРФЕНОВСКОГО ГОРИЗОНТА СКВ. 62 КОВЫКТИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ



Пласты: 1 — P_1 , 2 — P_2

гласия, а также тонкие переслаивания, размытые поверхности и каверны; можно легко различить открытые и залеченные трещины (как естественные, так и образованные в процессе бурения). По данным проведенных исследований акустическим микросканером в скв. 62 Ковыктинского месторождения в интервалах пластов P_1 и P_2 трещиноватость не выявлена.

Применение метода СГК на Ковыктинском газоконденсатном месторождении позволяет подтвердить, что включение в комплекс геофизических исследований скважин СГК предполагает повышение однозначности выделения коллекторов в сложнопостроенных разрезах и точность оценки их коллекторских свойств за счет учета изменений минерального состава каркаса породы и глинистого цемента.

Заключение

Анализ геофизических исследований скважин, начиная с послевоенных лет до настоящих дней, показал, что промысловая геофизика постоянно развивается и всегда находится в активном поиске решения задач, которые ставит перед ней геология. Постановка новых и более сложных задач обеспечивается возрастающей с каждым годом необходимостью изучения коллекторов сложного строения, проведением исследований в сложных геолого-технологических условиях, стремлением повысить детальность изучения исследуемого объекта и точность определения параметров и характеристик горных пород. Решение новых и более сложных задач обеспечивается применением расширенных комплексов ГИС, появлением инновационных методов каротажа и внедрением современных методов в состав обязательных комплексов ГИС.

ООО «Газпром геологоразведка» является активным участником по внедрению современных методов каротажа в комплексы ГИС проектных поисково-оценочных и разведочных скважин. Внедрение современных комплексов ГИС осуществляется как на стадии разработки проектов геолого-разведочных работ, так и ведения контроля по выполнению проектных решений на лицензионных участках ПАО «Газпром» в Восточной и Западной Сибири, на шельфах Баренцева, Карского и Охотского морей. Опыт ООО «Газпром геологоразведка» по проведению расширенных комплексов геофизических исследований скважин показал высокую эффективность новых методов каротажа при решении геологических задач.

Отметим, что полноценное внедрение современных и инновационных методов каротажа невозможно без детального изучения и анализа результатов исследования кернового материала. Включение современных методов каротажа в комплексы ГИС проектных скважин, а также их реализация на практике — это всего лишь половина успешного внедрения методов и полноценного использования их потенциала. Второй неотъемлемой частью успешного внедрения и дальнейшего применения современных методов каротажа является работа по детальному, углубленному и комплексному изучению свойств горных пород на керне.

Работа по изучению керна должна вестись параллельно с внедрением новых методов ГИС, поскольку только керновые данные могут обеспечить максимально полное использование результатов проведения тех или иных методов каротажа и повысить информативность всего комплекса ГИС, проводимого в скважине.

К результатам, подтверждающим плодотворную работу ООО «Газпром геологоразведка» по повышению эффективности материалов ГИС и научно-методическому сопровождению изучения керна, можно отнести успешно выполненные проекты геолого-разведочных работ, работы по подсчету запасов УВ и как итог — воспроизводство минерально-сырьевой базы и прирост запасов УВ в необходимом объеме. При этом приросты УВ и воспроизводство минерально-сырьевой базы осуществляются в большинстве случаев за счет изучения терригенных коллекторов сложного строения ачимовских и юрских отложений Тамбейской группы месторождений, парфеновского горизонта Ковыктинской зоны газонакопления, терригенных и карбонатных коллекторов вендских отложений на месторождениях (Абаканское, Имбинское, Восточно-Имбинское) ангарской зоны складок.

Литература

1. **Методические рекомендации** по подсчету геологических запасов нефти и газа объемным методом / Под ред. В.И.Петерсилье, В.И.Пороскуна, Г.Г.Яценко (согласованы Государственной комиссией по запасам полезных ископаемых). — М.-Тверь: Изд-во ВНИГНИ, НПЦ «Тверьгеофизика», 2003.

2. **Зайченко В.Ю.** Становление и развитие нефтяной разведочной геофизики в СССР / В.Ю.Зайченко // Геология нефти и газа. — 1982. — № 12.

3. **ГОСТ Р 53709-2009.** Скважины нефтяные и газовые. Геофизические исследования и работы в скважинах. Общие требования (утвержден и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 декабря 2009 г. № 1151-ст). — М.: Стандартинформ, 2010.

4. **РД 153-39.0-072-01.** Техническая инструкция по проведению геофизических исследований и работ приборами на кабеле в нефтяных и газовых скважинах (принят и введен в действие приказом Минэнерго России от 7 мая 2001 г. № 134). — Тверь: Изд-во ГЕРС, 2001.

5. **Правила геофизических исследований и работ в нефтяных и газовых скважинах** (утверждены совместным приказом Министерства топлива и энергетики России и Министерства природных ресурсов России от 28 декабря 1999 года N 445/323). — М.: Изд-во ГЕРС, 1999.

© Коллектив авторов, 2016

Павел Николаевич Кокарев,
начальник отдела,
p.kokarev@ggr.gazprom.ru;

Рустем Рикзови Сафин,
начальник отдела,
r.safin@ggr.gazprom.ru;

Ирина Евгеньевна Генералова,
заместитель начальника отдела,
i.generalova@ggr.gazprom.ru;

Вера Анатольевна Сердюкова,
заместитель начальника отдела,
v.serdyukova@ggr.gazprom.ru;

Данил Борисович Родивилов,
ведущий геофизик,
d.rodivilov@ggr.gazprom.ru;

Илья Николаевич Белорусов,
ведущий геофизик,
i.belorusov@ggr.gazprom.ru;

Иван Александрович Диких,
ведущий геофизик,
i.dikih@ggr.gazprom.ru;

Алексей Юрьевич Петухов,
главный технолог отдела,
A.Petukhov@adm.gazprom.ru.

THE IMPROVEMENT OF WELL LOGGING COMPLEXES EFFICIENCY IN OIL AND GAS WELL SECTIONS STUDY

Kokarev P.N., Safin R.R., Generalova I.E., Serdyukova V.A., Rodivilov D.B., Belorusov I.N., Dikih I.A. (ООО "Газпром Геологоразведка"), Petukhov A.Yu. (PJGS "Gazprom")

The article describes well logging complexes of prospecting boreholes of the PJSC "Gazprom" license regions in the West and East Siberia which are in process of designing and implementation by ООО "Газпром Геологоразведка". Well logging complexes conducted currently and before ООО "Газпром Геологоразведка" incorporation were compared and analyzed. It was concluded that expanded well logging complexes should be applied for the geologic sections of prospective wells study.

Key words: well logging; reservoir; reservoir identification; saturation behavior assessment.