

Науки о Земле / Science of Earth

1.6.11. Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений

УДК: 550.8.05

DOI: 10.69537/VKNPIRAN.2024.18.3.010

ОБОБЩЕННЫЕ МОДЕЛИ ГЛУБИННОГО НЕФТЕГАЗООБРАЗОВАНИЯ И ФЛЮИДОДИНАМИКИ В СВЯЗИ С ПРОБЛЕМОЙ ВОСПОЛНЯЕМОСТИ ЗАПАСОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ТЕРСКО-СУНЖЕНСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО РАЙОНА

© Даукаев Арун Абалханович (а), Доценко Валерий Владимирович (б),
Бачаева Тумиша Хамидовна (с)

- (а) Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова РАН, заведующий отделом ТЭК и РП, д.г.-м.н., daykaev@mail.ru, Грозный
- (б) Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова РАН, в.н.с. отдела ТЭК и РП, доц., к.г.-м.н., d.valeri@mail.ru, Грозный
- (с) Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова РАН, с.н.с. отдела ТЭК и РП, доц., к.г.-м.н., bachaeva@bk.ru, Грозный

Аннотация. Статья посвящена исследованию проблемы глубинного образования и восполнения запасов месторождений на примере Терско-Сунженского нефтегазоносного района в контексте современных концепций нефтегазообразования и нефтегазонакопления. Для решения поставленной задачи были использованы фондовые материалы и опубликованные литературные источники, проведен комплексный анализ фактических геолого-геофизических материалов и данных бурения и теоретических положений о процессах образования нефти и газа и флюидодинамики. Дано понятие о волноводах в недрах Земли, приведены различные взгляды о механизмах восполнения запасов месторождений нефти и газа. Необходимость дальнейшего изучения месторождений Терско-Сунженского нефтегазоносного района, связывается с совершенствованием теоретических представлений и практики разработки месторождений нефти и газа.

Ключевые слова: нефтегазообразование, месторождение, залежь, флюидопроводящие каналы, геодинамические процессы, глубинные разломы, дегазация мантии, Терско-Сунженский нефтегазоносный район, Старогрозненское нефтегазовое месторождение.

GENERALIZED MODELS OF DEEP OIL AND GAS FORMATION AND FLUID DYNAMICS IN CONNECTION WITH THE PROBLEM OF REPLENISHMENT OF DEPOSIT RESERVES USING THE EXAMPLE OF THE TERSKO-SUNZHENSKY OIL AND GAS REGION

© Daukaev Arun Abalkhanovich (a), Dotsenko Valery Vladimirovich (b), Bachaeva Tumisha Khamidovna (c)

(a) Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences, Grozny, Head of the Fuel and Energy Complex and Rational Nature Management Department, Dr. of Geological and Mineral Sciences daykaev@mail.ru

(b) Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences, Leading Researcher of the Fuel and Energy Complex and Rational Nature Management Department, Assoc. Prof., Cand. of Geological and Mineral Sciences, d.valeri@mail.ru

(c) Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences, Senior Researcher Department of Fuel and Energy Complex and Rational Nature Management, Assoc. Prof., PhD in Geology and Mineralogy, bachaeva@bk.ru

Abstract. The article is devoted to the study of the problem of deep formation and replenishment of reserves of deposits on the example of the Tersko-Sunzhensky oil and gas region in the context of modern concepts of oil and gas formation and oil and gas accumulation. To solve the problem, archive materials and published literary sources were used, a comprehensive analysis of actual geological and geophysical materials and drilling data and theoretical provisions on the processes of oil and gas formation and fluid dynamics was carried out. The concept of waveguides in the bowels of the Earth is given, various views on the mechanisms of replenishment of oil and gas fields are given. The need for further study of the Tersko-Sunzhensky oil and gas region fields is associated with the improvement of theoretical provisions and practice of oil and gas field development.

Key words: oil and gas formation, field, deposit, fluid-conducting channels, geodynamic processes, deep faults, mantle degassing, Tersko-Sunzhensky oil and gas region, Starogrozenskoye oil and gas field.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из фундаментальных проблем геологии нефти и газа является проблема образования УВ и формирования их скоплений в недрах Земли. Более 300 лет не прекращаются дискуссии по поводу происхождения нефти. В течение всего XX века существовали и существуют в настоящее время представления об очень медленных процессах нефтегазообразования и нефтегазонакопления, основанные на чрезвычайно малых скоростях процессов формирования скоплений УВ в сравнении с периодом эксплуатации месторождений, которые основаны на органической концепции. Но с конца прошлого столетия начали получать новые данные, обосновывающие скоротечность процессов генерации, миграции и формирования скоплений УВ. Отдельные исследователи считают необходимостью выделить углеводородную сферу (увосферу), что связано с глобальностью распространения углеводородных соединений в недрах и особенностями химического состава этих соединений. Отмечается, что увосфера возникла в результате взаимодействия литосферы, гидросферы, биосферы и влияния верхней мантии [Соколов, 1986].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

В 1993 г. вышла работа Б.А. Соколова и А.Н. Гусевой [Соколов и др., 1993], где впервые были изложены представления о возможности естественного восполнения запасов месторождений нефти и газа, основанные на целом ряде фактических данных. В последующие годы аспекты естественного восполнения запасов развивали К.Б. Аширов

(2000), Р.Х. Муслимов (2006) и др., А.Н. Дмитриевский (2007), В.П. Гаврилов, [2008], А.А. Барренбаум [2020] и многие другие исследователи. На основе анализа закономерностей изменения свойств и параметров УВ (плотность, температура, газовый фактор и др.) Е.Ю. Горюнов и др. [Горюнов и др., 2018] дали оценку возможности восполнения запасов месторождений Волго-Уральской нефтегазоносной провинции. Проблему восполнения запасов месторождений УВ многие исследователи связывают с современными движениями земной коры. При этом А.Н. Дмитриевский, И.Е. Баланюк и др. [Дмитриевский и др., 2007, 2008] отмечают, что все процессы, наблюдаемые в районах интенсивной добычи нефти и газа – волновые и колебательные движения, восполнение запасов месторождений УВ и др. обусловлены флюидным режимом и свойствами земной коры (волноводы и др.). Волноводы, представляющие собой реологически ослабленные флюидонасыщенные слои с пониженными скоростями сейсмических волн, отмечены в ряде нефтегазоносных регионов на глубинах 15-25 км А.В. Каракиным и др. [Каракин и др., 2003]. Они существуют за счёт дегазации мантии и восходящего тепломассопереноса, осуществляемого по зонам деформаций в коре и верхней мантии. По представлению Ш.Ф. Мехтиева (2010) на глубинах существования волноводов в разломных зонах имеются наиболее подходящие условия для генерации нефти. А.Н. Дмитриевский и др. [Дмитриевский и др., 2008] отмечают, что движению флюидных потоков способствует дилатация горных пород, связанная с геодинамическими напряжениями. Аникиевым К.А. и Введенской А.Я ещё в 1975 г. было показано, что планетарные пояса дегазации и аномально высоких пластовых давлений (АВПД) связаны с эпицентрами землетрясений. Позже К.А. Аникиев и Л.П. Шендерей (1986) предположили, что именно вторжения глубинных диапиров являются спусковым механизмом большинства землетрясений в литосфере. Кроме того, газофлюидные диапиры разного ранга, связанные с дериватами мантийных магматических очагов, пульсационно-периодически вторгаясь по разломам в литосферу, способствуют возникновению АВПД в природных резервуарах и формируют газонефтеносность Земли (К.А. Аникиев; 1964, 1980, 1989). Данная газо-геодинамическая модель газонефтеобразования и газонефте-накопления получила отражение во флюидодинамической модели Б.А. Соколова (1985) и развитие в пульсационно-флюидогеотермодинамической модели В.И. Дюнина (2000), В.И. Дюнина и А.В. Корзун (2001, 2003), а также в модели месторождений с различными флюидодинамическими параметрами М.В. Багдасаровой (2000, 2001).

В настоящей статье акцентируется внимание на геолого-геохимических показателях глубинного происхождения нефти и газа, наряду с другими критериями.

Обобщённая геолого-геохимическая модель нефтегазообразования в условиях астеносферы и литосферы и нефтегазонакопления в осадочном чехле и породах фундамента.

В различных вариантах неорганических концепций имеется много сходных черт. Геологический аспект модели связывается с геодинамической активностью Земли, проявляющейся циклически и может быть основан как на теории тектоники плит и континентального рифтогенеза в соответствии с представлениями Г.Н. Доленко (1990) и других исследователей, так и на тектонических процессах, обусловленных мантийным диапиризмом в соответствии с представлениями Ф.А. Алексеева и др. (1978), К.А. Аникиева (1989), Е.В. Артюшкова (1970), В.И. Дюнина и А.В. Корзун (2003), П.Н. Кропоткина (1986), О.Г. Сорохтина (1972, 1974) и др. (рис. 1) [Доценко, 2007]. В активизированных астеносфер-

ных очагах за счет конвекции происходит концентрация летучих компонентов веществ нижней мантии. Рост геодинамических напряжений и генерация нефти и газа приводят к развитию над астеносферными очагами газонасыщенных флюидных диапиров и глубинных разломов. Прорыв этих диапиров, содержащих УВ, идет к земной поверхности по разломам под высоким давлением. В определённых условиях прорыв инициирует землетрясения и образование новых разломов. Кроме того, порождаемые землетрясениями вариации физических полей, и перепады пластового давления также способствуют образованию УВ.

Таким образом, дальнейшие химические превращения УВ в широком интервале глубин обуславливают образование многокомпонентного состава нефти. При этом в нижней части земной коры и верхней мантии образование УВ может протекать по схемам Э.Б. Чекалюка, Г.Е. Бойко (1982), И.В. Гринберга (1982) и Г.Н. Доленко (1990), а в верхней её части по схеме Н.В. Черского и В.П. Царева (1984). Обычно интенсивные потоки флюидов идут по узлам пересечения глубинных разломов (трубам дегазации по П.Н. Кропоткину, или трубам телетермальной дегазации (по Ю.И. Пиковскому и М.В. Багдасаровой).

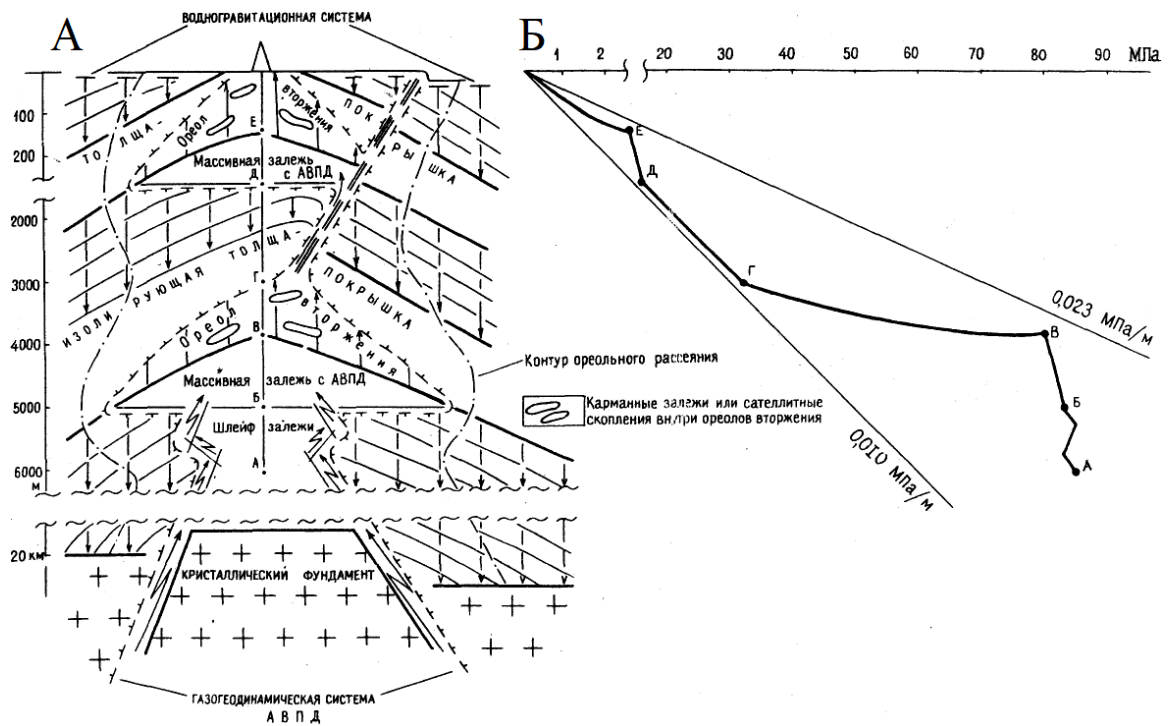


Рис. 1 Модель вертикально миграционной газогеодинамической системы газонефтяного диапиризма по К.А. Аникиеву (1989).

Условные обозначения: А – Модель явления газонефтяного диапиризма в недрах нефтегазонасыщенных структур осадочного чехла земной коры, представленного компонентами газогеодинамической системы АВПД (массивные залежи, ореолы вторжения, шлейфы залежей, флюидопроводящие разрывы и др.), которая воплощает и развивает глобальный вертикально миграционный закон Н.А. Кудрявцева.

Б – Закономерности распределения градиентов АВПД, удельных избыточных запасов упругости сжатого газа в вертикально миграционной газогеохимической системе газонефтяного диапиризма.

В настоящее время из неорганических концепций наибольшее признание и значительную аргументацию получили концепции дегазации Земли. Это концепции «холодной» дегазации мантии и газогеохимические концепции (К.А. Аникиев, 1964, 1980, 1989; Б.М. Валяев, 1994, 1997; П.Н. Кропоткин, Б.М. Валяев, 1965; П.Н. Кропоткин, 1986); пульсационно-флюидогеохимическая концепция (В.И. Дюнин, А.В. Корзун, 2001, 2003; космическая концепция В.Б. Порфирьева, 1957, 1967); концепция дегазации ядра Земли (А.А. Маракушев; 1990, 2000), которые во многом имеют общие черты. В этих и других концепциях глубинной углеводородной дегазации ключевая роль в энергетике эндогенных процессов отводится потокам водорода из ядра Земли (Ф.А. Летников, А.А. Маракушев), а также автоволновым процессам (А.Н. Дмитриевский, И.А. Володин). В то же время признается полигенез нефти и газа и в рамках неорганических концепций.

Основные показатели восполняемости запасов месторождений нефти и газа. Месторождения Северного Кавказа как пример скоротечности процессов образования УВ-скоплений. В работах В.В. Доценко [Доценко, 2014] и других исследователей выделяются следующие основные показатели процесса восполнения запасов УВ, которые проявляются в различных геологических условиях: полное заполнение ловушки УВ; АВПД в залежах; высокий газовый фактор нефтей, достигающий $1000 \text{ м}^3/\text{т}$ и его скачкообразное увеличение; пульсирующий характер поступления нефти и воды в процессе разработки; устойчивые высокие дебиты нефти скважин, характеризующихся аномально высокой накопленной добычей; резкие различия геохимических характеристик нефти, вариации плотности и вязкости нефти в пределах залежи; резко пониженная минерализация подошвенных и законтурных вод, вплоть до пресных, под газовыми и нефтяными залежами; наличие лёгких светлых нефтей (фильтратов) в зоне гипергенеза; возобновление работы старых простаивающих эксплуатационных скважин. Наиболее важным фактом восполняемости запасов нефти является превышение суммарного объема добытой нефти над утвержденными запасами, или необычно высокий коэффициент извлечения нефти (КИН), приближающийся к геологическим запасам или даже превышающий их [Гаврилов, 2008; Доценко, 2014; Муслимов, 2004].

Большинство из отмеченных показателей проявляется на Николаевском и Убеженском нефтегазовых месторождениях Ставропольского свода и месторождениях Терско-Сунженского нефтегазоносного района (ТС НГР) (З.Х. Моллаев, В.В. Доценко, 2015; Даукаев, 2020). В последнем наиболее разведанным и нефтепродуктивным является верхнемеловой комплекс отложений, с которыми связано более 40 % суммарной нефтедобычи района. Из продуктивных пластов верхнего мела получены притоки нефти промышленного значения с глубин до 5900 м. Распределение высокодебитных верхнемеловых залежей УВ на исследуемой территории подчиняется расположению глубинных разломов, представленных серией дизъюнктивных нарушений в фундаменте, над которыми в осадочном чехле формировались несколько параллельных антиклинальных зон, состоящих из концентрированно расположенных нефтегазоносных структур. Формирование этих крупных, компактно расположенных залежей нефти трудно объяснить с позиции миграция УВ из вышележащих майкопских или из нижерасположенных маломощных глинистых толщ

нижнего мела. Образование их, и расположенных выше многочисленных залежей в миоценовых песчаных пластах можно объяснить только за счет вертикальной миграции УВ-флюидов по активным глубинным разломам и глиняного диапиризма, фиксируемого здесь. Многоэтажность (верхнеюрский, меловой и среднемиоценовый этажи) и многопластовость (верхнеюрские, нижнемеловые, верхнемеловые, чокракские, караганские пласты) и приуроченность их к глубинным разломам можно объяснить с позиции абиогенного генезиса УВ (рис. 2).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, ТС НГР по данным геолого-геофизических исследований, бурения и других методов исследований относится к областям современных интенсивных тектоно-геодинамических процессов. В свою очередь последние активируют процессы образования УВ, сквозную миграцию флюидных потоков под высоким давлением, формирование и переформирование месторождений нефти и газа.

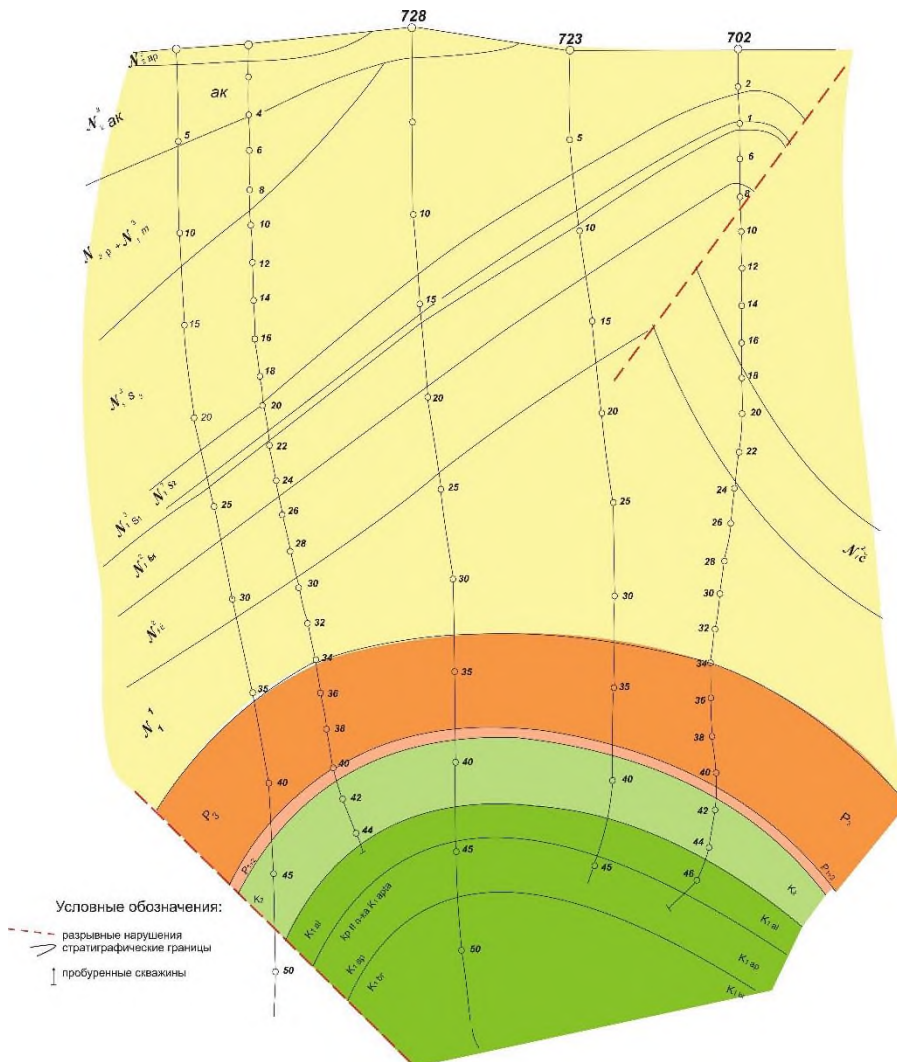


Рис. 2 Поперечный геологический разрез Старогрозненского нефтегазового месторождения.

При этом наиболее мощные потоки флюидов идут по флюидопроводящим каналам, приуроченным, как правило, к узлам пересечения глубинных разломов, характеризующимся наибольшей геодинамической и сейсмотектонической активностью. Выше отмеченные месторождения Северного Кавказа, являются ярким примером скоротечности процессов нефтегазообразования и нефтегазонакопления. Со времени открытия и по настоящее время Старогрозненское месторождение находится в разработке. Основываясь на современных концепциях образования нефти в пределах данного месторождения и других, можно прогнозировать залежи нефти и газа и в более глубоких горизонтах юры, триаса и даже в палеозойских отложениях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баренбаум, А. А. О непригодности органической и минеральной гипотез для объяснения явления современного восполнения разрабатываемых месторождений нефти и газа/ А. А. Баренбаум [Текст] // О новой парадигме развития нефтегазовой геологии: Материалы Международной научно-практической конференции. — Казань: Изд-во «Ихлас», 2020. — С. 59-62.
2. Гаврилов, В. П. Возможные механизмы естественного восполнения запасов на нефтяных и газовых месторождениях [Текст] / В. П. Гаврилов // Геология нефти и газа. — 2008. — № 1. — С. 56-64.
3. Даукаев, А. А. История и перспективы развития геологоразведочных и научно-исследовательских работ на нефть и газ на Северном Кавказе (XIX-XXI в) [Текст] / А. А. Даукаев. — Москва: Спутник, 2018 — 224 с.
4. Даукаев, А. А. Терский и Сунженский антиклинории Восточного Предкавказья как зоны разгрузки глубинных флюидных систем/ А. А. Даукаев. [Текст] // О новой парадигме развития нефтегазовой геологии: Материалы Международной научно-практической конференции. — Казань: Изд-во «Ихлас», 2020. — С. 80-84.
5. Daukaev, A. A. Aydamirova, Z. G. Abubakarova, E. A. Shairov, A. A. Movlaeva, A. M. Bachaeva, T. Kh. Zakriev, Kh. I. Dzharnagaliev, R. Z. Starogroznensky oil and gas field: historical background and current status./ Daukaev A.A. and others. [Text] // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 3rd International Symposium on Engineering and Earth Sciences (ISEES 2020). 2020. — С. 012012.
6. Дмитриевский, А. Н. Баланюк, И. Е. Каракин, А. В. Один из возможных механизмов восполнения запасов углеводородов / А. Н. Дмитриевский, И. Е. Баланюк, А. В. Каракин // Доклады АН. — № 5. — Т. 415. — 2007. — С. 678-681.
7. Дмитриевский, А.Н. Баланюк, И.Е. Каракин, А.В. и др. Современные движения земной коры и механизм возобновления запасов углеводородов / А. Н. Дмитриевский, И. Е. Баланюк, А. В. Каракин и др. // Геология, геофизика и разработка НГМ. — № 5. — 2008. — С. 9-20.
8. Доценко, В. В. Геохимия и происхождение нефти и газа: Учеб. Пособ. для вузов / Под ред. А.Н. Резников / В. В. Доценко. — Ростов-на-Дону: Изд-во ООО «ЦВВР», 2007. — 306 с.

9. Доценко В.В. Показатели современной вертикальной миграции углеводородов и процесса формирования залежей нефти и газа на Юге России / В. В. Доценко // Вестник Академии наук Чеченской Республики. — № 3. — 2014. — С. 79-86.
10. Доценко, В. В. Представления о скорости миграции углеводородов и продолжительности процесса формирования залежей нефти и газа (в связи с проблемой установления залежей с самовосполняющимися запасами) / В. В. Доценко // Современные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии Северного Кавказа. Материалы III Всероссийской научно-технической конференции. — Грозный: АН ЧР, 2014. — С. 48-51.
11. Каракин, А. В. Курьянов, Ю. А. Павленкова, Н. И. Разломы, трещиноватые зоны и волноводы в верхних слоях земной оболочки. — М.: Государственный научный центр Российской Федерации. ВНИИГеосистем, 2003. — 222 с.
12. Муслимов, Р. Х. Роль новых геологических идей в развитии старых нефтедобывающих районов в первой четверти XXI века/ Р. Х. Муслимов // Геология нефти и газа. — № 1. — 2004. — С. 2-10.
13. Горюнов, Е. Ю. Трофимов, В. А. Нестерова, А. Е. Чесалова, Е. И. Проблемы естественного восполнения запасов углеводородов месторождений Волго-Уральской НГП и пути их решения / Е. Ю. Горюнов, В. А. Трофимов, А. Е. Нестерова, Е. И. Чесалова // VI Кудрявцевские чтения. — М., 2018. — С. 86-99.
14. Соколов, Б. А. Методологические вопросы создания общей теории нефтегазоносности недр/ Б. А. Соколов // Методологические проблемы геологии нефти и газа и их связь с практикой. — Новосибирск: Наука, 1986. — С. 146-153.
15. Соколов, Б. А. Гусева, А. Н. О возможности быстрой современной генерации нефти и газа / Б. А. Соколов, А. Н. Гусева // Вестник Московского университета. — Сер. 4. — Геология. — 1993. — № 3. — С. 39-46.

REFERENCES

1. Barenbaum, A. A. On the unsuitability of the organic and mineral hypotheses for explaining the phenomenon of modern replenishment of developed oil and gas fields / A. A. Barenbaum [Text] // On a new paradigm for the development of oil and gas geology: Proceedings of the International scientific and practical conference. - Kazan: Ikhlas Publishing House, 2020. - P. 59-62.
2. Gavrilov, V. P. Possible mechanisms of natural replenishment of reserves in oil and gas fields [Text] / V. P. Gavrilov // Geology of oil and gas. - 2008. - No. 1. - P. 56-64.
3. Daukaev, A. A. History and prospects for the development of geological exploration and research work on oil and gas in the North Caucasus (XIX-XXI centuries) [Text] / A. A. Daukaev. — Moscow: Sputnik, 2018 — 224 p.
4. Daukaev, A. A. Tersky and Sunzhensky anticlinoria of the Eastern Ciscaucasia as zones of discharge of deep fluid systems / A. A. Daukaev. [Text] // On a new paradigm for the development of oil and gas geology: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference. — Kazan: Ikhlas Publishing House, 2020. — P. 80-84.
5. Daukaev, A. A. Aydamirova, Z. G. Abubakarova, E. A. Shaipov, A. A. Movlaeva, A. M. Bachaeva, T. Kh. Zakriev, Kh. I. Dzharagaliev, R. Z. Starogroznensky oil and gas field: historical background and current status./ Daukaev A.A. and others. [Text] // IOP Conference

Series: Materials Science and Engineering. 3rd International Symposium on Engineering and Earth Sciences (ISEES 2020). 2020. — P. 012012.

6. Dmitrievsky, A. N. Balanyuk, I. E. Karakin, A. V. One of the possible mechanisms for replenishment of hydrocarbon reserves / A. N. Dmitrievsky, I. E. Balanyuk, A. V. Karakin // Reports of the Academy of Sciences. — No. 5. — Vol. 415. — 2007. — P. 678-681.

7. Dmitrievsky, A. N. Balanyuk, I. E. Karakin, A. V. et al. Modern movements of the earth's crust and the mechanism of renewal of hydrocarbon reserves / A. N. Dmitrievsky, I. E. Balanyuk, A. V. Karakin et al. // Geology, geophysics and development of oil and gas fields. — No. 5. — 2008. — P. 9-20.

8. Dotsenko, V. V. Geochemistry and origin of oil and gas: Textbook. Manual. for universities / Ed. A. N. Reznikov / V. V. Dotsenko. — Rostov-on-Don: Publishing house of OOO "TsVVR", 2007. — 306 p.

9. Dotsenko V. V. Indicators of modern vertical migration of hydrocarbons and the process of formation of oil and gas deposits in the South of Russia / V. V. Dotsenko // Bulletin of the Academy of Sciences of the Chechen Republic. — No. 3. — 2014. — P. 79-86.

10. Dotsenko, V. V. Concepts of the rate of hydrocarbon migration and the duration of the process of formation of oil and gas deposits (in connection with the problem of establishing deposits with self-replenishing reserves) / V. V. Dotsenko // Modern problems of geology, geophysics and geoecology of the North Caucasus. Proceedings of the III All-Russian scientific and technical conference. - Grozny: Academy of Sciences of the Chechen Republic, 2014. - P. 48-51.

11. Karakin, A. V. Kuryanov, Yu. A. Pavlenkova, N. I. Faults, fractured zones and waveguides in the upper layers of the earth's shell. - Moscow: State Scientific Center of the Russian Federation. VNIIGeosistem, 2003. - 222 p.

12. Muslimov, R. Kh. The role of new geological ideas in the development of old oil-producing regions in the first quarter of the 21st century / R. Kh. Muslimov // Geology of oil and gas. — No. 1. — 2004. — P. 2-10.

13. Goryunov, E. Yu. Trofimov, V. A. Nesterova, A. E. Chesalova, E. I. Problems of natural replenishment of hydrocarbon reserves of the Volga-Ural oil and gas province and ways to solve them / E. Yu Goryunov, V. A. Trofimov, A. E. Nesterova, E. I. Chesalova // VI Kudryavtsev readings. — Moscow, 2018. — P. 86-99.

14. Sokolov, B. A. Methodological issues of creating a general theory of oil and gas potential of the subsoil / B. A. Sokolov // Methodological problems of oil and gas geology and their connection with practice. — Novosibirsk: Nauka, 1986. — P. 146-153.

Sokolov, B. A. Guseva, A. N. On the possibility of fast modern generation of oil and gas / B. A. Sokolov, A. N. Guseva // Bulletin of Moscow University. - Series. 4. - Geology. - 1993. - No. 3. - P. 39-46.