

УДК 551.24.055+553.982

DOI 10.31087/0016-7894-2018-5-95-103

Перспективы промышленного освоения законсервированных скважин нераспределенного фонда недр Юга России

© 2018 г. | А.Г. Лебедько, Г.И. Лебедько

Институт наук о Земле Южного федерального университета, Ростов-на-Дону, Россия; tiger71@mail.ru

Поступила 02.10.2017 г.

Принята к печати 03.03.2018 г.

Ключевые слова: *законсервированные скважины; нераспределенный фонд недр; майкопская серия; глинистые коллекторы; трещинные ловушки.*

Рассмотрены возможности освоения законсервированных скважин в пределах юга России. Отмечено, что преобладающее число эксплуатировавшихся скважин (более 4000) расположено на участках недр, относящихся к нераспределенному фонду Краснодарского края. Наиболее перспективна в этом отношении территория Индоло-Кубанского прогиба, на южном борту которого находится рекомендуемая для дальнейшего освоения Ахтырская глубинно-надвиговая зона. Анализ лицензионных соглашений свидетельствует об уменьшении числа действующих лицензий, особенно для проведения поисково-оценочных работ (НП) и совмещенных работ (НР). Однако интерес недропользователей к Южному региону все еще сохраняется. В связи с этим организационные мероприятия должны быть направлены на формирование целевой государственной программы по вовлечению скважин нераспределенного фонда недр в хозяйственный оборот.

Для цитирования: Лебедько А.Г., Лебедько Г.И. Перспективы промышленного освоения законсервированных скважин нераспределенного фонда недр Юга России // Геология нефти и газа. – 2018. – № 5. – С. 95–103. DOI: 10.31087/0016-7894-2018-5-95-103.

Commercial potential of plugged and abandoned wells from unallocated fund of subsurface mineral resources in Southern Russia

© 2018 | A.G. Lebed'ko, G.I. Lebed'ko

Institute of Earth sciences of the Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia; tiger71@mail.ru

Received 02.10.2017

Accepted for publication 03.03.2018

Key words: *plugged wells; unallocated fund of subsurface mineral resources; Maikopsky series; shale reservoirs; fracture traps.*

There are several thousands of wells previously drilled for hydrocarbons all over the southern territorial entities of Russian Federation. Many of them are environmentally hazardous objects. First of all, this concerns the wells drilled in 1950–1960-s. Methods of wells abandonment and suspension were imperfect that years, which caused destruction of cement lining, pipes, and wellhead equipment corrosion, and resulted in considerable damage to ecosystems. Account must be taken of the fact that monitoring of the plugged and abandoned wells from unallocated fund of subsurface mineral resources is insufficient. Possibilities to rework some of these wells that can be involved in the development of remaining resources according to geological and economic indicators are also not evaluated. The chances to develop the plugged wells within the southern Russia are discussed in the paper. It is noted that the majority of ex-operated wells (more than 4000) are situated in unallocated fund of subsurface mineral resources of the Krasnodar Territory. The Indol-Kuban Trough area is the most promising in this context as the deep thrustured Akhtyrsky zone recommended for the further development is situated there. Analysis of License Agreements indicated reduction of existing incenses number (especially NP and NR licenses). At the same time, an interest of subsoil users in the southern region still remains. In this regard, arrangements should be focused on preparing a special national program for involvement of wells from unallocated fund of subsurface mineral resources into commerce.

For citation: Lebed'ko A.G., Lebed'ko G.I. Commercial potential of plugged and abandoned wells from unallocated fund of subsurface mineral resources in Southern Russia. *Geologiya nefi i gaza = Oil and gas geology.* 2018;(5):95–103. DOI: 10.31087/0016-7894-2018-5-95-103.

На территории Северного Кавказа и Предкавказья большинство разрабатываемых месторождений находится на завершающей стадии освоения. В плитном чехле практически все значимые объекты залицензированы. В нераспределенном фонде остаются только малоразмерные и нерентабельные залежи. Как следствие, в сложившихся геолого-экономических условиях возникла проблема вовлече-

ния в разработку законсервированных и ликвидированных скважин.

На многих нефтеносных площадях Юга России отмечено восстановление пластовых давлений в скважинах на старых месторождениях, выведенных из разработки более 10 лет назад (начиная с 1950-х гг.). На этих месторождениях обычно имеются зоны, не охваченные разработкой, в которых остается

HYDROCARBON RESOURCES AND RESERVES

определенный объем нефти. В результате внутривластовых движений флюида, которые сопровождаются сегрегацией и гравитационным разделением, «остаточная» нефть концентрируется у кровли пласта, образуя вторичные залежи.

Кроме этого, для большинства старых месторождений установлено флюидодинамическое восполнение УВ-потенциала [1], которое четко прослежено в зонах активной геодинамической деятельности. Неоднократное превышение первичных суммарных запасов многих месторождений в зоне альпийского передового прогиба зафиксировано в Ахтырской и Терско-Сунженской зонах глубинных разломов (например, месторождения Нефтегорское, Азовское, Старогрозненское и др.). Их продолжают эксплуатировать многие десятилетия, несмотря на полное исчерпание оцененных ранее запасов.

Помимо решения важнейших проблем экологической безопасности региона, при использовании законсервированных скважин нераспределенного фонда недр возникает задача оценки возможности и перспектив их промышленного освоения. Оценка их текущей рентабельности в современных геолого-экономических условиях во многих случаях весьма проблематична, поскольку трудно оценить возможности и стоимость проведения ремонтных работ и восстановления притока в законсервированных скважинах. Вовлечение законсервированных скважин можно оценить только в результате комплексного (интегрального) анализа перспектив продуктивных горизонтов (всей залежи), вскрытых этими скважинами.

Опыт последних десятилетий показал, что новые перспективные объекты, выделенные только на основе геофизических (сейсмических) работ без подтверждающих буровых геолого-разведочных работ (ГРП), практически не востребованы. Примеры таких лицензионных объектов многочисленны в пределах Ростовской области, Краснодарского и Ставропольского краев.

При выборе новых путей развития нефтегазового комплекса юга России необходимо опираться не только на геофизические, обычно сейсмостратиграфические, построения, но и на геологический прогноз по законсервированным скважинам, а затем уже проводить геолого-экономическое обоснование лицензионного объекта, включающего хотя бы одну продуктивную скважину.

Опыт последних десятилетий показывает, что недропользователей могут интересовать только те объекты, которые профессионально подготовлены, обоснованы квалифицированной геолого-экономической оценкой и подтверждены продуктивными скважинами [2].

Таким образом, можно сделать обоснованный вывод о том, что возможность расширения сырьевой базы УВ на Юге России сейчас следует связывать с

предварительными геолого-геофизическими работами для реанимации законсервированных скважин нераспределенного фонда недр. При этом, решая вопрос прогнозирования, необходимо опираться на современные методические подходы и новейшие технологии интерпретации и обработки геолого-геофизических данных.

При планировании прогнозных ГРП с использованием законсервированных скважин нераспределенного фонда недр следует избегать мелкоштатных исследований разрозненных объектов по Югу России (от Черного до Каспийского морей). Следует ограничиться наиболее перспективными территориями. Необходимо также учесть практически полную выработанность основных продуктивных горизонтов кайнозоя и обосновать выбор прогнозного доминантного горизонта, сохранившего геолого-экономические перспективы. При этом скважина рассматривается не только как источник продукции, но и как показатель продуктивности всей залежи в перспективе на базе дополнительных ГРП.

Рекомендованный подход позволяет акцентировать внимание на двух самых перспективных регионах: Западно-Кубанском (Краснодарский край, Адыгея) [3, 4] и Терско-Каспийском прогибах (Дагестан, Чечня, Ингушетия) [5]. Из этих двух регионов по всем показателям (геолого-экономическим, политическим и др.) первоочередными являются Краснодарский край и Адыгея. Подтверждением этого служит и степень геолого-геофизической изученности (Краснодарский край имеет самую густую на Северном Кавказе сеть сейсмопрофилей). Доминантным нефтеносным горизонтом в промышленных масштабах является мел-палеогеновый, включая майкопский, который эксплуатируется в промышленных масштабах уже более 100 лет.

Ресурсную базу Южного региона, включающего территории Югнедра, Кавказнедра и Крыма, можно значительно увеличить за счет освоения сланцевых толщ (нефть и газ хадумитов).

Это направление в ближнесрочной перспективе включает все сложноэкранированные (неантиклинальные) ловушки в кайнозойском разрезе. В первую очередь — глинистые толщи майкопской серии, хадумской и кумской свит, включая также все пропущенные по разным причинам объекты кайнозоя. Возврат к хадумитам на современном уровне знаний как на поисково-разведочном этапе, так и в процессе добычи должен осуществляться с использованием новейших достижений в теории и практике ГРП.

Глинистые коллекторы в хадумитах представляют собой нестандартные (сложноэкранированные) ловушки, которые при доминирующей глинистости пород и отсутствии жесткого каркаса характеризуются очаговой пустотностью. Они сформированы субвертикальной трещиноватостью и листоватой

расслоенностью вдоль напластования, что резко отличает их от гранулярных коллекторов.

Ранее выполненные ГРП по оценке нефтегазоносности хадумитов проводились эпизодически, без целенаправленной стратегии освоения. Скважины закладывались обычно в местах поверхностных нефтегазопроявлений без достаточного геолого-тектонического обоснования. Не учитывались широко проявленные сдвигонадвиговые деформации, кардинально изменяющие глубинную структуру объекта поисков. Сложности освоения нефтегазового потенциала глинистых отложений майкопской серии привели к прекращению ГРП на хадумиты. Начали разрабатывать залежи в более глубоких горизонтах мезозоя. Негативное отношение к перспективности хадумитов сохраняется, что ведет к игнорированию любых (даже промышленных) нефтегазовых проявлений, выявляемых в процессе бурения скважин.

Однако установившиеся ценовые и другие геолого-экономические ограничения определяют необходимость смены характера региональных ГРП. Следует учесть давно назревшую необходимость использования многих сотен законсервированных и ликвидированных глубоких скважин нераспределенного фонда недр, которые во многих случаях содержат пропущенные нефтесодержащие горизонты в хадумских, майкопских и кумских глинистых толщах.

Поэтому перспективы развития нефтегазовой отрасли региона следует связывать не только с освоением шельфа южных морей, но и с возвратом на глинисто-сланцевые толщи Северо-Кавказской нефтегазоносной провинции (НГП), поскольку нефтепромысловая значимость хадумитов (всей майкопской серии) все еще высока, а предложенные преференции смогут усилить интерес недропользователей к законсервированным скважинам и месторождениям.

Авторы статьи выполнили общую оценку и анализ комплекса данных, а также провели ранжирование скважин на территории Северо-Кавказской НГП. В качестве приоритетной выбрана территория Краснодарского края (включая Адыгею), где учтено более 4000 скважин (около половины всех продуктивных скважин Северо-Кавказской НГП). Геолого-экономический подход к проведенному авторами статьи прогнозу на региональном этапе позволил определить латеральные перспективные зоны в пределах Индоло-Кубанского передового прогиба (рис. 1). Учтены геолого-тектонические особенности (надвиги, сдвиги, разломы и др.) и результаты интерпретации потенциальных геофизических полей.

Для разработки геолого-экономической концепции повышения эффективности прогноза УВ-потенциала отдельных объектов необходима оценка нефтегазоносности Ахтырской зоны — одного из высокоперспективных в нефтегазоносном отношении

районов Индоло-Кубанского прогиба. Нефтегазо-содержащие горизонты прогиба присутствуют в отложениях от понтических до меловых включительно. Коллекторами нефти и газа служат в основном песчано-алевролитовые пласты, нередко переходящие в частое чередование алевритов и глин.

Анализ геолого-экономических, геофизических и технических условий показал, что в некоторых случаях выгодно осваивать отдельные месторождения (части, участки, зоны и т. д.) нераспределенного фонда недр. Помимо технических (технологических) трудностей освоения «старых» скважин, возникают геолого-экономические проблемы. Сложность выбора объектов для лицензирования заключается в неоднозначной оценке геолого-геофизической информации по выбранным скважинам.

Большинство «старых» скважин, рекомендованных к освоению, расположено в пределах Ахтырской надвиговой зоны, в которой определены следующие подзоны.

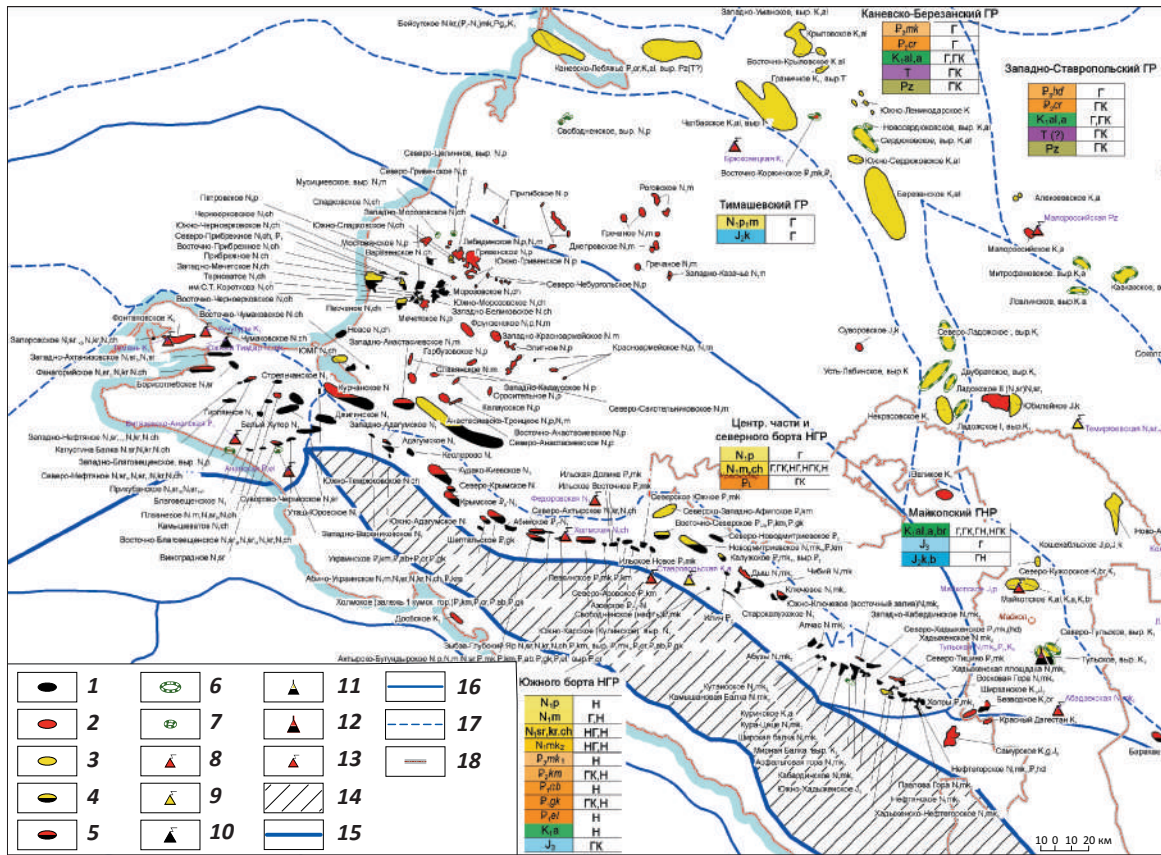
Хадыженская подзона газонакопления (рис. 2–4) выделена по верхним частям осадочного разреза (майкопские отложения), которые объединяют заливообразные залежи нефти в выклинивающихся песчано-алевролитовых пластах. Наряду с мелкими залежами (Павлова гора, Апчас), выявлены и более крупные (Нефтегорское, Широкая балка). Открыто Южно-Хадыженское газоконденсатное месторождение в карбонатном останце. Нефтегазоносность выклинивающихся песчаников апта доказана на Куринской площади и в Мирной балке. Газоносность юрских карбонатных отложений установлена на Самурском и Ширванском месторождениях. Залежи структурно-литологического типа. Глубина залегания 1000–1200 м.

В Северско-Калужской подзоне нефтегазонакопления (рис. 5) сосредоточено до 60 % разведанных запасов нефти южного борта Западно-Кубанского прогиба. Наиболее крупными являются месторождения Зыбза-Глубокий Яр, Новодмитриевское, Ахтырско-Бугундырское. Месторождения приурочены к палеогеновым складкам. На большинстве месторождений продуктивен кумский горизонт эоцена. В разрезе палеоцена развито до девяти продуктивных песчано-алевролитовых горизонтов (Ахтырско-Бугундырское месторождение). Продуктивность верхних горизонтов связана с песчано-алевролитовыми и карбонатными породами понта и миоцена, которые выклиниваются по восстанию и образуют литологически экранированные ловушки. Только две залежи характеризуются крупными запасами (Зыбза-Глубокий Яр и Абино-Украинская). Глубина залегания 600–1500 м.

Кудако-Киевская подзона нефтегазонакопления является западной зоной в пределах южного борта Западно-Кубанского прогиба. Она представлена системой

HYDROCARBON RESOURCES AND RESERVES

Рис. 1. Карта нефтегазоносности Индоло-Кубанского прогиба
Fig. 1. Map of petroleum potential of the Indol-Kuban Trough



Месторождения УВ (1–7): 1 — нефтяные (Н), 2 — газовые (Г), 3 — газоконденсатные (ГК), 4 — нефтегазоконденсатные (НГК), 5 — нефтегазовые (НГ), газонефтяные (ГН), 6 — выработанные (на 01.01.2012 г.), 7 — с выработанными продуктивными запасами; **неpromышленные залежи (8–13):** 8 — газовые, 9 — газоконденсатные, 10 — нефтяные, 11 — нефтегазоконденсатные, 12 — нефтегазовые, 13 — площадь непромышленной залежи; 14 — орогенно-складчатые зоны; **границы (15–18):** 15 — нефтегазогеологических провинций, 16 — нефтегазогеологических областей, 17 — нефтегазогеологических районов, 18 — государственная РФ

HC fields (1–7): 1 — oil (Н), 2 — gas (Г), 3 — gas condensate (ГК), 4 — oil and gas condensate (НГК), 5 — oil and gas (НГ), gas and oil (ГН), 6 — depleted (as on 01.01.2012), 7 — mature; **non-commercial accumulations (8–13):** 8 — gas, 9 — gas condensate, 10 — oil, 11 — oil and gas condensate, 12 — oil and gas, 13 — area of non-commercial accumulation; 14 — folded orogenic zones; **borders (15–18):** 15 — geopetroleum provinces, 16 — geopetroleum areas, 17 — geopetroleum regions, 18 — RF state border

миоценовых складок, трансгрессивно перекрытых меотисом. Продуктивны песчано-алевролитовые и карбонатно-терригенные породы чокрак-карагана и сармата, залегающие на глубине 200–1100 м. Залежи в основном сводового типа, реже — литологические. В пределах зоны выявлены месторождения Крымское, Северо-Крымское, Кудак-Киевское.

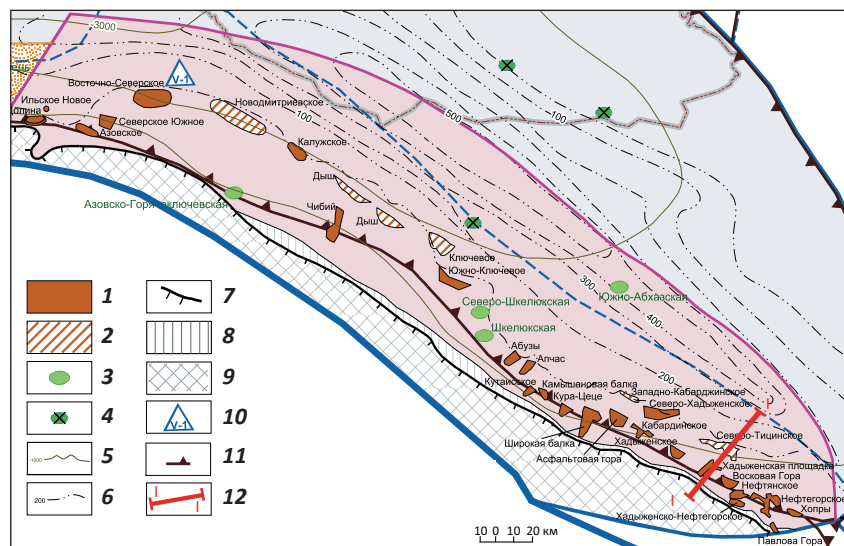
Решение проблем освоения остаточного УВ-потенциала (включая восполнение УВ за счет вертикального флюидопотока) недр может быть ускорено за счет использования преференций в области налогообложения для малодобитных скважин или разработки трудноизвлекаемых запасов в хадумитах майкопской серии (см. рис. 4, 5).

Таким образом, Ахтырская надвиговая зона в нефтегазоносном отношении является одним из

высокоперспективных районов Индоло-Кубанского нефтегазоносного бассейна. Нефтегазосодержащие горизонты имеются в отложениях от понтических до меловых включительно. Коллекторами нефти и газа являются в основном песчано-алевролитовые пласты, нередко переходящие в частое чередование алевритов и глин. Юго-восточная часть Ахтырской зоны является одним из старейших нефтяных районов, где добыча нефти ведется с XIX в.

Большинство залежей этого района приурочено к ловушкам литологического типа, где линия выклинивания песков вверх по восстанию оконтуривает залежь с трех сторон, образуя характерную форму залива. Все залежи приурочены к песчаным горизонтам среднего и нижнего майкопа. В отложениях среднего майкопа продуктивны I–IV песчано-алевролитовые

Рис. 2. Схема Ахтырской зоны, месторождения майкопской серии ($P_2-N_1^1$)
Fig. 2. Scheme of the Akhtyrsky zone, field of the Maikopsky series ($P_2-N_1^1$)



Месторождения УВ с запасами в палеогеном (майкопском) комплексе (1, 2): 1 — нефтяные, 2 — газонефтяные; **структуры (3, 4):** 3 — числящиеся на Госбалансе (C_3 , на 01.01.2009 г.), 4 — неподтвердившиеся (отрицательные результаты бурения), списанные в разные годы; 5 — изогипсы по кровле оценочного комплекса, м; 6 — изопахиты по кровле оценочного комплекса, м; 7 — граница распространения (выклинивания) комплекса; 8 — область выхода на поверхность майкопских отложений; 9 — зона отсутствия (выклинивания) майкопских отложений; **границы (10–12):** 10 — южного борта НГР, 11 — тектонических элементов I порядка, 12 — эталонный геологический профиль. Остальные усл. обозначения см. рис. 1

HC fields with reserves in Paleogene (Maikopsky) sequence (1, 2): 1 — oil, 2 — gas and oil; **structures (3, 4):** 3 — booked on State Reserves Register (C_3 , as on 01.01.2009), 4 — not confirmed (negative drilling results), written-off in different years; 5 — structural contours over the top of the estimated sequence, m; 6 — isopachs over the top of the estimated sequence, m; 7 — boundary of the sequence development (wedging-out); 8 — area of the Maikopsky series exposure; 9 — zone of the Maikopsky series absence (wedging-out); **boundaries (10–12):** 10 — Southern shoulder of petroleum region; 11 — I-st order tectonic elements, 12 — basic geological cross-section.

For other Legend see Fig. 1

горизонты, а IV и VII нижнего майкопа чаще всего газоносны. Границы выклинивания этих горизонтов имеют разнообразную конфигурацию, образуя в плане цепочку «заливов», протягивающуюся с юго-востока на северо-запад на расстояние более 120 км. В настоящее время в пределах района прогиба насчитывается более 20 таких залежей нефти и газа на глубине до 1,5 км.

Многие залежи, даже небольших размеров, были (и могут быть) высокодебитными. Это объясняется наличием масштабного теплопереноса всей глубинной разломно-надвиговой структуры Ахтырской зоны. Высокая тектоническая активность последней подтверждена как современными наземными (геолого-съёмочные работы ГК-200), так и аэрокосмическими съёмками. Постоянный процесс теплопереноса подтвержден геохимическими исследованиями, а также анализом эманационных потоков [2].

Можно заключить, что реанимация скважин нераспределенного фонда и восстановление добычи на «старых» месторождениях целесообразны и могут быть рекомендованы недропользователям. Поэтому

на заключительном этапе анализа следует осуществить выборку перспективных скважин нераспределенного фонда в контурах известных месторождений УВ, например, в пределах Кудак-Киевского (рис. 6). Перспективно также Нефтегорское месторождение.

В то же время результаты анализа возможности использования скважин нераспределенного фонда могут быть индикаторами залежей УВ в поднадвиговом структурном этапе Ахтырской зоны, который является одной из самых перспективных зон нефтегазонакопления. В поднадвиговых блоках сейсморазведкой картируются залежи пластового, сводового и тектонически экранированного типов, залегающих на доступной глубине (1,5–3,5 км). Разведанность поднадвиговых сегментов складчато-блоковой системы Ахтырской зоны очень низкая и ограничивается редкой сетью сейсмопрофилей, а также отдельными пробуренными скважинами.

В последние годы ФГУП «Южморгео» и ОАО «Краснодарнефтегеофизика» выполнены высокоточные магнитометрические и гравиметрические съёмки на профилях вкострости Ахтырской зоны. На основе геологических, геомагнитных и псевдоплотностных раз-



HYDROCARBON RESOURCES AND RESERVES

Рис. 6. Схема расположения скважин на Кудако-Киевском разрабатываемом месторождении
 Fig. 6. Well location map in the producing Kudako-Kievsky field



1 — граница участка последней действующей лицензии

1 — boundary of the latest valid license area

резон построены геолого-геофизические модели, которые подтверждают высокую перспективность поднадвиговых структурных элементов. Созданный к настоящему времени масштабный информационный задел позволяет рекомендовать дальнейшие исследования объектов как на базе рекомендованных скважин нераспределенного фонда, так и по результатам геолого-геофизического моделирования поднадвиговых зон (на уровне лицензионных соглашений).

Анализ лицензионных соглашений за последнее десятилетие свидетельствует о стабильном уровне числа лицензий для разведки и разработки открытых месторождений (НЭ). В то же время суммарное число действующих лицензий видов НП и НР после 2008 г. заметно сократилось (почти наполовину). Это связано в первую очередь с финансовыми затруднениями недропользователей, особенно представителей малого бизнеса. Кроме того, падение суммарного числа действующих лицензий НП и НР обусловлено отрицательными результатами на ряде объектов. Примером служит территория Калмыкии (кряж Карпинского), где предполагались крупные карбонатные массивы на доступных глубинах. Здесь были пробурены две скважины глубиной 3,2 и 3,6 км, которые оказались бесперспективными. Однако высокий интерес недропользователей к Южному региону все

еще сохраняется. Об этом свидетельствует коэффициент увеличения стартовых платежей на проведенных аукционах (6,7), который в среднем по России колеблется в интервале 4,8–5,6.

В последние годы отмечается снижение аукционной активности, что нельзя объяснить только высокой стартовой ценой предлагаемых лицензионных участков. Следует обратить внимание на низкую инвестиционную привлекательность объектов из-за слабой геолого-экономической подготовки. Поэтому недропользователи, получив лицензию, начинают деятельность с переинтерпретации имеющихся сейсморазведочных материалов на основе пакетов современных программ и составления более обоснованных геолого-геофизических моделей строения участков.

Организационные мероприятия должны быть направлены на формирование целевой государственной программы по вовлечению скважин нераспределенного фонда недр в хозяйственный оборот с использованием всех видов геологической информации (в том числе и инсайдерской в существующих условиях «лоскутной» геологии). Такой подход будет способствовать совершенствованию государственного управления фондом нефтегазовых скважин, пробуренных за счет государственных средств и находящихся в нераспределенном фонде недр РФ.

Литература

1. *Лебедько Г.И., Кузин А.М.* Геолого-геофизическая интерпретация флюидоносных зон земной коры Северного Кавказа. – Ростов-на-Дону : Изд-во СКНЦ ВШ ЮФУ АПСН, 2010. – 302 с.
2. *Лебедько Г.И.* Перспективы нефтегазоносности Предкавказской системы передовых прогибов // Геология нефти и газа. – 2011. – № 3. – С. 32–41.
3. *Афанасенков А.П. и др.* Геологическое строение и углеводородный потенциал Восточно-Черноморского региона. – М. : Научный мир, 2007. – 172 с.
4. *Гаврилов В.П. и др.* Возможности расширения нефтегазового потенциала Северного Кавказа // Геология нефти и газа. – 1999. – № 7. – С. 14–18.
5. *Шарафутдинов В.Ф.* Геологическое строение и закономерности развития майкопских отложений Северо-Восточного Кавказа в связи с нефтегазоносностью: автореф. дисс. ... докт. геол.-минер. наук. – М. : Изд-во МГУ, 2003. – 366 с.

References

1. *Lebed'ko G.I., Kuzin A.M.* Geological structure and hydrocarbon potential of Black Sea eastern region. Rostov-na-Donu: Izd-vo SKNTs VSh YuFU APSN; 2010. 302 p.
2. *Lebed'ko G.I.* Oil and gas potential prospects of the Fore-Caucasus system of foredeeps. *Geologiya nefiti i gaza*. 2011;(3):32–41.
3. *Afanasenkov A.P. et al.* Geological and geophysical interpretation of fluid bearing crust zones of the Northern Caucasus. Moscow: Nauchnyi mir; 2007. 172 p.
4. *Gavrilov V.P. et al.* Petroleum potential of the Pre-Caucasian foredeep system. *Geologiya nefiti i gaza*. 1999;(7):14–18.
5. *Sharafutdinov V.F.* Geological structure and patterns of the Maikopsky deposits development in the north-eastern Caucasus in the context of hydrocarbon potential: avtoref. diss. ... dokt. geol.-minер. наук. Moscow: Izd-vo MGU; 2003. 366 p.