

DOI: <https://doi.org/10.25689/NP.2022.2.174-192>

EDN ZPSNHR

УДК 622.276.1/4

Вклад Р.Г. Абдулмазитова в развитие нефтяной промышленности Татарстана и его научное наследие

^{1,2}*Мухаметшин Р.З.*

¹*Казанский федеральный университет, Казань, Россия*

²*Уральский государственный горный университет, Екатеринбург, Россия*

Contribution of R.G. Abdulmazitov to the development of Tatarstan oil industry and its scientific heritage

^{1,2}*R.Z. Mukhametshin*

¹*Kazan Federal University, Kazan, Russia*

²*Ural State Mining University, Ekaterinburg, Russia*

E-mail: geoeng111@yandex.ru

Аннотация. В статье, посвященной памяти (75-летию со дня рождения) выдающегося ученого и изобретателя, рассмотрены его достижения при освоении, проектировании разработки, анализе выработки трудноизвлекаемых запасов нефти на нефтяных месторождениях Татарстана и создании для этого эффективных технологий.

Ключевые слова: выдающийся ученый, изобретатель, юбилей, нефтяное месторождение, эксплуатационный объект, трудноизвлекаемые запасы, заводнение, опытно-промышленные работы, сложный коллектор, низкопродуктивный пласт, оптимизация плотности сетки скважин, заслуги, достижения

Для цитирования: Мухаметшин Р.З. Вклад Р.Г. Абдулмазитова в развитие нефтяной промышленности Татарстана и его научное наследие//Нефтяная провинция. - 2022. - №2(30). - С.174-192. - DOI <https://doi.org/10.25689/NP.2022.2.174-192>. - EDN ZPSNHR

Abstract. The Article, Dedicated to the Memory (75th Birthday) of the Outstanding Scientist and Inventor, Considers his Achievements in the Development Design, Analysis of the Development of Hard-To-Recover Oil Reserves in the Tatarstan Oil Fields and the Creation of Effective Technologies for this.

Key words: *Outstanding Scientist, Inventor, Anniversary, Oil Field, Production Facility, Hard-To-Recover Reserves, Flooding, Pilot Work, Complex Reservoir, Low-Productivity Formation, Optimization Of Well Pattern Density, Merits, Achievements*

For citation: R.Z. Mukhametshin. Vklad R.G. Abdulmazitova v razvitiye neftyanoy promyshlennosti Tatarstana i yego nauchnoye naslediyе [Contribution of R.G. Abdulmazitov to the development of Tatarstan Oil Industry and its Scientific Heritage]. Neftyanaya Provintsiya, No. 2(30), 2022. pp. 174-192. DOI <https://doi.org/10.25689/NP.2022.2.174-192>. EDN ZPSNHR (in Russian)

Рафиль Гиниятуллович Абдулмазитов родился 29.03.1947 г. в г. Октябрьский Башкирской АССР в семье работника НПУ «Туймазанефть». В 1966 г. параллельно с обучением в Октябрьском нефтяном техникуме по специальности «Оборудование нефтяных и газовых промыслов» поступил в Уфимский нефтяной институт. По окончании института (1971 г.) по распределению он начал работать инженером в отделе разработки нефтяных месторождений ТатНИПИнефти, и с этим центром нефтяной науки Татарстана оказалась связана вся его научно-трудовая деятельность.

Первым наставником молодого специалиста Р.Г. Абдулмазитова, а затем и его научным руководителем во время учебы в аспирантуре (без отрыва от производства) стал к.т.н. В.М. Ошитко, который разглядел в молодом специалисте задатки ученого. Уже первые доклады на конференциях молодых ученых и специалистов ТатНИПИнефти, на Всесоюзном совещании (Москва, 1976) и публикации [1, 2 и др.] показали актуальность выбранного направления исследований. В начале 70-х гг. в ПО «Татнефть» получили продолжение опытно-промышленные работы (ОПР) по повышению эффективности выработки запасов нефти в низкопроницаемых пластах, или алевролитах. Общим для апробации технологий являлось выделение таких пластов в самостоятельный объект разработки и разбуривание их по существенно более плотной сетке - 12–16 га/скв. Экспериментальные технологии предусматривали применение заводнения и повышение забойного давления в нагнетательных скважинах до 0,9 горного, на

устье - 20-25 МПа (в частности, на Альметьевском опытном участке). Это позволило существенно повысить продуктивность окружающих скважин, а анализировавшему результаты ОПР исследователю в лице Р.Г. Абдулмазито-ва выработать предложения по вовлечению в активную разработку подобных объектов, имеющих широкое распространение не только на уникальном по размерам Ромашкинском месторождении. В работе «Влияние основных элементов системы разработки на охват пластов заводнением и нефтеотдачу многопластовых эксплуатационных объектов», успешно защищенной им в 1983 г. в качестве кандидатской диссертации на заседании диссертационного совета при Уфимском нефтяном институте, им были предложены научные идеи по совершенствованию системы разработки девонских залежей Ромашкинского и других крупных месторождений, внедрение которых дало ощутимый экономический эффект. Результаты исследований были высоко оценены. Постановлением от 29 августа 1991 г. № 28/8 за работу «Создание и широкое промышленное внедрение методов регулирования процессов разработки при заводнении пластов нефтяных месторождений Татарстана» Рафилю Гиниятулловичу Абдулмазитову присуждена Премия Министерства нефтяной и газовой промышленности СССР.

Важное место при проведении ОПР заняли вопросы оценки влияния плотности сетки скважин на коэффициент конечного нефтеизвлечения. Созданная Р.Г. Абдулмазитовым [5, 6] методика оценки этого влияния по характеристикам вытеснения позволила установить следующие особенности: а) с уплотнением сетки скважин нефтеизвлечение увеличивается и довольно существенно; б) в интервале плотности сетки 5–15 га/скв. прирост нефтеизвлечения составляет до 0,92 % (абс.) на каждый га уплотнения. Это обусловлено высокой неоднородностью пластов, прерывистостью слоев-коллекторов в разрезе: например, более половины проницаемых слоев башкирского яруса имеет протяженность менее 200 м [7]. Таким образом,

достижение относительно высоких значений КИН в условиях залежей вязкой нефти в карбонатных коллекторах оказалось немыслимым без применения достаточно плотных сеток скважин.

В 1984 г. он возглавил лабораторию в отделе разработки, которая осуществляла работы по проектированию и анализу разработки месторождений склонов Южно-Татарского свода (как правило, небольших по размерам), а также юго-восточного склона Северо-Татарского свода. Следует отметить, что многочисленным месторождениям этих тектонических элементов, включающим более 1000 залежей нефти, присущи такие особенности, как многоэтажность и многообъектность (многозалежность). Разнообразие геолого-физических характеристик и горно-геологических условий эксплуатационных объектов создало определенные трудности при проектировании разработки подобных месторождений и потребовало как-то типизировать как сами объекты разработки, так и их комбинации на месторождениях. Проведенные Р.Г. Абдулмазитовым исследования дали возможность систематизировать и накопленные данные. В первую очередь нефтяные месторождения им разделены на высокопродуктивные, в которых залежи терригенной толщи верхнего девона и нижнего карбона являются базисными эксплуатационными объектами, и низкопродуктивные, с преобладанием трудноизвлекаемых запасов, которые, по определению автора, «при применении традиционных методов (различные виды природного режима и стационарное заводнение) вырабатываются со сравнительно низкими технико-экономическими показателями и низким (обычно не выше 20–30 %) нефтеизвлечением». К последним им отнесены запасы всех типов залежей, содержащих высоковязкие нефти (более 30 мПа·с); запасы в низкопроницаемых терригенных и карбонатных коллекторах, в водонефтяных зонах с небольшой нефтенасыщенной толщиной коллектора (2-3 м) и незначительной (менее 40 %) долей нефтенасыщенной части пласта к эффективной толщине коллектора.

Составленная Р.Г. Абдулмазитовым классификация залежей нефти по геолого-промысловым характеристикам с использованием метода главных компонент [5, 8] позволяет: во-первых, выявить и распространить результаты ОПР на однотипные объекты, намеченные к вводу в разработку; во-вторых, провести исследования внутри отдельных групп объектов путем сравнения показателей их разработки для выявления и оценки эффективности проводимых геолого-технологических мероприятий.

Накопленный опыт эксплуатации залежей вязкой (до 50 мПа·с) нефти и проведение широкомасштабных экспериментальных работ в системе ОАО (ПО) «Татнефть» в 80–90-е гг. позволили создать и широко использовать при проектировании залежей нефти с трудноизвлекаемыми запасами комплексную систему разработки, предусматривающую в числе прочих следующее [9]:

- обоснованное выделение эксплуатационных объектов;
- оптимизацию плотности сетки скважин;
- развитие традиционного стационарного и применение различных модификаций нестационарного заводнения с изменением направлений фильтрационных потоков жидкости в пласте;
- применение системы разработки эксплуатационных объектов с бурением скважин с горизонтальным окончанием.

Эти исследования также были высоко оценены: работа «Высокоэффективная комплексная система разработки трудноизвлекаемых запасов нефти», выполненная коллективом ведущих специалистов республики, в 1994 г. удостоена Государственной премии РТ в области науки и техники, и **Р.Г. Абдулмазитову вручены диплом и удостоверение лауреата за № 1.**



Особое место в научном наследии Р.Г. Абдулмазитова занимает оценка результатов и подведение итогов уникального промышленного эксперимента по изучению влияния плотности сетки скважин на производительность залежи и нефтеотдачу, проводимого с 1958 г. на Бавлинском месторождении [10, 11]. Важность эксперимента подчеркивалось тем, что на протяжении длительного времени рядом специалистов (главным образом из головного института Миннефтепрома СССР - ВНИИнефть) развивалось мнение о незначительном влиянии плотности сетки скважин на нефтеотдачу и потому рекомендовались редкие сетки для повышения технико-экономических показателей. Данный эксперимент должен был решить следующие задачи:

1. Доказать возможность сохранения достигнутого дебита нефти из основной залежи (горизонт D_I), равного 10000 т/сут при остановке 50 % действующих добывающих скважин.
2. Изучить в реальных условиях разработки горизонта D_I зависимость нефтеотдачи от плотности размещения скважин.

До начала промышленного эксперимента из основной залежи было добыто 30,3 % начальных извлекаемых запасов нефти, текущая обводненность достигла 4,8 %. Фонтанным способом эксплуатировались 77 % скважин, периодически фонтаном - 5 % и механизированным способом 18 %. Дебит фонтанных скважин изменялся от 30 до 150 т/сут и в среднем составлял около 60 т/сут.

Как отмечалось С.А. Султановым и Г.Г. Вахитовым (1961 г.), через три года после начала эксперимента: «Равномерное перераспределение требуемой планом среднесуточной добычи нефти из пласта по меньшему числу действующих скважин не привело к сколько-нибудь значительному изменению пластового давления в залежи». К этому времени в результате осуществления промышленного эксперимента на Бавлинском месторождении удалось доказать возможность получения из горизонта D_I достигнутого объема добычи нефти вдвое меньшим числом скважин без ущерба нор-

мальному режиму эксплуатации залежи нефти. В течение 1958–1960 гг. обеспечивалась запроектированная на этот период высокая и стабильная добыча нефти - 3,6–3,7 млн т в год. Фактическая обводненность добываемой продукции достаточно близко совпадала с проектной. Следует также отметить, что основная нагрузка добычи нефти была переложена на скважины центральной части месторождения, поэтому резкого увеличения обводненности скважин, работающих на увеличенном отборе, во времени не наблюдалось. Отмеченное стало возможным на стадии разработки при фонтанном способе эксплуатации и значительном увеличении депрессии на пласт (Р.Х. Муслимов и др., 1981).

Вторая, или основная, задача промышленного эксперимента являлась одной из важнейших научных и практических задач нефтяной промышленности. Для решения ее потребовалось длительное время и тщательное проведение большого объема теоретических и промысловых исследований. Было решено [10, 11] по мере продвижения контура нефтеносности и обводнения добывающих скважин первого и второго рядов и выключения их из работы вводить в эксплуатацию в обводненной зоне ранее остановленные на время эксперимента скважины. Выключение из эксплуатации окружающих добывающих скважин является «как бы сигналом, что вся нефть, которая могла быть ими добыта при осуществляемой системе разработки, действительно добыта. ... Извлеченное из всех экспериментальных скважин, должно соответствовать потерям нефти, связанным с редкой сеткой скважин». Как показал выполненный анализ [10, 11], потери от разрежения сетки скважин на Бавлинском месторождении, по оценке различных исследователей, в том числе проведенных под руководством Р.Г. Абдулмазитова, составляют 4,7–12,7 % (абсолютных), что существенно выше, чем ранее предполагалось авторами предложенных экспериментальных работ (до 0,25–1,5 %).

С целью оценки потерь, полученных от эксперимента по разрежению сетки скважин и влиянию разрежения на нефтеотдачу на основной залежи

горизонта Д₁ Бавлинского месторождения в ТатНИПИнефти также проведены расчеты с использованием геолого-технологической модели с рассмотрением двух вариантов с прогнозными показателями разработки с 1958 до 2020 гг. Первый вариант предусматривал все мероприятия, заложенные в промышленный эксперимент по разрежению сетки скважин путем отключения 77 добывающих скважин. Второй вариант подразумевает дальнейшую эксплуатацию всех скважин залежи при сложившейся на 01.05.1958 г. системе разработки без отключения экспериментальных скважин и изменения режимов их работ. Результаты моделирования и повариантных расчетов позволяют утверждать, что потеря нефти за счет разрежения сетки скважин на 1.01.2021 г. составляет около 6,0 % [12], то есть подтвердили ранее полученные данные.

Кроме того, попутно осуществлялся другой эксперимент для установления возможности выработки запасов нефти водонефтяной зоны скважинами, расположенными в чисто нефтяной зоне залежи. Анализ промысловых данных показал, что залежь необходимо было с самого начала разбуривать по равномерной оптимальной сетке скважин [11, 13].

И еще одна важная особенность проектирования разработки многоэтажного Бавлинского месторождения привлекла внимание Р.Г. Абдулмазито-ва. Он отметил, что вначале проектирование разработки проводили отдельно по терригенным отложениям девона и отдельно по нижнему карбону, тогда, как показала практика, проектирование разработки необходимо выполнять по всем объектам месторождения одновременно. Это дает возможность целенаправленно решать вопросы разведки, подготовки к разработке, повышается эффективность эксплуатационного бурения и использования пробуренного фонда скважин (возврат, опробование различных горизонтов, добуривание до нижележащих пластов и др.) [11].

Новый этап в научной деятельности Р.Г. Абдулмазито-ва наступил со вступлением в должность заместителя директора ТатНИПИнефть по научной работе в области разработки нефтяных месторождений и развития информа-

ционных технологий (2000 г.). При этом существенно расширился круг решаемых им задач. Со стороны кажется, что с его приходом на эту должность научная деятельность сотрудников отдела развития информационных технологий и моделирования пластовых систем заметно оживилась, защитили кандидатские диссертации А.В. Насыбуллин, Д.А. Разживин и др., проводимые исследования получили практическую направленность. В течение сравнительно небольшого периода времени в отделе выполнены следующие разработки (приводятся в сокращенном виде):

- использование информационных технологий для анализа эффективности вариантов разработки перспективных участков и геологического строения площадей Ромашкинского месторождения, решения задач по контролю и регулированию процесса разработки, расчетов и анализа технологических показателей [14, 15];
- анализ геологического строения и технологических показателей разработки пластов девона крупнейших месторождений [16];
- технология построения геологических и геолого-технологических моделей нефтяных месторождений [17-20];
- моделирование разработки залежей с трещинно-поровыми коллекторами [21];
- автоматизированный поиск решений по усовершенствованию системы разработки нефтяного месторождения [22];
- программный продукт по составлению технико-экономического обоснования разработки нефтяных месторождений [23].

Накопленный опыт и поистине энциклопедические знания позволили Р.Г. Абдулмазитову вместе с коллегами успешно справиться с заданием ОАО «Татнефть» и довести до логического завершения создание IV Генеральной схемы Ромашкинского месторождения [24].

Уже через год Р.Г. Абдулмазитов завершил написание докторской диссертации, которая получила самую высокую оценку среди специалистов страны, и была успешно им защищена в диссертационном совете

при НПФ «Геофизика» [25]. Мною также был подготовлен отзыв на автореферат, в котором, наряду с прочими достижениями (уже приведенными в этой статье), отмечалось следующее:

1. Повышение эффективности разработки месторождений нефти с трудноизвлекаемыми запасами нефти чрезвычайно сложная научно-техническая проблема. Ее решение невозможно без научного обоснования, совершенствования традиционных и создания новых перспективных технологий. Учитывая динамику изменения структуры запасов на месторождениях России в целом и Республики Татарстан в частности, и необходимость ввода в активную разработку довольно многочисленных так называемых малоэффективных залежей нефти, нельзя не подчеркнуть важность и актуальность данной проблемы.
2. Несмотря на то, что отдельные вопросы диссертационной темы с различной детальностью рассматривались и другими исследователями, автор данной работы, применив комплексный подход, предлагает принципиально новые, эффективные для конкретных условий типов залежей технологии.
3. Практически содержание работы – это совокупность адресных, адаптированных к различным геолого-физическим условиям систем разработки на основе разработанных автором новых технологий и составленной им классификации нефтяных залежей. Нельзя не отметить высокую «технологичность» и вместе с тем эффективность рассмотренных в автореферате патентов.
4. Характеризуя работу в целом, следует особо отметить большой объем фактического материала, явившегося ее базой, что дало возможность соискателю тщательно и аргументированно обосновать основные выводы и рекомендации.
5. Основные положения диссертационной работы прошли апробацию на многочисленных форумах ученых и специалистов, в том числе

самого высокого уровня, включая международные симпозиумы и конференции и всероссийские совещания. Практическая значимость результатов исследований, полученных только за последние годы, подтверждается дополнительной добычей продукции, объем которой превышает 200 тыс. т нефти.

Следует добавить к этому, что разработанные Р.Г. Абдулмазитовым способы и технологии для выработки трудноизвлекаемых запасов нефти отличает, как правило, простота и очевидность, отсутствие необходимости в коренных изменениях в системах разработки и т.д. Иллюстрацией этому служат данные, приведенные в работах [25, 26].

К числу его несомненных достижений следует отнести и весьма удачную адаптацию технологии SAGD для условий многочисленных месторождений сверхвязкой нефти в отложениях уфимского яруса пермской системы [27]. Надо отметить, что поначалу предложенная технология была встречена в штыки и более всего к ней крайне негативно отнесся проф. Р.Н. Дияшев, который многие годы в ТатНИПИнефти возглавлял отдел, задействованный в решении проблемы освоения месторождений природных битумов и сверхвязких нефтей. И, разумеется, оппоненты и думать не могли, что из песчаных пластов перми можно будет добывать из каждой скважины по 15 т/сутки и более аномально вязкой продукции. Проведенные до этого эксперименты [28] не позволяли надеяться на скорое решение проблемы.

Еще одна точка приложения интересов Р.Г. Абдулмазитова этого периода - исследование воздействия лунно-солнечных приливных сил на изменения в физических полях пластовых систем. Надо сказать, такая постановка вопроса и ранее высказывалась теоретиками. Но Рафиль Гиниятулович, как опытный экспериментатор, решил на практике проверить эти предположения и для этого в трех добывающих скважинах Ромашкинского месторождения установил глубинные манометры (правда, в одной из скважин не удалось получить корректные результаты ввиду появления

вблизи ее очага заводнения). Тем не менее мониторинг пластового давления в двух оставшихся скважинах позволил доказать влияние небесных тел на колебания пластового давления [29].

2022 год – год юбилейный для первого лауреата Государственной премии Республики Татарстан в области и техники, доктора технических наук Рафиля Гиниятулловича Абдулмазитова: ему должно было исполниться 75 лет. К сожалению, он покинул нас в самом расцвете творческих сил, находясь на посту заместителя директора ТатНИПИнефти. Поражает диапазон его исследований: наряду с решением вопросов проектирования и совершенствования системы разработки нефтяных месторождений, оптимизации плотности сетки скважин и систем заводнения и создания новых технологий, он преуспел в исследовании влияния трещиноватости на разработках карбонатных коллекторов, занимался: эксплуатацией залежей нефти с подошвенной водой, созданием и широким промышленным внедрением методов регулирования при заводнении пластов, развитием систем заводнения на сложно построенных залежах с высоковязком нефтью.



*Р.Г Абдулмазитов (слева)
(одна из последних его фотографий
- июль 2008 г.) с автором статьи*

О масштабах деятельности доктора технических наук Р.Г. Абдулмазитова свидетельствуют получение им свыше 200 патентов и авторских свидетельств на изобретения и полезные модели, соавторство в целом ряде крупных изданий монографического характера, им подготовлено шесть руководящих документов. Кроме шести монографий, его перу принадлежат обзор и свыше 70 публикаций (большинство в ведущих журналах

страны). Его лидерство в вопросах проектирования разработки нефтяных месторождений было бесспорным, а предложенные им технологии позволяют еще многие годы эффективно вырабатывать запасы нефти, включая трудноизвлекаемые, как на крупных, так и на небольших месторождениях. Характеризуя научные достижения Р.Г. Абдулмазитова, не могу не отметить и личностные качества: в отличие от многих руководителей подобного ранга, он выделялся своей отзывчивостью и человечностью.

Разумеется, такая активная и многоплановая научная деятельность Рафиля Гиниятулловича не могла быть не замеченной со стороны руководства «Татнефти» и республики. В 1996 году ему присвоено почетное звание «Заслуженный изобретатель Республики Татарстан». В 2000 г. на II олимпийских играх среди изобретателей в г. Будапеште он получил Грант, в том же году награжден памятным знаком «300 лет горно-геологической службе России». По итогам Всероссийского конкурса «Инженер года» за 2003 год в номинации «Нефтяная и газовая промышленность» Р.Г. Абдулмазитов стал лауреатом. В 2005 г. Указом Президента Российской Федерации награжден медалью «В память 1000-летия Казани».

Постановлением Правительства РФ от 22 февраля 2007 года № 7130 за создание научных основ и промышленное внедрение комплекса технологий по стабилизации добычи нефти на поздней стадии разработки крупных месторождений Р.Г. Абдулмазитову присуждена Премия Правительства в области науки и техники.

Список литературы

1. Ошитко В.М., Абдулмазитов Р.Г. Анализ приемистости малопродуктивных коллекторов в нагнетательных скважинах // Тр./ТатНИПИнефть. – Вып. XXX. – Бугульма, 1975. – С. 177–182.
2. Абдулмазитов Р.Г. Изучение влияния расстояний между скважинами на охват пластов воздействием по разрезу многопластового объекта (на примере Ромашкинского нефтяного месторождения) // Тр./ТатНИПИнефть. – Вып. XLII. – Бугульма, 1980. – С. 74–82.
3. Сулейманов Э.И., Абдулмазитов Р.Г., Рамазанов Р.Г., Башкирцева Н.С. Обобщение опыта эксплуатации горизонтальных скважин на месторождениях Татарии // Разработка и эксплуатация нефтяных месторождений Татарстана: сб. науч. тр. / ТатНИПИнефть. – Бугульма, 2000. – С. 117–122.

4. Абдулмазитов Р.Г., Рамазанов Р.Г., Низаев Р.Х. Совершенствование технологии разработки залежей в карбонатных коллекторах с применением горизонтальных скважин // Нефтяное хозяйство. – 2006. – № 3. – С. 34–36.
5. Муслимов Р.Х., Абдулмазитов Р.Г. Совершенствование технологии разработки малоэффективных нефтяных месторождений Татарии. – Казань: Таткнигоиздат, 1989. – 136 с.
6. Влияние плотности сетки скважин на нефтеизвлечение на примере месторождений Татарии / Р.Н. Дияшев, Р.Г. Абдулмазитов, Р.Г. Рамазанов и др. – М.: ВНИИОЭНГ, 1990. – 56 с. (Обзор. информ. Сер. Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений).
7. Мухаметшин Р.З. Геологические особенности залежей вязкой нефти в карбонатных коллекторах Татарии в связи с выбором систем разработки: автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук. – М.: МИНГ, 1987. – 25 с.
8. Абдулмазитов Р.Г., Галеев Р.Г., Муслимов Р.Х. и др. Учет особенностей геологического строения при разработке залежей вязкой нефти в карбонатных коллекторах (на примере месторождений Татарстана) // Нетрадиционные источники углеводородного сырья и проблемы его освоения: докл. Второго междунар. симпозиума, 23-27 июня 1997 г., Санкт-Петербург. – СПб: ВНИГРИ, 2000. – С. 71–76.
9. Муслимов Р.Х., Галеев Р.Г., Абдулмазитов Р.Г. и др. О комплексной системе разработки трудноизвлекаемых запасов нефти // Нефтяное хозяйство. – 1996. – № 6. – С. 23–25.
10. Абдулмазитов Р.Г., Емельянова Г.Г., Гавура В.Е. и др. Оценка потерь нефти от разряжений сетки скважин // Нефтяное хозяйство. – 1989. – № 3. – С. 21–24.
11. Муслимов Р.Х., Сулейманов Э.И., Абдулмазитов Р.Г., Иванов А.И. Экспериментальная разработка Бавлинского нефтяного месторождения // Нефтяное хозяйство. – 1996. – № 12. – С. 28–30.
12. Хакимянов И.Н., Хисамов Р.С., Лифантьев А.В. и др. Бавлинский промышленный эксперимент – оценка результатов спустя 60 лет // Решение Европейского союза о декарбонизации и новая парадигма развития топливно-энергетического комплекса России: матер. Междунар. науч.-практич. конфер. – Казань: Изд-во «Ихлас», 2021. – С. 341–344.
13. Муслимов Р.Х. Выдающаяся роль Бавлинского нефтяного месторождения в формировании высоких технологий выработки продуктивных пластов // Георесурсы. – 2006. – № 3 (20). – С. 3–7.
14. Хисамов Р.С., Абдулмазитов Р.Г., Диков В.И. Опыт использования вычислительных средств в ОАО «Татнефть» для решения задач по контролю и регулированию процесса разработки на основе 3D моделей // Контроль и регулирование разработки, методы повышения нефтеотдачи пластов – основа рациональной разработки нефтяных месторождений: тр. Всеросс. совещания по разработке нефтяных месторождений, Альметьевск, 5–9 июня 2000 г. – Т. 2. – Альметьевск, 2000. – С. 200–204.
15. Хисамов Р.С., Ибатуллин Р.Р., Абдулмазитов Р.Г. и др. Использование информационных технологий для совершенствования системы разработки и контроля за разработкой на месторождениях ОАО «Татнефть» // Нефтяное хозяйство. – 2006. – № 10. – С. 46–49.
16. Абдулмазитов Р.Г., Латифуллин Ф.М., Блинов А.Ф. и др. Анализ геологического строения и технологических показателей разработки пластов девонских горизонтов Ромашкинского и Ново-Елховского месторождений на основе АРМ «Лазурит» // Большая нефть: реалии, проблемы, перспективы: тр. Всеросс. науч.-технич. конфер. – Альметьевск, 2001. – Т. I. – С. 30–42.
17. Абдулмазитов Р.Г., Насыбуллин А.В., Петухов А.Г., Ахметов Н.З. Технология построения геолого-технологических моделей нефтяных месторождений Татарстана // Нефтяное хозяйство. – 2003. – № 8. – С. 75–79.

18. Разживин Д.А., Абдулмазитов Р.Г. Выявление геологических тел по трехмерной модели объекта разработки для проектирования методов увеличения нефтеотдачи // Нефтяное хозяйство. – 2004. – № 10. – С. 51–53.
19. Абдулмазитов Р.Г., Насыбуллин А.В., Лифантьев А.В., Сидорова С.В. Особенности построения геологической модели на поздней стадии разработки Ромашкинского месторождения // Нефтяное хозяйство. – 2007. – № 7. – С. 66–68.
20. Абдулмазитов Р.Г., Насыбуллин А.В., Саттаров Р.З. и др. Разработка технологий построения специальных геологических карт нефтяных месторождений // Нефтяное хозяйство. – 2008. – № 10. – С. 44–46.
21. Абдулмазитов Р.Г., Насыбуллин А.В., Саттаров Р.З., Кандаурова Г.Ф. Особенности моделирования разработки карбонатных отложений залежей 301 - 303 Ромашкинского месторождения // Нефтяное хозяйство. – 2005. – № 7. – С. 50–51.
22. Абдулмазитов Р.Г., Насыбуллин А.В., Латифуллин Ф.М., Смирнов С.В. Автоматизированный поиск решений по усовершенствованию системы разработки нефтяного месторождения // Научные труды ТатНИПИнефть. – М.: ВНИИОЭНГ, 2008. – С. 78–85.
23. Абдулмазитов Р.Г., Насыбуллин А.В., Саттаров Р.З. и др. Программный продукт по составлению технико-экономического обоснования разработки нефтяных месторождений // Бурение и нефть. – 2009. – № 7–8. – С. 64–68.
24. Абдулмазитов Р.Г. Основные итоги выполнения III Генеральной схемы разработки и принципы разработки залежей по горизонтам Д_I и Д₀ Ромашкинского нефтяного месторождения (IV Генеральная схема разработки) // Нефтяное хозяйство. – 2003. – № 8. – С. 104–107.
25. Абдулмазитов Р.Г. Повышение эффективности разработки залежей нефти с трудноизвлекаемыми запасами: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – Уфа, 2004. – 52 с.
26. Хасанов Я.З., Абдулмазитов Р.Г. Новые геолого-физические способы разработки залежей нефти с трудноизвлекаемыми запасами // Высоковязкие нефти, природные битумы и остаточные нефти разрабатываемых месторождений: тр. науч.-практич. конфер. VI Междунар. специализированной выставки «Нефть, газ-99», г. Казань, 8-9 сент. 1999 г. – Т. 2. – Казань: Экоцентр, 1999. – С. 329–332.
27. Хисамов Р.С., Фролов А.И., Абдулмазитов Р.Г. и др. Первые результаты опытно-промышленных работ по паротепловому воздействию на Ашальчинском месторождении // Нефтяное хозяйство. – 2008. – № 7. – С. 47–50.
28. Хисамов Р.С., Абдулмазитов Р.Г., Зарипов А.Т., Ибатуллина С.И. Этапы освоения залежей битума в Республике Татарстан // Нефтяное хозяйство. – 2007. – № 7. – С. 43–46.
29. Хисамов Р.С., Абдулмазитов Р.Г., Владимиров А.Б. Исследования зависимости периодического характера изменения пластового давления от воздействия лунно-солнечных приливных сил // Нефтяное хозяйство. – 2008. – № 10. – С. 52–54.

References

1. Oshitko V.M., Abdulmazitov R.G. *Analiz priemistosti maloproduktivnykh kollektorov v nagnetatelnykh skvazhinakh* [Analysis of injectivity of unproductive reservoirs in injection wells]. *Trudy TatNIPIneft'*, vypusk XXX [Proceedings of TatNIPIneft, issue XXX]. Bugulma. pp. 177-182.
2. Abdulmazitov R.G. *Izucheniye vliyaniya rasstoyaniy mezhdu skvazhinami na okhvat plastov vozdeystviyem po razrezu mnogoplastovogo ob'yekta (na primere Romashkinskogo neftyanogo mestorozhdeniya)* [Study of the influence of distances between wells on the coverage of reservoirs by the impact along the section of a multilayer object (on the example of the Romashkino oil field)] *Trudy TatNIPIneft'*, vypusk XLI [Proceedings of TatNIPIneft, issue XLII]. Bugulma, 1980. pp. 74-82.
3. Suleymanov E.I., Abdulmazitov R.G., Ramazanov R.G., Bashkirtseva H.C. *Obob-*

- shcheniye opyta ekspluatatsii gorizontal'nykh skvazhin na mestorozhdeniyakh Tatarii* [Generalization of the operating experience of horizontal wells in the fields of Tatarstan]. *Razrabotka i ekspluatatsiya neftyanykh mestorozhdeniy Tatarstana: sbornik nauchnykh trudov* [Development and operation of oil fields of Tatarstan: collection of scientific papers]. Bugulma: TatNIPIneft, 2000. pp. 117–122.
4. Abdulmazitov R.G., Ramazanov R.G., Nizaev R.Kh. *Sovershenstvovaniye tekhnologii razrabotki zalezhey v karbonatnykh kollektorakh s primeneniym gorizontal'nykh skvazhin* [Perfection of oil-pools development technology in carbonate reservoirs with application of horizontal wells]. *Neftyanoe Khozyaistvo* [Oil Industry], 2006, No. 3. pp. 34-36. (in Russian)
 5. Muslimov R.Kh., Abdulmazitov R.G. *Sovershenstvovaniye tekhnologii razrabotki maloeffektivnykh neftyanykh mestorozhdeniy Tatarii*. [Improving the technology for the development of inefficient oil fields in Tatarstan]. Kazan' [Kazan], Tatknigoizdat, 1989. 136 p. (in Russian)
 6. Diyashev R.N., Abdulmazitov R.G., Ramazanov R.G. et al. *Vliyaniye plotnosti setki skvazhin na nefteizvlecheniye na primere mestorozhdeniy Tatarii* *Obzor. inform. Ser. Geologiya, geofizika i razrabotka neftyanykh mestorozhdeniy* [Influence of well grid density on oil recovery on the example of Tataria fields (Review Inform. Ser. Geology, geophysics and development of oil fields)]. Moscow: VNIIOENG, 1990. 56 p. (in Russian)
 7. Mukhametshin R.Z. *Geologicheskiye osobennosti zalezhey vyazkoy nefti v karbonatnykh kollektorakh Tatarii v svyazi s vyborom sistem razrabotki: avtoref. dis. ... kand. geol.-miner. nauk* [Geological features of viscous oil deposits in the carbonate reservoirs of Tataria in connection with the choice of development systems: Ph.D. disser. Abstract]. Moscow: MING, 1987. 25 p. (in Russian)
 8. Abdulmazitov R.G., Galeev R.G., Muslimov R.Kh. et al. *Uchet osobennostey geologicheskogo stroyeniya pri razrabotke zalezhey vyazkoy nefti v karbonatnykh kollektorakh (na primere mestorozhdeniy Tatarstana)* [Accounting for the peculiarities of the geological structure in the development of viscous oil deposits in carbonate reservoirs (on the example of Tatarstan fields)]. *Netraditsionnyye istochniki uglevodorodnogo syr'ya i problemy yego osvoyeniya: Doklady Vtorogo mezhdunarodnogo simpoziuma*. [Non-traditional sources of hydrocarbon raw materials and problems of its development: Papers of the 2nd International Symposium], June 23-27, 1997, St.-Petersburg. St.-Peterburg: VNIGRI, 2000. pp. 71–76. (in Russian)
 9. Muslimov R.Kh., Galeev R.G., Abdulmazitov R.G. *O kompleksnoy sisteme razrabotki trudnoizvlechaemykh neftegazov* [On the integrated system for the development of hard-to-recover oil reserves]. *Neftyanoe Khozyaistvo* [Oil Industry], 1996, No. 6. pp. 23-25. (in Russian)
 10. Abdulmazitov R.G., Emelyanova G.G., Gavura V.Ye. et al. *Otsenka poter' nefti ot razryazheniy setki skvazhin* [Evaluation of oil losses from discharges of the grid of wells]. *Neftyanoe Khozyaistvo* [Oil Industry], 1989, No. 3. pp. 21-24. (in Russian)
 11. Muslimov R.Kh., Suleimanov E.I., Abdulmazitov R.G., Ivanov A.I. *Eksperimental'naya razrabotka Bavlinskogo neftyanogo mestorozhdeniya* [Experimental development of the Bavlinskoye oil field]. *Neftyanoe Khozyaistvo* [Oil Industry], 1996, No. 12. pp. 28-30. (in Russian)
 12. Khakimzyanov I.N., Khisamov R.S., Lifantiev A.V. et al. *Bavlinskiy promyshlennyy eksperiment – otsenka rezul'tatov spustya 60 let* [Bavlinsky industrial experiment - evaluation of results after 60 years]. *Resheniye Yevropeyskogo soyuza o dekarbonizatsii i novaya paradigma razvitiya toplivno-energeticheskogo kompleksa Rossii: Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Decision of the European Union on decarbonization and a new paradigm for the development of the fuel and energy complex of Russia: Materials of the International Scientific and Practical Conference]. Kazan': Izd-vo «Ikhlas» [Kazan: Ikhlas Publishing House], 2021. pp. 341–344. (in Russian)

- sian)
13. Muslimov R.Kh. *Vydayushchayasya rol' Bavlinskogo neftyanogo mestorozhdeniya v formirovaniy vysokikh tekhnologiy vyrabotki produktivnykh plastov* [The outstanding role of the Bavlinskoye oil field in the formation of high technologies for the development of productive strata]. *Georesursy* [Georesources], 2006, No. 3. pp. 3-7. (in Russian)
 14. Khisamov R.S., Abdulmazitov R.G., Dikov V.I. *Opyt ispol'zovaniya vychislitel'nykh sredstv v OAO «Tatneft'» dlya resheniya zadach po kontrolyu i regulirovaniyu protsessa razrabotki na osnove 3D modeley* [Experience in the use of computing tools in OAO Tatneft to solve problems of monitoring and regulating the development process based on 3D models]. *Kontrol' i regulirovaniye razrabotki, metody povysheniya nefteotdachi plastov – osnova ratsional'noy razrabotki neftyanykh mestorozhdeniy: mrudy Vserossiyskogo soveshchaniya po razrabotke neftyanykh mestorozhdeniy* [Control and regulation of development, methods of enhanced oil recovery - the basis for the rational development of oil fields: Proceedings of the All-Russian Conference on the Development of Oil Fields]. Almet'yevsk, June 5-9, 2000. Vol. 2. Almet'yevsk, 2000. pp. 200-204. (in Russian)
 15. Khisamov R.S., Ibatullin R.R., Abdulmazitov R.G. et al. *Ispol'zovaniye informatsionnykh tekhnologiy dlya sovershenstvovaniya sistemy razrabotki i kontrolya za razrabotkoy na mestorozhdeniyakh OAO «Tatneft'»* [Use of information technologies for perfection of system of Tatneft oao deposits development and development control]. *Neftyanoe Khozyaistvo* [Oil Industry], 2006, No. 10. pp. 46-49. (in Russian)
 16. Abdulmazitov R.G., Latifullin F.M., Blinov A.F. et al. *Analiz geologicheskogo stroyeniya i tekhnologicheskikh pokazateley razrabotki plastov devonskikh gorizontov Romashkinskogo i Novo-Yelkhovskogo mestorozhdeniy na osnove ARM «Lazurit»* [Analysis of the geological structure and technological indicators of the development of the Devonian horizons of the Romashkinskoye and Novo-Elkhovskoye fields based on the Lazurit automated workplace]. *Bol'shaya neft': realii, problemy, perspektivy: Trudy Vserossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii* [Big oil: realities, problems, prospects: Proceedings of the All-Russian Scientific and Technical Conference]. Almet'yevsk, 2001. Vol. I. pp. 40–42. (in Russian)
 17. Abdulmazitov R.G., Nasybullin A.B., Petukhov A.G., Akhmetov N.Z. *Tekhnologiya postroyeniya geologo-tekhnologicheskikh modeley neftyanykh mestorozhdeniy Tatarstana* [Technology of geological-technological modeling of Tatarstan petroleum deposits]. *Neftyanoe Khozyaistvo* [Oil Industry], 2003, No. 8. pp. 75-79. (in Russian)
 18. Razzhivin D.A., Abdulmazitov R.G. *Vyavleniye geologicheskikh tel po trekhmernoy modeli ob'yekta razrabotki dlya proyektirovaniya metodov uvelicheniya nefteotdachi* [Geological bodies revealing on three-dimensional model of object of development for oil recovery increase methods design]. *Neftyanoe Khozyaistvo* [Oil Industry], 2004, No. 10. pp. 51-53. (in Russian)
 19. Abdulmazitov R.G., Nasybullin A.V., Lifant'yev A.V., Sidorova S.V. *Osobennosti postroyeniya geologicheskoy modeli na pozdney stadii razrabotki Romashkinskogo mestorozhdeniya* [Features of construction of geological model at a late stage of development of Romashkinskoye oil field]. *Neftyanoe Khozyaistvo* [Oil Industry], 2007, No. 7. pp. 66-68. (in Russian)
 20. Abdulmazitov R.G., Nasybullin A.V., Sattarov R.Z. et al. *Razrabotka tekhnologiy postroyeniya spetsial'nykh geologicheskikh kart neftyanykh mestorozhdeniy* [Development of technologies of special geological oilfield maps construction]. *Neftyanoe Khozyaistvo* [Oil Industry], 2008, No. 10. pp. 44-46. (in Russian)
 21. Abdulmazitov R.G., Nasybullin A.V., Sattarov R.Z., Kandaurova G.F. *Osobennosti modelirovaniya razrabotki karbonatnykh otlozheniy zalezhey 301 - 303 Romashkinskogo mestorozhdeniya* [Features of modeling the development of carbonate deposits of deposits 301 - 303 of the Romashkinskoye field]. *Neftyanoe Khozyaistvo* [Oil Indus-

- try], 2005, No. 7. pp. 50-51. (in Russian)
22. Abdulmazitov R.G., Nasybullin A.V., Latifullin F.M., Smirnov S.V. *Avtomatizirovannyy poisk resheniy po usovershenstvovaniyu sistemy razrabotki neftyanogo mestorozhdeniya* [Automated search for solutions to improve the oil field development system]. *Nauchnyye trudy TatNIPIneft'* [Scientific works of TatNIPIneft]. Moscow: VNIIOENG, 2008. pp. 78–85. (in Russian)
 23. Abdulmazitov R.G., Nasybullin A.V., Sattarov R.Z. et all. *Programmnyy produkt po sostavleniyu tekhniko-ekonomicheskogo obosnovaniya razrabotki neftyanikh mestorozhdeniy* [Development of program product on geology-economic assessment of oil fields]. *Burenie i Neft* [Drilling and oil], 2009, Nos. 7-8. pp. 64-68. (in Russian)
 24. Abdulmazitov R.G. *Osnovnyye itogi vypolneniya III General'noy skhemy razrabotki i printsipy razrabotki zalezhey po gorizontam D₁ i D₀ Romashkinskogo neftyanogo mestorozhdeniya (IV General'naya skhema razrabotki)* [The main results of the implementation of the III General Development Scheme and the principles of development of deposits along the horizons D₁ and D₀ of the Romashkinskoye oil field (IV General Development Scheme)]. *Neftyanoe Khozyaistvo* [Oil Industry], 2003, No. 8. pp. 104-107. (in Russian)
 25. Abdulmazitov R.G. *Povysheniye effektivnosti razrabotki zalezhey nefti s trudnoizvlekayemyimi zapasami: avtoref. dis. ... d-ra tekhn. nauk.* [Improving the efficiency of the development of oil deposits with hard-to-recover reserves: dr. abstract. of disser.]. Ufa, 2004. 52 p. (in Russian)
 26. Khasanov Ya.Z., Abdulmazitov R.G. *Novyye geologo-fizicheskiye sposoby razrabotki zalezhey nefti s trudnoizvlekayemyimi zapasami* [New geological and physical methods of developing oil deposits with hard-to-recover reserves] // *Vysokovязkiye nefti, prirodnyye bitумы i ostatochnyye nefti razrabatyvayemykh mestorozhdeniy: tr. nauch.-praktich. konfer. VI Mezhdunar. spetsializirovannoy vystavki «Neft', gaz-99», g. Kazan', 8-9 sent. 1999 g.* [High-viscosity oils, natural bitumens and residual oils of developed fields: tr. scientific-practical. conf. VI Intern. specialized exhibition "Oil, gas-99", Kazan, 8-9 September. 1999]. Vol. 2. Kazan: Ecocenter, 1999. pp. 329–332. (in Russian)
 27. Khisamov R.S., Frolov A.I., Abdulmazitov R.G. et all. *Pervyye rezul'taty opytno-promyshlennykh rabot po paroteplovomu vozdeystviyu na Ashal'chinskoye mestorozhdenii* [The first results of pilot works on steam treatment at Ashalchinskoye field]. *Neftyanoe Khozyaistvo* [Oil Industry], 2008, No. 7. pp. 47-50. (in Russian)
 28. Khisamov R.S., Abdulmazitov R.G., Zaripov A.T., Ibatullina S.I. *Etapy osvoyeniya zalezhey bituma v Respublike Tatarstan* [Stages of development of bitumen deposits in the Republic of Tatarstan]. *Neftyanoe Khozyaistvo* [Oil Industry], 2007, No. 7. pp. 43-46. (in Russian)
 29. Khisamov R.S., Abdulmazitov R.G., Vladimirov A.B. *Issledovaniya zavisimosti periodicheskogo kharaktera izmeneniya plastovogo davleniya ot vozdeystviya lunno-solnechnykh prilivnykh sil* [Researches of dependence of seam pressure periodic change on lunisolar tidal forces effect]. *Neftyanoe Khozyaistvo* [Oil Industry], 2008, No. 10. pp. 52-54. (in Russian)

Сведения об авторе

Мухаметшин Рустам Закиевич, доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры геологии нефти и газа им. акад. А.А. Трофимука Института геологии и нефтегазовых технологий, Казанский (Приволжский) федеральный университет; профессор кафедры литологии и геологии горючих ископаемых, Уральский государственный горный университет

Researcher-ID: ABF-6118-2021

Scopus author ID: 6602628562

ORCID: 0000-0001-5346-7809

Google scholar: <https://scholar.google.ru/citations?user=a32IW2IAAAAJ&hl=ru>

Россия, 420111, г. Казань, ул. Кремлевская 4/5

E-mail: geoeng111@yandex.ru

Author

R.Z. Mukhametshin, Dr. Sc., Professor of Oil and Gas Geology Chair at Kazan Federal University; Professor of Lithology and Geology of Fossil Fuels Chair at Ural State Mining University

Researcher-ID: ABF-6118-2021

Scopus author ID: 6602628562

ORCID: 0000-0001-5346-7809

Google scholar: <https://scholar.google.ru/citations?user=a32IW2IAAAAJ&hl=ru>

4/5, Kremlin st. Kazan, 420111, Russia

E-mail: geoeng111@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 25.05.2022

Принята к публикации 18.06.2022

Опубликована 30.06.2022