



УДК 553.984

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ СЕВЕРО-ВОРОБЬЕВСКОЙ ПЛОЩАДИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЕ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ



THE GEOLOGICAL STRUCTURE OF VOROBYEV SQUARE AND THE PROSPECTS FOR ITS OIL AND GAS

Шкирман Наталья Петровна

кандидат геолого-минералогических наук,
доцент ИГГТС КубГУ,
советник по геофизике,
ОАО «Краснодарнефтегеофизика»
nshkirman2012@ya.ru

Семендуев Михаил Михайлович

кандидат геолого-минералогических наук,
ОАО «Краснодарнефтегеофизика»
nshkirman2012@ya.ru

Аннотация. Данная статья содержит результаты прогнозирования нефтегазоносности одной из площадей Республики Калмыкии. Комплексный параметрический анализ данных детальной сейсморазведки в сочетании с данными электроразведки ВП позволили наметить два перспективных объекта в отложениях нижнего мела. Предполагаемые газовые залежи могут содержаться в терригенных песчано-алевролитовых породах-коллекторах. Сравнительно небольшая глубина залегания и наличие аналогичных газосодержащих объектов в других блоках кряжа Карпинского значительно повышает разведочный интерес к выделенным объектам.

Ключевые слова: Кряж Карпинского, Северо-Воробьевская площадь, нижний мел, параметрические разрезы, аномалия пониженных скоростей, поле ВП, амплитудная аномалия, газовые залежи.

Skirman Natalya Petrovna

Candidate of geological
and mineralogical sciences,
assistant Professor
of the Kuban State University's YGGTS,
geophysical advisor,
Krasnodarneftegeophysika OJSC
nshkirman2012@ya.ru

Semynduev Mikhail Mikhailovich

Candidate of geological
and mineralogical sciences,
Krasnodarneftegeophysika OJSC
nshkirman2012@ya.ru

Annotation. This article contains the results of forecasting the oil and gas production of one of the areas of the Republic of Kalmykia. Comprehensive parametric analysis of data of detailed seismic survey in combination with data of electrical reconnaissance of the VP allowed to map two promising objects in the deposits of the lower chalk. Alleged gas deposits may be contained in terrigenous sand-alevrolite rocks-collectors. The relatively small depth of the site and the presence of similar gas-containing objects in other blocks of Karpinski's mallard significantly increases the exploratory interest in the allocated objects.

Keywords: Karpinsky's crane, North Vorobyevsquare Square, lower chalk, parametric incisions, anomaly of lower velocities, VP field, amplitude anomaly, gas deposits.

Северо-Воробьевское поднятие приурочено к Ремонтненскому блоку кряжа Карпинского в зоне его ступенчато-блокового сочленения по разрывным нарушениям с северным бортом Гудиловского прогиба.

В структуре фундамента Ремонтненского блока выделяются Заветнинско-Чилгирское поднятие, Зимовниковский и Гашунский прогибы, Элистинский и Белоглинский валы, а также Цаганахская моноклиналь [1].

Ремонтненский блок кряжа Карпинского, относящегося к Скифской эпигерцинской плите, гипсометрически характеризуется высоким положением фундамента, залегающим на глубинах 600–1800 м. Верхнепалеозойский (каменноугольный) возраст пород верхнего яруса фундамента подтвержден многочисленными данными бурения. Достоверные определения возраста этих отложений установлены на Белоглинской площади, где они залегают в интервале глубин 1650–1800 метров. Вскрытая мощность палеозоя составляет более 300 метров.

Северо-Воробьевское поднятие было выявлено в 2004 году в результате переобработки и переинтерпретации материалов поисковой съемки МОВ-ОГТ, полученных ОАО «Краснодарнефтегеофизика» в 1978–1984 гг.

В 2005 г. ОАО «Краснодарнефтегеофизика» ООО на Северо-Воробьевском участке был выполнен дополнительный объем сейсмических исследований МОГТ-2D с целью его детализации, выявления ловушек УВ и подготовки их к глубокому поисковому бурению по отложениям мезокайнозоя и верхнего палеозоя.

Всего на Северо-Воробьевском участке отработано ~135 пог. км. Отработанная сеть профилей представляет собой 7 разведочных и 2 связующих профиля. В результате обработки исходных данных была подготовлена информационная база для изучения строения мезокайнозойского разреза и нижнего доплатформенного комплекса палеозоя.

Помимо сейсмических материалов, с целью стратификации отражающих границ и корреляции опорных и целевых сейсмических горизонтов использовались данные бурения, ГИС и СК глубоких



скважин на ближайших сопредельных площадях: Белоглинской, Ульдючинской, Элистинской, Ики-Бурульской и других.

В пределах участка исследования на временных разрезах в пределах Северо-Воробьевского участка выделяется несколько сейсмостратиграфических комплексов (ССК), отображающих главные этапы развития изучаемой территории и разделенных границами несогласий, либо изохронными с ними поверхностями: *нижнекаменноугольный (СК1), нижнемеловой (СК2), верхнемеловой (СК3), палеоцен-эоценовый комплекс (СК4), майкопский комплекс (СК5)* (рис. 1).

СК1 достаточно уверенно выделяется в волновом поле ниже динамически неоднородно выраженной границы несогласия (сейсмический горизонт Pz) с вышезалегающими отложениями нижнемелового возраста, отображающей эрозионную поверхность данного комплекса. Эта поверхность в плане образует структурные формы типа мелких антиклинальных поднятий с крутыми крыльями, структурных выступов и смежных с ними депрессий. Подобная картина отображает дислоцированный характер строения палеозойского разреза, подвергнутого влиянию, Нижняя граница *СК1* не установлена.

Литологически эти отложения представлены преимущественно массивными плотными глинисто-серицитовыми сланцами и аргиллитами с отдельными маломощными прослоями песчаников. Углы падения пород изменяются в пределах $30-80^\circ$. Плотность этих пород составляет $2,70-2,79$ г/см³, что свидетельствует о достаточно высокой степени дислоцированности и метаморфизма данных отложений. Возраст верхней толщи палеозоя определен как верхневизейский [2].

Внутреннее строение верхней части данного *СК1* характеризуется сложной волновой картиной, характеризующейся отсутствием регулярной сейсмической записи. Как по разрезу, так и в плане она представлена чередованием участков отражений малой протяженности и динамической выразительности с участками динамически выраженных круто наклоненных границ, либо зонами отсутствия регулярных отражений.

Образования палеозойского фундамента с угловым и стратиграфическим несогласием перекрываются мел-палеоген-неогеновыми отложениями платформенного чехла, в разрезе которого с различной степенью морфологической выраженности выделяются локальные поднятия, в основном, наследующие положительные структурные элементы поверхности палеозоя.

Средне-верхнекаменноугольные, пермо-триасовые и юрские отложения в пределах Ремонтненского блока кряжа Карпинского бурением не выявлены.

Наиболее полно в пределах площади представлен разрез *нижнемелового комплекса – СК2*. Он выполнен отложениями неокома и апт-альбскими образованиями.

Разрез альба сложен темно-серыми неизвестковистыми глинами с прослоями и пачками глинистых песчаников и алевролитов. В разрезе также отмечаются отдельные пласты светло-серых, кварцевых, слабосцементированных песчаников. Ниже альбского яруса, на Белоглинской площади выделяется фаунистически подтвержденный комплекс апт-неокомских образований, сложенный чередованием пластов песчано-алевролитового и глинистого состава. Аналогичный литологический состав нижнемеловых образований предполагается и в пределах Северо-Воробьевской площади.

В волновом поле *СК2* представлен сейсмофазией протяженных субпараллельных отражений различной интенсивности, с наличием участков прекращения прослеживаемости и появления участков хаотичной сейсмической записи. В основном, подобные участки приурочены к зоне сочленения кряжа Карпинского и северного борта Гудиловского прогиба. Области с выдержанным рисунком записи свидетельствуют о шельфовых условиях седиментации с накоплением толщи терригенного материала, представленного, с учетом результатов бурения, чередованием песчано-алевролитовых и глинистых пластов и пачек различной мощности. Наличие участков хаотичной записи связано, по видимому, с постседиментационными тектоническими процессами, проявляющимися на временных разрезах в виде серии разрывных нарушений.

В волновом поле *СК2* в подошвенной части ограничен горизонтом Pz , а в кровельной – динамически выраженным горизонтом K_1 .

Верхнемеловой комплекс-СК3 на временных разрезах вкрест простирается устанавливается по наличию элементов подошвенного прилегания в низах комплекса и стратиграфического срезания в кровле, что достаточно четко фиксируется в зоне сочленения Гудиловского прогиба и кряжа Карпинского.

Комплекс представлен пачкой динамически выдержанных высоко- и среднеамплитудных отражений. Отложения этого возраста в наиболее полном стратиграфическом диапазоне (от сеномана до кампана включительно) вскрыты бурением на Белоглинской площади. Представлены они преимущественно карбонатными образованиями – известняками, глинистыми известняками, мергелями, а также глинами. Мощность этих отложений увеличивается в южном направлении. *СК3* снизу и сверху ограничен отражающими горизонтами K_1 и K_2 .

Палеоцен-эоценовый комплекс-СК4 в пределах рассматриваемого участка с угловым несогласием залегают на подстилающих верхнемеловых образованиях.

Согласно данным бурения можно предположить, что разрез данного ССК сложен толщей чередования песчаников, алевролитов и глинистых пород. В верхах эоценовой части разреза могут быть развиты мергели и известковистые глины.

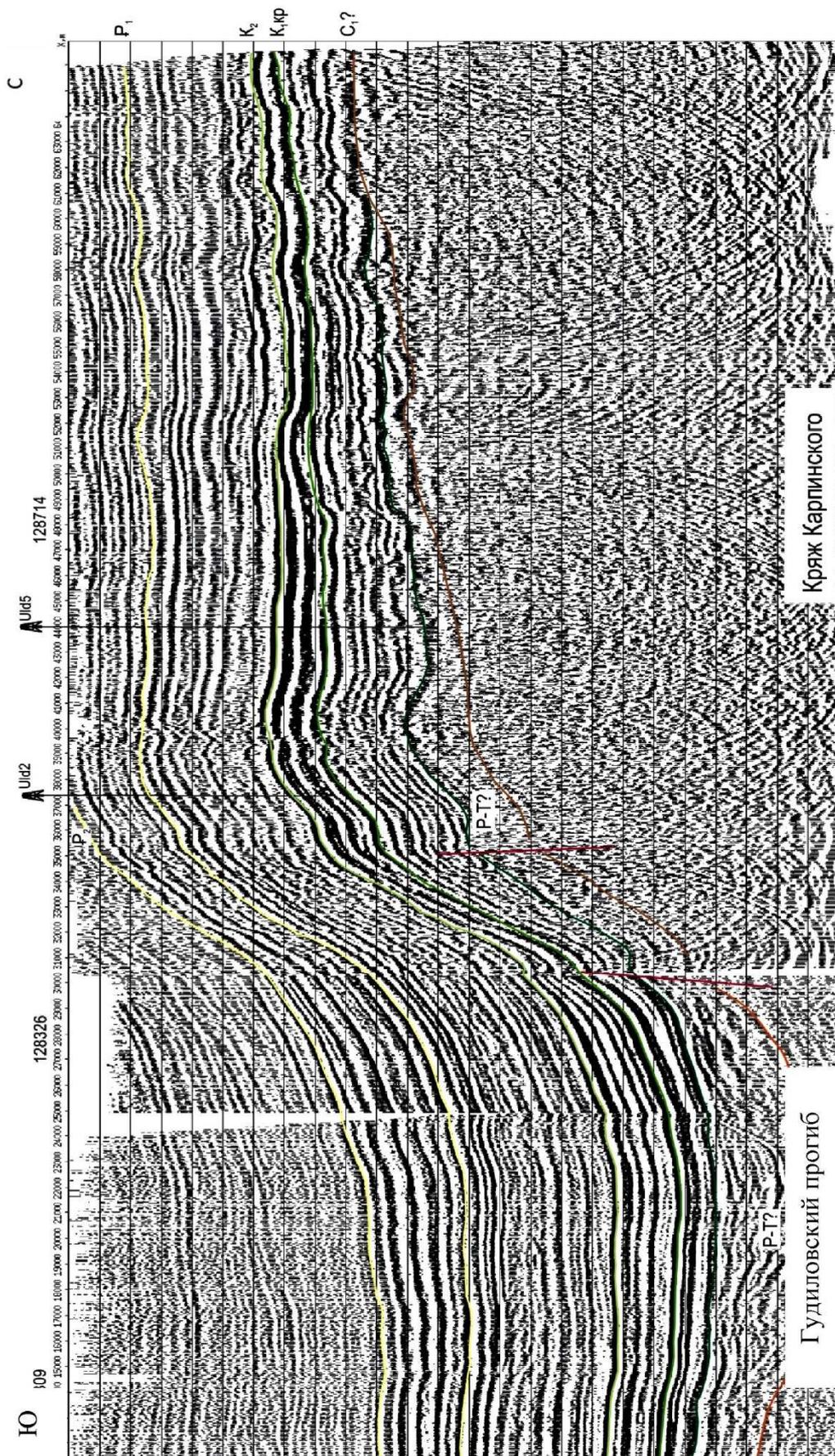


Рисунок 1 – Сейсмостратиграфический разрез Ремонтненского блока кряжа Карпинского



Волновая картина комплекса представлена серией меняющихся по разрезу высоко-средне- и низкоамплитудных отражений.

Границами этого комплекса являются отражающие горизонты K_2 (подошва) и F (кровля).

Майкопский комплекс – СК5 представлен преимущественно низкоамплитудной сейсмофазией, отвечающей согласно данным бурения, глинистым отложениям. Верхняя граница комплекса по данным бурения не установлена. Наличие динамически выраженных отражений в низах комплекса можно объяснить появлением отдельных пластов и пачек песчаников, подобных вскрытым на Элистинской площади.

Структурные построения выполнены по отражающим горизонтам Pz , K_1 , K_2 Согласно выполненным структурным построениям и глубинным разрезам в пределах Северо-Воробьевской площади мощности изученных сейсморазведкой комплексов составляют:

- нижнемеловые отложения – 250–600 м;
- верхнемеловые отложения – 170–230 м;
- палеоцен – эоценовые отложения – 600–700 м;
- майкопские отложения – ~200м.

В пределах центрального участка Северо-Воробьевской площади, обособляется ряд локальных поднятий: Северо-Воробьевское-центральное, Северо-Воробьевское-северное, Северо-Воробьевское-западное, Северо-Воробьевское-восточное. Эти локальные объекты прослеживаются по поверхности трех комплексов: от палеозоя до верхнего мела включительно.

Структурный план Северо-Воробьевского участка на уровне горизонта Pz , полученный в пределах изучаемой площади, позволил закартировать ряд локальных объектов, которые, по-видимому, связаны с положительными формами – останцами – эрозионной поверхности палеозоя.

Структурный план палеозоя контролируется тектоническим нарушением, прослеживаемым через весь участок с северо-запада на юго-восток в нижней части планшета. Это нарушение имеет ширину от 300 метров до 1,5 км и маркирует зону сочленения северного борта Гудиловского прогиба и южного склона Цаганакской моноклинали кряжа Карпинского. В центральной части планшета выделяется ряд мелких блоков, разделенных между собой малоамплитудными нарушениями сбросового типа.

Структурный план, отображающий строение кровли нижнего мелового комплекса, иллюстрирует более спокойное поведение указанной поверхности, что проявляется в практически полном отсутствии крупных тектонических нарушений (за исключением основного).

Несмотря на значительный перерыв в осадконакоплении, выделенные ранее выступы эрозионной поверхности палеозоя находят свое отображение в строении вышележащего нижнемелового комплекса.

Наиболее крупным локальным объектом является брахиантиклинальная складка северо-западного простирания, свод которой смещен в южном направлении относительно поднятия Северо-Воробьевское – центральное, выделенного в палеозое.

Поднятие Северо-Воробьевское – центральное по отражающему горизонту K_2 представлено полускладкой, ограниченной с юга основным тектоническим нарушением. К западу от указанной полускладки расположено поднятие Северо-Воробьевское – западное, замыкание которого, как и по горизонту K_1 , достаточно условно. В северной части планшета локализуется небольшой по размерам свод, южное крыло которого осложнено тектоническим нарушением. Апикальная часть этого свода смещена к юго-востоку от восточной периклинали поднятия Северо-Воробьевское – северное. В южной части планшета, к югу от основного нарушения локализуется высокоамплитудное осложнение типа полускладки, размеры которой по изогипсе – 1100 м составляют 7,0×0,8 км, амплитуда ~150м, площадь ~5,6 км².

В пределах нижнемелового комплекса выделено два перспективных объекта, связанных со структурно-тектонической (поднятие Северо-Воробьевское-центральное, объект № 1) и со структурной ловушкой (поднятие Северо-Воробьевское – восточное, объект № 2).

Объекты 1 и 2, с которыми связаны основные прогнозные ресурсы УВ, представляют собой структурные ловушки, экранированные перекрытые глинистыми отложениями нижнего и верхнего мела (объекты 1 и 2).

По сейсмическому горизонту K_1 поднятие Северо-Воробьевское-центральное (перспективный объект №1) представляет собой представляет брахиантиклинальную складку северо-западного простирания, свод которой смещен в южном направлении относительно аналогичного поднятия, выявленного в палеозое. По замкнутой изогипсе –1175 м размеры этой складки составляют 7,5×2,8 км, амплитуда – 25–30 м; площадь ~21,0 км² (рис.2).

Объект № 2 (поднятие Северо-Воробьевское-восточное) характеризуется меньшими размерами. Этот объект расположен несколько южнее поднятия Северо-Воробьевское-северное, представляет собою небольшой положительный свод, размеры которого по замкнутой изогипсе – 1175 м составляют 3,7×2,1 км. В плане указанный свод примерно совпадает с опущенным южным блоком поднятия Северо-Воробьевское-северное, выделенного в палеозое. Площадь объекта № 2 равна ~7,8 км² (рис. 2).

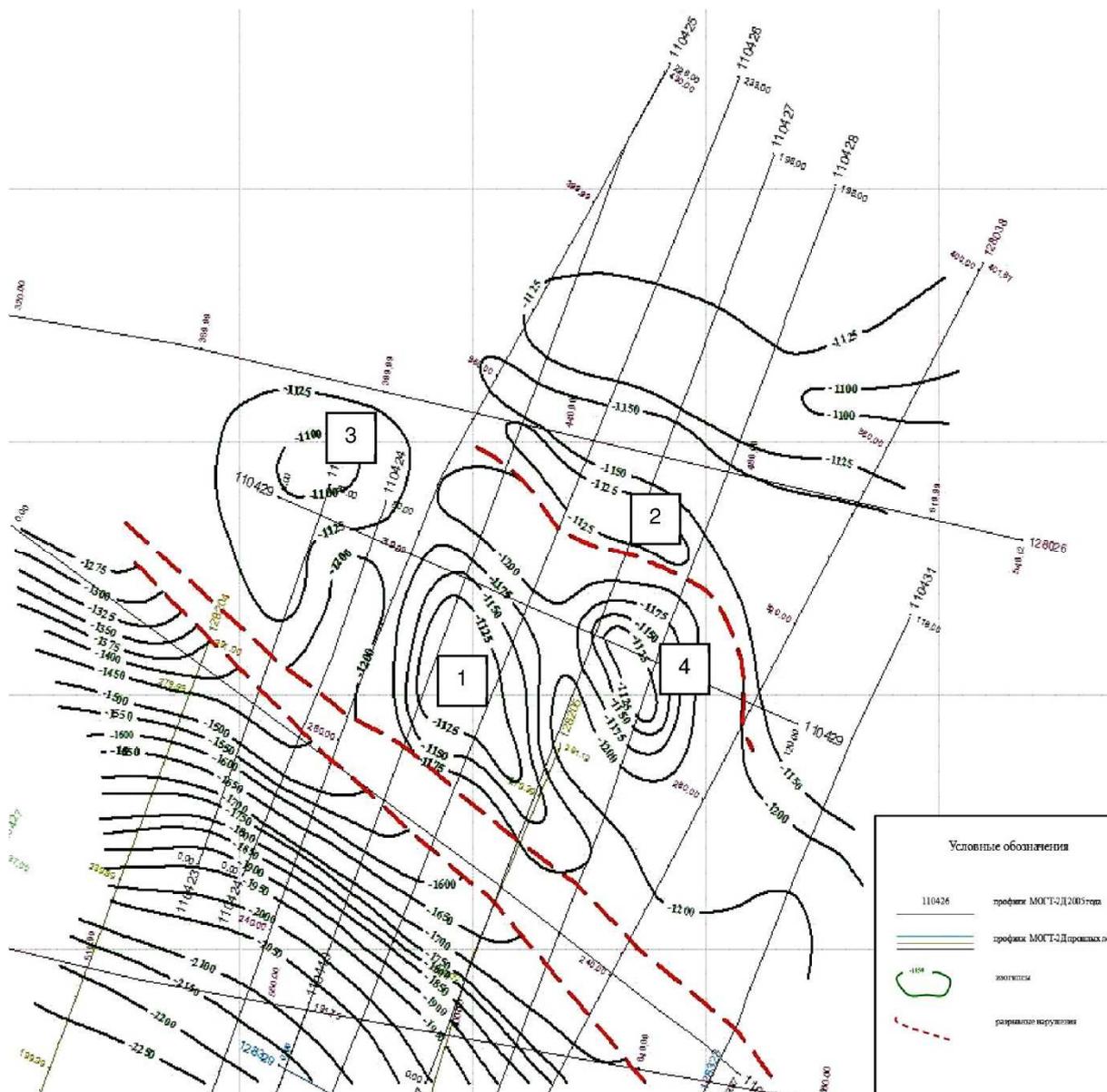


Рисунок 2 – Структурная карта по отражающему горизонту К₁ (кровля нижнемелового комплекса):
 1 – поднятие Северо-Воробьевское центральное; 2 – поднятие Северо-Воробьевское западное;
 3 – поднятие Северо-Воробьевское северное; 4 – поднятие Северо-Воробьевское восточное

Ввиду отсутствия в пределах Северо-Воробьевской площади глубоких скважин, прогнозный литологический состав нижнемеловых отложений оценивался, исходя из общности процессов осадконакопления в нижнемеловое время на ближайших сопредельных площадях – Белоглинской (~32 км западнее) и Ики-Бурульской (~35 км юго-восточнее), освещенных данными бурения.

В процессе сейсмостратиграфического анализа, изучения геолого-геофизических материалов и данных бурения по сопредельным площадям было установлено, что в пределах Северо-Воробьевской площади литологический состав нижнемеловых отложений аналогичен разрезу, вскрытому скважинами Белоглинская-3 и Ики-Бурульская-4, т.е. представлен чередованием пластов песчано-алевролитового и глинистого состава.

Для уточнения литологической характеристики изучаемого разреза был выполнен подбор глубинной пластовой модели, а также детальный анализ материалов сканирования скоростей.

Сопоставление карт средних скоростей, полученных для различных отражающих горизонтов – К₂, К₁, Pz, позволяет отчетливо выделить в центральной части Северо-Воробьевской площади область пониженных значений скоростей (~75–100 м/с) в нижнемеловом интервале разреза (рис. 3).

С целью выявления признаков нефтегазоносности изучаемого разреза использовались также материалы параметрического анализа, которые представлены в виде разрезов дисперсии, энтропии, средневзвешенной частоты и т.д., а также в виде карты амплитудных аномалий (рис. 4).

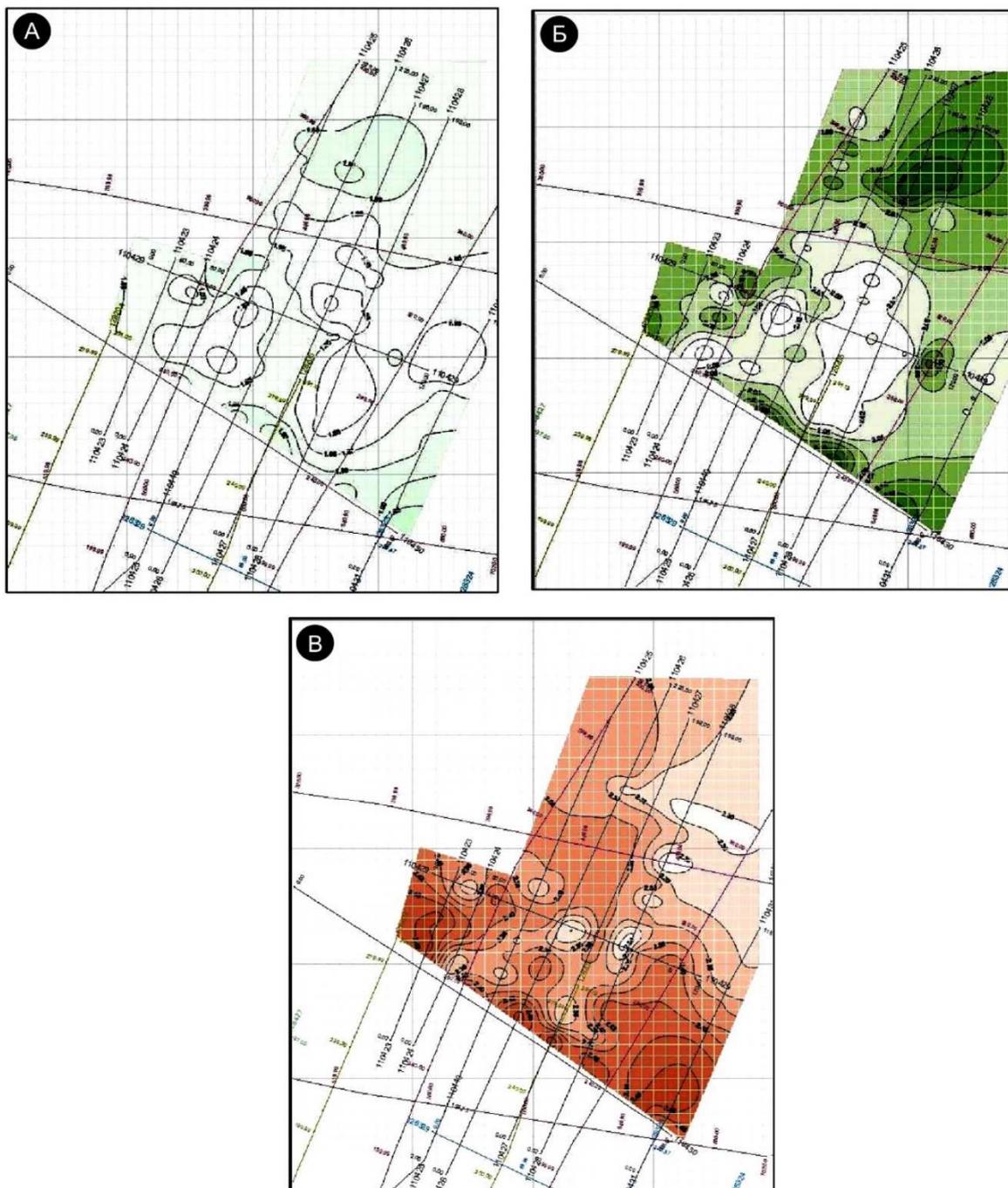


Рисунок 3 – Карты средних скоростей, полученные по кровле верхнего мела (А), нижнего мела (Б) и поверхности палеозоя (В). Северо-Воробьевская площадь

Для прогноза УВ-насыщения разреза и выбора первоочередных объектов, помимо сейсмических данных, использовались материалы электроразведки, полученные на Северо-Северо-Воробьевском участке (рис. 5).

Выполненный комплексный параметрический анализ волновых полей свидетельствует о наличии достаточно обширной области аномалии повышенных амплитуд в центральной части планшета. В плане контур наблюдаемой аномалии практически полностью совпадает с положением объектов № 1 и № 2, а также с положительной аномалией ВП (рис. 6).

Увеличение амплитуд отражений продольных волн и одновременное уменьшение скоростей их распространения в терригенном разрезе на глубинах 1,0–1,5 км с высокой степенью вероятности свидетельствуют о возможном газонасыщении разреза.

В пределах Северо-Воробьевской площади закартирован ряд тектонических нарушений, осложняющих структурные планы палеозоя, нижнего мела и верхнемелового комплекса. Эти нарушения, в основном, являются малоамплитудными (~15–25 м) и выступают в качестве тектонических экранов для выде-



ляемых локальных объектов. Исключением служит основное тектоническое нарушение в южной части планшета, амплитуда которого по отражающему горизонту Pz составляет ~100 метров. Отмеченные нарушения, отчетливо проявляются на временных разрезах, осложняют строение палеозойского комплекса и затухают в вышележащих отложениях.

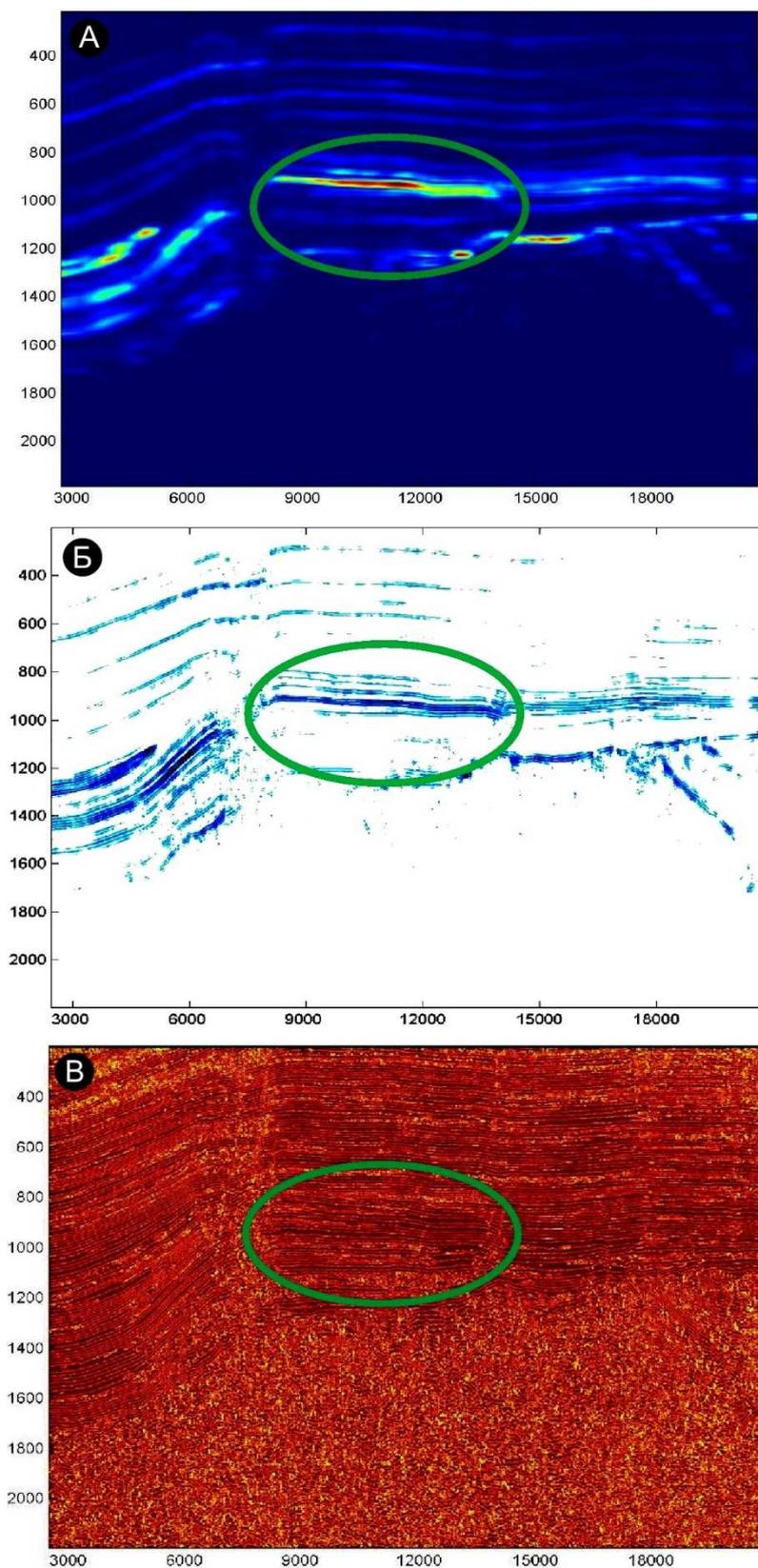


Рисунок 4 – Отображение объекта №1 в параметрических разрезах: А – поле дисперсии в большом окне; Б – поле дисперсии в малом окне; В – поле энтропии

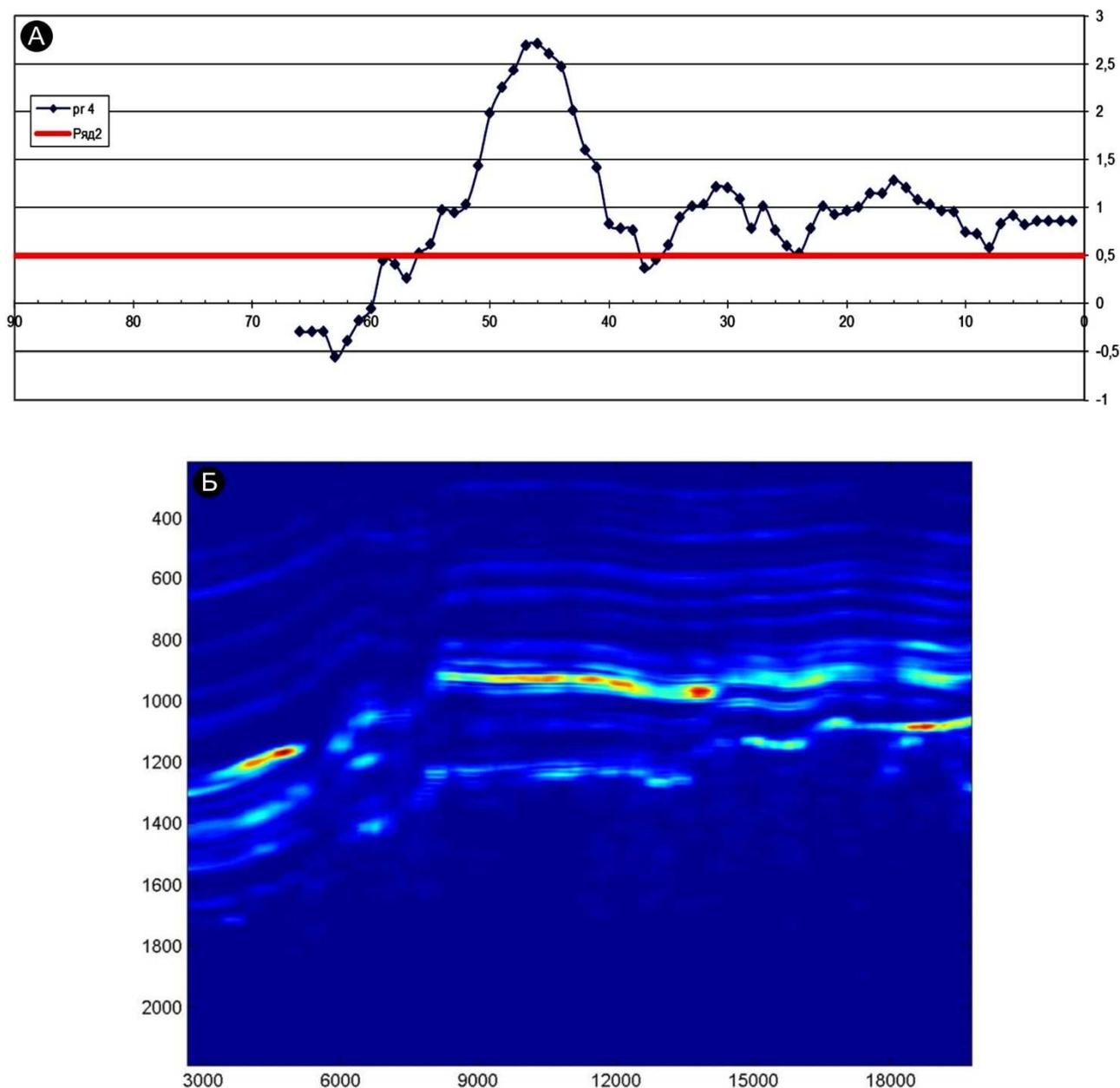


Рисунок 5 – Наблюденная кривая ВП (А) и разрез дисперсии амплитуд (Б), полученные по одному из профилей в центральной части Северо – Воробьевской площади

Таким образом, результаты прогноза продуктивности Северо-Воробьевской площади сводятся к следующему – в пределах участка исследования прогнозируются газовые залежи в отложениях нижнего мела – перспективные объекты № 1 и № 2. При этом предполагается, что коллекторские пласты представлены песчано-алевролитовыми породами. Глубина предполагаемых газовых залежей не превышает 1800 м.

Нефтегазоперспективность объектов нижнемелового возраста (объекты № 1 и № 2) прогнозируется, исходя из того, что указанный комплекс является регионально нефтегазоносным в пределах Бузгинского и Промысловского блоков, сопредельных с Ремонтненским блоком. Примером аналога может служить Ики-Бурульское газовое месторождение, расположенное в 90 км от изучаемой площади и содержащее газовую залежь в терригенных коллекторах нижнего мела [3].

Суммарные прогнозные ресурсы (по объектам 1 и 2) составляют ~12,0 млрд куб. м газа.

На основе полученных результатов рекомендуется бурение первой поисковой скважины № 1 глубиной 1800 м в центральной части площади поднятия Северо-Воробьевское центральное.

В зависимости от результатов бурения первой поисковой скважины рекомендуется пробурить вторую поисковую скважину № 2 в восточной части площади – поднятия Северо-Воробьевское восточное.

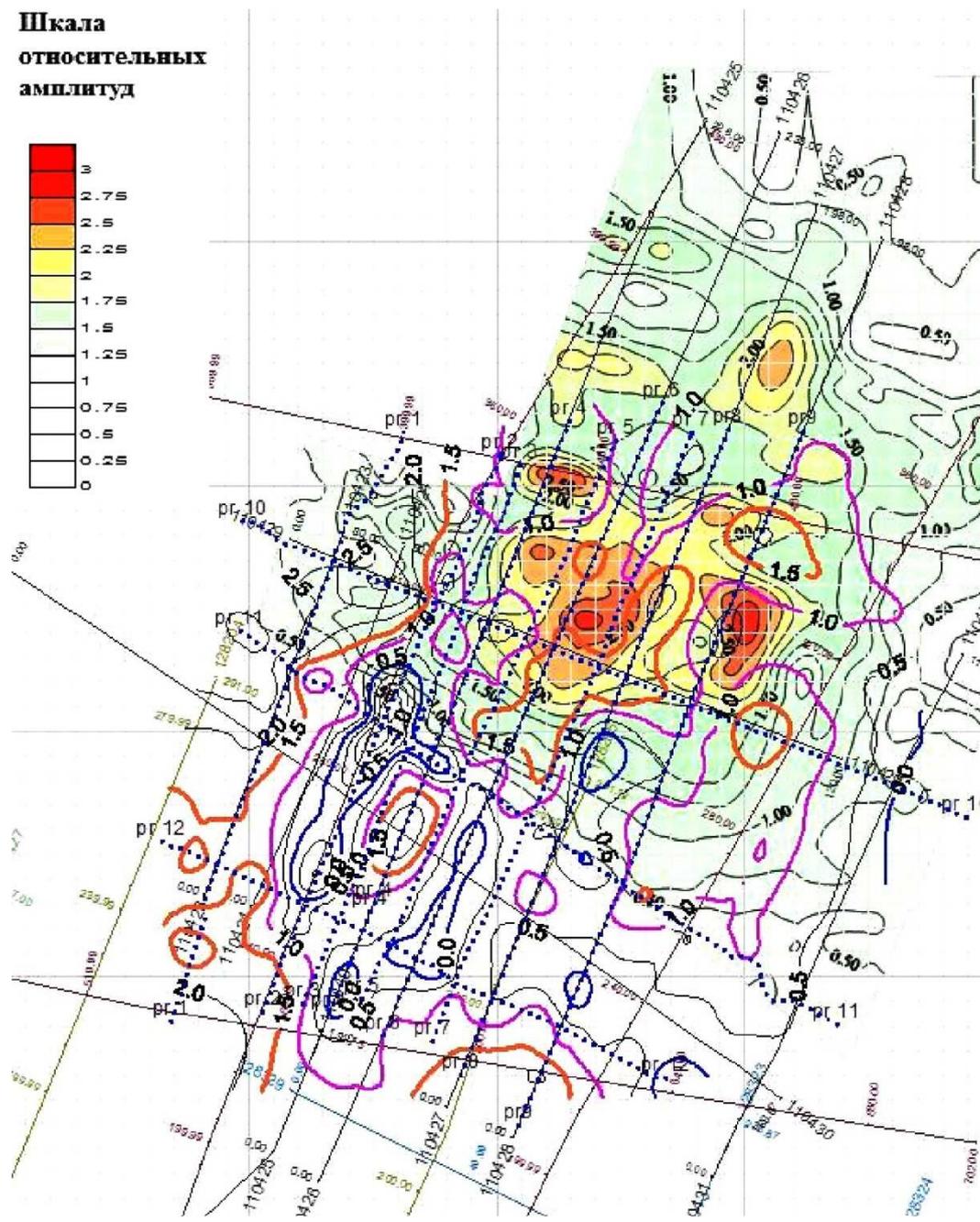


Рисунок 6 – Карта амплитудной аномалии (кровля нижнего мела), совмещенная с картой изолиний поля ВП. Северо-Воробьевская площадь

Литература

1. Летавин А.И. Тектоника и нефтегазоносность Северного Кавказа. – М. : Недра, 1987.
2. Мирчинк М.Ф., Крылов Н.А., Летавин А.И. Тектоника Предкавказья. – М. : Гостоптехиздат, 1963.
3. Нефтяные и газовые месторождения СССР. – М. : Недра, 1987.

References

1. Letavin A.I. Tectonics and the oil and gas and oil and gas of the North Caucasus. – M. : Nedra, 1987.
2. Mirchink M.F., Krylov N.A., Letavin A.I. Tectonics Precaucasia. – M. : Gostoptechizdat, 1963.
3. Oil and gas fields of the USSR. – M. : Nedra, 1987.