

УДК 550.8.056

**АНАЛИЗ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СКВАЖИН
И НЕФТЕНОСНОСТИ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ
НА СЕВЕРНОМ НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ**



**ANALYSIS OF GEOPHYSICAL STUDIES OF WELLS
AND OIL POTENTIAL OF THE BAZHENOV FORMATION
ON THE SEVERNOYE OIL AND GAS CONDENSATE FIELD**

Жарикова Наилия Халимовна

кандидат технических наук,
доцент кафедры разработки и эксплуатации
нефтяных и газовых месторождений,
Санкт-Петербургский горный университет
Zharikova_Nkh@pers.spmi.ru

Савенок Ольга Вадимовна

доктор технических наук,
профессор кафедры разработки и эксплуатации
нефтяных и газовых месторождений,
Санкт-Петербургский горный университет
Savenok_OV@pers.spmi.ru

Кусова Лизавета Геннадиевна

студентка направления подготовки
21.05.06 «Нефтегазовая техника и технологии»,
Санкт-Петербургский горный университет
kusovalisa@gmail.com

Аннотация. В статье приведено описание геолого-геофизических разрезов Северного нефтегазоконденсатного месторождения, вскрывших продуктивные пласты верхнеюрского и неокомского нефтегазоносных комплексов. Выполнено обобщение геолого-геофизических материалов по району Северного месторождения; проведён качественный анализ каротажных диаграмм и статистическая обработка цифровой информации геофизических исследований скважин. Выявлены геофизические особенности (признаки) разреза месторождения со «столбовым» характером нефтегазонасыщения. Показано, что геофизическая характеристика баженовской свиты (нефтематеринские породы) и нефтепродуктивность разреза взаимосвязаны; основной причиной изменения геофизических параметров пород разреза является их карбонатизация; процессы карбонатизации и отражающие её геофизические параметры изменяются по разрезу волнообразно; интервал карбонатизации пород разреза и интервал его нефтегазоносности совпадают.

Ключевые слова: анализ геофизических исследований скважин; геофизические особенности (признаки) разреза месторождения; «столбовой» характер нефтегазонасыщения разреза; баженовская свита; глинисто-кремнисто-карбонатные породы; общая характеристика каротажных диаграмм; взаимосвязь физических параметров баженовской свиты с нефтеносностью разреза.

Zharikova Nailia Khalimovna

Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of the Department
of Development and Operation
of Oil and Gas Fields,
Saint Petersburg Mining University
Zharikova_Nkh@pers.spmi.ru

Savenok Olga Vadimovna

Doctor of Technical Sciences,
Professor of the Department
of Development and Operation
of Oil and Gas Fields,
Saint Petersburg Mining University
Savenok_OV@pers.spmi.ru

Kusova Lizaveta Genadievna

Student Training Direction 21.05.06
«Oil and Gas Equipment
and Technologies»,
Saint Petersburg Mining University
kusovalisa@gmail.com

Annotation. The article provides a description of the geological and geophysical sections of the Severnoye oil and gas condensate field, which revealed productive formations of the Upper Jurassic and Neocomian oil and gas complexes. The generalization of geological and geophysical materials for the area of the Severnoye field was carried out; a qualitative analysis of well logs and statistical processing of digital information from geophysical well surveys was carried out. The geophysical features (signs) of the field section with the «pillar» nature of oil and gas saturation are revealed. It is shown that the geophysical characteristics of the Bazhenov formation (oil source rocks) and the oil productivity of the section are interrelated; the main reason for the change in the geophysical parameters of the rocks of the section is their carbonatization; the processes of carbonatization and the geophysical parameters reflecting it change along the section in waves; the interval of carbonatization of the rocks of the section and the interval of its oil and gas content coincide.

Keywords: analysis of geophysical surveys of wells; geophysical features (signs) of the field section; «pillar» nature of oil and gas saturation of the section; Bazhenov formation; clay-siliceous-carbonate rocks; general characteristics of well logs; relationship of the physical parameters of the Bazhenov formation with the oil content of the section.

Северное месторождение углеводородов Васюганской нефтегазоносной области юго-востока Западной Сибири располагается в области сочленения структур первого порядка: Александровского свода и надрифтовой депрессии – Колтогорского мегапрогиба. В пределах Охтеурского вала, где локализовано месторождение, по данным сейсморазведки разрывные нарушения из доюрского фундамента прослеживаются в осадочном чехле до верхнего мела. Особенностью Северного месторождения является огромный диапазон нефтегазоносности, включающий пласты верхнеюрского ($Ю_1, Ю_2$), неокомского (А, Б) и апт-альб-сеноманского (ПК) нефтегазоносных комплексов, в то время как основным продуктивным нефтегазовым комплексом месторождений юго-востока Западной Сибири является верхнеюрский. Северное месторождение представляет собой уникальный случай «нефтяного столба», поскольку площадь самого месторождения небольшая.

Общая характеристика каротажных диаграмм

Геофизические исследования в открытом стволе скважин Северного месторождения проводились в два этапа: первый – после вскрытия пластов ПК – A_{1-2} , второй – по окончании бурения. Геофизические исследования выполнены в полном объёме. Качество материалов по разведочным скважинам, в основном, хорошее, по эксплуатационным скважинам – удовлетворительное.

Основными причинами снижения качества промыслово-геофизических исследований на Северном месторождении являются:

- сползание линии глин по ПС;
- занижение или завышение кажущегося сопротивления по зондам БЭЗ из-за неучёта отбивки электрических нулей при входе в колонну;
- отсутствие резистивиметрии в эксплуатационных скважинах.

В связи с тем, что промыслово-геофизические исследования проводились в два этапа, в интервале пластов $A_1 – A_3$ имеются случаи отсутствия записи кривых ГИС в открытом стволе скважин.

В разрезе Северного месторождения выделяют 3 региональные покрывки:

1. Кузнецовская свита – представлена серыми и тёмно-серыми глинами с прослоями глауконито-кварцевых алевролитов. Содержатся включения фосфоритовых образований. По данным ГИС отображается по повышенным значениям ИК по сравнению с вмещающими породами, ПС показывает линию глин (рис. 1).

2. Кошайская пачка – представлена аргиллитоподобными глинами с тонкими прослоями алевролитов. По данным ГИС выделяется по повышенным значениям ИК по сравнению с вмещающими породами, ПС показывает линию глин (рис. 2).

3. Баженовская свита – представлена тёмно-серыми, почти чёрными битуминозными аргиллитами. В разрезе отмечаются прослои и линзы известняков (до 0,1 м). Породы практически непроницаемы и являются региональной покрывкой для продуктивного горизонта $Ю_1$. На материалах промыслово-геофизических исследований баженовская свита выделяется по аномально высоким значениям УЭС и ГК, что связывается с битуминозностью пород и высоким содержанием в них урана (рис. 3).

Фациальная природа осадконакопления предопределила различия в удельной проводимости пород особенно по их глинистой составляющей. Так, исходя из известной принадлежности рассматриваемых толщ к отложениям морской (куломзинская свита) и континентальной (тарская свита) групп фаций, можно сделать вывод, что повышенные значения ИК и слабая расчленённость КС свойственны отложениям морской группы.

Для выделения коллекторов на Северном месторождении использовались прямые качественные геофизические признаки, являющиеся следствием проникновения фильтраата промывочной жидкости в пласты-коллекторы:

- положительные приращения по кривым микрозондирования;
- сужение диаметра скважины $d_{скв}$ по сравнению с номинальным $d_{ном}$;
- получения радиального градиента кажущегося сопротивления по электрическим методам каротажа (БКЗ, БК, ИК).

Кроме того, к качественным признакам относятся отрицательная аномалия ПС и сравнительно низкая естественная радиоактивность коллекторов.

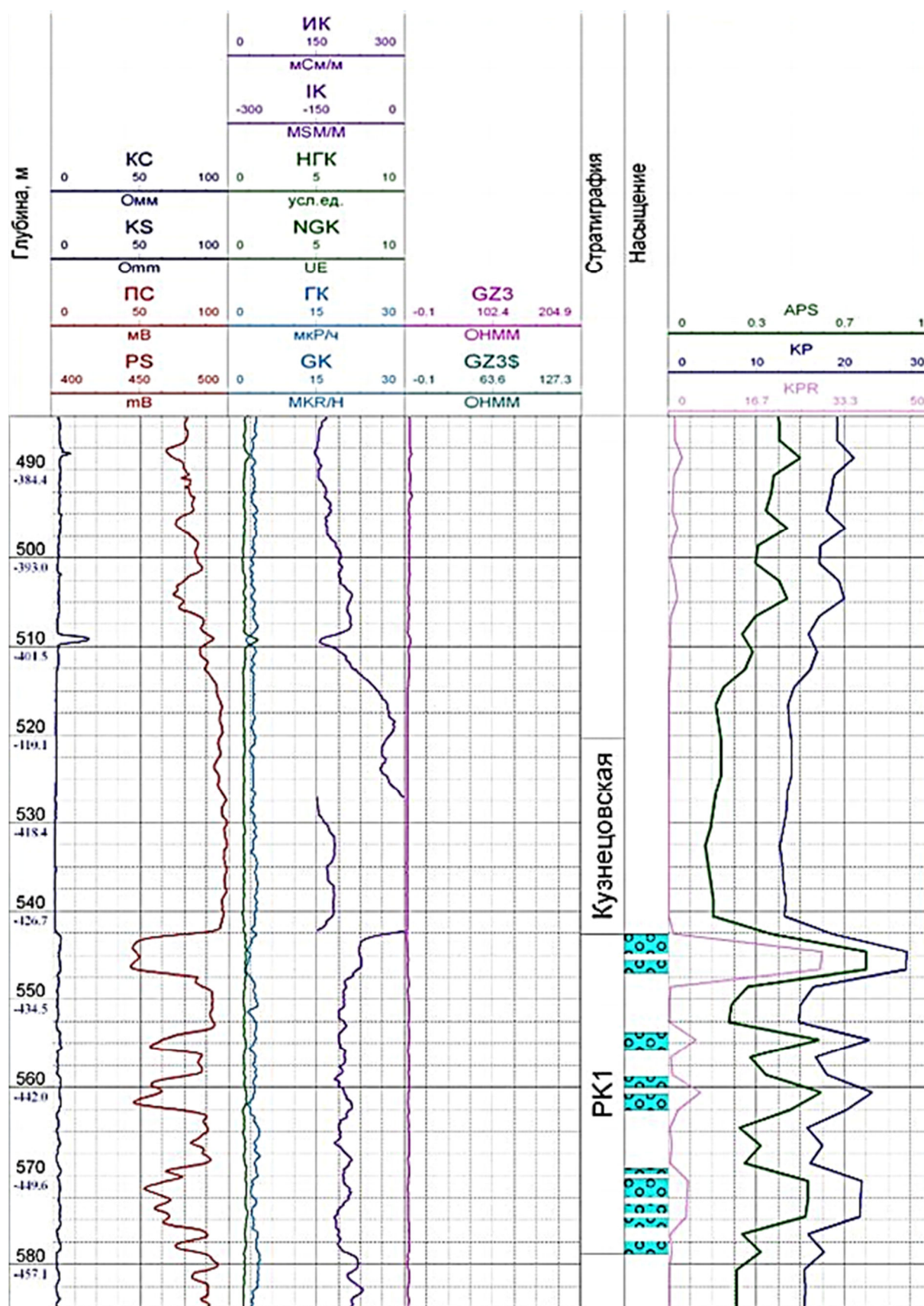


Рисунок 1 – Результаты геофизических исследований скважины № 42 Северного месторождения (интервал 490–580 м)

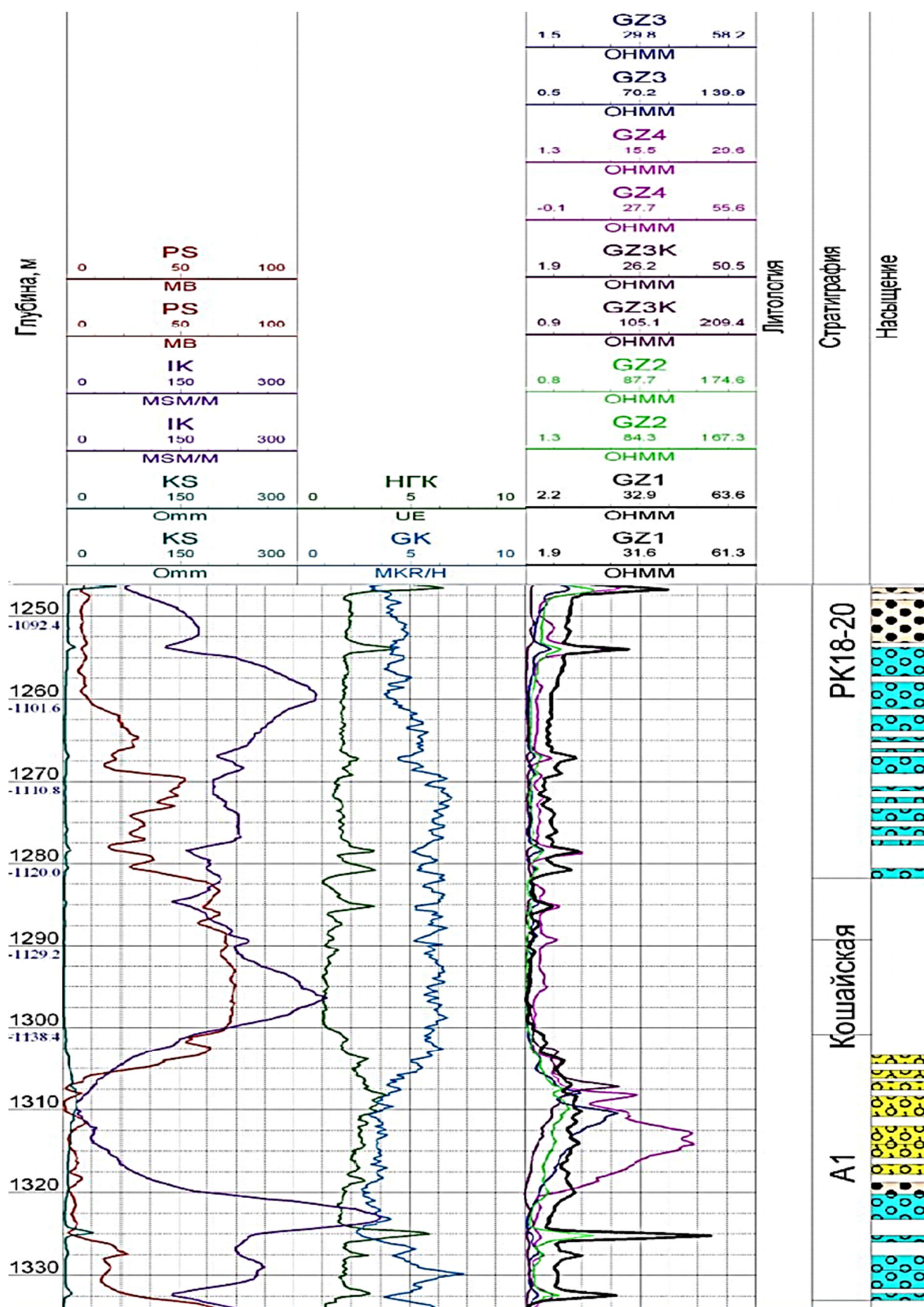


Рисунок 2 – Результаты геофизических исследований скважины № 257 Северного месторождения (интервал 1250–1340 м)

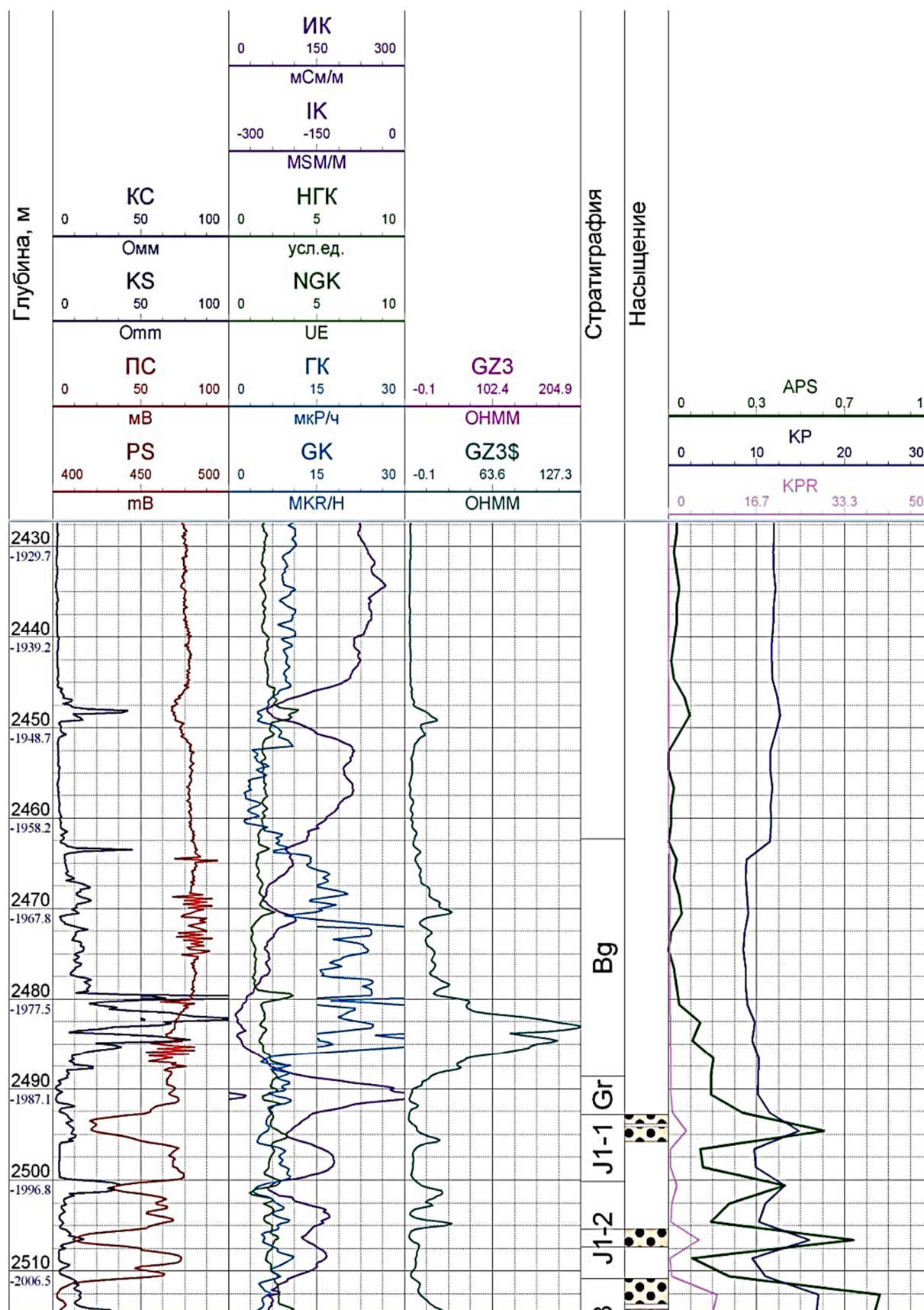
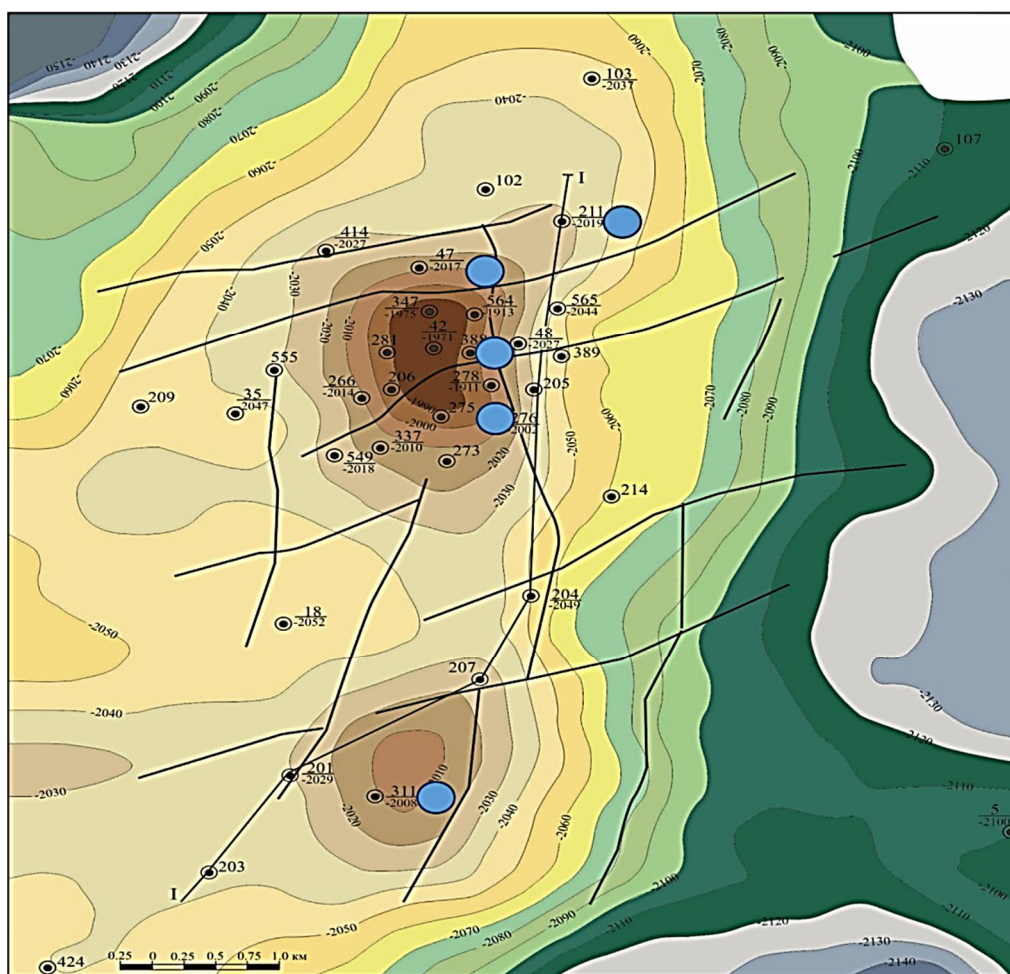


Рисунок 3 – Результаты геофизических исследований скважины № 42 Северного месторождения (интервал 2430–2510 м)

Результаты исследования взаимосвязи физических параметров баженовской свиты с нефтеносностью разреза

Скважины для анализа выбраны с учётом полноты вскрытого разреза, разной нефтенасыщенности разреза в целом и отдельных его стратиграфических горизонтов, а также с учётом полноты комплекса методов ГИС. На рисунке 4 приведены результаты анализа материалов ГИС по 5-ти скважинам (в порядке расположения от периферии к центральной части месторождения):

- скважина № 211 – практически непродуктивна по всему разрезу;
- скважина № 47 – нефтяные залежи в пласте Ю₁₋₃ и Б₈ – Б₉;
- скважины № 42, 275 и 311 – нефтяные залежи во всём верхнеюрском НГК.



-2160 -2150 -2140 -2130 -2120 -2110 -2100 -2090 -2080 -2070 -2060 -2050 -2040 -2030 -2020 -2010 -2000 -1990 -1980 Н, м

Рисунок 4 – Структурная карта по отражающему горизонту II^а (подошва баженовской свиты) (голубыми точками выделены исследованные скважины)

Нижняя часть неокомского НГК (Б₀ – Б₉) наиболее полно представлена нефтяными и газовыми залежами в скважинах № 275 и 311, в скважине № 42 – фрагментарно до Б₃. Преимущественно нефтенасыщенные отдельные пласты А и ПК встречаются в скважинах № 275 (до ПК₁₈₋₂₀) и 311 (до ПК₁). Суммарные нефтенасыщенные толщины повышаются в порядке: скважины № 47 и 42 по 40 м; скважина № 311–185 м и скважина № 275–278 м. Анализ коллекторов изученных разрезов показал, что их фильтрационно-емкостные свойства улучшаются вверх по разрезу, а нефтенасыщенность увеличивается на глубину и максимальна в окрестности баженовской свиты.

Во всех скважинах проведён полный комплекс методов ГИС в открытом стволе. Для выбранной цели наиболее информативными методами являются метод естественной радиоактивности ГК, нейтронный каротаж НКТ, метод электропроводности –

индукционный каротаж ИК и метод сопротивления с потенциал-зондом – ПЗ. Результаты качественного анализа каротажных диаграмм и статистической обработки цифровой информации ГИС кратко сводятся к следующему.

Баженовская свита во всех изученных разрезах выделяется комплексной геофизической аномалией – высокая радиоактивность и высокое электрическое сопротивление пород (пониженная электропроводность), отличие от вмещающих пород по показаниям нейтронного каротажа (рис. 5 и 6; табл. 1 и 2) – в этом Северное месторождение не отличается от других месторождений, по крайней мере, южной части Западной Сибири.

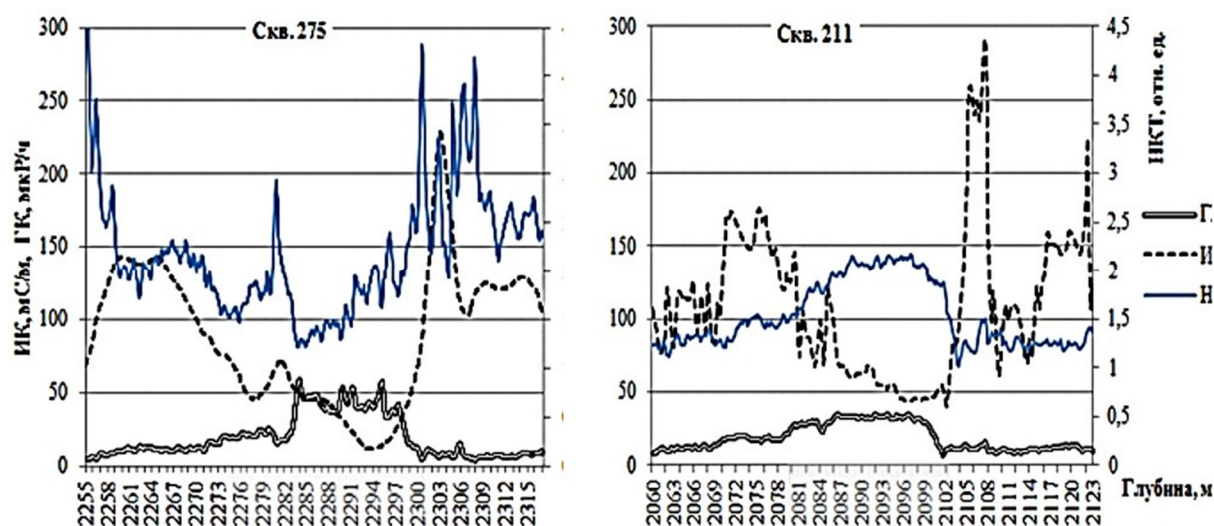


Рисунок 5 – Различия в геофизических параметрах пород баженовской свиты (затенённый интервал разреза) в самой продуктивной (№ 275) и непродуктивной (№ 211) скважинах Северного месторождения

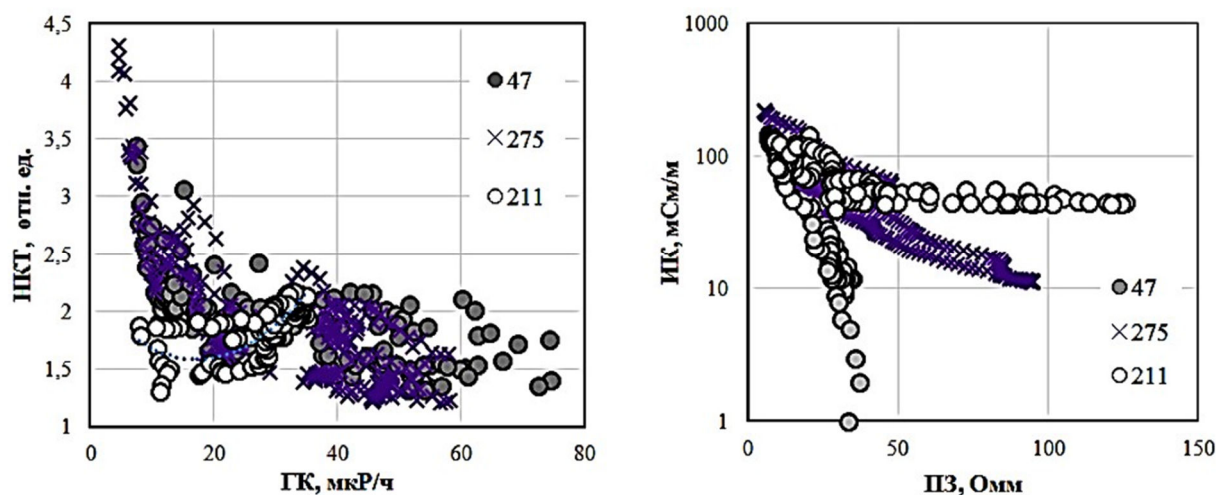


Рисунок 6 – Взаимоотношения между геофизическими параметрами баженовской свиты в разрезах с разной продуктивностью

Таблица 1 – Геофизические параметры пород баженовской свиты в разрезах скважин Северного месторождения (медиана и интервал изменения геофизического параметра)

Метод ГИС	№ скважины				
	211	47	42	275	311
ИК, мСм/м	63 (41–156)	37 (0,1–187)	65 (4–132)	46 (11–229)	51 (11–88)
ГК, мкР/ч	31,2 (7,8–35,1)	23,5 (7,3–74,5)	28,0 (5,5–49,2)	32,7 (4,5–58,3)	36,6 (5,8–72,2)
НКТ, отн. ед.	2,0 (1,30–2,16)	2,0 (1,3–3,44)	1,78 (1,28–3,64)	1,78 (1,22–4,32)	1,71 (1,26–3,34)

Таблица 2 – Уравнения связи НКТ (ГК) и коэффициенты надёжности аппроксимации R² (баженовская свита)

№ скважины	НКТ (ГК)	
211	$y = 0,405 \cdot \ln(x) + 0,5619$	$R^2 = 0,3894$
47	$y = -0,439 \cdot \ln(x) + 3,3546$	$R^2 = 0,5704$
42	$y = -0,222 \cdot \ln(x) + 2,5455$	$R^2 = 0,0931$
275	$y = -0,756 \cdot \ln(x) + 4,3649$	$R^2 = 0,6310$
311	$y = -0,319 \cdot \ln(x) + 2,8536$	$R^2 = 0,1996$

Геофизическая характеристика баженовской свиты в продуктивных разрезах Северного месторождения и в разрезах за контуром нефтегазоносности существенно различаются, что можно видеть из данных (рис. 5). Главное отличие – в знаке аномалии НКТ: положительная аномалия НКТ в скважине № 211 и отрицательная – во всех остальных скважинах. Отрицательная аномалия НКТ в скважине № 275 указывает на повышенное водородосодержание пород баженовской свиты в продуктивном разрезе, а более высокие показания НКТ в окрестности свиты – на карбонатизацию аргиллитов георгиевской и нижней части куломзинской свит.

Баженовская свита в скважине № 211 отличается также более низкими показаниями ГК и более высокими ИК (пониженным электрическим сопротивлением), что указывает на её пониженный потенциал как источника углеводородов (рис. 5). Асимметричность кривой ИК, характерная для всех продуктивных разрезов и не только Северного месторождения, в разрезе непродуктивной скважины № 211 еле заметна. Низкие показания НКТ в этой скважине характерны для аргиллитов куломзинской свиты и особенно для аргиллитов георгиевской свиты, отделяющих баженовскую свиту от пластов горизонта Ю₁. При такой геофизической характеристике георгиевская свита – хороший экран. В разрезе же продуктивной скважины № 275 георгиевская свита находится в зоне карбонатизации и её изоляционные свойства ухудшены.

Геофизическая характеристика баженовской свиты зависит от продуктивности разреза в целом. В наиболее продуктивном разрезе скважины № 275 баженовской свиты в среднем более радиоактивна (при наличии самых минимальных значений ГК), характеризуется наибольшим диапазоном изменения показаний НКТ, наиболее тесными связями в паре «НКТ – ГК», максимальным диапазоном изменения показаний ИК при относительно высоком минимальном значении, обособленным положением точек на диаграмме «ИК ПЗ» (рис. 6; табл. 1 и 2). Близкая характеристика у баженовской свиты в разрезе скважины № 311. Нужно учесть, что образование нефти из керогена приводит к понижению радиоактивности баженовской свиты, миграция нефти из баженовской свиты в коллекторы повышает её электропроводность пропорционально от данной нефти, а карбонатизация (повышение НКТ и понижения ГК и ИК) улучшает фильтрационные свойства пород баженовской свиты.

Отличительные свойства баженовской свиты в разрезе наиболее продуктивной скважины вполне объясняются этими процессами, протекающими по первоначально высокообогащённым керогеном, высокорadioактивным и низкоэлектропроводным породам баженовской свиты.

Скважина № 47 Северного месторождения

В скважине 47 наблюдаются следующие зависимости:

- 1) волнообразное изменение значений индукционного каротажа по всему интервалу скважины;
- 2) увеличение средних значений ГК на глубине 1420 м на 5 мкР/ч;
- 3) увеличение средних значений НКТ на глубине 1420 м на 0,4-0,6;
- 4) наличие зон карбонатизации. Карбонатизация прослеживается по всему разрезу от пласта А до БС. Наибольшее распространение зон карбонатизации наблюдается в следующих интервалах: ПК, пласты А и Б. Так как куломзинская свита тоже имеет зоны карбонатизации, можно говорить о её проницаемости;
- 5) однородная куломзинская свита;
- 6) радиоактивность баженовской свиты 75 мкР/ч;
- 7) также наблюдается увеличение значений ПС с глубиной, что объясняется увеличением минерализации пластовых вод (рис. 7).

По данным ГИС были построены корреляционные зависимости: ИК (PZ), NGK (GK) и GK (PZ) (рис. 8).

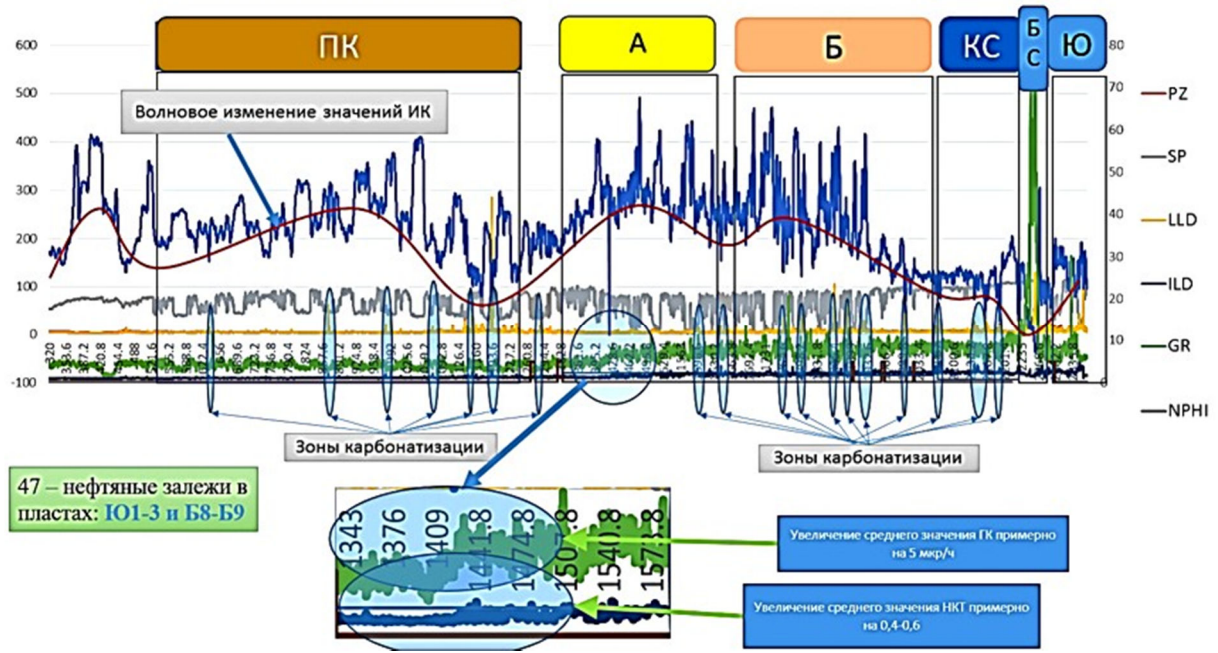


Рисунок 7 – Анализ геофизических данных скважины № 47

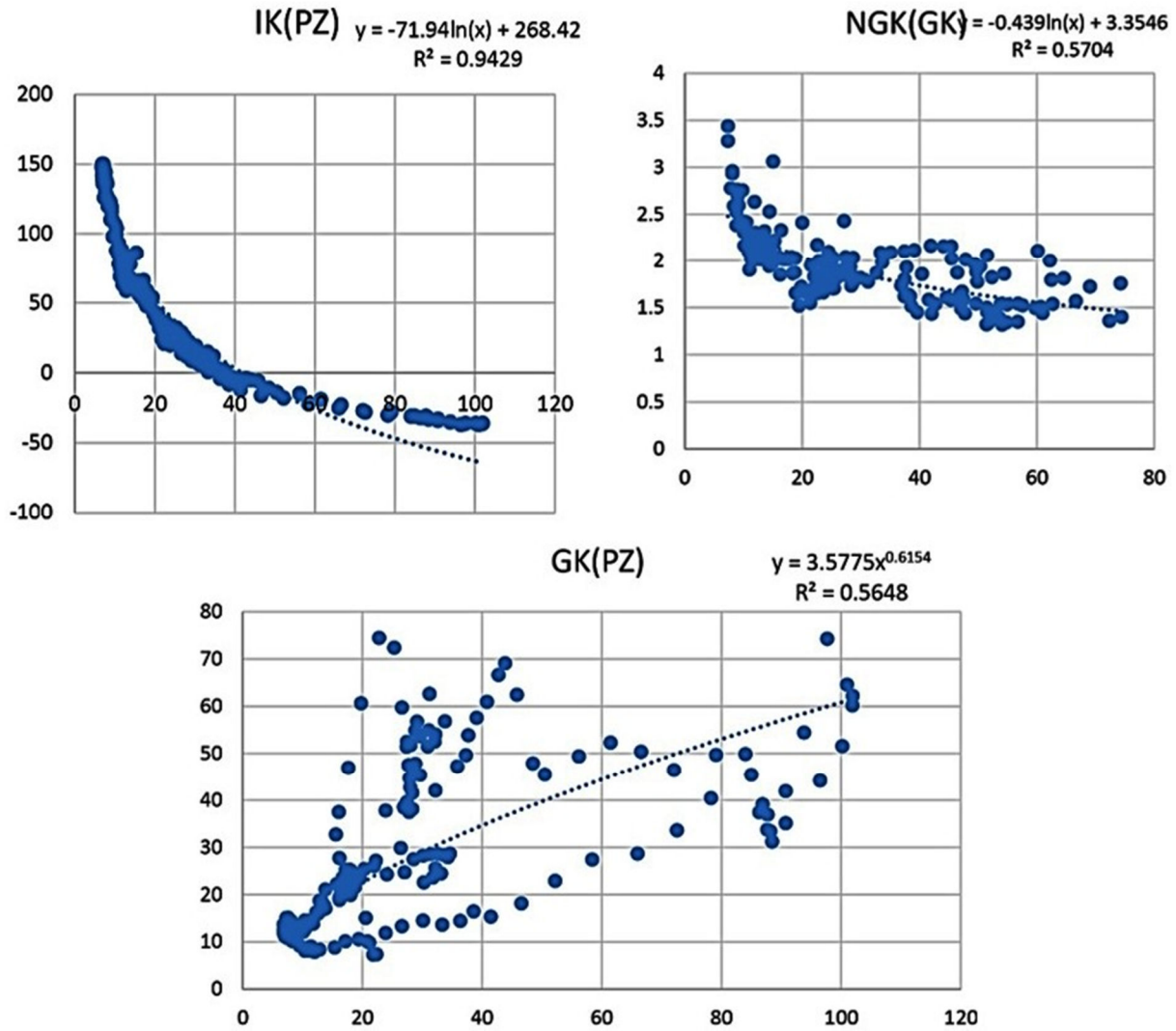


Рисунок 8 – Корреляционные зависимости геофизических параметров баженовской свиты (скважина № 47)

Как видно из корреляционной диаграммы ИК (PZ), баженовская свита имеет однородное строение.

Скважина № 42 Северного месторождения

В скважине 42 наблюдаются следующие зависимости:

- 1) волнообразное изменение значений индукционного каротажа по всему интервалу скважины;
- 2) увеличение средних значений ГК на глубине 1560 м;
- 3) увеличение средних значений НКТ на глубине 1560 м;
- 4) наличие зон карбонатизации. Карбонатизация прослеживается по всему разрезу от пласта А до БС. Наибольшее распространение зон карбонатизации наблюдается в интервалах – пласты ПК и Б. Так как куломзинская свита тоже имеет зоны карбонатизации, можно говорить о её проницаемости;
- 5) однородная куломзинская свита;
- 6) радиоактивность баженовской свиты 48 мкР/ч;
- 7) наблюдается увеличение значений ПС с глубиной (рис. 9).

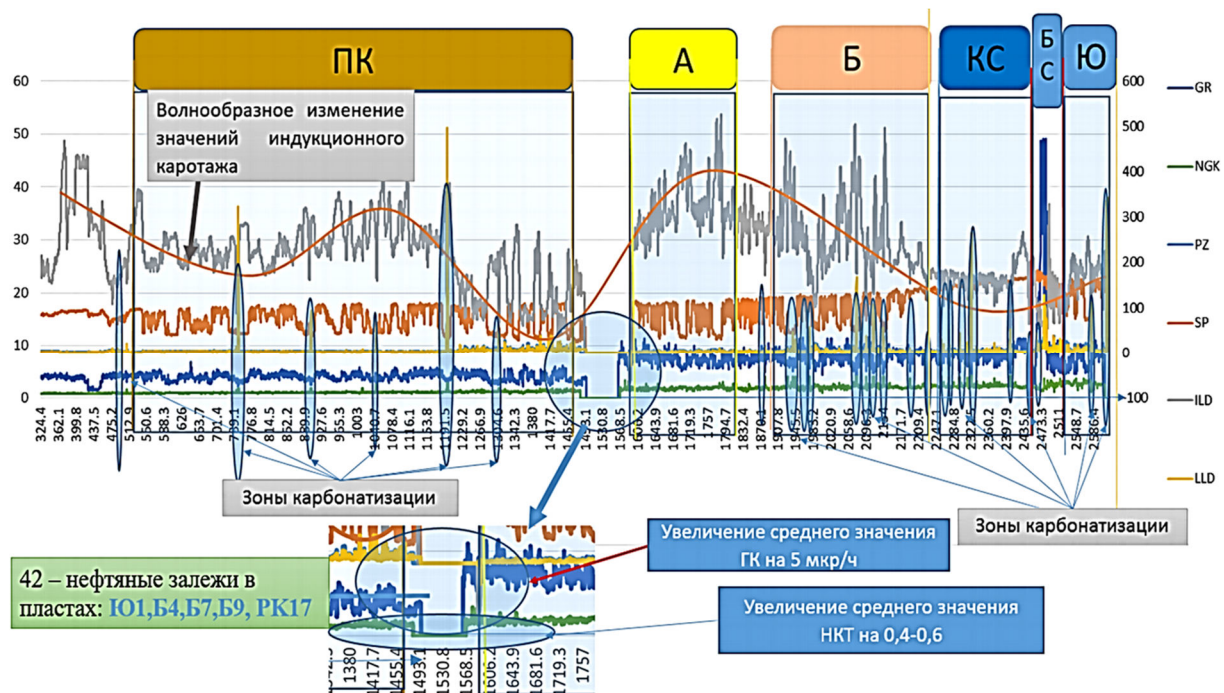
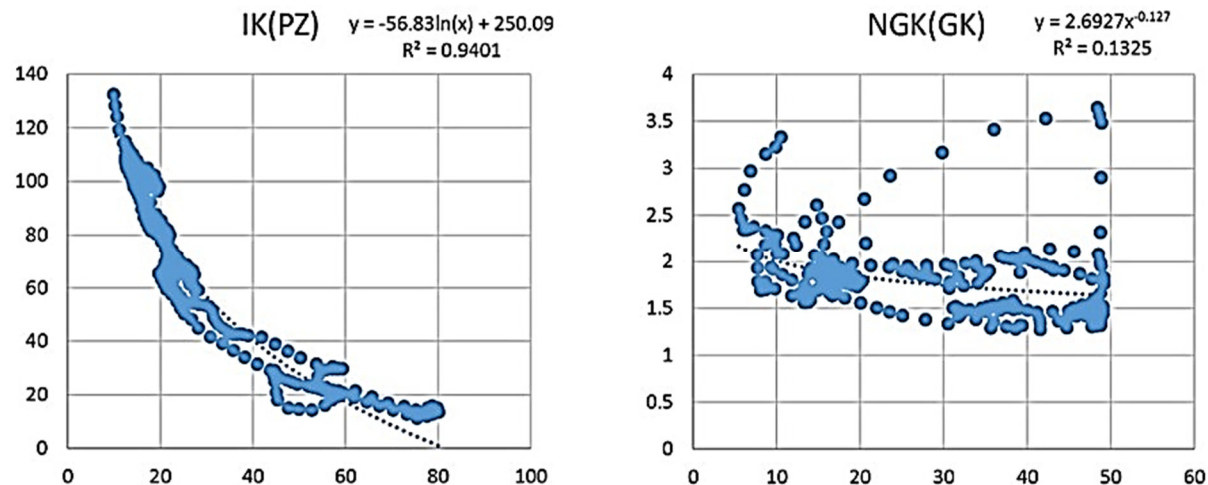


Рисунок 9 – Анализ геофизических данных скважины № 42

По данным ГИС были построены корреляционные зависимости: ИК (PZ), NGK (GK) и GK (PZ) (рис. 10).



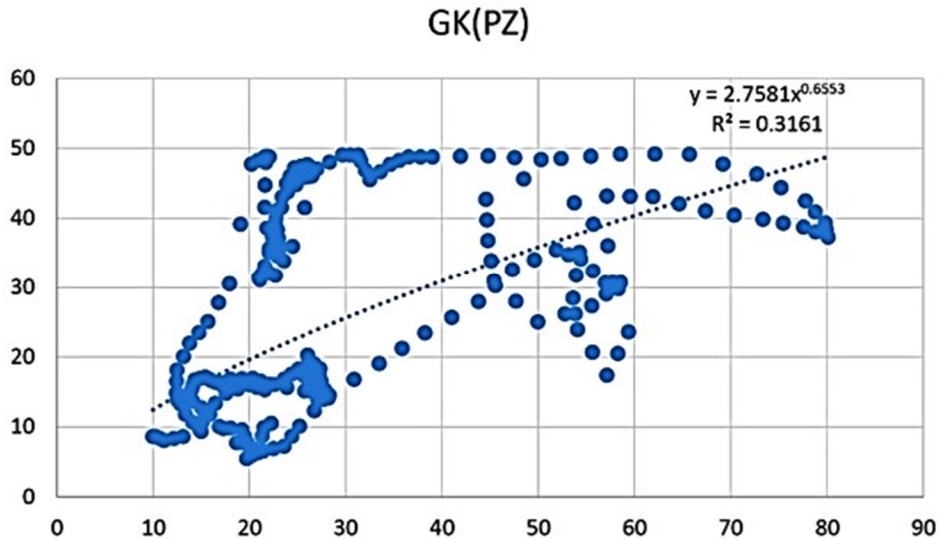


Рисунок 10 – Корреляционные зависимости геофизических параметров баженовской свиты (скважина № 42)

Как видно из корреляционной диаграммы ИК (PZ), в отличие от корреляционной диаграммы скважины № 47, где корреляционная связь была почти идеальной, здесь видны некоторые расхождения на значениях PZ более 20 Ом · м.

Скважина № 275 Северного месторождения

В скважине 275 наблюдаются следующие зависимости:

1) волнообразное изменение значений индукционного каротажа по всему интервалу скважины;

2) увеличение средних значений ГК на глубине 1290 м;

3) увеличение средних значений НКТ на глубине 1290 м;

4) наличие зон карбонатизации

карбонатизация прослеживается по всему разрезу от пласта А до БС. Так как куломзинская свита тоже имеет зоны карбонатизации, можно говорить о её проницаемости;

5) однородная куломзинская свита;

6) радиоактивность баженовской свиты 56 мкР/ч;

7) наблюдается увеличение значений ПС с глубиной (рис. 11).

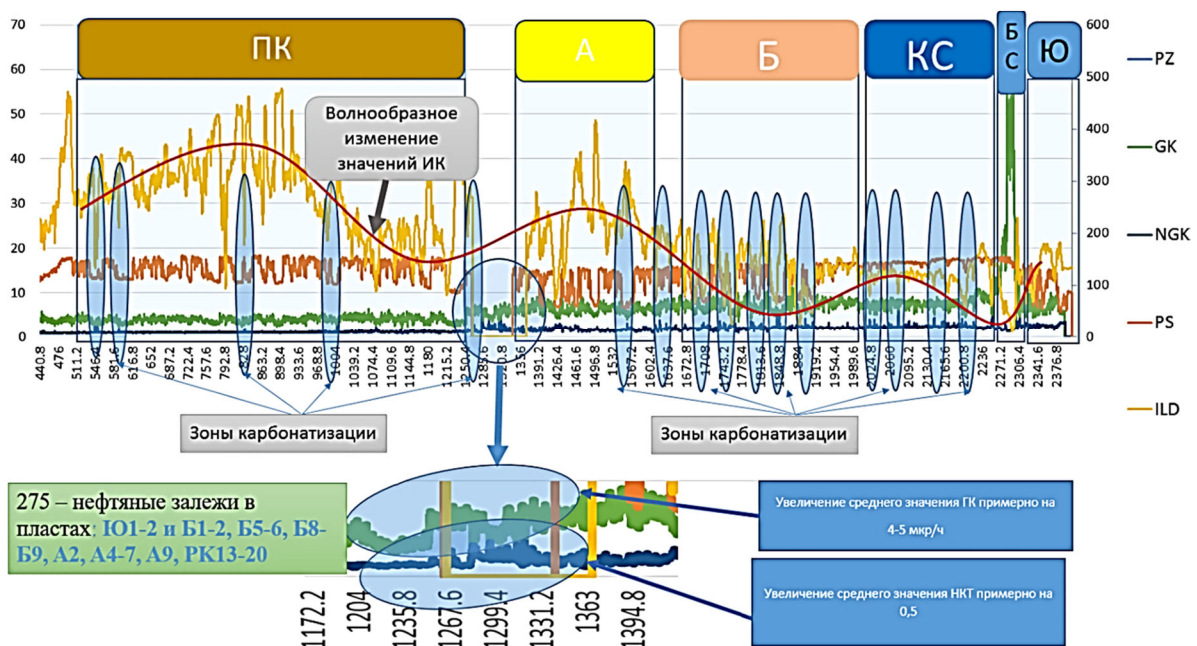


Рисунок 11 – Анализ геофизических данных скважины № 275 Северного месторождения

По данным ГИС были построены корреляционные зависимости: ИК (PZ), NGK (GK) и GK (PZ) (рис. 12).

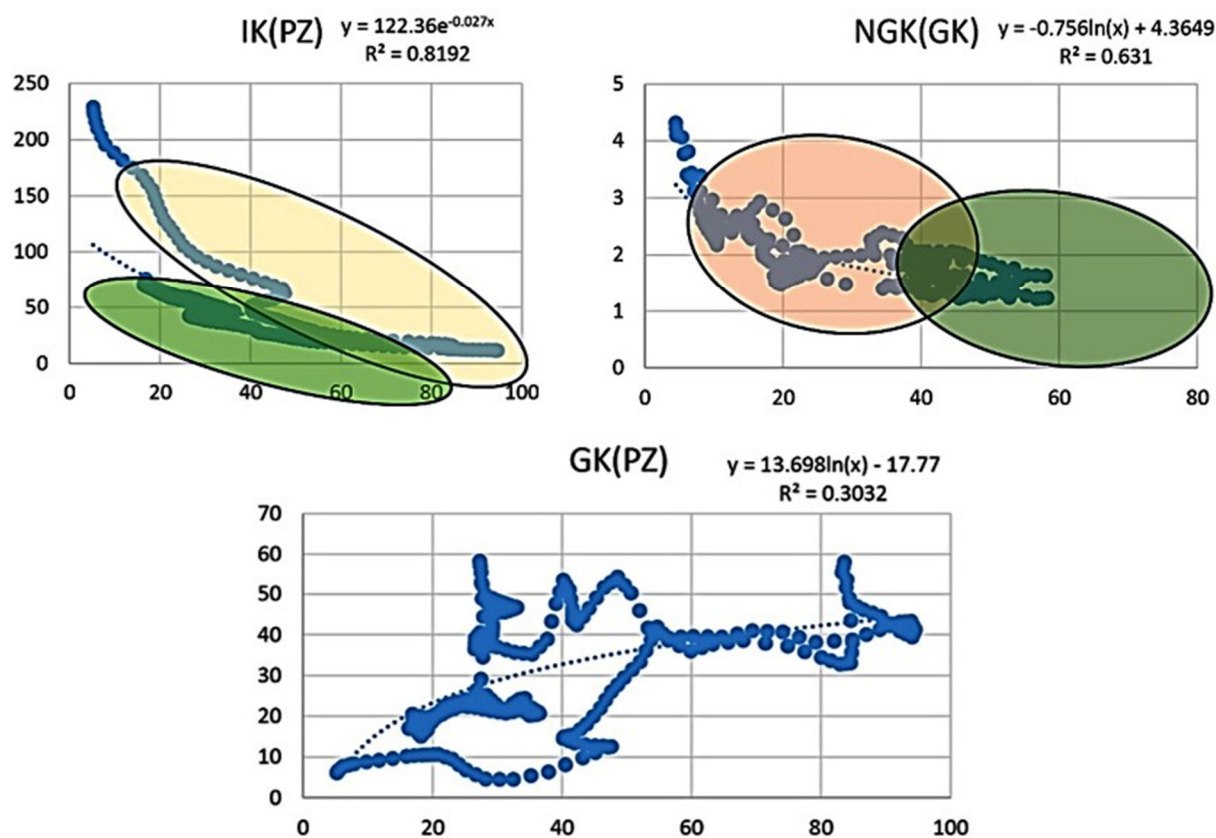


Рисунок 12 – Корреляционные зависимости геофизических параметров баженовской свиты (скважина № 275)

Из корреляционных диаграмм хорошо видно, что баженовская свита имеет неоднородное строение.

Заключение

По результатам исследования геолого-геофизических разрезов Северного месторождения углеводородов можно сделать следующие выводы.

- Баженовская свита во всех изученных разрезах выделяется комплексной геофизической аномалией высокая – радиоактивность и высокое электрическое сопротивление пород (пониженная электропроводность), отличие от вмещающих пород по показаниям нейтронного каротажа.

- Геофизическая характеристика баженовской свиты и нефтепродуктивность разреза взаимосвязаны.

- Большой диапазон нефтегазоносности на Северном месторождении коррелируется с широким развитием в разрезах месторождения процесса карбонатизации. Карбонатизированные разности пород уверенно выделяются по материалам ГИС: минимумы ГК и ИК, максимумы НКТ и ПЗ.

- Карбонатизация захватывает не только породы верхнеюрского НГК, как это имеет место на других месторождениях региона, но и породы неокомского и частично апт-альб-сеноманского НГК. На Северном месторождении процесс карбонатизации пород наиболее интенсивно проявился в скважинах № 275 и особенно в скважине № 311, отличающейся максимальным (до ПК) диапазоном нефтеносности.

- В наибольшей степени в результате карбонатизации изменилась геофизическая характеристика аргиллитов низов куломзинской свиты, отделяющих пласты неокомского НГК от баженовской свиты. За контуром нефтегазоносности месторождения в скважине № 211 в меловых отложениях геофизические аномалии типа карбонатизации практически отсутствуют.

• Признаком месторождения со «столбовым» характером нефтегазоносности является волнообразное изменение показаний ИК и НКТ, отражающее чередование карбонатизации и, скорее всего, зон аномально высокого порового давления АВПД. Интервалы волнообразного изменения ИК и НКТ соответствуют интервалу продуктивности разреза.

Литература

1. Горпинченко А.Н. Геологические основы разработки нефтяных и газовых месторождений : учеб. пособие / А.Н. Горпинченко, Н.Х. Жарикова, О.В. Савенок. – Ухта : Ухтинский государственный технический университет, 2022. – 240 с.
2. Климов В.В. Основы геофизических исследований при строительстве и эксплуатации скважин на нефтегазовых месторождениях : учеб. пособие / В.В. Климов, О.В. Савенок, Н.М. Лешкович. – Краснодар : ООО Издательский Дом – Юг, 2016. – 274 с.
3. Ладенко А.А. Геофизические исследования скважин на нефтегазовых месторождениях : учеб. пособие / А.А. Ладенко, О.В. Савенок. – М. : Издательство «Инфра-Инженерия», 2021. – 260 с.
4. Номоконова Г.Г. Петрофизика коллекторов нефти и газа : учеб. пособие. – Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2013. – 146 с.
5. Геофизические исследования и работы в скважинах : учеб. пособие / В.В. Попов, А.Я. Третьяк, О.В. Савенок, Г.В. Кусов, В.В. Швец. – Новочеркасск : Издательство «Лик», 2017. – 326 с.
6. Прищепа О.М. Нефть и газ низкопроницаемых сланцевых толщ – резерв сырьевой базы углеводородов России / О.М. Прищепа, А.А. Ильинский, О.Ю. Аверьянова. – СПб. : ВНИГРИ, 2016. – 323 с.
7. Савенок О.В. Интерпретация результатов гидродинамических исследований : учеб. пособие / О.В. Савенок, А.С. Арутюнян, С.В. Шальская. – Краснодар : Издательство ФГБОУ ВО «КубГТУ», 2017. – 203 с.
8. Савенок О.В. Сланцевые углеводороды: анализ текущего состояния и перспективы разработки / О.В. Савенок, Т.В. Арутюнов. – Краснодар : ООО Издательский Дом – Юг, 2019. – 272 с.
9. Андреева Е.Е. О возможных причинах несовпадения данных бурения и сейсмостроений / Е.Е. Андреева, А.Г. Баранова, С.Е. Валева // Булатовские чтения. – 2017. – Т. 1. – С. 30–33.
10. Гаделева Д.Д. Обоснование коэффициента нефтегазонасыщенности пластов-коллекторов / Д.Д. Гаделева, Г.Р. Вахитова // Булатовские чтения. – 2017. – Т. 1. – С. 47–50.
11. Дюдьбина А.А. Поиск пропущенных продуктивных коллекторов на основе уточнения петрофизической модели / А.А. Дюдьбина, Г.Р. Вахитова // Булатовские чтения. – 2019. – Т. 1. – С. 67–70.
12. Екименко А.В. Прогнозирование коллекторских свойств с использованием куба акустического импеданса / А.В. Екименко // Записки Горного института. – 2009. – Т. 183. – С. 235–237.
13. Жарикова Н.Х. Особенности геологического строения баженовской свиты на примере Ай-Пимского нефтяного месторождения / Н.Х. Жарикова, О.В. Савенок, Р.Р. Ситёв // Булатовские чтения. – 2022. – Т. 1. – С. 73–84.
14. Жарикова Н.Х. Анализ геологического строения Соровского нефтегазового месторождения по результатам изучения керна разведочной скважины / Н.Х. Жарикова, О.В. Савенок, Р.Р. Ситёв // Булатовские чтения. – 2022. – Т. 1. – С. 85–99.
15. Жарикова Н.Х. Анализ технологий по разработке залежей сланцевых углеводородов баженовской свиты / Н.Х. Жарикова, О.В. Савенок, Л.Г. Кусова // Булатовские чтения. – 2023.
16. Жарикова Н.Х. Особенности строения пород-коллекторов нетрадиционного типа на примере битуминозных отложений нефтегазоматеринской баженовской свиты / Н.Х. Жарикова, О.В. Савенок, Л.Г. Кусова // Булатовские чтения. – 2023.
17. Жданеев О.В. Метрологическое обеспечение аппаратуры для геофизических исследований / О.В. Жданеев, А.В. Зайцев, В.М. Лобанков // Записки Горного института. – 2020. – Т. 246. – № 6. – С. 667–677.
18. Искендеров М.М. Оценка петрофизических параметров коллекторов с учётом их литологической типизации / М.М. Искендеров // Булатовские чтения. – 2018. – Т. 1. – С. 107–110.
19. Климов В.В. Повышение достоверности геофизических методов в наклонно-направленных и горизонтальных скважинах / В.В. Климов, О.В. Савенок, Н.М. Лешкович // Инженер-нефтяник. – 2017. – № 3. – С. 33–38.

20. Савенок О.В. Анализ текущего состояния разработки и выработки запасов газонефтяного месторождения Северное / О.В. Савенок, Л.Г. Кусова // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2021. – № 3. – С. 161–174.
21. Савенок О.В. Анализ геологического строения баженовской свиты и критерии прогноза её нефтегазоносности / О.В. Савенок, Л.Г. Кусова // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2022. – № 3. – С. 164–181.
22. Чупин Е.А. Георгиевская свита в верхнеюрском разрезе Западной Сибири (по результатам геофизических исследований скважин) / Е.А. Чупин; Науч. рук. Г.Г. Номоконова // Проблемы геологии и освоения недр: труды XVIII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных (7–11 апреля 2014 года, г. Томск) : в 2 томах. – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2014. – Т. 1. – С. 420–422.
23. Чупин Е.А. Геофизические особенности баженовской свиты в разрезах нефтяных месторождений севера Каймысовского свода / Е.А. Чупин; Науч. рук. Г.Г. Номоконова // Проблемы геологии и освоения недр: труды XIX Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных, посвящённого 70-летию юбилею Победы советского народа над фашистской Германией (6–10 апреля 2015 года, г. Томск) : в 2 томах. – Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2015. – Т. 1. – С. 348–350.
24. Чупин Е.А. Геофизическая характеристика баженовской свиты и нефтегазоносность разреза Северного месторождения / Е.А. Чупин; Науч. рук. Г.Г. Номоконова // Проблемы геологии и освоения недр: труды XX Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных, посвящённого 120-летию со дня основания Томского политехнического университета (4–8 апреля 2016 года, г. Томск) : в 2 томах. – Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2016. – Т. 1. – С. 507–509.
25. Чупин Е.А. Геофизические особенности баженовской свиты и нефтеносности разреза Северного месторождения (Томская область) / Е.А. Чупин; Национальный исследовательский Томский политехнический университет; Институт природных ресурсов; Кафедра геофизики; Науч. рук. Г.Г. Номоконова. – Томск, 2016.

References

1. Gorpichenko A.N. Geological foundations for the development of oil and gas fields : textbook / A.N. Gorpichenko, N.Kh. Zharikova, O.V. Savenok. – Ukhta : Ukhta State Technical University, 2022. – 240 p.
2. Klimov V.V. Fundamentals of geophysical research in the construction and operation of wells in oil and gas fields : tutorial / V.V. Klimov, O.V. Savenok, N.M. Leshkovich. – Krasnodar : LLC «Publishing House – South», 2016. – 274 p.
3. Ladenko A.A. Geophysical surveys of wells in oil and gas fields : textbook / A.A. Ladenko, O.V. Savenok. – M. : Publishing house «Infra-Engineering», 2021. – 260 p.
4. Nomokonova G.G. Petrophysics of oil and gas reservoirs : textbook. – Tomsk : Publishing House of the Tomsk Polytechnic University, 2013. – 146 p.
5. Geophysical research and work in wells : textbook / V.V. Popov, A.Ya. Tretyak, O.V. Savenok, G.V. Kusov, V.V. Shvets. – Novocherkassk : Lik Publishing House, 2017. – 326 p.
6. Prishchepa O.M. Oil and gas of low-permeability shale formations – a reserve of the raw material base of hydrocarbons in Russia / O.M. Prishchepa, A.A. Ilyinsky, O.Yu. Averyanov. – SPb. : VNIGRI, 2016. – 323 p.
5. Geophysical research and work in wells : textbook / V.V. Popov, A.Ya. Tretyak, O.V. Savenok, G.V. Kusov, V.V. Shvets. – Novocherkassk : Lik Publishing House, 2017. – 326 p.
6. Prishchepa O.M. Oil and gas of low-permeability shale formations – a reserve of the raw material base of hydrocarbons in Russia / O.M. Prishchepa, A.A. Ilyinsky, O.Yu. Averyanov. – SPb. : VNIGRI, 2016. – 323 p.
7. Savenok O.V. Interpretation of the results of hydrodynamic studies: textbook / O.V. Savenok, A.S. Harutyunyan, S.V. Shalskaya. – Krasnodar : Publishing house of FGBOU VO «KubGTU», 2017. – 203 p.
8. Savenok O.V. Shale hydrocarbons: analysis of the current state and development prospects / O.V. Savenok, T.V. Arutyunov. – Krasnodar : LLC Publishing House – South, 2019. – 272 p.
9. Andreeva E.E. On the possible reasons for the discrepancy between drilling and seismic data / E.E. Andreeva, A.G. Baranova, S.E. Valeeva // Bulatov Readings. – 2017. – Vol. 1. – P. 30–33.
10. Gadeleva D.D. Substantiation of the coefficient of oil and gas saturation of reservoirs / D.D. Gadeleva, G.R. Vakhitova // Bulatov readings. – 2017. – Vol. 1. – P. 47–50.
11. Dyudbina A.A. Search for missing productive reservoirs based on refinement of the petrophysical model / A.A. Dyudbin, G.R. Vakhitova // Bulatov readings. – 2019. – Vol. 1. – P. 67–70.
12. Ekimenko A.V. Prediction of reservoir properties using the cube of acoustic impedance / A.V. Ekimenko // Notes of the Mining Institute. – 2009. – Vol. 183. – P. 235–237.

13. Zharikova N.Kh. Features of the geological structure of the Bazhenov formation on the example of the Ai-Pimskoye oil field / N.Kh. Zharikova, O.V. Savenok, R.R. Sitev // *Bulatov Readings*. – 2022. – Vol. 1. – P. 73–84.
14. Zharikova N.Kh. Analysis of the geological structure of the Sorovsky oil and gas field based on the results of studying the core of an exploratory well / N.Kh. Zharikova, O.V. Savenok, R.R. Sitev // *Bulatov Readings*. – 2022. – Vol. 1. – P. 85–99.
15. Zharikova N.Kh. Analysis of technologies for the development of shale hydrocarbon deposits of the Bazhenov suite / N.Kh. Zharikova, O.V. Savenok, L.G. Kusova // *Bulatov readings*. – 2023.
16. Zharikova N.Kh. Features of the structure of reservoir rocks of an unconventional type on the example of bituminous deposits of the oil and gas source Bazhenov suite / N.Kh. Zharikova, O.V. Savenok, L.G. Kusova // *Bulatov readings*. – 2023.
17. Zhdaneev O.V. Metrological support of equipment for geophysical research / O.V. Zhdaneev, A.V. Zaitsev, V.M. Lobankov // *Notes of the Mining Institute*. – 2020. – Vol. 246. – № 6. – P. 667–677.
18. Iskenderov M.M. Estimation of petrophysical parameters of reservoirs taking into account their lithological typification / M.M. Iskenderov // *Bulatov Readings*. – 2018. – Vol. 1. – P. 107–110.
19. Klimov V.V. Improving the reliability of geophysical methods in directional and horizontal wells / V.V. Klimov, O.V. Savenok, N.M. Leshkovich // *Petroleum engineer*. – 2017. – № 3. – P. 33–38.
20. Savenok O.V. Analysis of the current state of development and production of reserves of the Severnoe gas-oil field / O.V. Savenok, L.G. Kusova // *Science. Technique. Technologies (polytechnical bulletin)*. – 2021. – № 3. – P. 161–174.
21. Savenok O.V. Analysis of the geological structure of the Bazhenov formation and criteria for predicting its oil and gas potential / O.V. Savenok, L.G. Kusova // *Science. Technique. Technologies (Polytechnic Bulletin)*. – 2022. – № 3. – P. 164–181.
22. Chupin E.A. Georgievskaya suite in the Upper Jurassic section of Western Siberia (according to the results of well logging) / E.A. Chupin; Scientific hands G.G. Nomokonova // *Problems of Geology and Mineral Development: Proceedings of the XVIII International Symposium named after Academician M.A. Usova of students and young scientists (April 7–11, 2014, Tomsk)* : in 2 volumes. - Tomsk: Publishing house of the Tomsk Polytechnic University, 2014. – Vol. 1. – P. 420–422.
23. Chupin E.A. Geophysical features of the Bazhenov formation in the sections of oil fields in the north of the Kaimys arch / E.A. Chupin; Scientific adviser G.G. Nomokonova // *Problems of Geology and Mineral Development: Proceedings of the XIX International Symposium named after Academician M.A. Usov of students and young scientists, dedicated to the 70th anniversary of the Victory of the Soviet people over Nazi Germany (April 6–10, 2015, Tomsk)*: in 2 volumes. – Tomsk : Publishing house of the Tomsk Polytechnic University, 2015. – Vol. 1. – P. 348–350.
24. Chupin E.A. Geophysical characteristics of the Bazhenov formation and oil and gas potential of the section of the Severnoye field / E.A. Chupin; Scientific hands G.G. Nomokonova // *Problems of geology and subsoil development: Proceedings of the XX International Symposium named after Academician M.A. Usov of students and young scientists, dedicated to the 120th anniversary of the founding of the Tomsk Polytechnic University (April 4–8, 2016, Tomsk)* : in 2 vol. – Tomsk : Publishing house of the Tomsk Polytechnic University, 2016. – Vol. 1. – P. 507–509.
25. Chupin E.A. Geophysical features of the Bazhenov formation and oil content of the section of the Northern field (Tomsk region) / E.A. Chupin; National Research Tomsk Polytechnic University; Institute of Natural Resources; Department of Geophysics; Scientific adviser G.G. Nomokonov. – Tomsk, 2016.