УДК 552.578.2.061.3

М.З. Рачинский
д-р геол.-мин. наук
профессор
академик РАЕН
Environmental Solutions International[1]
главный консультант
rachinskymz@gmail.com

Флюидодинамическая концепция нефтегазоносности

[1]США, Мэриленд, Тоусон, а/я 27637.

Автор позиционирует как категорический императив формирования углеводородных скоплений пульсационно-переточно-инъекционную парадигму, согласно которой без эмиграции сингенетичных подземных вод из резервуаров и создания свободных порово-трещинных пространств в ловушках нет последующих синхронных миграции и аккумуляции углеводородов

Ключевые слова: гидродинамические системы; миграция флюидов; аккумуляция углеводородов; резервуары–ловушки; формирование и размещение залежей и месторождений

В большинстве современных теорий, схем и моделей нефтегазонакопления *a priori* принимается, что аллохтонные углеводороды, мигрируюшие теми или иными путями и способами из зон и очагов своей генерации с высокими градиентами приведенных давлений, практически без кардинальных геологических ограничений достаточно медленно аккумулируются (иногда в весьма значительных объемах) в автохтонных природных резервуарах с меньшими уровнями пластовой энергетики. Подобный некритический (механистический) подход, принимаемый в большинстве исследований в качестве догмата, по существу игнорирует основную проблему подземной гидродинамики – архимедов принцип всплывания разнофазных мигрантов (флюидомассообмена) в мелкодисперсной неоднородной порово-трещинной среде, обеспечивающий соответствующее вертикальное распределение по плотности исходных компонентов в гидравлически замкнутом пространстве ловушек [13].

В реальной геологической обстановке процесс формирования месторождений и залежей осуществляется весьма сложно и облигатно требует соблюдения императивного комплекса необходимых и достаточных условий его реализации, в числе которых обязательным и практически основным является фактор наличия (создания) в резервуарах (ловушках), освобожденных от сингенетичных подземных вод и рассолов, свободных энергоемких порово-трещинных циркуляционных пространств (объемов), способных перемещать и аккумулировать миграционно поступающие высоконапорные УВ [5, 6, 7, 8, 9].

Гидродинамический дренаж резервуаров при наличии соответствующе ориентированных природных гидравлических уклонов гипотетически вероятен только пятью механизмами:

– горизонтально направленным вниз по падению складчатости инфильтрационным (артезианским) потоком – от гипсометрически повышенной зоны питания к нижерасположенной зоне разгрузки;

– региональным элизионным (экспеляционным, отжимным) водотоком вверх по восстанию общей складчатости – от центральных частей бассейнов к их периферийным обрамлениям;

– за счет эффекта всестороннего тектонострессового сжатия подземных вод вследствие подвижек геоблоков;

– за счет гидравлического «подпора», ориентированного вертикально снизу в верх воздействия ниже генерированных мигрантов непосредственно в гидродинамически замкнутых ловушках с оттеснением (отжатием) их сингенетичных седиментогенных вод поступающими высоконапорными флюидами в погруженные периферийные части складок;

– вертикально направленным снизу вверх (иногда до разгрузки на дневной поверхности) бато(лакко)литоморфным переточно-инъекционным.

Исследование возможностей реализации указанных механизмов и их соотношений является контентом флюидодинамической концепции нефтегазонакопления, изложенной в [15].

Пространственное соответствие нефтегазоносности региональным и локальным пьезоминимумам является принципиальным генерализованным выражением существа формирования зон нефтегазонакопления, отдельных месторождений и залежей – положения, что аккумуляция УВ в ловушках предполагает в качестве важнейшего обязательного условия параллельное по времени с миграцией УВ освобождение порово-трещинного пространства коллекторов от ранее заполнявших их сингенетичных седиментогенных подземных вод, обеспечивающее образование в них свободных поровых и трещинных емкостей, подлежащих заполнению мигрирующими углеводородными флюидами.

При прочих равных условиях вероятность формирования залежей, месторождений и величин запасов нефти и газа находится в прямой зависимости от масштабов эмиграции подземных вод из ловушек и прогрессивно возрастает по мере оптимизации условий возникновения аккумулирующих поровых и трещинных пространств, регулируемых как физическими константами синрезервуарных подземных вод, так и скважностью флюидопроводящей дизъюнктивной тектоники, зон трещиноватости, гидрогеологических «окон», грязевого вулканизма, диапиризма и т.п., обеспечивающих осуществление масштабных межформационных и межпластовых вертикально-горизонтальных перетоков флюидов вплоть до их современного или палеоизлияния на дневную поверхность [13].

Представляется принципиально необходимым критически пересмотреть и откоррректировать существующие понятия и толкование образа «ловушка для углеводородов» и расширить их с обязательным учетом возможности оттока из резервуара любой морфогенетической модификации ранее заполнявших его подземных вод. Отсюда следует, что ГРР в первую очередь следует ориентировать на зоны, площади и участки активного палео- и современного флюидомассопереноса.

Установленный для подавляющего большинства бассейнов мира факт обязательной пространственной ассоциации зон нефтегазонакопления и отдельных продуктивных поднятий исключительно с ареалами и пунктами разгрузки (дренажа) субрегиональных гидро(флюидо) динамических систем, сопряженными с крупными линеаментами первого и второго порядков, эруптивами грязевых вулканов, диапиризмом и т.п., дает возможность системой особых методологических приемов вполне уверенно идентифицировать обстановки отсутствия или серьезного ограничения миграции, оптимальных условий формирования и сохранения фазово различных залежей и месторождений, диссипации УВ скоплений и позволяет уже на ранних стадиях ГРР вполне надежно дифференцирвать весь выявленный фонд поднятий на продуктивные (нефте- или газонасыщенные) и «пустые» ловушки, и, соответственно, осуществлять высокоэффективные направленные поиски зон преимущественного нефте- и/или газонакопления, залежей и месторождений природных УВ [2, 3, 7, 8, 10, 11].

Объективным подтверждением справедливости развиваемых представлений является фиксируемая во всех бассейнах мира приуроченность основных запасов УВ к диапазону глубин до 2–4 км [3, 4, 5] – порядка 85%, из которых 70% приурочено к стыковым зонам платформ и геосинклиналей, т.е. наиболее подвижным, мобильным участкам земной коры, характеризующимся активным водообменом, неотектогенезом, сочетанием оптимальных условий для разгрузки флюидодинамических систем. Специфичность подобного распределения определена связью изменяющегося по вертикальному разрезу характера флюидодинамического режима недр, в частности, с резко отличными на различных глубинах мобильностью и условиями разгрузки подземных вод. Очевидно, что верхние интервалы осадочного разреза по сравнению с глубоко погруженными обладают более благоприятными условиями эмиграции сингенетичных вод из природных резервуаров. Последнее обстоятельство в общем случае ограничивает вероятность широкого распространения на больших глубинах (свыше 4 км) крупных скоплений УВ.

Открытие в последние годы крупнейших скоплений УВ на сверхбольших глубинах – например, месторождения *Tiber* с глубиной залегания продуктивных объектов 10,6–12 км и геологическими запасами 1,8 млрд т в отложениях *Lower Tertiary* (палеоцен-эоцен), *Tahiti* в резервуаре на глубине 7–8,5 км (нижний и средний миоцен) с извлекаемыми запасами до 80 млн т (Мексиканский залив) и многих других в рамках рассматриваемой концепции является свидетельством их формирования при синхронной палеоразгрузке их ловушек в период нахождения последних на глубинах не более 4–5 км, позволяющих реализацию относительно не сильно затрудненного дренажа, т.е. до этапов лавинного погружения (иммерсии) покрывающих отложений, в ходе которых уже заполненные УВ резервуары на значительно меньших гипсометрических уровнях транспортируются в зоны глубокого современного залегания – на весьма большие глубины [14].

Развиваемые представления не вступают в противоречие и с возможным (вероятным) единомоментным формированием бато(лакко) литоморфной нефтегазоносности, охватывающей значительный стратиграфический объем коллекторской части осадочного разреза. Понятно, что при такой схеме его углеводородное насыщение будет иметь гораздо меньший объемный масштаб по причине его лимитированного распространения в горизонтальном направлении – в наиболее проницаемых разностях разреза сопутствующих тектоноблендеров [18]. Подобный механизм видимо не следует исключать и для упомянутых глубокозалегающих структур Мексиканского залива и бразильского континентального склона Атлантики, где значительное присутствие УВ зафиксировано в надсолевом этаже, практически полностью «пронизанном» солевыми крипто-и экзодиапирами (штоками, *caprock*), секущими почти весь осадочный разрез. При реализации этого механизма катализирующим эффектом формирующейся нефтегазоносности может служить прорыв в верхние этажи осадочной толщи сухих и кислых газов стадий апокатагенеза и метагенеза и флюидов глубинно-мантийной генерации, «прогазовывающих» весь разрез литосферы и способствующих фазовым переходам РОВ в различные углеводороды нефтяного ряда [3, 8, 12].

В рамках последнего варианта УВ-насыщения представляется возможным допустить некоторое возможное участие в его формировании продуктов абиогенного синтеза УВ, имеющих мантийную генерацию, т.е. полигенный в них характер генезиса УВ. Последнее находит объективное подтверждение фактом открытия по всему миру к настоящему времени более 4 тысяч месторождений в кристаллическом субстрате, фундаменте, коре выветривания, кальдерах магматических вулканов, высокотемпературных субмаринных проявлений «черных курильщиков», *gas chimney*, сульфидных трубообразных построек в недрах Ми-

рового океана, продуцируемых мантийными глубинными флюидами [13].

Указанное обстоятельство в перспективе позволит вероятно пересмотреть общепризнанное в настоящее время мировое распределение ресурсов УВ по гипсометрической и стратиграфической глубинам в сторону резкого повышения их баланса в направлении глубинности в связи с исключительно малой степенью разведенности диапазона более 8–9 км и приростом потенциала глубинно-мантийных (неорганических) флюидов.

В этой связи возникают серьезные вопросы к публикации [1], в которой категорически отвергается возможность присутствия неорганической нефти в кавернозно-трещиноватом мезозойском гранитоидном кристаллическом фундаменте Кыулонгского бассейна шельфа Вьетнама (месторождение Белый Тигр) и утверждается исключительно озерно-болотно-бактериальный осадочно-биогенный генезис промышленных УВ во всем вскрытом разрезе – > 5,5 км (субстрат – олигоцен-миоцен) площади. На основе различных методов газожидкостной спектрометрии и хроматографии неглубинных проб нефти из ряда скважин делается заключение, что наиболее крупные залежи УВ в фундаменте сформированы в нем за счет проникновения тем или иным путем в его кавернозно-поровое кристаллическое пространство из прилегающего кайнозойского осадочного чехла. Основным авторским аргументом принимается: «Аналогично **всем** (статистическая выборка не приводится – *прим. авт*.) нефтям органического происхождения в нефтях месторождения Белый Тигр отсутствуют регулярные изопренаны C_{12} и C_{17} и хейлантаны (трициклические терпаны) C_{22} и C_{27}. Отличительной чертой этих нефтей является большое количество хейлантанов C_{19}-C_{29}, большие величины отношения неоадиантана и гопанов к стеранам. Все эти показатели свидетельствуют о бактериальном вкладе в генерацию этой нефти». Приведенные соображения представляются недостаточными для столь категорических суждений по причине очевидной условности объективности указанных органогеохимических соотношений.

Действительно, все фоссилизированные УВ биогенного происхождения, последовательно проходя в ходе геологической, тектонической и термобарической истории вмещающих пород ряд обязательных метаморфических преобразований, несут (сохраняют) в своем составе следы предшествовавшей среды существования (бактериальную микрофлору, планктон, бентос, растительные остатки, останки природных организмов и т.п.). Участвуя в процессах диагенеза–протокатагенеза–мезокатагенеза–апокатагенеза–метагенеза (антраксолитизации и графитизации) РОВ, УВ в каждом конкретном случае могут сочетать и сохранять самый различный набор признаков и показателей. В этой связи возникает серьезная проблема объективности и корректности органических показателей в целом и необходимость разработки методов и перехода на неорганические параметры и соотношения, находящиеся вне генетической связи с органическим веществом.

С другой стороны, локализация углеводородного насыщения пород фундамента исключительно в зонах их интенсивного дробления; основных (наиболее контрастных) разломов, разрывов и оперяющих их сообщающихся тектонических нарушений; на участках интенсивных процессов растворения и метасоматоза минералов, в совокупности образующих локальные фильтрационно-емкостные микросети; повышенная продуктивность скважин именно на этих участках свидетельствуют о достаточно малой вероятности аккумуляции УВ в эродированных выступах фундамента в процессе их латерального проникновения из облекающих генерирующих комплексов олигоцен-миоцена.

Постулируя биогенную природу УВ в фундаменте, необходимо признать в этом случае их довольно экзотическую нисходящую миграцию в фундамент по дизъюнктивам из вышезалегающих нефтегазопроизводящих отложений по модели образования в переходной зоне между ними своеобразной «воронки депрессии» – участков пониженного гидродинамического потенциала, образовавшегося за счет фазовых превращений пород и насыщающих их флюидов [6, 12] в нижних этажах осадочной толщи и в граничном пустотном пространстве субстрата. Образовавшаяся разность пьезометрических потенциалов «засасывает» флюиды из вышезалегающих нефтегазопроизводящих комплексов в подстилающее порово-трещинно-кавернозное пространство фундамента. Этот механизм пока окончательно не очевиден, мыслим гипотетически, нуждается в подтверждении фактическими данными и не коррелирует с архимедовым принципом всплывания разноплотностных флюидов в пористой среде коллекторов и зонах тектонического дробления пород в разломах и их ареалах.

Обосновывая примат биогенной природы УВ, авторы рассматриваемого исследования в качестве ее абсолютной непогрешимости привлекают геоэлектрический механизм попадания нефтяных УВ из сформировавшихся залежей осадочного чехла в кристаллический фундамент.

По их представлениям, физическая основа этого процесса заключается в том, что в период активного тектогенеза – возникновения глубинных разломов, впервые осложняющих фундамент, из генерирующих комплексов и залежей в осадочном чехле происходит интенсивная нисходящая струйная фильтрация УВ в пустоты фундамента по зонам деформаций разломов под действием электрических полей высокого напряжения, обусловленных пьезоэлектрическим эффектом трения пород и электризацией кристаллических пород в процессе трещинообразования. По состоянию знаний на настоящее время этот вариант УВ-насыщения может рассматриваться только в теоретическом аспекте.

Мы полагаем, что даже если все положения [1], основанные на материалах одного месторождения Белый Тигр, абсолютно объективны, справедливы и правомерны, то и это не может служить основанием отрицания целого направления нефтегеологической науки – полигенеза УВ, подтвержденного огромным массивом современной информации. По нашему мнению, авторы рассмотренного исследования, невольно приняли с обратным знаком ту же категорическую позицию А.И. Тимурзиева [16, 17], абсолютно отвергающего биогенную природу УВ-насыщения и стоящего на позиции их единственного глубинно-мантийного генезиса.

Литература

1. Керимов В.Ю., Горгадзе Г.Н., Ермолкин В.И. Теория органического происхождения углеводородов – фундаментальный базис прогнозирования нефтегазоносности недр //Недропользование XXI век. 2017. № 6.
2. Керимов В.Ю., Рачинский М.З. Геофлюидодинамические факторы формирования, размещения и прогноза нефтегазоносности // Советская геология. 1990. № 11. С. 31–38.
3. Керимов В.Ю., Рачинский М.З. Геофлюидодинамика нефтегазоносности подвижных поясов. М.: Недра. 2011. 598 с.
4. Линдтроп Н.Т., Анфилатова Э.А., Дмитриева Е.А. Геологические закономерности распространения крупных месторождений нефти и газа за рубежом. Л.: Недра. 1970. 151 с.
5. Рачинский М.З. Некоторые вопросы формирования, размещения и прогноза нефтегазоносности //Азербайджанское нефтяное хозяйство. 1982. № 3. С. 12–18.
6. Рачинский М.З. Консолидационные процессы в глинистых образованиях, их роль, место и значение в формировании нефтегазоносности и гидродинамического режима глубоких недр //Геология горючих ископаемых. 1983. Вып. 59. С. 15–27.
7. Рачинский М.З., Чилингар Дж.В. Сырьевая база Южно-Каспийского бассейна: результаты геологоразведочных работ 1990–2005 гг., геологические аспекты перспектив и количественная оценка //Азербайджанское нефтяное хозяйство. 2007. № 1. С. 1–18.
8. Рачинский М.З. Южно-Каспийский бассейн: геологические оценки перспектив, оценка углеводородного потенциала, стратегия поисков месторождений нефти и газа. Геофизика XXI столетия //Сб. трудов Девятых геофизических чтений им. В.В. Федынского. Тверь: Герс. 2008. С. 282–304.
9. Dodson C.R. and Standing M.B. - Pressure-volume-temperature and solubility relations for natural gas-water mixtures. Drilling and Production Practice. American Petroleum Institute, 1944, pp. 127-145.
10. Rachinsky M.Z., Chilingar G.V. - Oil and Gas Potential of South-Caspian Basin. Energy Sources Jornal, Part A, 2007, v.29, issue 15, pp. 175-195.
11. Rachinsky M.Z., Chilingar G.V. - The South-Caspian Basin's Mineral Resource Base. Energy Sources Jornal, Part A, 2008, v.30, issue 1, pp. 35-51.
12. Rachinsky M.Z., Kerimov V.Y. - Fluid Dynamics of Oil and Gas Reservoirs. Scrivener Pubishing- Wiley, 2015, p. 600.
13. Рачинский М.З. Флюидодинамический алгоритм нефтегазоносности природных резервуаров //Вестник РАЕН. 2016. № 5. С. 16–23.
14. Рачинский М.З. Флюидодинамический императив нефтегазоносности природных резервуаров //Известия вузов. Геология и разведка. 2016. № 2. С. 60–67.
15. Рачинский М.З. К проблеме генезиса глубинной нефтегазоносности //Недропользование XXI век. 2017. № 6. С. 128–133.
16. Тимурзиев А.И. «Октябрьские тезисы», или о начале второго этапа подготовки научной революции по смене парадигмы нефтегазовой геологии в России //Недропользование XXI век. 2017. № 1. С. 116–120.
17. Тимурзиев А.И. Миф энергетического голода от Хаббарта и пути решения глобальной энергетической проблемы на основе реализации проекта «Глубинная нефть» //Недропользование XXI век. 2017. № 5. С. 16–121.
18. Карпов В.А. О роли тектонического блендера в нефтегазонакоплении //Недропользование XXI век. 2012. № 4. С. 56–63.

UDC 552.578.2.061.3

M.S. Rachinsky, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Academician RANS, General Advizer to Principal Geologist ESI[1] (Environmental Solutions International, LLC), rachinskymz@gmail.com

[1]PO Box 27637, Towson, Maryland, USA.

Fluid-dinamic Concept of Oil and Gas Occurrences

Abstract. By positing as a categorical imperative for the formation of hydrocarbon clusters a pulsation–flow–and–injection paradigm, according to which, without the emigration of syngenetic underground waters from reservoirs and the creation of free pore–cracked spaces in traps, there is no subsequent synchronous migration and accumulation of hydrocarbons, the author enters into polemics with the position stated in the article V.Yu. Kerimova, G.N. Gorgadze and V.I. Ermolkina "The Theory of the Organic Origin of Hydrocarbons – the Fundamental Basis for Forecasting the Oil and Gas Potential of the Earth", published in No. 6/2017 of the journal "Subsoil Use of the 21st Century".

Keywords: hydrodynamic systems; migration of fluids; hydrocarbon accumulation; reservoirs–taps; formation of placement and deposits fields.

References

1. Kerimov V.Iu., Gorgadze G.N., Ermolkin V.I. *Teoriia organicheskogo proiskhozhdeniia uglevodorodov – fundamental'nyi bazis prognozirovaniia neftegazonosnosti nedr* [The theory of the organic origin of hydrocarbons is a fundamental basis for forecasting the petroleum potential of the subsoil]. *Nedropol'zovanie XXI vek* [Subsoil use of the XXI century], 2017, no. 6.
2. Kerimov V.Iu., Rachinskii M.Z. *Geofliuidodinamicheskie faktory formirovaniia, razmeshcheniia i prognoza neftegazonosnosti* [Geofluidodynamic factors of formation, location and forecast of oil and gas potential]. *Sovetskaia geologiia* [Soviet geology], 1990, no. 11, pp. 31–38.
3. Kerimov V.Iu., Rachinskii M.Z. *Geofliuidodinamika neftegazonosnosti podvizhnykh poiasov* [Geofluidodynamics of petroleum potential of mobile belts]. Moscow, Nedra Publ., 2011, 598 p.
4. Lindtrop N.T., Anfilatova E.A., Dmitrieva E.A. *Geologicheskie zakonomernosti rasprostraneniia krupnykh mestorozhdenii nefti i gaza za rubezhom* [Geological patterns of the distribution of large oil and gas fields abroad], Leningrad, Nedra Publ., 1970, 151 p.
5. Rachinskii M.Z. *Nekotorye voprosy formirovaniia, razmeshcheniia i prognoza neftegazonosnosti* [Some issues of formation, location and forecast of oil and gas]. *Azerbaidzhanskoe neftianoe khoziaistvo* [Azerbaijan Oil Industry], 1982, no. 3, pp. 12–18.
6. Rachinskii M.Z. *Konsolidatsionnye protsessy v glinistykh obrazovaniiakh, ikh rol', mesto i znachenie v formirovanii neftegazonosnosti i gidrodinamicheskogo rezhima glubokikh nedr* [Consolidation processes in clay formations, their role, place and importance in the formation of oil and gas potential and hydrodynamic regime of deep subsoil]. *Geologiia goriuchikh iskopaemykh* [Geology of combustible minerals], 1983, issue 59, pp. 15–27.
7. Rachinskii M.Z., Chilingar Dzh.V. *Syr'evaia baza Iuzhno-Kaspiiskogo basseina: rezul'taty geologorazvedochnykh rabot 1990–2005 gg., geologicheskie aspekty perspektiv i kolichestvennaia otsenka* [Raw materials base of the South Caspian Basin: results of geological exploration in 1990-2005, geological aspects of prospects and quantitative assessment]. *Azerbaidzhanskoe neftianoe khoziaistvo* [Azerbaijan Oil Industry], 2007, no. 1, pp. 1–18.
8. Rachinskii M.Z. *Iuzhno-Kaspiiskii bassein: geologicheskie otsenki perspektiv, otsenka uglevodorodnogo potentsiala, strategiia poiskov mestorozhdenii nefti i gaza. Geofizika XXI stoletiia* [South Caspian basin: geological assessments of prospects, assessment of hydrocarbon potential, a strategy for prospecting oil and gas fields. Geophysics of the XXI century]. Collection of Proceedings of the Ninth Geophysical Readings named after V.V. Fedynsky. Tver, Gers Publ., 2008, pp. 282–304.
9. Dodson C.R. and Standing M.B. - Pressure-volume-temperature and solubility relations for natural gas-water mixtures. Drilling and Production Practice. American Petroleum Institute, 1944, rr. 127-145.
10. Rachinsky M.Z., Chilingar G.V. - Oil and Gas Potential of South-Caspian Basin. Energy Sources Jornal, Part A, 2007, v.29, issue 15, rr. 175-195.
11. Rachinsky M.Z., Chilingar G.V. - The South-Caspian Basin's Mineral Resource Base. Energy Sources Jornal, Part A, 2008, v.30, issue 1, rr. 35-51.
12. Rachinsky M.Z., Kerimov V.Y. - Fluid Dynamics of Oil and Gas Reservoirs. Scrivener Pubishing- Wiley, 2015, r. 600.
13. Rachinskii M.Z. *Fliuidodinamicheskii algoritm neftegazonosnosti prirodnykh rezervuarov* [Fluidodynamic algorithm of oil and gas potential of natural reservoirs]. *Vestnik RAEN* [Bulletin of RANS], 2016, no. 5, pp. 16–23.
14. Rachinskii M.Z. *Fliuidodinamicheskii imperativ neftegazonosnosti prirodnykh rezervuarov* [Fluidodynamic imperative of oil and gas potential of natural reservoirs]. *Izvestiia vuzov. Geologiia i razvedka* [Proceedings of high schools. Geology and exploration], 2016, no. 2, pp. 60–67.
15. Rachinskii M.Z. *K probleme genezisa glubinnoi neftegazonosnosti* [To the problem of the genesis of deep oil and gas potential]. *Nedropol'zovanie XXI vek* [Subsoil use of the XXI century], 2017, no. 6, pp. 128–133.
16. Timurziev A.I. *«Oktiabr'skie tezisy», ili o nachale vtorogo etapa podgotovki nauchnoi revoliutsii po smene paradigmy neftegazovoi geologii v Rossii* ["October theses", or the beginning of the second stage of the preparation of a scientific revolution on the paradigm shift in oil and gas geology in Russia]. *Nedropol'zovanie XXI vek* [Subsoil use of the XXI century], 2017, no. 1, pp. 116–120.
17. Timurziev A.I. *Mif energeticheskogo goloda ot Khabbarta i puti resheniia global'noi energeticheskoi problemy na osnove realizatsii proekta «Glubinnaia neft'»* [The myth of the energy hunger from Hubbart and ways to solve the global energy problem on the basis of the implementation of the project "Deep Oil"]. *Nedropol'zovanie XXI vek* [Subsoil use of the XXI century], 2017, no. 5, pp. 16–121.
18. Karpov V.A. *O roli tektonicheskogo blendera v neftegazonakoplenii* [About the role of a tectonic blender in oil and gas accumulation]. *Nedropol'zovanie XXI vek* [Subsoil use of the XXI century], 2012, no. 4, pp. 56–63.