

УДК 622.031.5

**Маркирование продуктивных интервалов в баженовской свите
по ограниченному комплексу геофизических исследований скважин**

**Г. А. Смоляков*, В. Ф. Гришкевич, Н. В. Гильманова, Д. А. Ламинский,
А. В. Сивкова**

*Филиал ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «КогалымНИПИнефть», г. Тюмень, Россия
e-mail: SmolyakovGA@tmn.lukoil.com

Аннотация. Породы баженовской свиты были расчленены по данным ограниченного комплекса геофизических исследований скважин. В основу представленной методики положены качественные признаки изменения регистрируемых кривых, которые имеют ярко выраженный характер смены значений, сопоставимый с изменением спектрометрического состава пород, палеонтологической характеристики, фациальной обстановки осадконакопления и вторичных постседиментационных процессов, происходящих в баженовских отложениях. В ходе реализации и выработки алгоритма работ выделены базовые маркирующие горизонты, в которых были учтены основные литологические и метаморфические особенности отложений свиты. Представленная методика маркирования несколько отличается от обычной литотипизации разреза скважин, в ее простоте заложен смысл использования минимального количества имеющейся информации с возможностью выделения и испытания наиболее продуктивных интервалов свиты. Успешно проведена апробация алгоритмов работ на двух месторождениях с различным генезисом отложений, полученные данные сопоставлены с детальной литологической характеристикой, отобранным керном и испытанными скважинами.

Ключевые слова: баженовская свита; геофизические исследования в скважинах; спектрометрические исследования; палеонтологическая характеристика; литотипизация; маркирование продуктивных интервалов

**Marking of productive intervals in Bazhenov formation based
on a limited set of well testing**

**Gennady A. Smolyakov*, Vladimir F. Grishkevich, Natalia V. Gilmanova,
Dmitry A. Laminskii, Anastasia V. Sivkova**

*KogalymNIPIneft Branch of LUKOIL-Engineering LLC, Tyumen, Russia
e-mail: SmolyakovGA@tmn.lukoil.com

Abstract. The article is devoted to features of the geological structure of Bazhenov formation. The rocks of Bazhenov formation were dissected according to the data of a limited complex of well testing. The presented method is based on qualitative signs of changes in the registered curves, which have a pronounced character of changing values comparable to changes in the spectrometric composition of rocks, paleontological characteristics, the facies situation of sedimentation and secondary post-sedimentation processes occurring in Bazhenov deposits. During the analysis and development of the algorithm, the basic marking horizons were identified, which took into account the main lithological and metamorphic features of the formation's deposits. The presented method of marking differs slightly from

the usual lithotypisation of a well section. Its simplicity makes sense to use the minimum amount of available information with the possibility of selecting and testing the most productive intervals of the formation. Successfully conducted testing of algorithms works in two deposits of the different genesis of the sediments, the data obtained are compared are presented with the detailed lithological characteristics selected by the core and the tested wells.

Key words: Bazhenov formation; well testing; spectrometric studies; paleontological characteristics; lithotypisation; marking of productive intervals

Введение

Существующие на сегодняшний день методики расчленения баженовской свиты (БС) имеют существенные отличия в зависимости от района проведения исследований или от принятой геологической концепции. В представленной работе предложен базовый алгоритм проведения литологического расчленения и маркирования отложений БС по ограниченному комплексу геофизических исследований скважин (ГИС), учитывающий их основные особенности и содержание минеральных компонентов.

Объект и методы исследования

В основу методики легли опыт и научно-исследовательские работы авторов И. В. Панченко, В. Д. Немова, Н. С. Балускина, Е. Ю. Барабошкина, В. С. Вишневской, Г. А. Калмыкова, О. В. Шурекова, доказывающих органическое происхождение отложений БС при условии отсутствия поступления терригенного материала в область седиментогенеза. Ограниченность бассейна от континентальных осадков, а также от большинства океанических течений и вод сформировали локализованные фациальные обстановки с хорошо прослеживаемыми пачками конденсированных осадков, также отмечена определенная приуроченность вторичных изменений пород к определенным литотипам и в их приконтактных зонах [1–4].

Авторским коллективом Московского государственного университета отложения БС были разделены на 6 стратиграфических пачек, корреляция которых по каротажу и керну достаточно хорошо прослеживается и позволяет провести расчленение разреза скважины [5, 6].

Последовательность и состав выделенных стратиграфических пачек достаточно выдержан по разрезу и достаточно хорошо прослеживается латерально, некоторые из пачек были дополнительно поделены из-за смены фациальных обстановок осадконакопления [2–4].

- Пачка 1 представлена в основном глинистыми углеродистыми силицитами с линзами радиоляритов. В верхней части пачки встречаются небольшие по мощности (до одного метра) прослои известняков, радиоляритов и доломитов.
- Пачка 2 состоит из глинисто-углеродистых силицитов, а также биогенных детритовых двустворок, визуально очень крупных, с разрозненным числом прослоев радиоляритов, неоднородных вторично карбонатизированных.
- Пачка 3 представлена силицитами с большой массой радиолярий, известняками и доломитами, замесившими радиоляриты («радиоляритовая»).
- Пачка 4 представлена силицитами глинистыми максимально высокоуглеродистыми, однородными и с прослоями, насыщенными двустворками («высокоуглеродистая» за счет некротической органики).

- Пачка 5 сложена глинисто-карбонатными силицитами, а также переслаиванием силицитов глинисто-карбонатных, послойно пиритизированных, с силицитами пиритизированными глинистыми. Встречаются прослои вторичных известняков и доломитов. Повсеместно породы насыщены остатками кокколитофорид и рыб, реже — двустворками («кокколитофоридовая пачка») [7].

- Пачка 6 в большинстве случаев представлена силицитами глинистыми, послойно пиритизированными, иногда, в верхней части, замещена глинами слабоскремнистыми («пиритовая пачка»).

Для литологического расчленения разреза БС Цветочного месторождения были разработаны 9 литотипов (таблица), обособленных по минеральному составу, палеонтологическим характеристикам, стратиграфической приуроченности к описанным выше 6 пачкам и возможности их выделения по стандартному комплексу ГИС [8–10].

Индексация литотипов баженовской свиты Цветочного месторождения [9, 10]

Литотип баженовской свиты Цветочного месторождения	Априорные значения по временному методическому руководству государственной комиссии по запасам [11]	
	Используемая нефтенасыщенная толщина для подсчета запасов, м	Коэффициент продуктивности, %
Силицит радиоляритовый	100 %	85
Вторичный карбонат	50 %	95
Силицит глинисто-карбонатный	50 %	95
Силицит глинисто-карбонатно-битуминозный послойно пиритизированный	Неколлектор	—
Силицит глинисто-битуминозный	Неколлектор	—
Силицит глинистый	Неколлектор	—
Аргиллит слабо битуминозный	Неколлектор	—
Битуминозный аргиллит	Неколлектор	—
Силицит пиритизированный	Неколлектор	—

В качестве одного из основных факторов прослеживания изменения породы по разрезу скважины использовались валовые спектрометрические исследования на керне пород баженовской свиты.

Принадлежность породы к тому или иному литотипу определяется ее петрографическими свойствами: минерально-компонентным составом, структурой, текстурой, примесями, формой и характером ее залегания. То есть в литологический тип можно объединить породы, характеризующиеся едиными петрографическими свойствами (петротип) и единым генезисом (генотип). Петрографический тип пород — породы одного геолого-генетического комплекса, имеющие сходные минералогический состав, структуру и текстуру. Для пород одного петрографического типа должны быть одинаковыми механическая модель и пределы величин показателей минералогических свойств, которые были определены с помощью портативного спектрометра [1].

Обобщенная схема литологического и стратиграфического расчленения разреза БС по предложенным литотипам и данным скв. 1Р Цветочного месторождения с комплексной характеристикой по ископаемым организмам, ГИС и рентгенофлуоресцентной спектрометрией представлена на рисунке 1.

Отличительной особенностью представленных результатов исследований, стало преобладающее в составе пород БС содержание кремнезема (серая заливка (см. рис. 1), содержание SiO_2 более 50 % в целом по разрезу) [10].

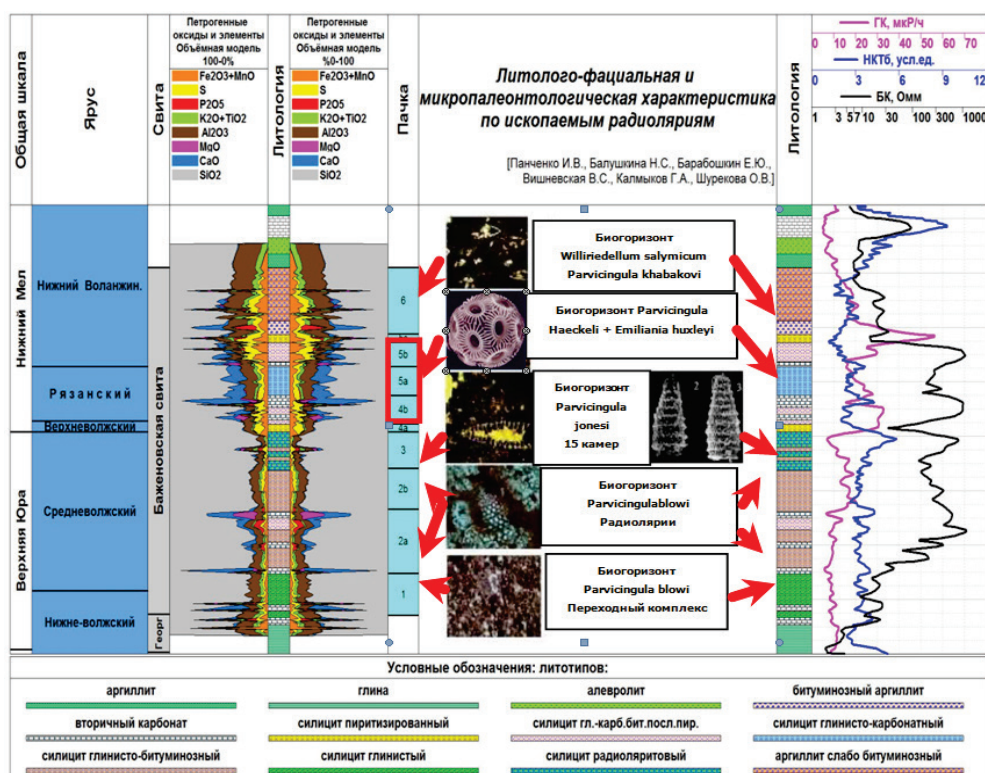


Рис. 1. Обобщенная схема литологического расчленения баженовской свиты по данным скв. 1Р Цветочного месторождения с комплексной характеристикой по ископаемым организмам, ГИС и спектрометрии [1, 2]

На рисунке 2 показан пример интерпретации ГИС, расчленения и предложенной литотипизации разреза БС по скв. 2Р с расширенным комплексом каротажа в сопоставлении с данными рентгенофлуоресцентной спектрометрии керна.

Изменение состава пород (по содержанию петрогенных оксидов и элементов) четко сопряжено с изменением регистрируемых параметров ГИС. Интервалы зон вторичной пиритизации (увеличение содержания Fe_2O_3 и S), соответствующие литотипу «силицит пиритизированный», отмечаются снижением регистрируемого сопротивления пород по боковому каротажу (БК) и более высокими значениями гамма-каротажа (ГК) — 20–60 мкР/ч.

Прослои пород, отнесенные к «силицитам радиоляритовым» (увеличение содержания SiO_2) и «вторичным карбонатам» (увеличение содержания CaO), по геофизическим данным выделяются по минимальным значениям ГК и акустического каротажа (АК), повышенным значениям БК, гамма-гамма плотностного каротажа (ГГКп) и нейтронного каротажа по тепловым нейтронам (НКТ) [11]. Эти литотипы отнесены по временному методическому руководству по подсчету запасов нефти в трещинных и трещинно-поровых коллекторах в отложениях баженовской свиты государственной комиссией по подсчету запасов (ВМР ГКЗ) [11] к продуктивным со 100 %-й и 50 %-й эффективной нефтенасыщенной толщиной, соответственно.

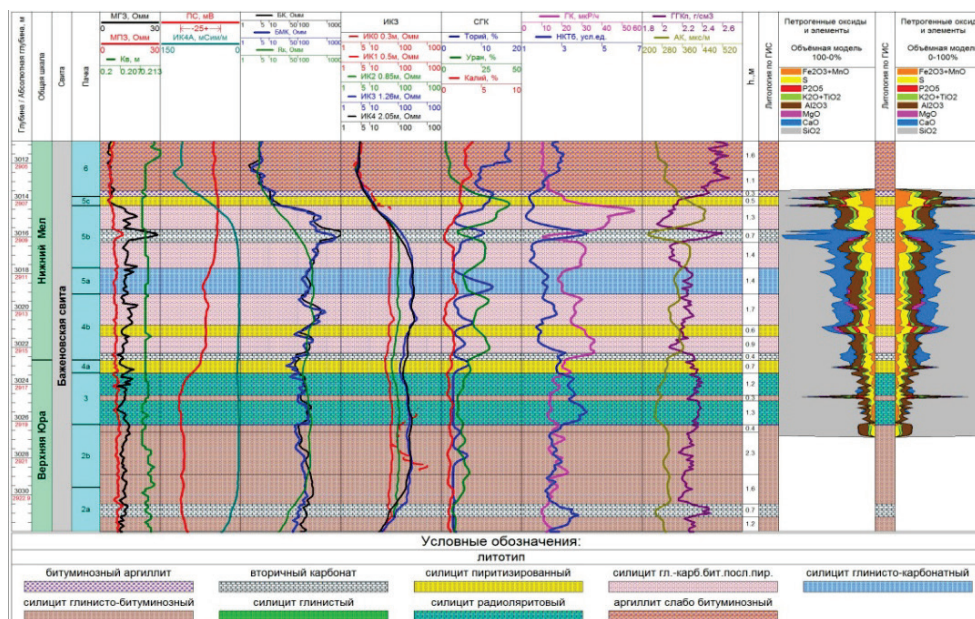


Рис. 2. Вариант литотипизации разреза баженовской свиты по данным ГИС и спектрометрии — скв. 2Р Цветочного месторождения

В ходе работ по Цветочному месторождению установлено, что при наличии наработанного опыта в интерпретации ГИС и достаточном количестве регистрируемых параметров по скважинным и кернавым исследованиям можно достаточно точно расчленять разрез БС и выделять продуктивные интервалы.

Результаты

При оперативном сопровождении бурения и обработке каротажей по старому фонду скважин возникла необходимость расчленения разреза БС по ограниченному комплексу ГИС. Для реализации этой задачи была предложена базовая схема расчленения и маркирования продуктивных интервалов БС, представленная на рисунке 3.

В первом приближении с помощью радиоактивного каротажа интервал БС делится на два раздела: верхний раздел отличается высокими значениями ГК — 20–60 мкР/ч, он отмечен голубой заливкой в левой части схемы. Седиментогенез нижнего раздела БС проходил с меньшим количеством вторичных преобразований, в связи с чем имеет более низкую естественную радиоактивность 10–20 мкР/ч, выделенную желтой заливкой в левой части схемы (см. рис. 3).

На границе двух разделов БС залегает плотный кремнисто-карбонатный или кремнистый слой, характеризующийся низкими показаниями ГК, повышенными значениями НКТ и удельного электрического сопротивления (УЭС) — это так называемая «третья пачка» [1, 2, 13–15], отмеченная коричневой заливкой в правой части схемы — «продуктивный кремнисто-карбонатный горизонт». Исторически данный интервал осадконакопления в большинстве случаев при промышленной эксплуатации БС обладает максимальной продуктивностью [13–15]. Его выделение затруднено тем фактом, что основные характеристики по ГИС почти не отличаются от карбонатных прослоев, которые по ВМР ГКЗ отнесены к менее нефтенасыщенным с 50 %-й продуктивной толщиной. Для уточнения выделения продуктивного кремни-

сто-карбонатного маркирующего горизонта используется еще одна особенность отложений БС: их периодическая повышенная пиритизация, которая в случае увеличения концентрации пирита отмечается по ГИС резким снижением УЭС и максимально высокими значениями ГК.

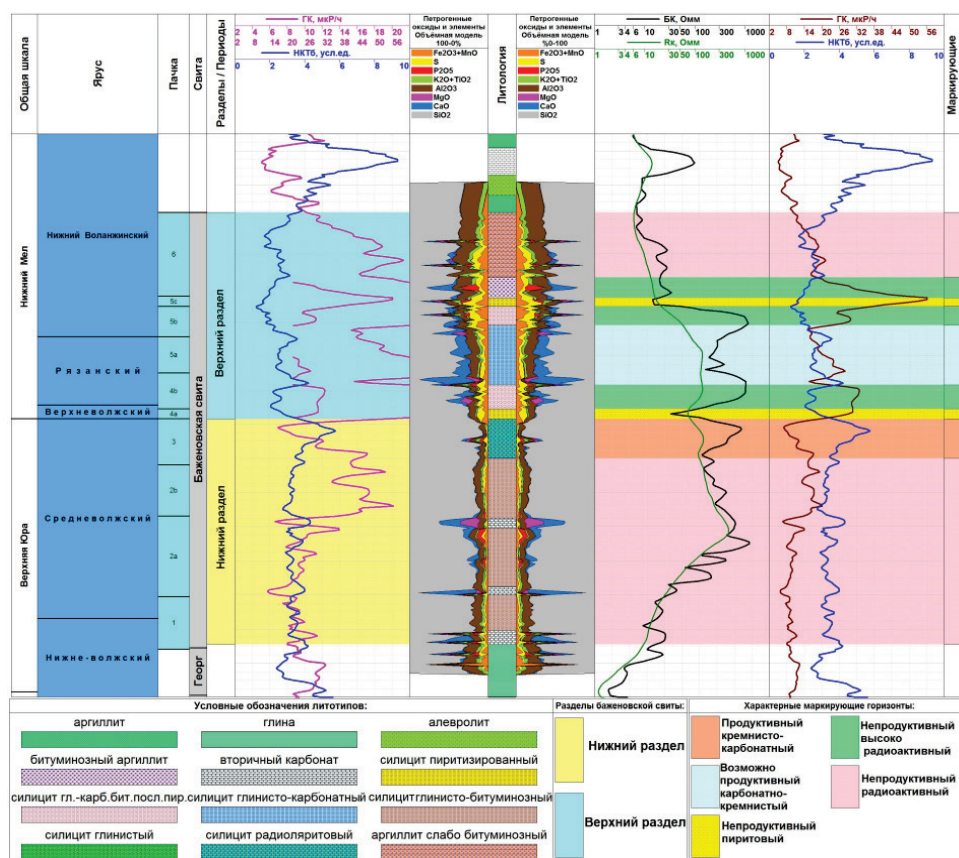


Рис. 3. Схема маркирования и расчленения баженовской свиты по данным стратиграфической седиментационной модели, спектрометрии и ГИС

Авторами (В. Г. Эдер, А. Г. Замирайлова, Г. А. Калмыков) установлено, что в большинстве разрезов БС в непосредственной близости от «пиритовых» и «пирит-керогеновых» прослоев залегают карбонатные породы различных типов по составу [16].

На Цветочном месторождении отмечены два маркируемых по ГИС пиритовых горизонта, выделенные желтой заливкой в правой части схемы (см. рис. 3), которые характерно выделяются даже при латеральном изменении интенсивности ГК в различных его участках. В кровле продуктивного кремнисто-карбонатного горизонта залегают пачка «4а», это один из двух характерных маркируемых пиритовых слоев месторождения — «непродуктивный пиритовый горизонт» [17].

Верхний раздел БС имеет более высокие значения показаний ГК, на фоне которых отмечаются два пиковых максимума (зеленая заливка в правой части схемы (см. рис. 3)). По данным спектрального гамма-каротажа (СГК) наибольший вклад в эти радиоактивные аномалии вносит уран (от 20 до 40 %), что говорит о многочисленных метаморфозах некротических отложений свиты за счет диаге-

нетических и катагенетических процессов (см. рис. 2). Эти интервалы отнесены к «непродуктивным высокорadioактивным маркирующим горизонтам».

Между двух непродуктивных интервалов голубой заливкой в правой части схемы (см. рис. 3) отмечен «возможно продуктивный карбонатно-кремнистый маркирующий горизонт». В период осадконакопления данного интервала произошел расцвет нектоновых популяций головоногих (теутиды, аммониты) с карбонатным скелетом, в целом в верхнем разделе БС увеличился ареал водорослей кокколитофорид с карбонатным скелетом, которые совместно с нектоновыми организмами сформировали этот достаточно мощный карбонатно-кремнистый прослой [18–19].

По ВМР ГКЗ «возможно продуктивный карбонатно-кремнистый маркирующий горизонт» априори отнесен к нефтенасыщенным толщинам с 50 %-й продуктивной мощностью. Исторически данный карбонатный интервал также менее продуктивный по ГИС, он характеризуется снижением значений ГК и БК, но более высокими показаниями НКТ по сравнению с фоном.

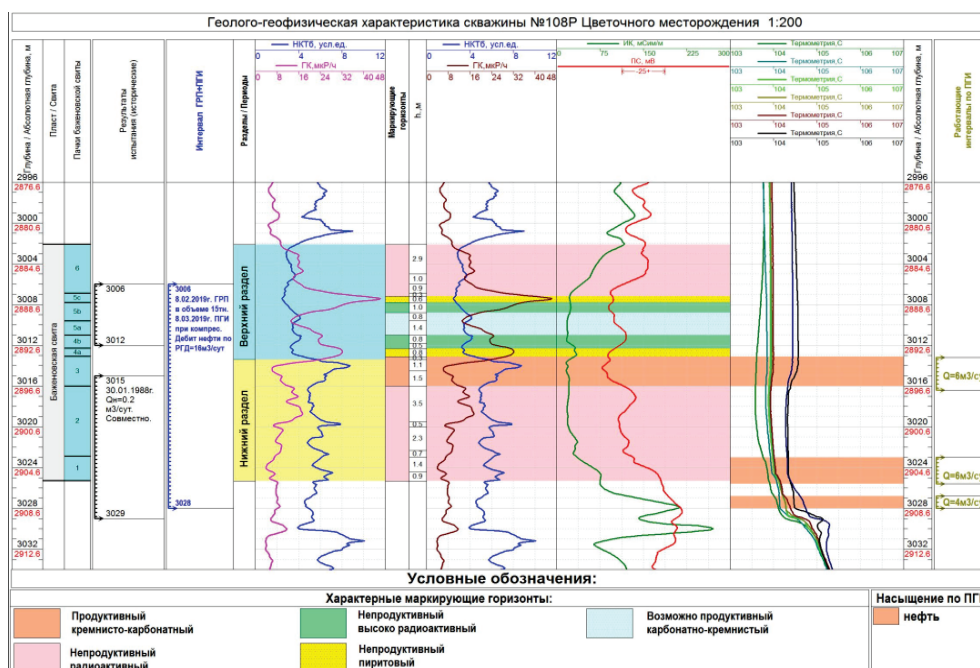


Рис. 4. Маркирование отложений бажендовской свиты в скв. 108Р Цветочного месторождения по ограниченному комплексу ГИС

Большая часть нижнего и верхнего раздела БС, отмеченная розовой заливкой в правой части схемы (см. рис. 3), считается непродуктивной. На фоне постепенно снижающихся значений сопротивления пород к кровле и подошве свиты значения ГК также имеют низкие и средние значения — 5–20 мкР/ч. В пределах выделенных «непродуктивных радиоактивных маркируемых горизонтов» нефтенасыщенными могут быть только карбонатные прослои.

Обсуждение

Конечным итогом такой более простой классификации стали пять маркируемых горизонтов, объединяющих в своих вариациях основные породообразующие особенности бажендовских отложений.

В качестве примера использования данной методики обработки ограниченного комплекса ГИС в БС на рисунке 4 представлен геолого-геофизический планшет по скважине 108Р в сопоставлении с данными промыслово-геофизических исследований.

После проведенной интенсификации притока скважина вышла на режим с дебитом 16 м³/сут, часть притока поступает из «продуктивного кремнисто-карбонатного маркируемого горизонта», часть — из нижних карбонатизированных прослоев.

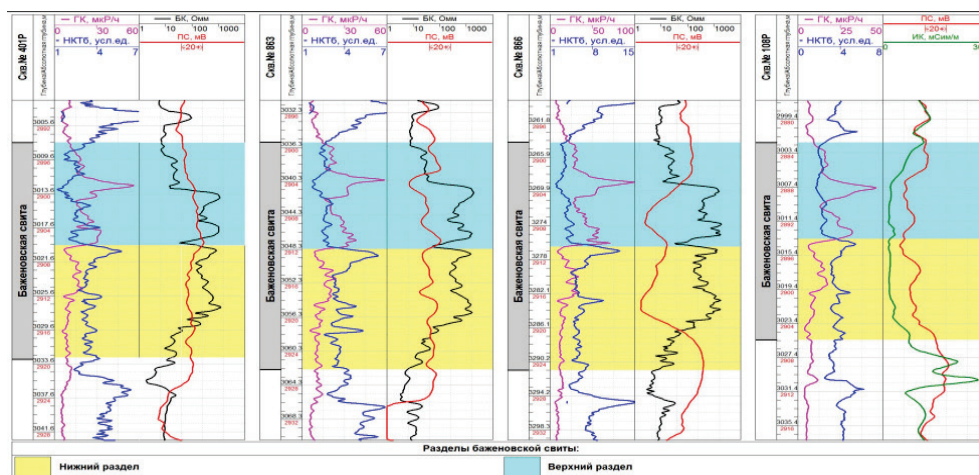


Рис. 5. Схема корреляции по разделам баженовской свиты Цветочного месторождения по ограниченному комплексу ГИС

На рисунках 5 и 6 представлен вариант поэтапного расчленения и корреляции отложений БС вначале по разделам осадконакопления (см. рис. 5), а затем с детализацией по характерным изменениям кривых ГИС и соответствующим им маркирующим горизонтам (см. рис. 6). Простота и оперативность использования представленной методики очевидна.

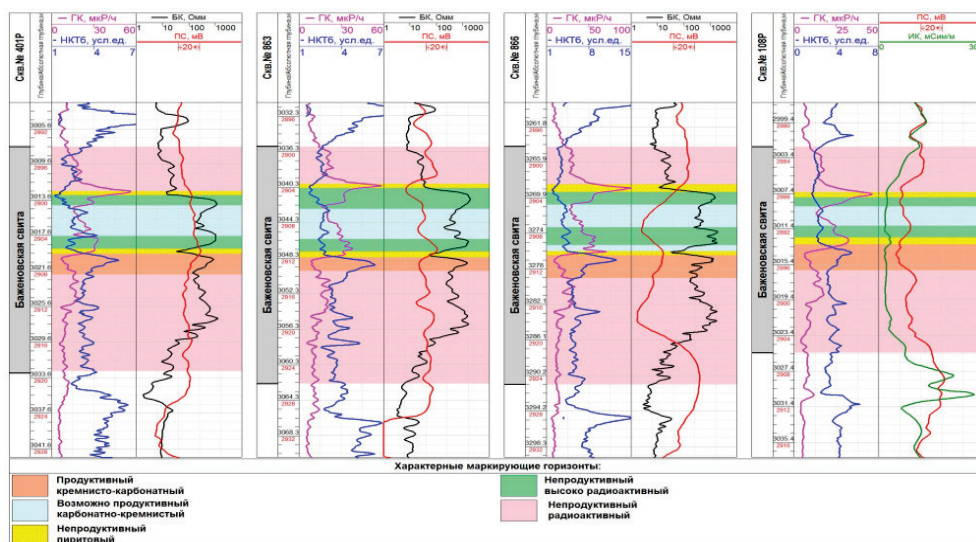


Рис. 6. Схема корреляции по маркирующим горизонтам баженовской свиты Цветочного месторождения по ограниченному комплексу ГИС

Методика маркирования баженовских отложений была опробована на разрезе Краснодарского месторождения, где характер изменения кривых ГИС по стволу скважины в интервале свиты заметно отличается от Цветочного месторождения. На рисунках 7 и 8 представлен результат опробования представленного алгоритма интерпретации геофизических данных.

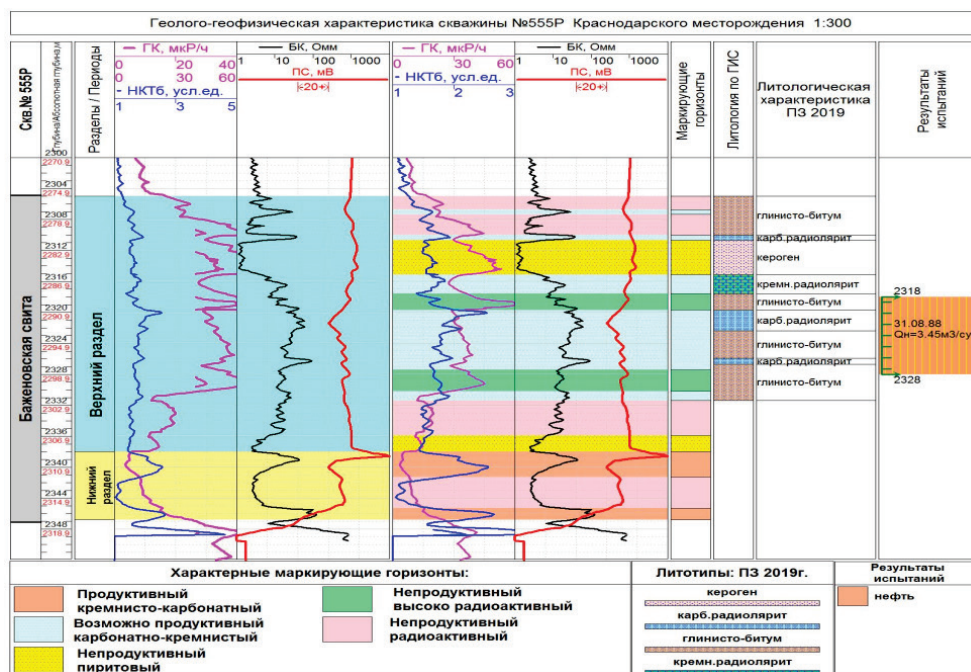


Рис. 7. Маркирование отложений баженовской свиты в скв. 555Р Краснодарского месторождения по ограниченному комплексу ГИС

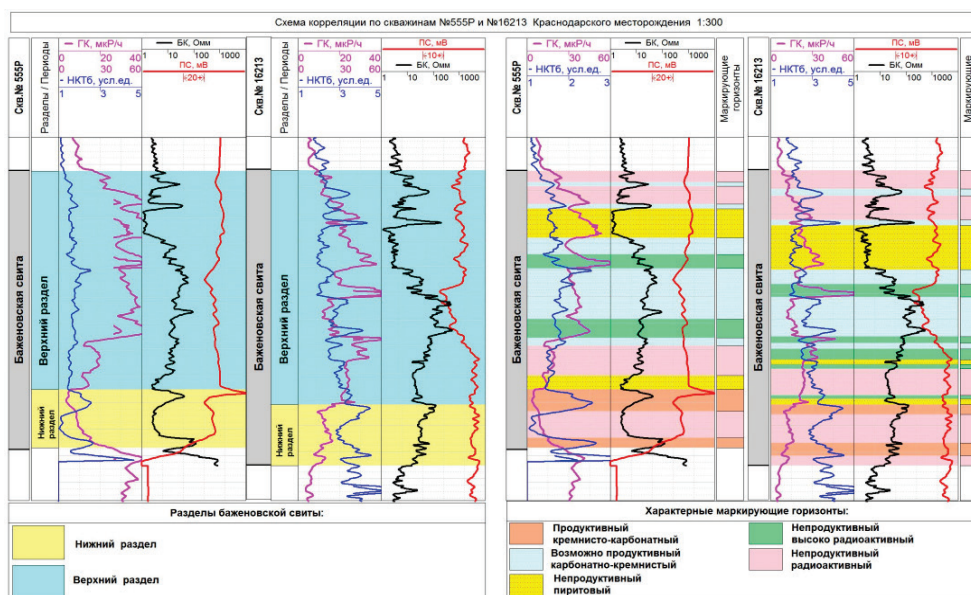


Рис. 8. Схема корреляции по маркирующим горизонтам баженовской свиты Краснодарского месторождения по ограниченному комплексу ГИС

Сходимость результатов при расчленении разреза БС с интерпретацией и литотипизацией, выполненной в рамках подсчета запасов, достаточно хорошая. Это подтверждает возможность применения данной методики в регионах со значительно отличающимися от Цветочного месторождения литологическими характеристиками свиты.

Выводы

Представленные базовые принципы маркирования перспективных участков в отложениях БС с использованием ограниченного комплекса ГИС показали хорошую сходимость с более детальным расчленением разреза и реально продуктивными испытанными интервалами. Была проведена апробация данной методики на месторождениях с отличающимися литолого-стратиграфическими характеристиками и действующей промышленной эксплуатацией свиты, подтвердившая возможность использования предложенного подхода.

Библиографический список

1. Калмыков, Г. А. Строение баженовского нефтегазоносного комплекса как основа прогноза дифференцированной нефтепродуктивности : 25.00.12 «Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений» : диссертация на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук / Калмыков Георгий Александрович ; Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова. – Москва, 2016. – 391 с. – Текст : непосредственный.
2. Комплексы палеобиоты в абалакско-баженовских отложениях центральной части Западной Сибири / И. В. Панченко, Н. С. Балушкина, Е. Ю. Барабошкин [и др.]. – DOI 10.17353/2070-5379/24_2015. – Текст : непосредственный // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2015. – Т. 10, № 2. – С. [1–29]. – URL: http://www.ngtp.ru/rub/2/24_2015.pdf.
3. Стратификация и детальная корреляция баженовского горизонта в центральной части Западной Сибири по данным литолого-палеонтологического изучения кернa и ГИС / И. В. Панченко, В. Д. Немова, М. Е. Смирнова [и др.]. – Текст : непосредственный // Геология нефти и газа. – 2016. – № 6. – С. 22–34.
4. Панченко, И. В. Детализация строения разреза баженовского горизонта путем выделения литолого-палеонтологических маркеров / И. В. Панченко, В. Д. Немова. – Текст : электронный // XVIII научно-практическая конференция «Пути реализации нефтегазового и рудного потенциала Ханты-Мансийского автономного округа — Югры». – Ханты-Мансийск, 2015. – Вып. XVIII, Том 1. – URL: <https://istina.msu.ru/conferences/presentations/12065356/>.
5. Закономерности строения баженовского горизонта и верхов абалакской свиты в связи с перспективами добычи нефти / Н. С. Балушкина, Г. А. Калмыков, Т. А. Кирюхина [и др.]. – Текст : непосредственный // Геология нефти и газа. – 2013. – № 3. – С. 48–61.
6. Модель накопления радиоляритовых слоев в баженовской свите Западной Сибири / О. В. Хотылев, Н. А. Балушкина, В. С. Вишневская [и др.]. – Текст : непосредственный // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. – 2019. – № 1. – С. 92–97.
7. Эдер, В. Г. Закономерности распространения кремнистых пород и «кокколитовой» пачки баженовской свиты / В. Г. Эдер, А. Г. Замирайлова, П. А. Ян. – Текст : непосредственный // Геология и геофизика. – 2017. – Т. 58, № 3–4. – С. 511–521.

8. Новые данные о литологии, органической геохимии и условиях формирования баженовской свиты Западной Сибири / В. Г. Эдер, Е. А. Костырева, А. Ю. Юрченко [и др.]. – DOI 10.18599/grs.2019.2.129-142. – Текст : непосредственный // Георесурсы. – 2019. – Т. 21, № 2. – С. 129–142.
9. Немова, В. Д. Факторы продуктивности баженовского горизонта во Фроловской мегапщине / В. Д. Немова, И. В. Панченко. – DOI 10.17353/2070-5379/46_2017. – Текст : непосредственный // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2017. – Т. 12, № 4. – С. [1–16].
10. Типизация разреза баженовской свиты посредством комплексирования геолого-геохимических и геофизических данных / Г. А. Смоляков, В. Ф. Гришкевич, Н. Ю. Москаленко, Н. В. Гильманова. – DOI 10.31660/0445-0108-2019-6-56-66. – Текст : непосредственный // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2019. – № 6. – С. 56–66.
11. Временное методическое руководство по подсчету запасов нефти в трещинных и трещинно-поровых коллекторах в отложениях баженовской толщи Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. – Текст : электронный // Недропользование XXI век. – 2017. – № 4. – С. 70–100. – URL: http://naen.ru/journal_nedropolzovanie_xxi/arkhivzhurnal/2017/4_trudnoizvlekaemye_zapasy_prirodnykh_uglevodorodov_nastoya_shchee_i_budushchee/.
12. Основные типы пород баженовской свиты на Сургутском своде и сопредельных территориях / О. М. Макарова, Н. И. Коробова, А. Г. Калмыков [и др.]. – DOI 10.18599/grs.19.16. – Текст : непосредственный // Георесурсы. – 2017. – Спецвыпуск. Ч. 2. – С. 155–164.
13. Эффективные подходы к изучению и прогнозу нефтеносности отложений баженовской свиты / В. Д. Немова, Е. П. Атяшева, И. В. Панченко, Р. Ю. Бедретдинов. – Текст : непосредственный // Геология нефти и газа. – 2014. – № 6. – С. 36–47.
14. Немова, В. Д. Локализация приточных интервалов баженовской свиты и их емкостное пространство на Средне-Назымском месторождении / В. Д. Немова, И. В. Панченко. – DOI 10.17353/2070-5379/11_2017. – Текст : непосредственный // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2017. – Т. 12, № 1. – С. [1–24].
15. Обзор результатов разработки баженовской свиты в связи с ее геологическим строением и пластовыми условиями (на примере Средне-Назымского и Салымского месторождений) / В. Д. Немова, И. В. Панченко, В. С. Ильин, М. Е. Смирнова. – Текст : непосредственный // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2017. – № 1. – С. 38–45.
16. Эдер, В. Г. Свидетельства образования карбонатных пород на геохимических барьерах в черных сланцах на примере баженовской свиты Западной Сибири / В. Г. Эдер, А. Г. Замирайлова, Г. А. Калмыков. – DOI 10.18599/grs.2019.2.143-152. – Текст : непосредственный // Георесурсы. – 2019. – № 2. – С. 143–152.
17. Эволюция флюидопроводящей системы отложений баженовской свиты / В. Ф. Гришкевич, В. Е. Касаткин, С. В. Лагутина [и др.]. – Текст : непосредственный // Пути реализации нефтегазового потенциала Западной Сибири. Материалы XXII научно-практической конференции. Т. 1. – Ханты-Мансийск, 2019. – С. 105–126.
18. Опыт петрографического анализа механизма формирования аномального разреза баженовской свиты на Имилорской площади Западной Сибири / В. Ф. Гришкевич, Н. Н. Гатина, А. О. Сидоренко, Е. В. Карпова. – DOI 10.24930/1681-9004-2019-19-2-209-227. – Текст : непосредственный // Литосфера. – 2019. – Т. 19, № 2. – С. 209–227.

19. Общая структура неокомского морского осадконакопления в Западно-Сибирском бассейне / В. Ф. Гришкевич, С. В. Лагутина, Е. В. Панина, С. С. Долматова. – Текст : непосредственный // Геология морей и океанов : материалы XXIII Международной научной конференции (Школы) по морской геологии. Т. I. – Москва : ИО РАН, 2019. – С. 69–73.

References

1. Kalmykov, G. A. (2016). Stroenie bazhenovskogo neftegazonosnogo kompleksa kak osnova prognoza differentsirovannoy nefteproduktivnosti. Diss. dokt. geol.-mineral. nauk. Moscow, 391 p. (In Russian).
2. Panchenko, I. V., Balushkina, N. S., Baraboshkin, E. Yu., Vishnevskaya, V. S., Kalmikov, G. A., & Shurekova, O. V. (2015). Complexes of paleobiota in Abalak-Bazhenov deposits in the central part of Western Siberia. Petroleum Geology - Theoretical and Applied Studies, 10(2), pp. 1-29. (In Russian). DOI: 10.17353/2070-5379/24_2015. Available at: http://www.ngtp.ru/rub/2/24_2015.pdf.
3. Panchenko, I. V., Nemova, V. D., Smirnova, M. E., Ilyina, M. V., Baraboshkin, E. Yu., & Ilyin, V. S. (2016). Stratification and detailed correlation of the Bazhenov horizon in the Central part of Western Siberia according to lithological and paleontological study of core and GIS. Oil and gas geology, (6), pp. 22-34. (In Russian).
4. Panchenko, I. V., & Nemova, V. D. (2015). Detalizatsiya stroeniya razreza bazhenovskogo gorizonta putem vy-deleniya litologo-paleontologicheskikh markerov. XVIII nauchno-prakticheskaya konferentsiya "Puti realizatsii neftegazovogo i rudnogo potentsiala Khanty-Mansiyskogo avtonomnogo okruga - Yugry". Vyp. XVIII, Tom 1. Khanty-Mansiysk. (In Russian). Available at: <https://istina.msu.ru/conferences/presentations/12065356/>.
5. Balushkina, N. S., Kalmykov, G. A., Kiryukhina, T. A., Korobova, N. I., Korost, D. V., Soboleva, E. V.,... Shardanova, T. A. (2013). Regularities of structure of Bazhenov horizon and upper parts of abalak suite in view of oil production prospects. Oil and gas geology, (3), pp. 48-61. (In Russian).
6. Khotylev, O. V., Balushkina, N. A., Vishnevskaya, V. S., Korobova, N. I., Kalmykov, G. A., & Roslyakova, A. S. (2019). The model of accumulation radiolarite layers in the Bazhenov formation of West Siberia. Bulletin of Moscow University. Series 4: Geology, (1), pp. 92-97. (In Russian).
7. Eder, V. G., Zamirailova, A. G., & Yan, P. A. (2017). The regularities of the distribution of siliceous mudstones and «coccolith» member of the Bazhenov formation. Russian Geology and Geophysics, 58(3-4), pp. 416-424. (In English).
8. Eder, V. G., Kostyreva, E. A., Yurchenko, A. Yu., Balushkina, N. S., Sotnich, I. S., Kozlova, A. G.,... Savchenko, N. I. (2019). New data on lithology, organic geochemistry and accumulation conditions of the Bazhenov formation in Western Siberia. Georesursy, 21(2), pp. 129-142. (In Russian). DOI: 10.18599/grs.2019.2.129-142
9. Nemova, V. D., & Panchenko, I. V. (2017). The productivity factors of Bazhenov Formation in Frolov Megadepression (Western Siberia). Neftegazovaya Geologiya. Teoriya i Praktika, 12(4), pp. 1-6. (In Russian).
10. Smolyakov, G. A., Grishkevich, V. F., Moskalenko, N. Yu., & Gilmanova, N. V. (2019). Typification of the section of Bazhenov formation through the integration of geological, geochemical and geophysical data. Oil and Gas Studies, (6), pp. 56-66. (In Russian). DOI: 10.31660/0445-0108-2019-6-56-66
11. Vremennoe metodicheskoe rukovodstvo po podschetu zapasov nefti v treshchinnykh i treshchinno-porovykh kolektorakh v otlozheniyakh bazhenovskoy tolshchi Zapadno-Sibirskoy neftegazonosnoy provintsii. (2017). Nedropol'zovaniye XXI vek, (4), pp. 70-100. (In Russian). Available at: http://naen.ru/journal_nedropolzovanie_xxi/arkhivzhurnal/2017/4_trudnoizvlekaemye_zapasy_prirodnykh_uglevodorodov_nastoyashchee_i_budushchee/

12. Makarova, O. M., Korobova, N. I., Kalmykov, A. G., Kalmykov, G. A., Balushkina, N. S., Belokhin, V. S.,... Manuilova, E. A. (2017). The main rock types of the Bazhenov formation on the Surgut arch and adjacent territories. *Georesursy, Special issue, Part 2*, pp. 155-164. (In Russian). DOI: 10.18599/grs.19.16
13. Nemova, V. D., Atyasheva, E. P., Panchenko, I. V., & Bedretdinov, R. Yu. (2014). Efficient approaches to investigation and prediction of petroleum potential of the Bazhenov suite deposits. *Oil and gas geology*, (6), pp. 36-47. (In Russian).
14. Nemova, V. D., & Panchenko, I. V. (2017). Localization of inflow intervals and storage volume of the Bazhenov Formation, Sredne-Nazym oil field. *Neftegazovaya Geologiya. Teoriya i Praktika*, 12(1), pp. 1-24. (In Russian). DOI: 10.17353/2070-5379/11_2017
15. Nemova, V. D., Panchenko, I. V., Il'in, V. S., & Smirnova, M. E. (2017). Review of the results of Bazhenov suite development in connection with its geological structure and reservoir conditions (on the example of Mid-Nazym and Salym fields). *Geology, Geophysics and Development of Oil and Gas Fields*, (1), pp. 38-45. (In Russian).
16. Eder, V. G., Zamiraylova, A. G., & Kalmykov, G. A. (2019). Evidence of carbonate rocks formation on geochemical barriers in black shale on the example of the Bazhenov formation of the Western Siberia. *Georesursy*, 21(2), pp. 143-152. (In Russian). DOI: 10.18599/grs.2019.2.143-152
17. Grishkevich, V. F., Kasatkin, V. E., Lagutina, S. V., Panina, E. V., Smolyakov, G. A., Sivkova, A. V.,... Blinkova, A. V. (2019). Evolution of the fluid-conducting system of deposits in the Bazhenov formation. Ways to realize the oil and gas potential of Western Siberia. *Proceedings of the XXII scientific and practical conference. Khanty-Mansiysk. Volume 1*, pp. 105-126. (In Russian).
18. Grishkevich, V. F., Gatina, N. N., Sidorenko, A. O., & Karpova, E. V. (2019). A petrographic study of the genesis of anomalous sections in the Bazhenov Formation, the Imilor deposit, Western Siberia. *Lithosphere*, 19(2), pp. 209-227. (In Russian). DOI: 10.24930/1681-9004-2019-19-2-209-227
19. Grishkevich, V. F., Lagutina, S. V., Panina, E. V., & Dolmatova, S. S. (2019). Neocomian marine sedimentation of West Siberian basin in general. *Geology of seas and oceans: Proceedings of XXIII International Conference on Marine Geology. Volume I. Moscow*, pp. 69-73. (In Russian).

Сведения об авторах

Смоляков Геннадий Анатольевич,
начальник отдела, Центр геологического
моделирования и подсчета запасов, филиал
ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «КогалымНИПИнефть», г. Тюмень, e-mail:
SmolyakovGA@tmn.lukoil.com

Гришкевич Владимир Филиппович,
д. г.-м. н., главный специалист, Центр
геологического моделирования и подсчета
запасов, филиал ООО «ЛУКОЙЛ-
Инжиниринг» «КогалымНИПИнефть», г.
Тюмень

Information about the authors

Gennady A. Smolyakov, Head of De-
partment, Center for Geological Modeling
and Reserves Estimation, KogalymNIPIneft
Branch of LUKOIL-Engineering LLC, Tyu-
men, e-mail: SmolyakovGA@tmn.lukoil.com

Vladimir F. Grishkevich, Doctor of Ge-
ology and Mineralogy, Main Specialist, Cen-
ter for Geological Modeling and Reserves
Estimation, KogalymNIPIneft Branch of
LUKOIL-Engineering LLC, Tyumen

Гильманова Наталья Вячеславовна, к. г.-м. н., главный специалист, проектный офис по освоению Имилорско-Источного участка недр, филиал ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «КогалымНИПИнефть», г. Тюмень

Ламинский Дмитрий Александрович, ведущий специалист, Центр геологического моделирования и подсчета запасов, филиал ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «КогалымНИПИнефть», г. Тюмень

Сивкова Анастасия Владимировна, инженер, Центр геологического моделирования и подсчета запасов, филиал ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «КогалымНИПИнефть», г. Тюмень

Natalia V. Gilmanova, Candidate of Geology and Mineralogy, Main Specialist, Project Office for the Development of the Imilorsko-Istochny Subsoil Area, KogalymNIPIneft Branch of LUKOIL-Engineering LLC, Tyumen

Dmitry A. Laminskii, Leading Specialist, Center for Geological Modeling and Reserves Estimation, KogalymNIPIneft Branch of LUKOIL-Engineering LLC, Tyumen

Anastasia V. Sivkova, Engineer, Center for Geological Modeling and Reserves Estimation, KogalymNIPIneft Branch of LUKOIL-Engineering LLC, Tyumen