

Использование опыта рационального освоения углеводородных ресурсов недр в новой парадигме академика А.Э. Конторовича – развитие нефтегазового комплекса России

Р.Х. Муслимов

*Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия
E-mail: davkaeva@mail.ru*

В Республике Татарстан накоплен огромный опыт разведки и разработки нефтяных месторождений различного ранга – от мелких и мельчайших до гигантских и супергигантских. Найдены подходы рационального освоения различных групп и категорий месторождений. Оработаны наиболее эффективные методы поисков, разведки и доразведки нефтяных месторождений, наиболее совершенные гидродинамические методы разработки месторождений с активными и трудноизвлекаемыми запасами, в том числе на поздней и постпоздней стадий разработки. Широкое применение нашли методы увеличения нефтеотдачи для различных геолого-физических условий, в том числе извлечения остаточных запасов длительно эксплуатируемых месторождений. Накоплен большой опыт разработки сложнопостроенных мелких месторождений с трудноизвлекаемыми запасами нефти. Ведутся научно-исследовательские работы по поискам эффективных методов разработки нетрадиционных залежей нефти (высоковязких, сверхвысоковязких нефтей и природных битумов, в сланцевых и подобных отложениях), по изучению феномена подпитки залежей осадочного чехла глубинными углеводородами через кристаллический фундамент. Этот опыт опережающего развития республики помогает в формировании принципов новой парадигмы развития нефтегазовой отрасли.

Ключевые слова: парадигма, рациональное освоение месторождений, трудноизвлекаемые запасы нефти, нетрадиционная нефть, методы увеличения нефтеотдачи, углеводороды, топливно-энергетический комплекс

Для цитирования: Муслимов Р.Х. (2020). Использование опыта рационального освоения углеводородных ресурсов недр в новой парадигме академика А.Э. Конторовича – развитие нефтегазового комплекса России. *Георесурсы*, Спецвыпуск, с. 5–9. DOI: <https://doi.org/10.18599/grs.2020.SI.5-9>

Принципиально новые технологии бурения, разведки, добычи и использования первичных энергоресурсов (ТЭР) планеты позволят обеспечить возрастающие потребности населения в условиях цивилизованной торговли между странами и координации работ по их добыче на мировом уровне. Общая обстановка в мире не дает оснований говорить о возможности регулировать нефтедобычу на мировом уровне, что будет способствовать дальнейшим периодам дестабилизации нефтяного рынка. В этих условиях нужна разумная политика России в вопросах нефте- и газодобычи.

Повышенный интерес представляют предложения А.Э. Конторовича о необходимости смены нынешней парадигмы развития (Конторович, 2016), которая состояла в последовательном освоении новых нефтегазоносных провинций, двигаясь с Запада на Восток. При этом основной упор делался на открытие и освоение крупных и гигантских месторождений.

А.Э. Конторович пишет (Конторович, 2016): «Парадигма Губкина – Байбакова – Трофимука себя исчерпала. Когда мы реализовывали первую парадигму, мы шли по гигантам, мелкие месторождения часто не замечали, их никто не вводил в разработку, они не представляли интереса. Особенностью парадигмы развития

нефтегазовой отрасли России в XXI веке будет состоять, в частности, в освоении в старых районах нефтедобычи мелких месторождений нефти с запасами до 5 млн тонн. Освоение мелких и мельчайших месторождений теперь становится важной государственной задачей и первой задачей отрасли. <...> Вторая задача нового поколения исследователей, геологов, геофизиков, буровиков, разработчиков нефтяных и газовых месторождений – крайне аккуратно, бережно, с помощью самых новейших технологических разработок продолжать разрабатывать одряхлевшие гиганты, извлекать остаточную нефть из залежей».

В представленную новую парадигму развития нефтегазового комплекса предлагается внести следующие изменения.

Парадигму И.М. Губкина – Н.К. Байбакова – А.А. Трофимука в полной мере можно использовать в поисках и разработке месторождений на новых объектах – шельф, глубоководные отложения восточных и северных морей. Это обширные территории для открытия крупных нефтяных, нефтегазовых и газовых месторождений. На территории суши РФ приоритетное внимание необходимо уделять крупным (гигантским и супергигантским) месторождениям. Открытие таких месторождений здесь ограничено. Но ранее открытые и находящиеся в длительной эксплуатации крупные месторождения имеют огромный

нереализованный потенциал развития, заключающийся в следующем:

- это крупные месторождения, запасы которых равны десяткам и даже сотням так называемых мелких месторождений;

- принятая практика периодического пересчета запасов таких месторождений, как правило, показывает постоянное увеличение запасов;

- технический прогресс в освоении ультрамикропроницаемых пластов обосновывает переход на подсчет вместо так называемых балансовых – геологических запасов. Это существенно увеличивает запасы, а технический прогресс в разработке снижает долю неподвижных и увеличивает количество подвижных запасов. В этом же направлении работают методы увеличения нефтеотдачи (МУН). Так, на Ромашкинском месторождении за счет доразведки первоначальные запасы увеличились в 1,32 раза, а с учетом дальнейшей переоценки за счет перехода на подсчет геологических запасов и повышения КИН это увеличение составит 2,1 раза (а это более 1,7 млрд т). Дальнейшая доразведка позволит еще более нарастить геологические запасы;

- развитие теории и практики подпитки месторождений углеводородами из глубин недр Земли может увеличить ресурсный потенциал.

Таким образом, разработка крупнейших и супергигантских месторождений может длиться не 40–50 лет, как предполагали на этапе становления отрасли, а сотни лет.

Чтобы в РФ появилось заинтересованность в существенном увеличении извлекаемых запасов на старых высокопродуктивных месторождениях за счет роста коэффициента извлечения нефти (КИН) с 0,4–0,5 до 0,6–0,7 и выше, государству на этот период разработки месторождения надо создать условия, а именно обнулить все налоги и платежи до выхода на окупаемость проектов разработки, а затем оставить один налог – на прибыль. Этого будет достаточно, чтобы истощенные месторождения обрели вторую жизнь.

Что касается мелких и средних месторождений, то 45-летний опыт их освоения в Республике Татарстан (РТ) свидетельствует о больших перспективах их освоения, что признается в новой парадигме. Но стратегия их освоения должна существенно отличаться от крупных месторождений. Трудноизвлекаемые запасы (ТЗН) традиционных нефтей характеризуются большим разнообразием геологического строения. В РТ выделена 21 категория ТЗН, которые требуют особых подходов к разработке. Выделять их необходимо для целей приоритетности освоения и повышения эффективности разработки залежи.

Анализ разработки нефтяных месторождений 34-х малых нефтяных компаний РТ (МНК) свидетельствует о больших успехах в рациональном их освоении. Так, за немногим более 20-ти лет балансовые запасы этих месторождений увеличились в 1,25 раза, извлекаемые – более чем в 1,7 раз.

Дальнейшее развитие переоценки запасов, применения новых технологий разработки и МУН, новых методов исследований позволит в перспективе вдвое увеличить запасы нефти (против современного уровня), утроив объемы бурения скважин (также против пробуренных к настоящему времени).

Залежи традиционных нефтей в РФ и РТ в этом столетии будут требовать основного внимания. Прежде всего здесь нужно провести ревизию балансовых запасов всех месторождений, пересчитав их в соответствии с понятием геологические запасы с учетом современных данных по их геологическому строению. Затем коэффициент извлечения нефти (КИН) обосновать исходя из современных технологий разработки. Одновременно определить извлекаемые запасы разных категорий по всем выделяемым в регионах категориям активных запасов нефти (АЗН) и ТЗН. Это позволит дать качественную оценку запасов и существенно увеличить реальные запасы нефти, не затрачивая средств на их разведку. Рост реальной ресурсной базы может быть получен за счет аналитических работ. Разведка и доразведка нефтяных месторождений может вестись по обычной практике геологоразведочных работ (ГРП).

Республика Татарстан является старейшим нефтедобывающим районом страны, большинство месторождений здесь находятся в поздней стадии добычи. Геологоразведочные работы характеризуются сравнительно высокой изученностью традиционных регионально-нефтеносных горизонтов, объективной ориентацией на поиски небольших месторождений в локальных фронтах, а также сложнопостроенных труднооткрываемых залежей с ТЗН, с выходом в менее перспективные районы. В связи с этим резко возрастает роль доразведки и переоценки ресурсов ранее открытых месторождений. Все эти факторы, безусловно, осложняют задачу подготовки новых запасов для оптимальной добычи нефти, тем более что производство углеводородов (УВ) будет преимущественно сопряжено с существенно осложненными горно-геологическими условиями, для преодоления которых потребуются новые технологии. Без их применения разработка и эксплуатация месторождений могут оказаться нерентабельными. Стратегия развития должна обеспечить разведанными запасами планируемых объемов добычи. Работы должны вестись в следующих направлениях:

- дальнейшее изучение и опосредованное опосредование залежей нефти в традиционных объектах разведки (высокоперспективные отложения девона и карбона в восточной части республики);

- исследование нефтеносности слабоизученных, менее перспективных земель (центральный и западный Татарстан).

В Татарстане по категориям В+С2 числится 153,5 млн т. Для перевода их в более высокие категории нужно хорошо поработать (разбурить и ввести в разработку), хотя они уже числятся на балансе. Из 485 млн т прогнозных ресурсов с учетом подтверждаемости можно получить 242 млн т. Для их разведки классическими методами при планируемых объемах ГРП потребуется 134 года. Следовательно, необходимо увеличить объемы ГРП.

Следующее направление прироста запасов – повышение нефтеотдачи.

В РТ традиционно проводятся меры по совершенствованию систем разработки нефтяных месторождений, внедрению современных МУН и обработки призабойной зоны (ОПЗ) и других инноваций в области разработки нефтяных месторождений и добычи нефти. КИН можно увеличить по залежам терригенного девона с 0,522 до 0,6 и терригенного нижнего карбона с 0,402 до 0,5.

В РФ огромные возможности для длительной добычи традиционных нефтей. Тогда почему же Россия должна заниматься нетрадиционными топливно-энергетическими ресурсами (ТЭР)?

По имеющимся неполным данным исследований, ресурсы нетрадиционных углеводородов в мире и России существенно больше, чем традиционных. Ряд месторождений нетрадиционных ТЭР, очевидно, будет более привлекателен для освоения, чем ряд залежей ТЗН. К примеру сверхвязкие нефти (СВН) в терригенном комплексе нижней перми в РТ более эффективны для освоения, чем некоторые залежи высоковязких нефтей (ВВН) в карбонатных породах традиционно нефтеносных горизонтов девона и карбона РТ.

Планируя развития ТЭК на 20 лет необходимо смотреть дальше – на 40–50 лет, что объясняется большими рисками инвестиций в нефтегазовый сектор и чрезвычайно высокими темпами изменения мировой конъюнктуры в развитии топливно-энергетического комплекса (ТЭК). Ускорившийся процесс накопления и использования новых знаний и умений в передовых странах Запада оказывает существенное влияние на расширение круга потенциальных источников сырья, осваиваемых современным НГС в направлении «монетизации» этих знаний. В этой связи можно утверждать, что современная сланцевая революция не последняя.

В настоящее время различные страны в зависимости от наличия или отсутствия традиционных или нетрадиционных ТЭР занимаются различными видами традиционных УВ (Канада и Венесуэла – СВН и природные битумы (ПБ), отдельные страны Европы – сланцевые отложения, Япония – газогидраты), а такие страны как США, Китай и Россия должны заниматься всеми видами ТЭР. Иначе – отставание в новых технологиях и вместе с тем в развитии экономики страны.

В РТ нетрадиционным нефтям уже с 70-х годов прошлого столетия уделяется большое внимание. Здесь построены карты перспектив нефтеносности залежей СВН и ПБ, а также сланцевых и им подобных отложений, ведутся научно-исследовательские (НИР) и опытно-промышленные (ОПР) работы, и начата опытная добыча этих нефтей.

Залежи нетрадиционных нефтей отличаются по условиям формирования и геологическому строению. Технологии их разработки отличны от разработки залежей традиционных нефтей. Затраты на их добычу будут существенно выше. В перспективе они также могут быть разделены по различным группам, требующим разных технологий разработки и различных затрат. Так запасы СВН и ПБ в РТ по сложности и стоимости освоения весьма различны. Наиболее благоприятные из них составляют не более 10%, благоприятные – около 15%. Остальные требуют новых технологий и только при их создании могут быть рентабельны для разработки.

Что касается сланцевых и им подобных отложений (доманиковые отложения Волго-Уральской нефтегазоносной провинции, баженовская свита Западной Сибири), то видимо серьезно рассчитывать на них в текущем столетии вряд ли стоит. Слишком сложные геологические условия и наличие легких нефтей в малом количестве. А основные запасы находятся в керогене. Технологий добычи нефти из них нет, и они пока даже не просматриваются. Это весьма

осложняют поиск новых технологий добычи. Тем более если исходить из высказывания А.Конторовича: «В новую парадигму перейдут и проблемы освоения Арктики. Это гигантские ресурсы нефти и газа, и это замерзающие моря, льды, чрезвычайно ранимая природа, а значит, это совершенно иные подходы и технологии».

Таким образом, в современных условиях остается уповать на широкое внедрение МУН на разрабатываемых и вновь осваиваемых месторождений с ТЗН. Роль МУН в разработке нефтяных месторождений зависит от их продуктивности и стадии разработки. Высокопродуктивные объекты следует осваивать с применением гидродинамических методов. Третичные МУН следует широко применять в конце второй – начале третьей стадии разработки, когда на участке воздействия уже сформировалась внутрислоевая динамика потоков нагнетаемой воды, когда определялись направления обводнения залежи. Если в системе разработки высокопродуктивных объектов в первой и второй стадиях разработки МУН не играют решающей роли, то в третьей и поздней стадии внедрение МУН является основным элементом разработки.

Подход к применению МУН в поздней (четвертой) стадии имеет следующие особенности:

- массивность и адресность их применения, охватывающие все нагнетательные и добывающие скважины объектов, подходящих по геолого-физическим условиям к применению тех или иных МУН;

- внедрение МУН по системной технологии с обязательной регулярностью (не реже одного раза в 1,5–2,5 года в зависимости от мощности применяемого МУН);

- обязательная закачка в пласт необходимого расчетного объема реагентов при цикличности закачки растворов в нагнетательные скважины с постепенным увеличением объемов оторочек, комплексированием и периодической сменой закачиваемых составов, т.е. созданием нестационарных условий воздействия;

- объемы закачанных реагентов в скважины должны быть достаточны для воздействия на весь объем залежи (блока, участка);

- нефтевытесняющая способность закачиваемых растворов во времени должна повышаться;

- непрерывное совершенствование геолого-физических критериев эффективного применения МУН с целью повышения качества подбора технологий для конкретных условий участков залежей;

- совершенствование применяемых и создание новых технологий с учетом техногенного изменения геолого-физических характеристик объектов в процессе разработки;

- внедрение МУН в соответствии со специальными проектами, составленными на основе моделирования процессов воздействия на геолого-гидродинамических моделях.

Дифференциация ТЗН – объективная необходимость современного развития нефтяной отрасли стран, не входящих в ОПЕК. Это позволит целенаправленно вести работы по их освоению. Рано или поздно это придется делать, так как бурный рост доли ТЗН требует минимизации затрат на их освоение, что невозможно без внедрения новых технологий нефтеизвлечения, а последнее неэффективно без детальных геологических исследований объектов.

Несмотря на развитие в мире добычи некондиционной нефти, нетрадиционных источников углеводородов

и возобновляемых источников энергии (ВИЭ), добыча обычной нефти и природного газа будет всегда более привлекательны.

Опыт планирования в России, базирующийся на стратегии развития ТЭК, указывает на низкое качество таких документов (за короткий период было три стратегии, которые фактически не соответствовали реалиям жизни и которые не определяли пути оптимального функционирования ТЭК). Основные причины этого – отсутствие научного обоснования потребностей в ТЭР, взаимоувязка добычи и потребления различных ТЭР, слабая связь общего развития ТЭР РФ с развитием ТЭР регионов, непроработанность компенсации потерь от возможных периодических кризисов, непроработанность вопросов влияния инноваций и налогового стимулирования на

развитие ТЭК. Как показывает опыт РТ наличие резервов, накопленных в благополучные для ТЭК годы, способствует нормальному развитию отраслей ТЭК в кризисные годы. Этому также в значительной мере помогают меры налогового стимулирования также отработанные в 90-е годы прошлого столетия в РТ.

Опыт устойчивого развития отраслей ТЭК и в первую очередь нефтяной промышленности РТ также указывает на необходимость постоянного изучения ресурсной базы различных ТЭР и отработки методов их эффективного извлечения с использованием новейших инновационных технологий. Все это необходимо делать в научном плане с перспективой дальнейшего их использования. Этот ресурсный потенциал в РТ и перспективы его дальнейшего изучения приведены в табл. 1.

Мероприятия и ресурсы	Ожидаемые результаты
1. Применение традиционных методов ГРП	
1.1. Внедрение новых методов ГРП, и эксплуатируемых месторождений	Прирост 200 млн т запасов
1.2. Перевод перспективных и прогнозных ресурсов в запасы промышленных категорий, переоценка ранее принятых запасов	
1.3. Регулярно выполнялись работы по анализу эффективности ГРП, анализу состояния воспроизводства запасов. Состоянию разработки нефтяных месторождений. Все эти вопросы рассматривались на регулярных совещаниях специалистов без каких либо ограничений в докладах и тематиках.	
2. Традиционные нефтяные объекты	
2.1. Инновационное проектирование разработок	
2.1.1. По крупнейшим месторождениям, находящимся на поздней стадии разработки с применением новых методов геологических исследований пород и пластовых флюидов, новых методов интерпретации ГИС и ГДИС, создания новых геолого-гидродинамических моделей, применение новых систем разработки, внедрения новейших МУН на высокообводненных участках залежи, специальных режимов эксплуатации; разработка способов извлечения части остаточных запасов нефти.	Прирост извлекаемых запасов около 1 млрд т Увеличение КИН с 0,4–0,5 до 0,6–0,7
2.1.2. По мелким и средним месторождениям, дающим более 38% добычи РТ. Разработка залежей в карбонатных коллекторах (балансовые запасы – 2,6 млрд т, извлекаемые – 440 млн т, КИН – от 0,11 до 0,25) Разработка залежей ПВН и ВВН (КИН – от 0,11 до 0,3)	Прирост извлекаемых запасов на 400 млн т Увеличение КИН до 0,25–0,4
3. Нетрадиционные углеводороды	
3.1. СВН и ПБ пермского комплекса отложений. «Татнефть» ведет ОПР в основном по некоторым западным технологиям. В 2011 г. Академией наук РТ разработана сводная программа освоения залежей СВН и ПБ перми до 2030 г. Однако она не в полном объеме выполняется. Нужна ее реализация с целью поиска рентабельных технологий выработки ресурсов УВ пермского комплекса с различной геолого-физической характеристикой.	Увеличение ресурсов УВ на 2,2 млрд т
3.2. Углеводороды сланцевых и им подобных отложений. В РТ разработана «Программа оценки перспектив нефтегазоносности сланцевых и им подобных отложений РТ»	Увеличение ресурсов УВ РТ (14,6 млрд т)
3.3. Освоение ресурсов плотных пород разрезов девона и карбона на разрабатываемых и выявленных месторождениях	Увеличение ресурсов УВ РТ
3.4. В РФ и РТ создана теория возобновления углеводородных ресурсов эксплуатируемых месторождений за счет подпитки нефтяных месторождений осадочного чехла углеводородами по скрытым трещинам и разломам из глубин недр Земли за счет дегазации недр.	Необходимо пробурить на Миннибаевской площади Ромашкинского месторождения специальную скважину с целью опробования для получения глубинных УВ и составить программу.
3.5. Извлечение угольного метана из угленосных отложений нижнего карбона. В дальнейшем необходимо составить Программу оценки перспектив извлечения угольного метана из залежей нижнего карбона с помощью подземной газификации углей с дальнейшим использованием выделяемого тепла для термической добычи нефти из отложений нижнего и среднего карбона РТ.	Увеличение ресурсов УВ РТ

Табл. 1. Потенциал увеличения запасов УВ и добывных возможностей недр в РТ (с позиции современных знаний)

Таким образом, в новой парадигме развития нефтегазового комплекса России необходимо:

1. Обозначить крупнейшие месторождения в качестве первоочередных целей (на шельфе и больших глубинах моря, а также неизученных территориях суши: на первых – начиная с поисков и разведки, вторых – на поздней и постпоздней стадии разработки).

2. Поиск, разведку и разработку мелких месторождений считать основной задачей после крупнейших месторождений.

3. Нетрадиционные месторождения должны стать объектами поиска, разведки, научных исследований по их разработке и проведению опытно-промышленных работ.

4. Считать приоритетным направлением реализации новой парадигмы совершенствования методов геолого-физических исследований процессов нефтевытеснения и применения новейших (инновационных) МУН, наравне с приоритетным внедрением гидродинамических методов воздействия на залежь.

5. Включить в парадигму углубленные исследования роли кристаллического фундамента в подпитке нефтяных, газовых и газонефтяных месторождений осадочного чехла глубинными УВ недр Земли.

Литература

Конторович А.Э. (2016). Глобальные проблемы нефти и газа и новая парадигма развития нефтегазового комплекса России. *Наука из первых рук*, 1, с. 6–17.

Сведения об авторе

Ренат Халимуллович Муслимов – доктор геол.-мин. наук, профессор кафедры геологии нефти и газа Казанский (Приволжский) федеральный университет Россия, 420008, Казань, ул. Кремлевская, д. 4/5

Статья поступила в редакцию 07.06.2020;

Принята к публикации 10.08.2020;

Опубликована 31.08.2020

IN ENGLISH

Short communication

The experience of rational development of hydrocarbon resources in the Earth's interior used in the new paradigm of Academician A.E. Kontorovich – the development of oil and gas complex of Russia

R.Kh. Muslimov

Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, Russian Federation

E-mail: davkaeva@mail.ru

Abstract. The Republic of Tatarstan has accumulated vast experience in the exploration and development of oil fields of various ranks – from small and smallest to giant and supergiant. Approaches for the rational development of various groups and categories of deposits have been found. The most effective methods of prospecting, exploration and additional exploration of oil fields, the most advanced hydrodynamic methods of developing fields with active and hard-to-recover reserves, including those at the late and post-late stages of development, have been worked out. Methods of enhanced oil recovery have found wide application for various geological and physical conditions, including the extraction of residual reserves from long-term exploited fields. A great deal of experience has been accumulated in the development of complex small fields with hard-to-recover oil reserves.

Research work is underway to find effective methods for the development of unconventional oil deposits (high-viscosity, ultra-high-viscosity oils and natural bitumen, in shale and similar deposits), to study the phenomenon of replenishment of sedimentary cover deposits with deep hydrocarbons through the crystalline basement.

This experience of advanced development of the republic helps in the formation of the principles of a new paradigm for the development of the oil and gas industry.

Keywords: paradigm, rational field development, hard-to-recover oil reserves, unconventional oil, enhanced oil recovery methods, hydrocarbons, fuel and energy complex

Recommended citation: Muslimov R.Kh. (2020). The experience of rational development of hydrocarbon resources in the Earth's interior used in the new paradigm of Academician A.E. Kontorovich – the development of oil and gas complex of Russia. *Georesursy = Georesources*, Special issue, pp. 5–9. DOI: <https://doi.org/10.18599/grs.2020.SI.5-9>

References

Kontorovich A.E. (2016). Global problems of oil and gas and a new paradigm for the development of the oil and gas complex in Russia. *Nauka iz pervykh ruk* [Science First Hand]. 1, pp. 6–17. (In Russ.)

About the Author

Renat Kh. Muslimov – Dr. Sci. (Geology and Mineralogy), Professor, Department of Oil and Gas Geology, Institute of Geology and Petroleum Technologies Kazan (Volga region) Federal University 4/5 Kremlevskaya st., Kazan, 420008, Russian Federation

Manuscript received 07 July 2020;

Accepted 10 August 2020;

Published 31 August 2020