

ПОТЕНЦИАЛ ФУНДАМЕНТА НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ БАССЕЙНОВ – РЕЗЕРВ ПОПОЛНЕНИЯ РЕСУРСОВ УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ В XXI ВЕКЕ

Введение

Как показывает опыт, освоение нефтяных ресурсов происходит в несколько этапов (стадий). На первой стадии производится общегеологическое изучение: геологическое картирование, региональные геолого-геофизические исследования, локализация наиболее перспективных объектов для детального изучения и подготовки к глубокому бурению, по результатам которого на начальном этапе открываются первые месторождения региона.

На втором этапе, по результатам изучения общих закономерностей геологического строения и размещения залежей нефти открываются и подготавливаются к разработке наиболее значимые месторождения, содержащие основные запасы региона. Этот этап характеризуется наиболее высокой эффективностью геологоразведочных работ (ГРП) и бурным развитием добычи в регионе, которая практически с нуля выходит на максимальный уровень. Подготовка новых запасов значительно превышает уровень добычи нефти.

Третий этап - этап резкого снижения эффективности ГРП по причине отсутствия крупных открытий и необходимости переориентации на поиски мелких месторождений в традиционных объектах нефтеразведки. Уровень воспроизводства запасов снижается до единицы и ниже. Основной прирост запасов обеспечивается за счет доразведки основных выявленных месторождений, а также переоценки их запасов. Роль новых открытий в приросте запасов составляет не более 25 – 30 %. Когда эта доля становится ниже данной величины, наступает поздняя, четвертая стадия геологоразведочных работ. По времени наиболее длительными (десятки и сотни лет) являются первый и четвертый этапы ГРП (Муслимов, 1985).

Поздняя стадия геологоразведочных работ характеризуется следующими особенностями:

1. Высокая разведанность недр - основной фактор, осложняющий ГРП и обуславливающий закономерное снижение их эффективности.

2. На поздней стадии нефтепоисковых работ в платформенных областях со сравнительно небольшой мощностью осадочного чехла нефтеразведчики вынуждены ориентироваться на поиски небольших месторождений, приуроченных к локальным поднятиям или зонам выклинивания, а также ранее пропущенных мелких сложностроенных залежей на эксплуатируемых месторождениях, что требует применения более совершенных методов исследования, позволяющих определять места заложения скважин.

3. На поздней стадии развития региона, как правило, приходится выходить с ГРП в менее перспективные районы. Это обуславливается районированием территорий по степени перспектив нефтегазоносности и первоочередным освоением более перспективных площадей.

По мере освоения региона, в подготавливаемых запасах увеличивается доля трудноизвлекаемых и уменьшает-

ся доля активных запасов нефти, что снижает эффективность ГРП. Но имеются и положительные факторы, позволяющие оптимистично оценивать перспективы подготовки новых запасов в старых нефтедобывающих районах.

Во-первых, практика показывает, что прогнозные ресурсы и оценки по мере изучения непрерывно возрастают, и Республика Татарстан классическое подтверждение этого. Здесь совершенствование техники и технологии нефтепоисковых работ, оптимизация всего процесса разведки, применение прогрессивной методики доразведки, накопление и обобщение всех данных геологических исследований позволили за последние 25 лет прирастить разведанные запасы, в 1.5 раза превышающие подсчитанные ранее прогнозные ресурсы, а величина последних не только не уменьшилась, а увеличилась в 2.8 раза.

Во-вторых, при оценке ресурсов нефтеизвлечение принимается обычно 30 – 35 %. Предполагается, что при освоенных технологиях в недрах, после выработки извлекаемых запасов, останется в 2 раза больше нефти, чем будет извлечено ее к концу разработки месторождений. Опыт применения методов увеличения нефтеотдачи в РТ показывает, что нефтеотдачу в среднем можно поднять с проектной 36.7 % до 45 %, а возможно, и до 50 %.

В третьих, все оценки потенциальных ресурсов до сих пор основываются на господствующей осадочно-миграционной теории. Однако в 80-х годах у нас в стране и за рубежом широкий размах получили исследования, основывающиеся на неорганической теории происхождения нефти и газа. Сторонниками этой теории разрабатываются концепции глубинного и сверхглубинного поиска новых ресурсов в земной коре, вообще, и в кристаллическом фундаменте осадочных бассейнов, в частности. По мнению ряда ученых, количество углеводородов в глубинах Земли в 5 – 6 раз больше, чем начальных потенциальных ресурсов осадочного чехла. По мере проведения исследований аргументов в пользу этой теории становится все больше.

К необходимости развивать нетрадиционные объекты нефтепоисковых работ пришли и американские геологи. Так, вице-президент “Мобил ойл” Дж.Д. Муди считает, что “успешное открытие нефти в будущих десятилетиях будет зависеть от новых вдохновляющих идей”. У.Э. Пратт утверждает, что “...только благодаря новым идеям американские геологи достигли значительных успехов в поисках нефти и газа, в результате чего их страна длительное время занимала ведущее место в мире... Очень часто скважины бурились в местах, где по господствующим ранее представлениям не должно было быть нефти, но разведчики находили ее”.

Именно новые идеи послужили предметом поиска нефти на территории старых нефтяных месторождений в нетрадиционных направлениях, в древнейших породах докембрийского фундамента, рис. 1, и в карбонатных отложениях палеозоя, имеющих карстовую природу.

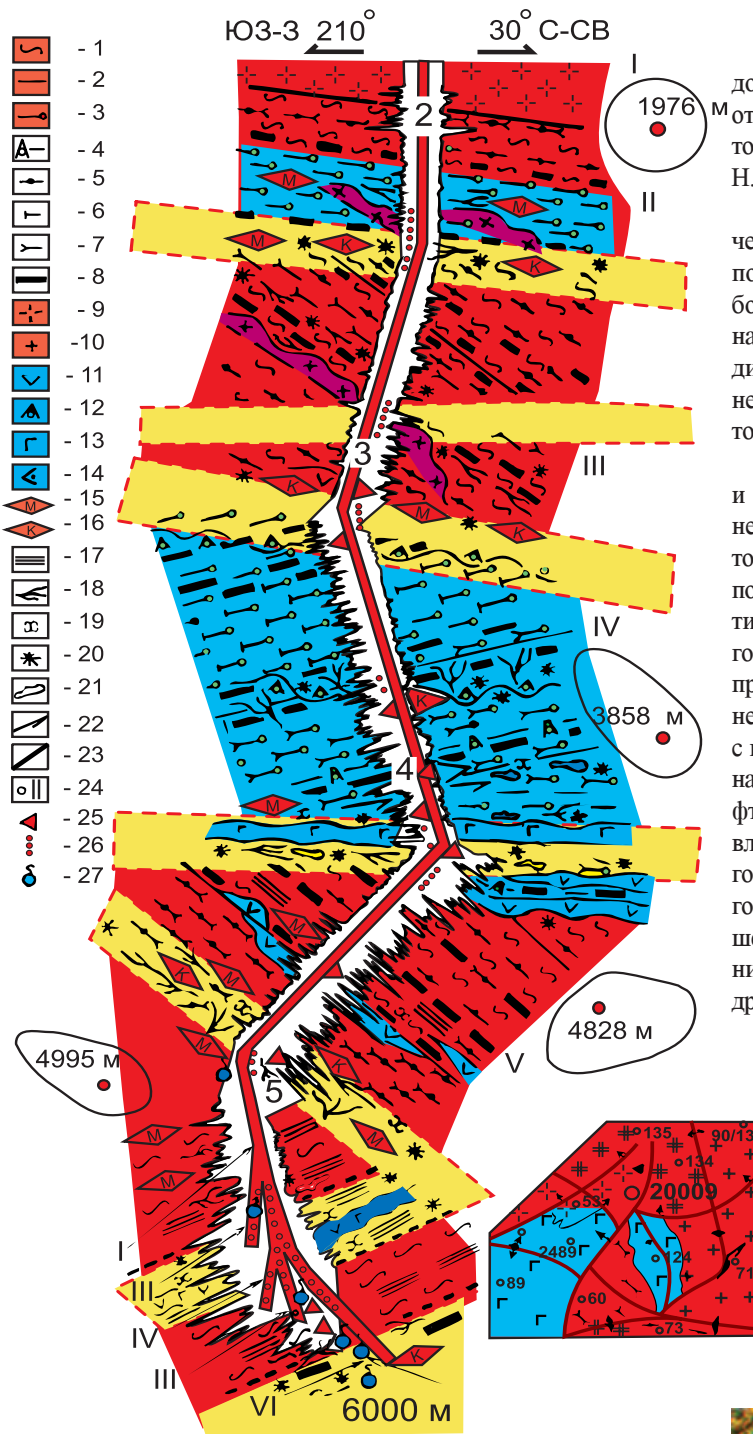


Рис. 1. Многофакторная модель скважины СГ-20009 Ново-Елховской. (Составили И.Х. Кавеев, Н.А. Плотников, А.П. Верхованцев, Р.Ш. Хайретдинов, Р.Х. Муслимов и др.)

1 - силлиманитовые гнейсы, 2 - биотитовые гнейсы, 3 - амфиболовые гнейсы, 4 - биотит-амфиболовые сланцы, 5 - кордиерит, 6 - гиперстен, 7 - пироксен, 8 - эулизиты магнитные породы, 9 - микроклиновые граниты, 10 - гранодиориты, 11 - габбро, 12 - габбро-амфибол, 13 - габбро-диабазы, 14 - габбро-нориты, 15 - милонитизация, 16 - катаклаз, 17 - графит, сланцы, 18 - трещиноватость, 19 - хлоритизация, 20 - диафторез, 21 - брекчии, 22 - сдвиги, 23 - полосчатость, 24 - ось радиусамера, контуры ствола, 25 - битумы, 26 - резкое повышение скорости бурения, 27 - аномальные газопоказания, Газ - 5,0122% об.; метан - 89,8; пентан - 2,9; гексан - 1,2; гелий - 0,015% отн. I - VI - стволы забурирования. Отклонение ствола скважины от вертикали увеличено в 5 раз. Желтым цветом показаны сейсмические неоднородности.

Поисковые работы в породах фундамента

История поисковых работ в породах фундамента осадочных бассейнов, несмотря на сравнительно небольшой отрезок времени, около 50 лет, весьма поучительна. У истоков этой проблемы стояли такие выдающиеся ученые как Н.А. Кудрявцев, В.Б. Порфирьев, П.Н. Кропоткин и др.

Проблема поисков углеводородов в толщах кристаллического фундамента впервые в Республике Татарстан была поставлена Б.М. Юсуповым (1936), настаивавшим на глубоком нефтепоисковом бурении в северо-западных районах Татарстана, в частности, на Кабык-Куперской площади, где кыновская глинисто-аргилитовая толща-покрышка непосредственно подстилается породами фундамента, в котором установлены нефтепроявления.

В 1968 г. на Всесоюзном совещании по генезису нефти и газа сторонники неорганической теории происхождения нефти во главе с Н.А. Кудрявцевым были подвергнуты жесточайшей критике. Председатель оргкомитета, член-корреспондент АН СССР М.Ф. Мирчинк, сказал: "...следует отметить возрождение популяризации гипотезы неорганического происхождения нефти. Отдельные исследователи предпринимают активные меры по пропаганде своих взглядов, несмотря на то, что сама гипотеза неорганического синтеза с геохимической и физико-химической точек зрения лишена какого-либо обоснования... В зарубежных странах в нефтяной геологической науке такие представления не привлекают никакого внимания и полностью оставлены". С этого совещания и подобных высказываний виднейших геологов страны и мира прошло немногим более 30 лет. А отношение к проблеме в корне изменилось. Развилась неорганическая школа в России (П.Н. Кропоткин, Б.М. Валяев и др.) и на Украине (В.Б. Порфирьев и его ученики).

Сверхглубокое бурение в Татарстане

В Татарстане в 1969 г. под руководством В.А. Лобова была разработана программа сверхглубокого бурения по кристаллическому фундаменту. По тем временам подобные представления оценивались как фантастические. Представляя реально, что если программу не оформить эзоповским языком, то шансы на ее утверждение близки к нулю. Лобов придумал дальнюю миграцию нефти из осадочных образований Предуральского прогиба в сторону Южно-Татарского свода, хотя считал, что источник углеводородов находит

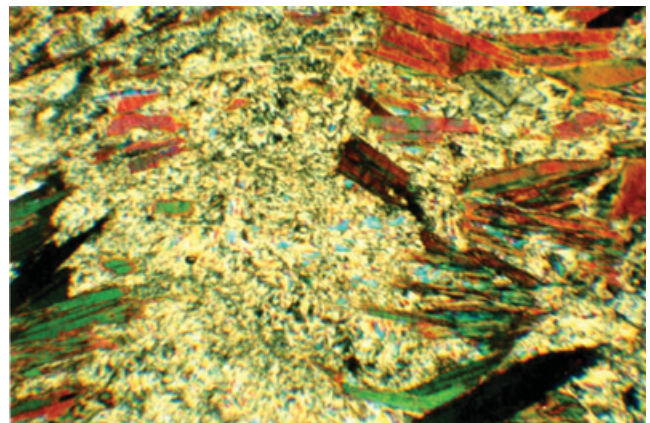


Рис. 2. Замещение силлиманит-кордиерита серицитом и каолинитом. Скв. 966 Уратьминская, инт. 1884-1886 м. Ув. 75х. Николи +. Типичные изменения породы в зоне деструкции (разуплотнения) в кристаллическом фундаменте.



Рис. 3. Деформированный биотитовый кристаллосланец. Скв.20009 Ново-Елховская, инт.3116-3119м. Ув.60х. Николи ||. Зона разуплотнения (деструкции) в кристаллическом фундаменте.

ся в глубинах планеты. Благодаря такому тактическому ходу, за 4 года нам удалось утвердить бурение первой сверхглубокой скважины № 20000 на кристаллический фундамент на Миннибаевской площади Ромашкинского месторождения, которая забурилась в марте 1973 г. Кроме ученых В.А. Лобова, И.Х. Кавеева и др., большая заслуга в этом и бывшего секретаря Татарского ОК КПСС С.Л. Князева. Без его активной позиции, глубокого понимания значения этих исследований, можно утверждать, что скважина не была бы забурена.

Перед скважиной ставились общегеологические задачи, а именно, десять задач, сформулированных перед сверхглубоким бурением Н.А. Беляевским и В.В. Федынским.

Сегодня в Татарстане пробурено много скважин на кристаллический фундамент, и мы открыто говорим о проведении поисковых работ на нефть и газ в породах фундамента, более того, о подпитке и регенерации месторождений осадочного чехла из глубин планеты, и даже о возможном искусственном ускорении этого процесса.

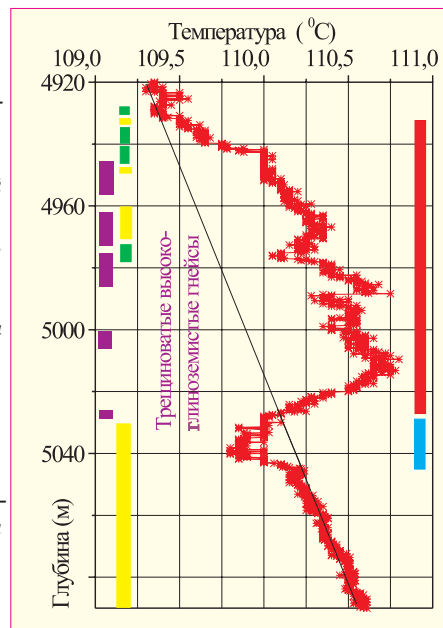
В настоящее время фундамент рассматривается как объект самостоятельных поисковых работ. Наряду с продолжением и совершенствованием поисково-разведочных работ на нефть в осадочных породах, проводятся планомерные, опирающиеся на научные обоснования и мировой опыт исследования глубокозалегающих докембрийских пород. В Татарстане направление глубинных исследований ориентированы на породы фундамента и рифейско-вендские осадочные толщи с целью комплексного изучения их структуры, взаимоотношений различных толщ и систем разломов неоднородного гранито-гнейсового слоя Татарского свода и обрамляющих его впадин.

Необходимость изучения нефтегазоносности фундамента можно обосновать с четырех точек зрения:

1. Доказана тесная связь месторождений в осадочном чехле и их строения с геологическим строением фундамента. Эта связь прослежена не только по структурам высших порядков, но и в деталях (А.В. Постников, Л.П. Попова). Изучая геологическое строение фундамента, мы облегчаем поиски нефти в вышележащих отложениях. Можно сказать, что познание фундамента – ключ к поискам нефти в осадочном чехле.

2. Нефтегазогенерирующая роль фундамента, о чем могут свидетельствовать следующие факторы:

Рис. 4. Термограмма скв. Ново-Елховская 20009. Справа выделена температурная аномалия, связанная с разуплотненной зоной в фундаменте: красным цветом - прогрев, синим - охлаждение (Христофорова и др., 1999). Слева показаны интервалы коллекторов (по данным И.Н. Плотникова), выделенные по ГИС (фиолетовым), участки повышенной газонасыщенности (зеленым) и зоны повышенного содержания урана (желтым).



- генетическая тождественность нефтей из палеозойского комплекса Южно-Татарского свода (ЮТС) и битумидов фундамента, аргументирующая доминирующую роль вертикальной миграции нефти, достаточный источник которой в осадочном чехле над ЮТС отсутствует;

- приуроченность залежей нефти осадочного чехла к разломам в фундаменте дает возможность рассматривать его как в качестве промежуточного звена миграции нефтегазоносных флюидов, так и самостоятельного поискового объекта (Муслимов и др., 1998);

- четко выраженная тенденция увеличения газопоказаний, расширения спектра гомологов метана и относительный рост содержания его “тяжелых” гомологов (пентана и гексана), появление гелия с увеличением глубины;

- явное несоответствие НПР Татарстана, из которых уже извлечено около 2.7 млрд т нефти, и полученных на основе геохимического анализа доманикитов палеозоя с оценкой их нефтематеринского материала в объеме всего 709 млн т для всей осадочной толщи (Муслимов, Плотникова, 1998), указывающие на невозможность формирования промышленных скоплений углеводородов за счет нефтегенерирующего потенциала осадочных пород.

3. Наличие в разрезе кристаллического фундамента потенциальных коллекторов, так называемых зон разуплотнения или зон деструкции, которые обладают высокими коллекторскими свойствами, вследствие дробления и переработки пород. Типичные измененные породы зон деструкции приведены на рис. 2, 3.

Наличие в кристаллическом фундаменте проницаемых зон, или зон разуплотнения, которые обладают высокими коллекторскими свойствами, подтверждается и температурными исследованиями, рис. 4.

На основе данных сейсмического профилирования и глубинного зондирования установлено пластинчато-чешуйчатое строение фундамента. Основные отражающие горизонты находятся под “покрышкой” – кирасой непроницаемых пород на глубинах порядка 5 – 7 км.

4. Кристаллический фундамент, видимо, играет роль в постоянной “подпитке” нефтяных месторождений осадочного чехла новыми ресурсами за счет притока углеводородов по трещинам и разрывам. Обнаруженные реликты УВ

зон деструкций свидетельствуют о наличии в этих зонах УВ флюидов, которые в неоднородном термоградиентном поле фундамента последовательно перегонялись из нижних зон в верхние под воздействием температурного поля и явлений компрессия-декомпрессия. Это подтверждается также сходством УВ фундамента и чехла, особенностями состава вод зон деструкций и чехла.

Все изложенное позволяет сделать вывод о наличии факта миграции углеводородов из зон деструкций фундамента в осадочный чехол по зонам многочисленных разломов, следовательно, можно говорить о “подпитке” нижних горизонтов Ромашкинского месторождения “УВ-дыханием” фундамента. В связи с этим, необходимо изучать не только архейско-протерозойский фундамент древних платформ, но и палеозойский фундамент Западной Сибири, мезозойский фундамент Предкавказья и др.

Требует проверки гипотеза Б.М. Юсупова (1982), которая заключается в признании метаносферы в качестве основного источника углеводородного потенциала. Залежи нефти образуются в глубоких осадочных бассейнах там, где углеводороды биогенного происхождения обогащаются поступающим из глубин Земли метаном. Необходимо проводить исследования и по проверке идей М.Г. Камалетдинова и др. (1981) о широком развитии в пределах платформ шарьяжно-надвиговых дислокаций.

Эти исследования могут привести нас к весьма неожиданным, положительным результатам. Вспомним нашу давнюю дискуссию о перспективах нефтеносности Зап. Татарстана. Эволюция шла от малоперспективности и бесперспективности к признанию перспективности этих земель. Здесь в настоящее время даже подсчитаны прогнозные ресурсы, кстати, довольно значительные.

Все это свидетельствует о большом нефтегазовом потенциале недр. Но надо уяснить, что оставшиеся запасы будут связаны с существенно сложными горно-геологическими условиями: труднодоступные большие глубины бурения, трудноразведываемые месторождения, залежи с трудноизвлекаемыми запасами. Без применения новых технологий бурения, добычи и разработки, разведка и эксплуатация этих ресурсов может в большинстве случаев оказаться нерентабельной. Естественно, что повышение цен на нефть стимулирует проведение таких работ. Особенно следует подчеркнуть отсутствие технологий освоения трещинных коллекторов. Без решения этой проблемы мы не сможем обосновать необходимость изучения нефтегазоносности пород кристаллического фундамента.

Необходимо также учитывать проблему поисков альтернативных источников нефти и газа. Некоторые развитые страны уже сейчас приступили к добыче и переработке битуминозных пород, залегающих вблизи земной поверхности и получению из них так называемой “синтетической” нефти. Мировые запасы ее в битуминозных породах (в основном, в Канаде) оцениваются в 330 млрд т, а мировые запасы “синтетической” нефти в сланцах по некоторым оценкам составляют 500 – 1000 млрд т.

Заключение

Все изложенное позволяет сделать вывод о том, что Татарстан является богатейшим нефтяным районом Волго-Уральской нефтегазоносной провинции.

Стратегия освоения нефтяных ресурсов региона на поздней стадии заключается в одновременном изучении тра-

диционных для данной нефтегазоносной провинции объектов нефтепоисковых работ и исследовании на нетрадиционных направлениях. Проведение работ на традиционных объектах должно обеспечить решение тактических задач воспроизводства минерально-сырьевой базы при текущем и среднесрочном планировании, а также стратегических задач при перспективном планировании. Исследование нетрадиционных объектов поисков должно быть направлено на решение стратегических задач обеспечения ресурсной базы развития добычи УВ на длительную перспективу. Доля средств на исследование нетрадиционных объектов должна непрерывно возрастать по мере истощения традиционных объектов поисков и появления положительных результатов и новых геологических идей на нетрадиционных направлениях работ. Со временем на исследование нетрадиционных объектов должно выделяться средств больше, чем на обычные направления работ.

Переходя к практическим задачам, нам необходимо:

1. Определиться со сверхглубокой скв. 20009 (сегодня ее забой 5881 м, и в течение более чем 3 лет по существу мы не продвинулись в вопросах ее бурения, при этом затратив 17,5 млн долл., в т.ч. в 2000 г. – 21 млн 133 тыс руб.). В настоящее время принято решение прекратить дальнейшее углубление и приступить к опробованию перспективных объектов фундамента.

2. Одновременно нужно принять программу по новым направлениям изучения нефтегазоносности пород кристаллического фундамента на территории РТ и начать планомерные работы по бурению 1 – 2 скважин в год.

3. Всеми имеющимися силами продолжить работу по решению проблемы изучения перспектив нефтегазоносности докембрийского комплекса Татарстана.

Литература

- Камалетдинов М.А., Казанцев Ю.В., Казанцева Т.Т. *Происхождение складчатости*. М.: Недра, 1981.
- Муслимов Р.Х. *Повышение эффективности освоения нефтяных месторождений Татарии*. Казань, Таткнигоиздат, 1985.
- Муслимов Р.Х., Изотов В.Г., Ситдикова Л.М. Кристаллический фундамент Татарского свода – потенциальный генератор углеводородов Ромашкинского месторождения. *Мат-лы конф. “Новые идеи в геологии и геохимии нефти и газа”*. М., Изд. МГУ, 1998, 147-149.
- Муслимов Р.Х., Плотникова И.Н. Проблемы нефтегазоносности кристаллического фундамента и его роль в формировании залежей нефти в осадочном чехле. *Мат-лы конф. “Новые идеи в геологии и геохимии нефти и газа”*. М. Изд. МГУ. 1998. 150-151.
- Христофорова Н.Н., Христофоров А.В., Муслимов Р.Х. Разуплотненные зоны в кристаллическом фундаменте. *Георесурсы*, 1(1). 1999. 4-15.
- Юсупов Б.М. *Новая концепция проблемы происхождения нефти и природного горючего газа*. Уфа. 1982.



Ренат Халимуллович Муслимов
Профессор Казанского университета, д.г.-м.н. Государственный советник при Президенте Республики Татарстан по вопросам недропользования, нефти и газа. Область научных интересов – поиски, разведка и разработка нефтяных и битумных месторождений, использование и освоение нетрадиционных источников углеводородного сырья, новые методы увеличения нефтеотдачи. Имеет более 350 опубликованных работ и 91 изобретение.