

Перспективы развития Института проблем нефти и газа РАН при взаимодействии с газодобывающими компаниями России

Э.С. Закиров

Институт проблем нефти и газа РАН, г. Москва, Россия
E-mail: ezakirov@ogri.ru

Аннотация. На прошедшем в декабре 2022 г. XX Юбилейном Международном Форуме «Газ России 2022 – поворот на Восток» Российского газового общества было высказано множество идей относительно текущего состояния газового рынка. Однако не было предложено ни одного подхода к дальнейшему развитию газовой отрасли страны. Данная статья является полемичной, но задающей одно из возможных направлений конкурентного развития рынков нефти и газа России. До некоторой степени статья является обзорной по инновационным технологиям Института проблем нефти и газа РАН, ориентированным на решение каждодневных задач газодобывающих компаний на различных месторождениях. Предлагается комплекс уже апробированных технологий для значительного снижения эксплуатационных затрат и повышения эффективности разработки месторождений газа в различных термобарических условиях.

Ключевые слова: совершенствование разработки газовых, газоконденсатных, нефтегазоконденсатных месторождений, повышение коэффициентов извлечения, многофункциональные технологии, Оренбургское, Вуктыльское и Уренгойское нефтегазоконденсатные месторождения, низконапорный газ, водоизоляция, пескопроявление

Для цитирования: Закиров Э.С. Перспективы развития Института проблем нефти и газа РАН при взаимодействии с газодобывающими компаниями России // Актуальные проблемы нефти и газа. 2023. Вып. 3(42). С. 24–33. <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2023-42.art2>

Введение

В России существует большое разнообразие газовых месторождений, от сеноманских залежей с сухим газом до ачимовских околокритических флюидальных систем. Часто разработка газоконденсатной шапки дополнительно осложняется наличием нефтяной оторочки. У сотрудников Института проблем нефти и газа (ИПНГ) РАН имеются решения по совершенствованию разработки для каждого из рассматриваемых типов флюидальных систем, с учетом текущего состояния системы разработки, пластового давления, массообменных процессов и т. д. Хотя в ИПНГ РАН также имеются представители геологических специальностей, статья акцентирует внимание читателя на процессах

разработки как потенциально дающих наибольшую и быструю выгоду при трансформации системы разработки. Задача данной статьи – расширить площадку для взаимодействия сотрудников института с газодобывающими компаниями страны.

Низконапорный газ

Сотрудники ИПНГ РАН работают над созданием новых материалов для совершенствования существующих технологий при решении проблем, характерных для залежей низконапорного газа:

- борьба с пескопроявлениями;
- водоизоляция;
- разнообразные виды ремонта скважин.

За период 2009–2011 гг. произведено опробование технологий для повышения эффективности эксплуатации на 80 газовых скважинах [1], однако, их дальнейшее применение приостановлено. Эффективно решена проблема проведения работ по водоизоляции в субгоризонтальных газовых скважинах без глушения [2]. Перечисленный набор технологий позволяет быстро, дешево решать насущные задачи на слабосцементированных коллекторах сеномана.

Принципиально новая задача – с использованием новых материалов, аддитивных технологий 3D-печати создать дешевую и надежную замену гравийным фильтрам. В статье [3] рассматривается вопрос создания керновых образцов с заданными свойствами на основе 3D-принтеров. В целом процесс первоначального патентования соответствующих идей близится к завершению, в ближайшем будущем институт готов обратиться в профильные департаменты газодобывающих компаний с просьбой о проведении опытно-промышленных испытаний разрабатываемых технологий на месторождениях и подземных хранилищах газа.

Соответствующие технологии или практически готовы, или требуют опытно-промышленных испытаний, при их использовании возможно значимое снижение актуальности проблем выноса песка, водопроявлений и т. д. с одновременным увеличением дебита газа обрабатываемых скважин.

Кроме научно-инженерных задач по обработке отдельных скважин специалистами ИПНГ РАН предлагаются технологии по доработке залежей низконапорного газа [4, 5]. Кратко о предложенной технологии говорится в одной из статей¹ данного выпуска, посвященной одной из тем Госзадания ИПНГ РАН.

Оренбургское нефтегазоконденсатное месторождение

Не вдаваясь подробно в историю изменений в оценке запасов Оренбургского нефтегазоконденсатного месторождения (ОНГКМ), приведем графические изображения того, как выглядит нефтяная оторочка данного месторождения (рис. 1 и 2) по актуальным на сегодняшний день представлениям.

На указанных рисунках приведены профильный разрез и вид сверху на месторождение. Следует отметить, что при открытии месторождения оторочка трассировалась не так, приближаясь по своему виду к представленному на рис. 3. Не останавливаясь на причинах подобной трактовки строения месторождения, первое предложение ИПНГ РАН состоит в доизучении оторочки ОНГКМ с оценкой потенциала промышленной разработки частично расформированной залежи нефти. Да, оторочка сместилась в газовую часть в силу градиента давления, вызванного истощением пластового давления в газовой части. Однако, результаты бурения скважины 1-ВМС, последующая интерпретация полученных данных керна и геофизических исследований скважин позволили специалистам ИПНГ РАН утверждать возможность доработки нефтяной оторочки с потенциальным достижением коэффициента извлечения нефти на уровне 25%. Для перехода на полномасштабное развитие подобных идей необходимо проведение опытно-промышленных работ на участке месторождения.

¹ См. статью *Закиров Э.С.* «Совершенствование методов моделирования, лабораторных и промысловых исследований для создания новых технологий эффективного экологически чистого извлечения углеводородов в сложных горно-геологических условиях» в данном выпуске.

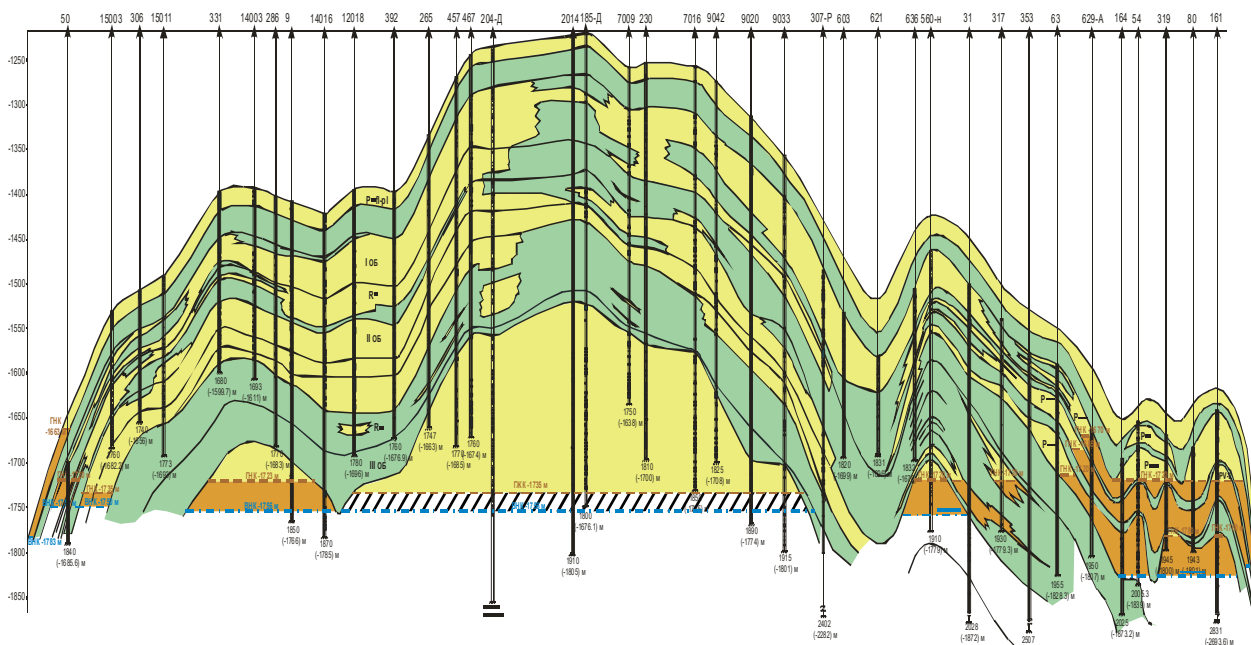


Рис. 1. Профильный разрез ОНГКМ с текущей трассировкой нефтяной оторочки (из открытых источников)

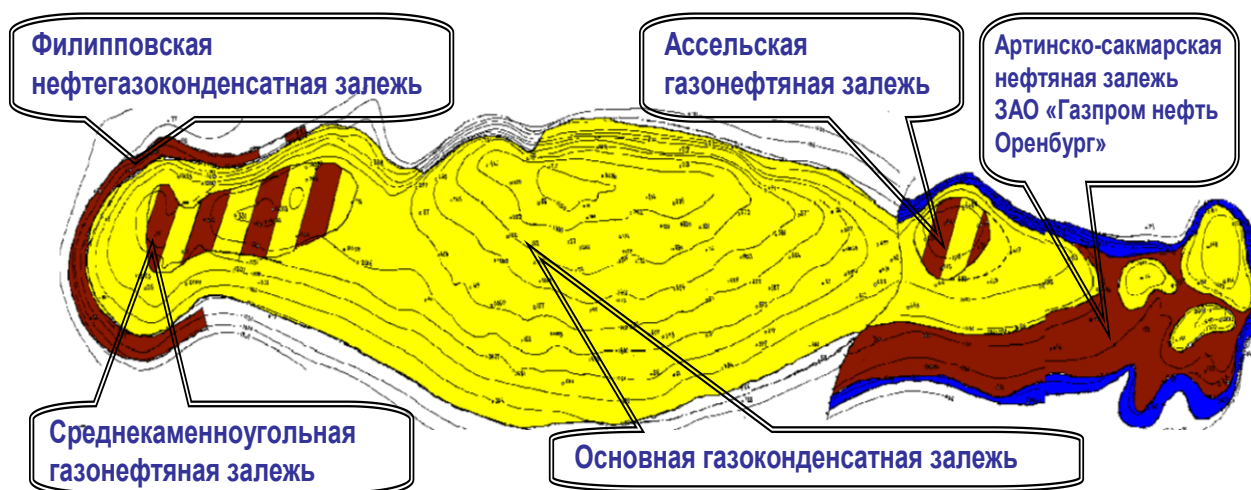


Рис. 2. Схема расположения контуров нефтегазоносности залежей ОНГКМ (из открытых источников)

Вернемся к газовой части месторождения. Подсчитанные в 2003 г. на основе разработанных методик специалистами ИПНГ РАН, ООО «ВолгоУралНИПИгаз» и компании «Рохар» геологические запасы трудноизвлекаемой нефти (определенной как высокомолекулярное сырье (ВМС) на тот момент исследований) были представлены на рассмотрение и экспертизу в Государст-

венную комиссию по запасам полезных ископаемых Министерства природных ресурсов Российской Федерации (ГКЗ МПР РФ). Экспертно-технический совет ФГУ ГКЗ Роснедра МПР РФ в 2005 г. оценил суммарные ресурсы высокомолекулярного сырья (нефти) в зонах газонасыщения ОНГКМ в объеме 2,59 млрд т нефтяного эквивалента, в том числе 578 млн т масел были отнесены к запасам категории С2.

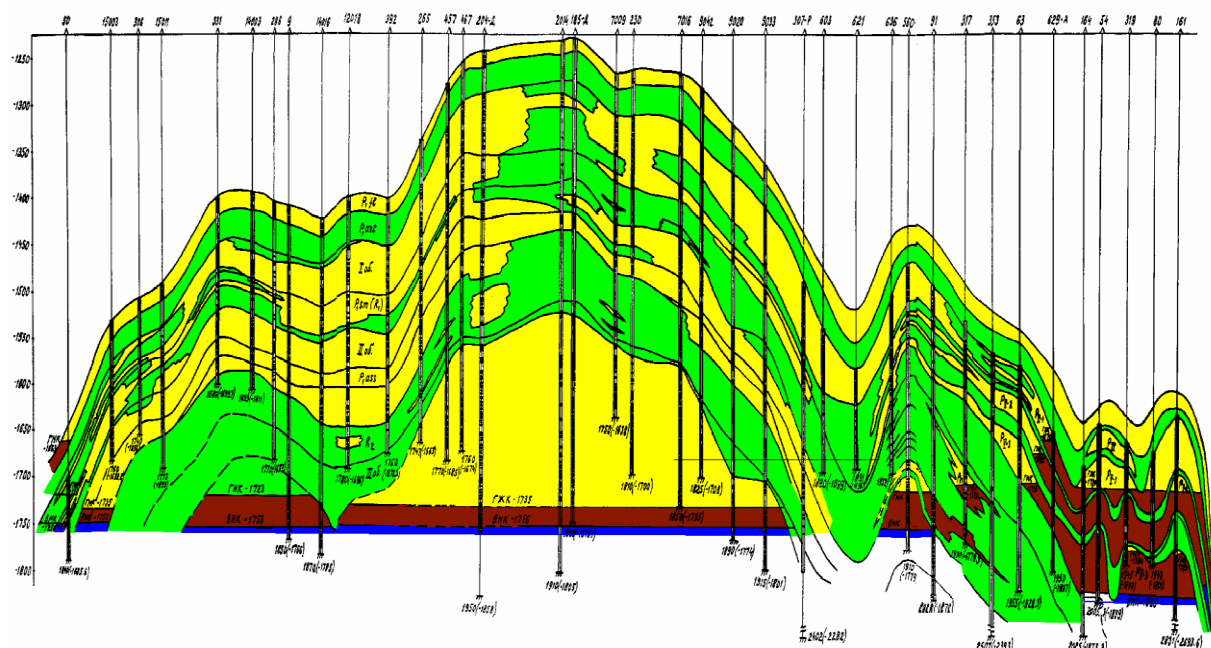


Рис. 3. Профильный разрез ОНГКМ с вероятной трассировкой нефтяной оторочки (из открытых источников)

В 2012 г. на основе разработанной уточненной методики и созданных оригинальных математических геолого-геохимических 3D-моделей Оренбургского НКМ учеными ИПНГ РАН (в составе договора ООО «Газпром ВНИИГАЗ» с ООО «Газпром добыча Оренбург») был проведен уточненный подсчет суммарных геологических запасов матричной нефти, а также подсчет запасов (ресурсов) ее отдельных компонентов (жидких нефтяных углеводородов, масел, смол, асфальтенов),

см. рис. 4. Уточненные суммарные геологические запасы трудноизвлекаемой нефти (матричной нефти, ВМС) в поровых и трещинно-поровых коллекторах газонасыщенной части Оренбургского месторождения оценены в 3,058 млрд т, в том числе запасы жидких нефтяных углеводородов (ЖУВ) – 2,421 млрд т, суммарные запасы высокомолекулярных компонентов (ВМК): масел, смол, асфальтенов – 637,2 млн т, из которых 337,72 млн т – запасы масел [6, 7].

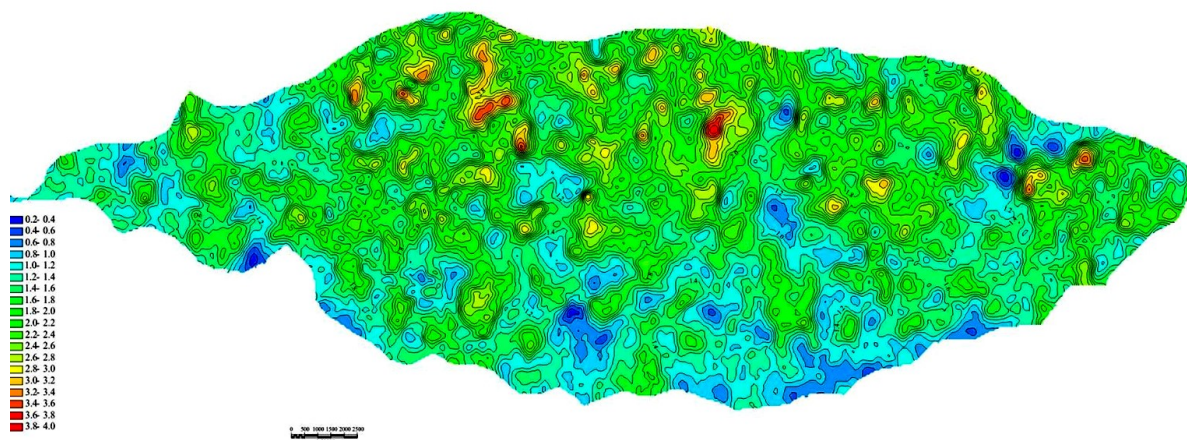


Рис. 4. Линейные запасы жидких углеводородов матричной нефти в поровых коллекторах центральной части ОНГКМ, т/м² [7]

Второе предложение Института проблем нефти и газа РАН относительно ОНГКМ состоит в поиске экономически рентабельной технологии добычи ЖУВ из газовой части в промышленных масштабах.

Общий вывод: ОНГКМ – это не умирающий газовый промысел, а «Клондайк ценных металлов». Как показали последующие исследования, не только в переносном смысле, а в самом что ни на есть прямом: в высокомолекулярном сырье ОНГКМ содержатся промышленные количества многих редкоземельных и благородных металлов.

Добыча на заключительных стадиях разработки уникальных запасов трудноизвлекаемой нефти из газовой части обустроенных, с развитой инфраструктурой газоконденсатных и нефтегазоконденсатных месторождений, особенно таких крупных, как Оренбургское НГКМ, значительно более рентабельна по сравнению с добычей газа, конденсата и нефти на вновь вводимых средних и малых месторождениях. Она позволит

продлить на десятилетия жизнь соответствующих градообразующих предприятий и регионов.

Вуктыльское нефтегазоконденсатное месторождение

На основе разработанной методики впервые на основании данных равновесного PVT-моделирования по всему разрезу месторождения и геологического 3D-моделирования специалистами ИПНГ РАН подсчитаны начальные запасы ЖУВ матричной нефти Вуктыльского нефтегазоконденсатного месторождения (ВНГКМ). Запасы ЖУВ матричной нефти в продуктивных газонасыщенных отложениях ВНГКМ оценены в количестве 148 385,3 тыс. т, что повышает практически в два раза начальную ресурсную базу ВНГКМ по жидким углеводородам.

Приведенные исследования заставляют по-другому взглянуть на проблему доизвлечения выпавшего в пласте ВНГКМ конденсата (рис. 5).

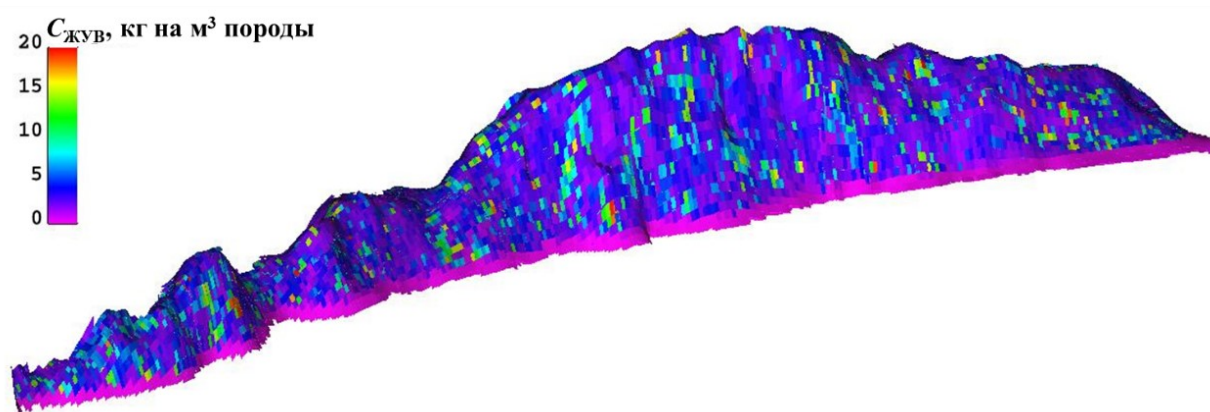


Рис. 5. Объемное распределение величин объемных концентраций ЖУВ в продуктивных газонасыщенных отложениях Вуктыльского НГКМ (по данным геолого-геохимического 3D-моделирования с использованием методики [8])

Наличие в пласте на момент начала разработки ЖУВ ненулевой насыщенности в газовой части увеличивает насыщенность конденсатом в каждый момент времени. Вполне вероятно стекание конденсата вниз к подошве пласта с формированием конденсатной оторочки по типу нефтяной. Тогда вполне эффективной технологией станет заводнение сформировавшейся оторочки и извлечение конденсата по технологиям добычи нефти.

Уренгойское нефтегазоконденсатное месторождение

ИПНГ РАН – единственная в стране научная организация, которая обладает теоретическими и практическими знаниями того, как эффективно «разорвать» нефтяной и газовый проекты, как технологически независимо разрабатывать нефтяные оторочки и газовые шапки с организацией медленного сайклинг-процесса в газоконденсатной шапке для извлечения выпавшего в пласте конденсата [9]. Не последнее слово в этом вопросе могут сказать идеи EPGI (energy production/gas injection – производства энергии и закачки газа) [10]. Технологически вопрос достиг зрелости и промышленно реализуется компанией Epsana на месторождении Weyburn.

Хотя идея совершенствования технологии разработки УНГКМ и сформулирована выше, ее практическая реализация требует качественной проработки вопроса с использованием 3D геолого-гидродинамической модели всех продуктивных отложений. Ибо совместное использование ресурсов газа для повышения коэффициентов

извлечения конденсата и нефти потребует значительных усилий в совместной работе сотрудников научных и проектных институтов.

В статье (см. ссылку¹, с. 2) данного выпуска кратко освещаются вопросы разработки газовых залежей с аномальным содержанием конденсата, включая околокритические.

Заключение

ИПНГ РАН – единственный институт в системе РАН, комплексно решающий вопросы повышения компонентоотдачи пластов. В институте создаются принципиально новые (включая многофункциональные), а также совершенствуются существующие технологии разработки газовых месторождений во всех термобарических условиях флюидальных систем, включая околокритические. Разрабатываются новые материалы для использования в инновационных технологиях ремонта скважин, водоизоляции и борьбы с пескопроявлениями.

Институт – лидер в области компьютерного 3D-моделирования процессов разработки месторождений природных углеводородов. Неиспользование его потенциала для нужд газовой отрасли считаем нерациональным.

Наметившийся отказ от наукометрии в оценке научной деятельности и переход к оценке вклада в результаты функционирования реальной промышленности открывает неограниченные перспективы для взаимодействия института с добывающими предприятиями страны и мира.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания ИПНГ РАН (тема «Совершенствование методов моделирования, лабораторных и промысловых исследований для создания новых технологий эффективного экологически чистого извлечения углеводородов в сложных горно-геологических условиях» (122022800272-4)).

Литература

1. *Каушанский Д.А.* Комплекс технологий для повышения эффективности эксплуатации газовых скважин на месторождениях, вступивших в заключительную стадию разработки в условиях Арктики и Западной Сибири // Наука и техника газовой промышленности. 2017. № 1. С. 40–53.
2. *Каушанский Д.А., Демьяновский В.Б., Цицорин А.И., Москвичев В.Н.* Ограничение водопритока в субгоризонтальных скважинах без глушения // Время колтюбинга. Время ГРП. 2013. № 3(45). С. 44–47.
3. *Демьяновский В.Б.* Исследование возможности проектирования и изготовления лабораторных моделей ядра методом 3D-проектирования и 3D-печати // Актуальные проблемы нефти и газа. 2022. Вып. 4(39). С. 117–125. <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2022-39.art9>
4. *Закиров Э.С., Аникеев Д.П., Закиров С.Н., Алексеева Ю.В.* О способе доразработки водоплавающей залежи с запасами низконапорного газа // Деловой журнал Neftegaz.RU. 2020. № 7(103). С. 22–27.
5. *Закиров С.Н., Индрупский И.М., Закиров Э.С., Аникеев Д.П.* Пат. RU 2594496 С1. Способ доразработки водоплавающей залежи с запасами низконапорного газа. № 2015126934/03; Заявл. 07.07.2015; Оpubл. 20.08.2016 // Изобретения. Полезные модели. 2016. Бюл. № 23. 12 с. <http://www1.fips.ru>
6. *Дмитриевский А.Н., Скибицкая Н.А., Гафаров Н.А.* и др. Ресурсный потенциал газовой части Оренбургского нефтегазоконденсатного месторождения на поздних стадиях разработки // Актуальные проблемы нефти и газа. 2021. Вып. 3(34). С. 35–48. <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2021-34.art3>
7. *Дмитриевский А.Н., Ефимов А.Г., Гутман И.С.* и др. Матричная нефть, остаточные запасы газа Оренбургского НГКМ и перспективы их освоения // Актуальные проблемы нефти и газа. 2018. Вып. 4(23). С. 22. <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2018-23.art22>
8. *Скибицкая Н.А., Бурханова И.О., Большаков М.Н., Марутян О.О., Доманова Е.Г., Пуго Т.А.* Методика построения трехмерной геологической модели эффективной пористости Вуктыльского месторождения // Актуальные проблемы нефти и газа. 2022. Вып. 2(37). С. 3–16. <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2022-37.art1>
9. *Закиров Э.С.* О некоторых проблемах и решениях при 3D-моделировании процессов разработки нефтяных и газовых месторождений // Доклады Российской академии наук. Науки о Земле. 2023. Т. 510, № 1. С. 5–10. <https://doi.org/10.31857/S2686739722602976>
10. *Западинский А.Л.* Пат. RU 2187626 С1. Способ разработки залежи углеводородного сырья (варианты). № 2001127126/03; Заявл. 08.10.2001; Оpubл. 20.08.2002 // Изобретения. Полезные модели. 2002. Бюл. № 23. 17 с. <http://www1.fips.ru>

Информация об авторе

Эрнест Сумбатович Закиров – д.т.н., директор, главный научный сотрудник, Институт проблем нефти и газа РАН, Москва, Россия, ezakirov@ogri.ru

Поступила в редакцию 25.07.2023

Feasible ways of future development of Oil and Gas Research Institute of the Russian Academy of Sciences in cooperation with Russian gas companies

E.S. Zakirov

Oil and Gas Research Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
E-mail: ezakirov@ogri.ru

Abstract. At the 20th Anniversary International Forum of the Russian Gas Society “The Gas of Russia 2022 – Turn to the East” held in December 2022, many ideas were expressed about the current state of the gas market. However, no approach at all for the further development of the country’s gas industry was put forward. This article is polemical, but sets out one possible direction for the competitive development of Russia’s oil and gas markets. To a certain extent, the article is a review of innovative technologies by Oil and Gas Research Institute of the Russian Academy of Sciences aimed at solving everyday problems of gas producing companies at various fields. It offers a set of already tested technologies to significantly reduce operating costs and improve the efficiency of gas field development in various PT conditions.

Keywords: improving the development of gas, gas condensate, oil and gas condensate fields, increasing component recovery factors, multifunctional technologies, Orenburg, Vuktyl and Urengoy oil and gas condensate fields, low-pressure gas, water insulation, sand production

Citation: *Zakirov E.S.* Feasible ways of future development of Oil and Gas Research Institute of the Russian Academy of Sciences in cooperation with Russian gas companies // Actual Problems of Oil and Gas. 2023. Iss. 3(42). P. 24–33. <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2023-42.art2> (In Russ.).

References

1. *Kaushanskiy D.A.* A set of technologies to improve the efficiency of gas well operation at fields entering the final stage of development in the conditions of the Arctic and Western Siberia // Science and Technology in the Gas Industry. 2017. No. 1. P. 40–53. (In Russ.).
2. *Kaushansky D.A., Demyanovskiy V.B., Tsitsorin A.I., Moskvichev V.N.* Water shutoff in subhorizontal gas wells with no well killing // Coiled Tubing Times. 2013. No. 3(45). P. 44–47.
3. *Demyanovskiy V.B.* Study of the possibility of designing and manufacturing laboratory models of the core by 3D design and 3D printing // Actual Problems of Oil and Gas. 2022. Iss. 4(39). P. 117–125. <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2022-39.art9> (In Russ.).
4. *Zakirov E.S., Anikeev D.P., Zakirov S.N., Alekseeva Yu.V.* On the method of further development of a water-floating deposit with low-pressure gas reserves // Business Magazine Neftegaz.RU. 2020. No. 7(103). P. 22–27. (In Russ.).
5. *Zakirov S.N., Indrupskij I.M., Zakirov E.S., Anikeev D.P.* Pat. RU 2594496 C1. Method for further development of bottom water-drive reservoir with low pressure gas reserves. No. 2015126934/03; Appl. 07.07.2015; Publ. 20.08.2016 // Inventions. Utility models. 2016. Bull. No. 23. 12 p. <http://www1.fips.ru> (In Russ.).
6. *Dmitrievskiy A.N., Skibitskaya N.A., Gafarov N.A.* et al. Resource potential of gas-saturated part of the Orenburg oil and gas condensate field at the final stages of development // Actual Problems of Oil and Gas. 2021. Iss. 3(34). P. 35–48. <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2021-34.art3> (In Russ.).

7. *Dmitrievsky A.N., Efimov A.G., Gutman I.S. et al.* Matrix oil and residual gas reserves of Orenburg oil-gas condensate field and prospects of their development // Actual Problems of Oil and Gas. 2018. Iss. 4(23). P. 22. <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2018-23.art22> (In Russ.).

8. *Skibitskaya N.A., Burkhanova I.O., Bolshakov M.N., Marutyay O.O., Domanova E.G., Pugo T.A.* The method of creating three-dimensional geological model of effective porosity of the Vuktyl field // Actual Problems of Oil and Gas. 2022. Iss. 2(37). P. 3–16. <https://doi.org/10.29222/ipng.2078-5712.2022-37.art1> (In Russ.).

9. *Zakirov E.S.* Some problems and solutions in 3D modeling of the processes of oil and gas field development // Doklady Earth Sciences. 2023. Vol. 510, No. 1. P. 243–247. <https://doi.org/10.1134/S1028334X23600020>

10. *Zapadinskij A.L.* Pat. RU 2187626 C1. Method of development of hydrocarbon material pool (versions). No. 2001127126/03; Appl. 08.10.2001; Publ. 20.08.2002 // Inventions. Utility models. 2002. Bull. No. 23. 17 p. <http://www1.fips.ru> (In Russ.).

Information about the author

Ernest S. Zakirov – Dr. Sci. (Eng.), Director, Chief Researcher, Oil and Gas Research Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, ezakirov@ogri.ru

Received 25.07.2023