УДК 553.98 (476)

Е.И.ШЕВЕЛЕВ, *геолог, e.shevelev@beloil.by*
РУП «Производственное объединение «Белоруснефть» БелНИПИнефть, г.Гомель, Республика Беларусь

ВЫДЕЛЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ УЧАСТКОВ В ПЕТРИКОВСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ ДАВЫДОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА С ЦЕЛЬЮ БУРЕНИЯ СКВАЖИН И ВОВЛЕЧЕНИЯ В РАЗРАБОТКУ ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫХ ЗАПАСОВ

Припятский прогиб является единственным нефтяным бассейном на территории Республики Беларусь. Добыча в пределах бассейна осуществляется в течение последних 50 лет. За это время доля активных запасов значительно снизилась, в то время как доля трудноизвлекаемых запасов увеличивается. В связи с истощением традиционных запасов актуальной проблемой является изучение и поиск нетрадиционных ловушек углеводородов. К этому типу ловушек относятся петриковские отложения Давыдовского месторождения. Эти отложения имеют низкую проницаемость и фильтрационно-емкостные свойства, в то же время в ряде скважин при испытании отложений в колонне получены промышленные притоки нефти, также в некоторых скважинах непродолжительное время велась добыча нефти из петриковских отложений. В подобных отложениях Речицкого месторождения были получены промышленные притоки нефти при бурении горизонтальных скважин с последующим гидроразрывом пласта. До недавнего времени отложения петриковского горизонта Речицкого месторождения относились к забалансовым запасам, после бурения скважин – запасы переведены в балансовые по категории С1. Для вовлечения в разработку нетрадиционных запасов Давыдовского месторождения необходимо определить наиболее перспективную область для бурения горизонтальной скважины с последующим гидроразрывом пласта. Была проведена поточечная интерпретация ГИС для всех скважин Давыдовского месторождения, по результатам которой построена геологическая и петрофизическая модели месторождения, кроме того, были использованы анализы образцов керна, результаты бурения. По результатам интерпретации ГИС и каротажных кривых проведено расчленение отложений петриковского горизонта на два подгоризонта и определено рекомендуемое положение скважины для бурения.

***Ключевые слова*:** нетрадиционные углеводороды, низкопористые низкопроницаемые отложения, петрофизическая модель, рекомендации бурения.

Давыдовское месторождение нефти расположено в пределах Речицко-Вишанской зоны поднятий на гребне Речицко-Вишанской ступени Припятского прогиба. В пределах месторождения открыты промышленные залежи нефти во внутрисолевых, межсолевых и подсолевых отложениях.

Основные пласты-коллекторы межсолевой залежи приурочены к елецко-задонским отложениям. В петриковских отложениях пласты-коллекторы (в основном маломощные) выделены в единичных скважинах (83, 111r, 57, 107n, 67, 54, 81) (рис.1) по данным интерпретации каротажных кривых ГИС (геофизические исследования скважин). Признаки нефтеносности по керну петриковских отложений в виде запаха, примазок, выпотов и выделений нефти отмечены в 14 скважинах, пробуренных в пределах Давыдовского месторождения. Притоки нефти при испытании в колонне получены в скв. 54; 81; 56 и 57 с дебитами, $м^3$/сут: «не определено»; 1,2; 1 и 12,6 соответственно. Из петриковских отложений в скв. 54 и 81 велась добыча нефти (соответственно 9391 и 738 т).

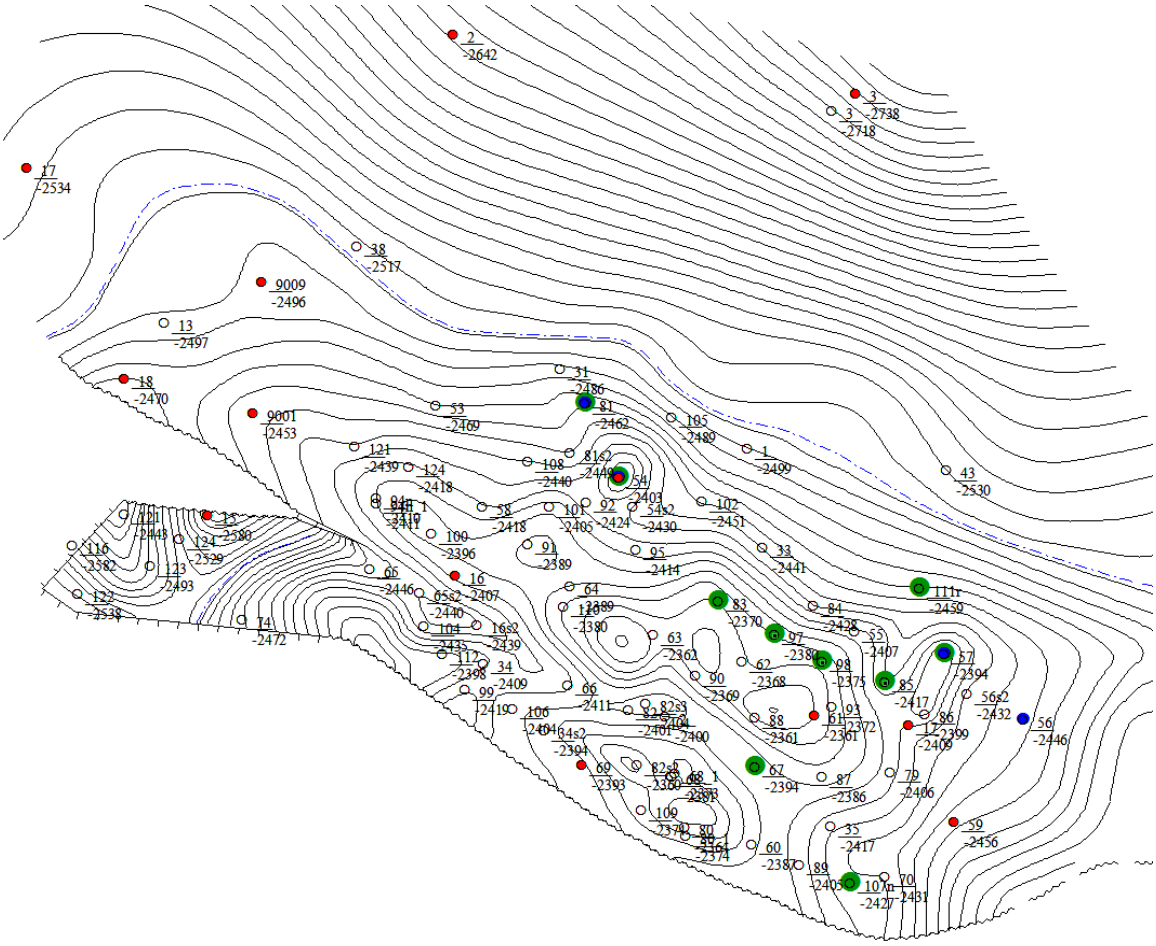


Рис.1. Структурная карта поверхности петриковских отложений (красный цвет – признаки углеводородов (УВ) по керну, синий – промышленные притоки нефти в колонне, зеленый – выделенные коллекторы по ГИС)

Петриковские отложения преимущественно представлены известняками и мергелями и характеризуются низкой проницаемостью (по анализам кернового материала среднее значение проницаемости $0{,}25 \cdot 10^{-15}$ м^2) и низкой открытой пористостью (среднее значение по результатам анализа кернового материала 2,05), что позволяет отнести залежь нефти петриковского горизонта к трудноизвлекаемым запасам [3]. Пустотное пространство в карбонатных и глинисто-карбонатных породах представлено порами, трещинами, реже кавернами. Поры и каверны неправильной формы. Размер каверн достигает первых сантиметров по длинной оси (в среднем 1 × 1,5 см), часто каверны не сообщаются между собой. Довольно часто поры и каверны полностью либо частично залечены карбонатами, сульфатами, солью, глинистым веществом (скважины 10, 15, 20, 54 и др.) либо заполнены капельно-жидкой нефтью, иногда наблюдаются примазки битума по их стенкам (скв. 9001). Редко каверны пустые (скв. 11).

Ранее автором была выполнена ресурсная оценка трудноизвлекаемых углеводородов во внутрисолевых низкопроницаемых карбонатных отложениях Чистолужско-Кореневского участка [5]. Результаты исследований показали, что низкопроницаемые коллекторы могут содержать достаточно большое количество ресурсов УВ. Оценкой трудноизвлекаемых УВ низкопроницаемых и низкопористых межсолевых отложений в пределах Припятского прогиба занимается В.Н.Бескопыльный [1]. По его мнению, низкопроницаемые и низкопористые коллекторы в пределах месторождений являются неразведанным резервом добычи УВ. Порой данные коллекторы могут содержать в 1,5-2 раза больше геологических запасов нефти, чем традиционные коллекторы месторождений [2].

В БелНИПИнефть были изучены аналогичные Давыдовскому месторождению низкопроницаемые и низкопористые отложения в пределах межсолевых залежей Речицкого месторождения. По результатам исследований в 2014 г. в пределах Речицкого месторождения нефти была пробурена горизонтальная скважина 310g, при освоении которой в петриковских отложениях получен промышленный приток нефти. До бурения скважины 310g запасы нефти в петриковских отложениях Речицкого месторождения относились к забалансовым, по результатам бурения скважины запасы в радиусе дренирования скважины переведены в балансовые.

В 2015 г. в БелНИПИнефть была проведена поточечная интерпретация данных ГИС по скважинам Давыдовского месторождения, на основании которой построены геологическая и петрофизическая модели межсолевых отложений в специализированном программном продукте, кубы пористости и глинистости (рис.2). При построении фациального куба «коллектор-неколлектор» для выделения пород-коллекторов принимались предельные значения пористости карбонатных отложений более 3 %, глинистости – менее 20 %.

На основании кубов пористости, глинистости и куба «коллектор-неколлектор» по каждому горизонту были построены карты средневзвешенной пористости, прогнозные карты эффективной пористости коллектора и прогнозные карты эффективных нефтенасыщенных толщин.

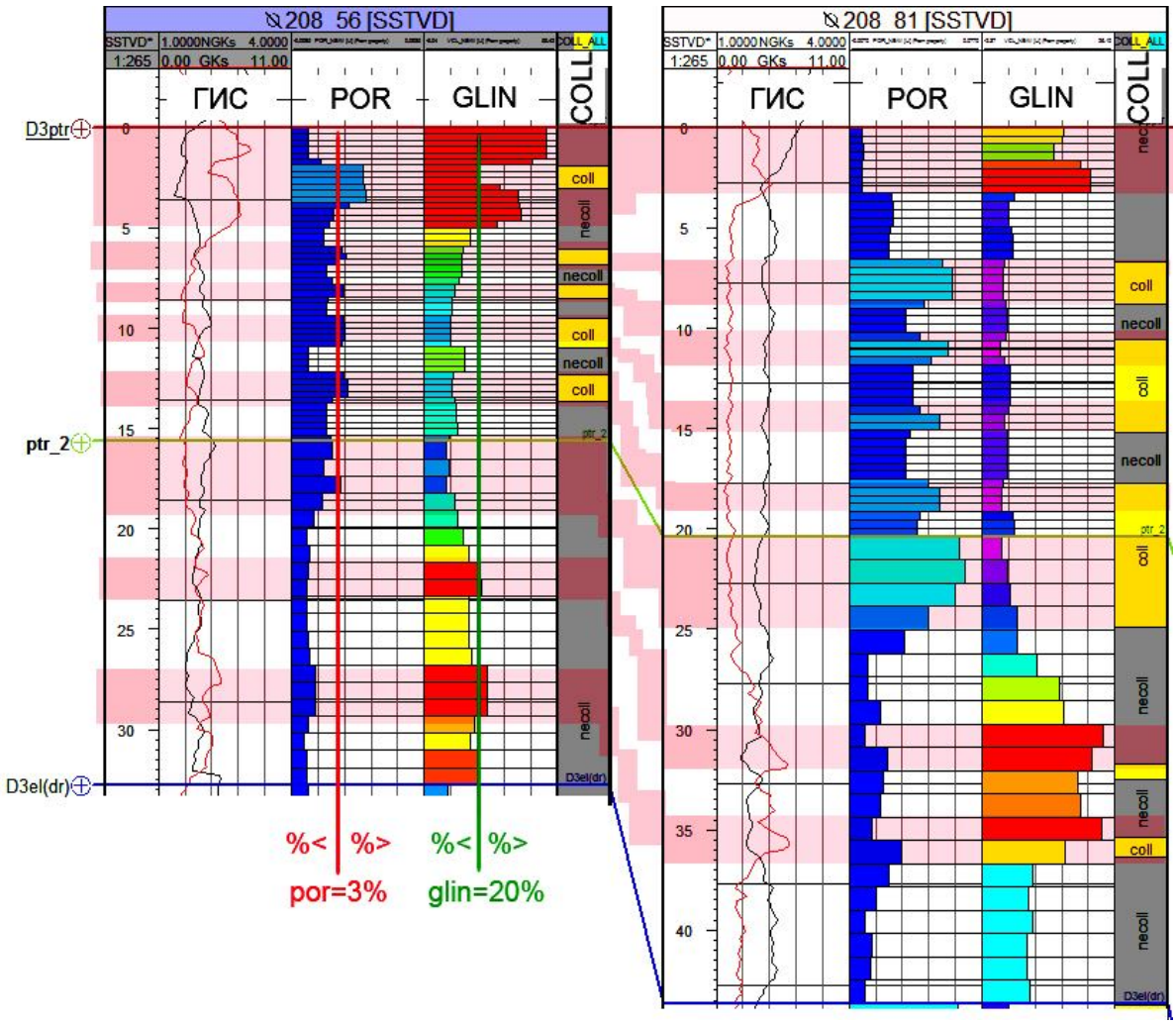


Рис.2. Схема корреляции с вынесенными результатами поточечной интерпретации ГИС (пористость, глинистость, коллектор-неколлектор) по линии скважин 56-81-93

При построении геологической модели Давыдовского месторождения стратиграфические горизонты были разбиты на более мелкие литопачки, что, как считает автор, позволяет создать более детальную модель месторождения [4]. «Расчленение» горизонтов на литопачки было основано на компонентах коллекторов [2] горизонта, где каждая литопачка включала бы в себя одну компоненту. Выделение компонент в разрезе отложений базируется на выделении в продуктивной части разреза литопластов-компонентов, группирующих гидродинамически связанные пласты-коллекторы, обозначенные по ГИС, с присвоением им наименований-кодов. Граница компонента определяется кровлей первого и по-

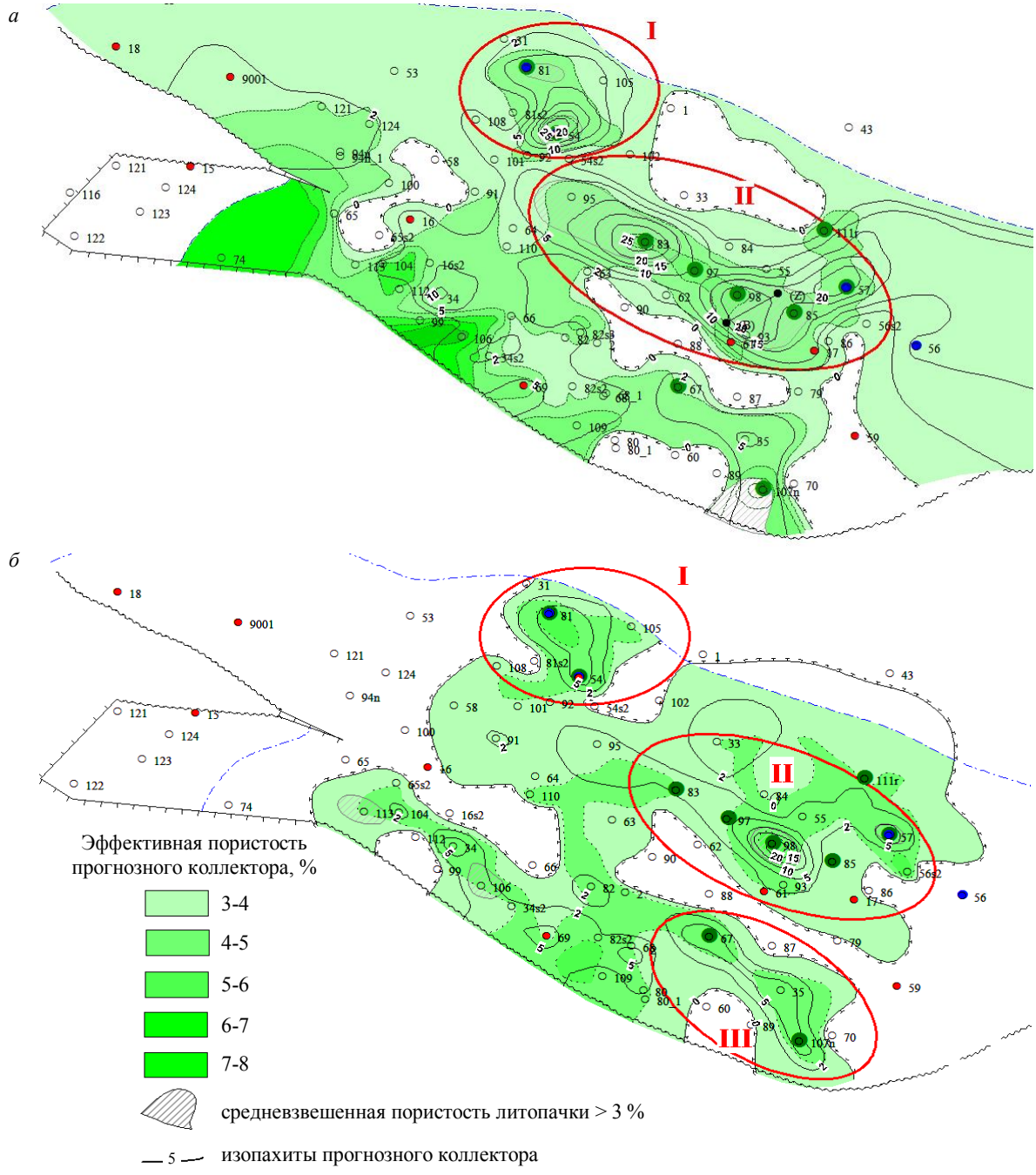


Рис.3. Сводная карта прогнозных перспективных участков верхнепетриковских (*а*) и нижнепетриковских (*б*) отложений

дошвой последнего пласта в установленном стратиграфическом срезе. В свою очередь, это позволяет идентифицировать ту или иную часть разреза в соседних скважинах и проследить площадное распространение коллекторов в пределах месторождения. Кодификация компонент проведена в пределах всех месторождений Припятского прогиба.

При расчленении горизонта на литопачки учитывались результаты поточечной интерпретации геофизического материала, когда кровля литопачки соответствовала или кровле стратиграфического горизонта, или подошве условного низкопористого глинистого пропластка (по результатам поточечной интерпретации ГИС). Если по результатам интерпретации ГИС выделить низкопористый глинистый пропласток было затруднительно (пористость была выше предельной 3 %), то кровля литопачки принималась согласно кровле выделенной компоненты (рис.2).

В результате проведенных работ в петриковских отложениях было выделено две литопачки – ptr1 и ptr2. По каждой литопачке были построены сводные карты (рис.3), на которые были вынесены: эффективная средневзвешенная пористость литопачки (> 3 % – штриховка), изопахиты прогнозных нефтенасыщенных толщин (> 5 м) и прогнозная пористость коллектора (фоновая заливка). Прогнозные нефтенасыщенные толщины определялись по результатам построения петрофизической модели с граничными значениями пористости > 3 % и глинистости < 20 %.

В результате анализа сводной карты по первой литопачке петриковских отложений (ptr1) наиболее перспективной является вытянутая зона по линии скважин 81-83-57 (рис.3, *а*). На этом участке можно выделить две зоны: I – зона (I ptr1) скважин 81, 54 и 105, находящаяся в северной части месторождения и оконтуренная изопахитой 5 м, II – центральная часть (II ptr1) месторождения в районе скважин 83, 97, 98, 85, 57, 56.

Аналогичная сводная карта (рис.3, *б*) была построена для нижнепетриковских отложений (ptr2). Как и в случае с верхнепетриковскими отложениями наиболее перспективными оказались зоны в районе скважин 54-81 (I ptr2), 98-55-57 (II ptr2), а также зона на юге месторождения в районе скважин 67-35-107n (III ptr2).

Если сравнивать петрофизические характеристики верхне- и нижнепетриковских отложений, то наиболее перспективными можно с уверенностью считать верхнепетриковские. Отложения ptr1 обладают более высокой пористостью, и, как следствие, прогнозная мощность коллектора также больше у верхнепетриковских. Наиболее перспективными участками, с точки зрения оценки фильтрационно-емкостных свойств, следует считать северные склоны локальных поднятий: 1-й свод – скважины 64-63-62-61, 2-й свод – 34s2-69-68-60, 3-й свод – скважины 92-54 (рис.4). Учитывая размещение участков, в том числе и на склоне, целесообразно закладывать наклонно направленные скважины северо-восточного направления вдоль падения пласта или горизонтальные северо-западного направления.

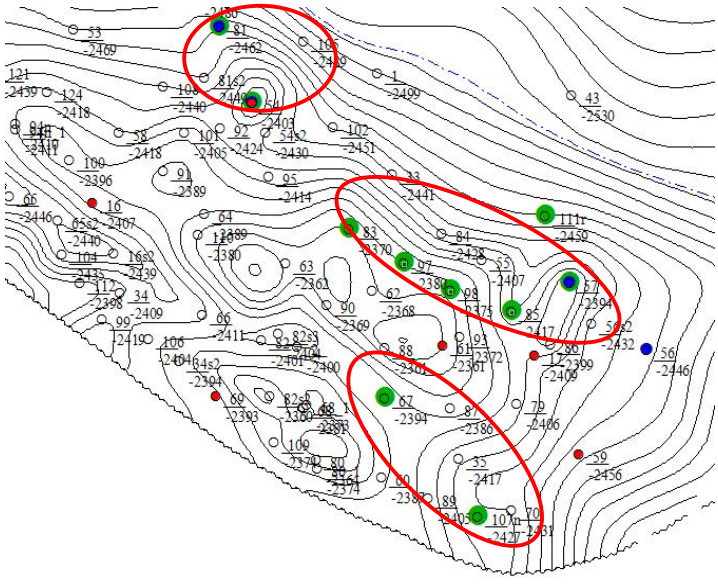


Рис.4. Расположение перспективных участков на структурной карте кровли ptr1

По мнению автора, наиболее перспективным участком для бурения скважины с целью вовлечения в добычу трудноизвлекаемых

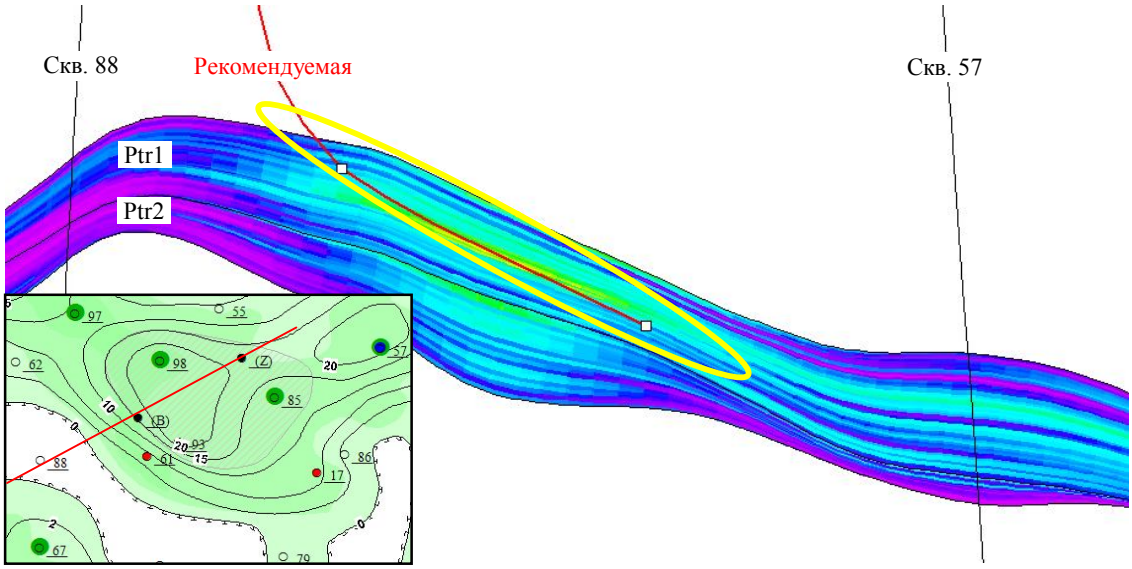


Рис.5. Профиль куба пористости через наиболее перспективный участок для заложения скважины

запасов нефти является район скважин 98-85 (рис.5). Для этого района характерна достаточно большая прогнозная мощность коллектора (15-20 м) с эффективной пористостью коллектора 4-5 %. К этому стоит добавить, что в скважине 57, расположенной северо-восточнее от предлагаемого участка, из петриковских отложений получен промышленный приток нефти при испытании в колонне – дебитом 12,6 м^3/сут. Согласно литофациальному районированию петриковских отложений в пределах Давыдовского месторождения предлагаемая автором территория для бурения скважины относится к зоне распространения биогермной фации, в пределах которой прогнозируется распространение нефтенасыщенных коллекторов. Бурение рекомендуемой скважины на петриковские отложения следует проводить с горизонтальным окончанием (415 м) и последующим гидроразрывом пласта. Ожидаемый дебит нефти не менее 15 т/сут.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бескопыльный В.Н.* Нефтегазоперспективные полуколлекторы Припятского нефтегазоносного бассейна / В.Н.Бескопыльный, Р.Е.Айзберг // Доклады Национальной академии наук Беларуси. 2013. Т.57. № 6. С.90-95.

2. *Бескопыльный В.Н.* Природные нефтегазоносные полуколлекторы Припятского прогиба / В.Н.Бескопыльный, А.В.Халецкий, И.П.Рыбалко / РУП «ПО «Белоруснефть». Гомель, 2013. 70 с.

3. *Козырь А.А.* Опыт вовлечения в разработку залежей углеводородов в низкопроницаемых коллекторах Припятского прогиба на примере Речицкого месторождения / А.А.Козырь, Б.А.Дубинин // Нефтяник Полесья. 2014. № 2 (26). С.9-20.

4. *Шевелев Е.И.* Покомпонентный подсчет запасов нефти на основе геологического моделирования на примере Северо-Домановичского месторождения нефти Припятского прогиба // Проблемы воспроизводства запасов нефти и газа в современных условиях: Сборник докладов конференции: Текст. (символ.) электрон. издание. 1-CD-R / ВНИГРИ. СПб, 2014.

5. *Шевелев Е.И.* Ресурсный потенциал нетрадиционных УВ в пределах внутрисолевых залежей (кореневские слои) Припятского прогиба // Актуальные исследования прикладных наук: Сборник материалов международной научно-практической конференции. www.econf.org/load/rsas2015.pdf

REFERENCES

1. *Beskopyl'nyi V.N., Aizberg R.E.* Neftegazoperspektivnye polukollektory Pripyatskogo neftegazonosnogo basseina (*Polukollektory Pripyat oil and gas oil basin*). Doklady Natsional'noi akademii nauk Belarusi. 2013. Vol.57. N 6, p.90-95.

2. *Beskopyl'nyi V.N., Khaletskii A.V., Rybalko I.P.* Prirodnye neftegazonosnye polukollektory Pripyatskogo progiba (*Natural oil and gas polukollektory Pripyat Trough*). RUP «PO «Belorusneft'». Gomel', 2013, p.70.

3. *Kozyr' A.A.*, *Dubinin B.A.* Opyt vovlecheniya v razrabotku zalezhei uglevodorodov v nizkopronitsaemykh kollektorakh Pripyatskogo progiba na primere Rechitskogo mestorozhdeniya (*The experience of involvement in the development of hydrocarbon deposits in low-permeability reservoirs Pripyat trough the example of Rechitsa field*). Neftyanik Poles'ya. 2014. N 2 (26), p.9-20.

4. *Shevelev E.I.* Pokomponentnyi podschet zapasov nefti na osnove geologicheskogo modelirovaniya na primere Severo-Domanovichskogo mestorozhdeniya nefti Pripyatskogo progiba (*Exploded calculation of oil reserves on the basis of geological modeling on the example of the North Domanovichskogo oilfield Pripyat Trough*). Problemy vosproizvodstva zapasov nefti i gaza v sovremennykh usloviyakh: Sbornik dokladov konferentsii: Tekst. (simvol.) elektron. izdanie. 1-CD-R. VNIGRI. St Petersburg, 2014.

5. *Shevelev E.I.* Resursnyi potentsial netraditsionnykh UV v predelakh vnutrisolevykh zalezhei (korenevskie sloi) Pripyatskogo progiba (*The resource potential of unconventional hydrocarbon deposits within vnutrisolevyh* (*korenevsky layers*) *Pripyat Trough*) Aktual'nye issledovaniya prikladnykh nauk: Sbornik materialov mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii. www.econf.org/load/rsas2015.pdf

ISOLATION OF PROMISING AREAS TO DRILL FOR UNCONVENTIONAL HYDROCARBONS PETRIKOVSKIH SEDIMENTS DAVYDOVSKOGO DEPOSIT PRIPYAT TROUGH

E.I.SHEVELEV, *Geologist*, *e.shevelev@beloil.by*
RUE «Production Association «Belorusneft» BelNIPIneft, *Gomel*, *Republic of Belarus*

Pripyat Trough is the only oil basin in the territory of the Republic of Belarus. Mining is carried out within the basin for 50 years. During this time, the proportion of active stocks decreased significantly, while the share of hard-to-inventories increased. Therefore, due to the depletion of traditional reserves, urgent problem arises in the study and production of unconventional hydrocarbon traps. To this type of traps are Petrikov deposits Davydov field. These deposits have low permeability and capacitive properties, but at the same time in a number of wells in the test sediment in Colon yielded commercial oil inflows. Some of the well in a certain period of development led oil from Petrikov deposits. In similar deposits Rechitsa field yielded commercial oil inflows in drilling horizontal wells with hydraulic fracturing. Until recently, the reservoir Petrikov deposits was listed among the off-balance sheet reserves after drilling – reserves transferred to the balance of C1. Therefore, the input to the development of stranded there is a need to identify the most promising area for drilling horizontal wells, followed by hydraulic fracturing. To perform this work was carried out pointwise interpretation of GIS for all wells Davydov field, the results of which built the geological and petrophysical model of the deposit. Also, the analysis of core samples, the results of drilling. Produced dismemberment Petrikov deposits on two subhorizon on the results of the interpretation of GIS and well logs. The outcome of the work performed is a recommended site for drilling.

***Key words*:** unconventional hydrocarbons, low-porosity low permeability traps, petrophysical model, drilling recommendations.