

DOI: https://doi.org/10.17353/2070-5379/4_2016

УДК 550.8:553.98(470+571)

Соборнов К.О.ООО «Северо-Запад», Москва, Россия, ksobornov@yandex.ru

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОИСКОВ НЕФТИ И ГАЗА В РОССИИ В КОНТЕКСТЕ МИРОВЫХ ТРЕНДОВ В ГЕОЛОГОРАЗВЕДКЕ

Прогрессирующее истощение ресурсной базы добычи нефти и газа в России в совокупности с неблагоприятными экономическими условиями обуславливают необходимость выявления новых конкурентных направлений поисково-разведочных работ на нефть и газ. Большую ценность для этого имеет анализ опыта поисково-разведочных работ в мире. Этот опыт показывает, что основные традиционные открытия последнего десятилетия были сделаны главным образом в сложных геологических условиях. К ним относятся: подсолевые карбонаты, крупные дельты и складчатые пояса. Крупные открытия в их пределах стали возможными за счет использования новых технологий и геологических концепций. Они позволили выявить новые направления работ, которые были слабо изучены и технически малодоступны в прошлом. В современных российских условиях опоскование этих нефтегазоносных зон, расположенных на суше, с применением современных средств может обеспечить эффективное восполнение ресурсной базы добычи нефти и газа.

***Ключевые слова:** подсолевые карбонаты, дельты, складчатые пояса, поиски нефти и газа, переинтерпретация данных.*

Успешное развитие геологоразведки в СССР оставило в наследство российской нефтегазовой огромные запасы нефти и газа. Разработка этих запасов обеспечивает подавляющую долю добычи нефти и газа в России до настоящего времени. Однако в последние годы отмечается все более нарастающее «старение» этой ресурсной базы. Особенно явно эта тенденция выражена в добычи нефти. Прежде всего, она проявляется в сокращении средней продуктивности скважин, увеличении обводненности нефти, что ведет к росту себестоимости добычи. Все более очевидно, что для поддержания уровня добычи на приемлемом уровне необходимо приращение новых запасов. При этом в условиях низких мировых цен на энергоносители и ограничений на импорт технологий особенно важно, чтобы новые открытия обеспечивали конкурентную экономическую ценность запасов и могли быть освоены с применением доступных технических средств. В этой связи дискуссия, связанная с определением приоритетных направлений развития отрасли, резко оживилась. В последнее время с крупными статьями по данным вопросам выступили ведущие эксперты отрасли, в том числе А.И. Варламов, Д.Н. Дмитриевский, А.Э. Конторович, В.П. Орлов и многие другие. Особое значение в этой связи приобретает

вопрос о возможности новых открытий в известных нефтегазоносных бассейнах на суше России.

Одним из важных источников информации, позволяющих значительно повысить эффективность геологоразведочных работ, является анализ обширного мирового опыта. Разумеется, что особенно интересен опыт работ, проводимых в условиях, сходных с нефтегазоносными бассейнами России. Эти данные могут быть полезны в выборе перспективных направлений работ, технических решений и методов проведения работ, уже оправдавших себя на практике.

Благодаря прогрессу в понимании геологического строения и совершенствования технических средств геологоразведки практически во всех бассейнах возникают новые направления поисковых работ, приносящие существенные открытия. Многие из них обнаруживаются в давно известных нефтегазоносных районах. Хорошая результативность поисково-разведочных работ на нефть и газ проявляется в том, что запасы нефти в мире находятся на максимальном историческом уровне. Согласно оценкам компании BP, доказанные запасы нефти в мире в последние десятилетия быстро увеличивались, несмотря на растущий уровень потребления нефти [BP statistical review..., 2015]. В конце 1994 г. они составляли 1 118,3 млрд. бар., в 2004 г. – 1366,2 млрд. бар., в 2014 г. – 1700,1 млрд. бар. или 239,8 млрд. т. Всего с 1994 г. по 2014 г. рост запасов нефти составил около 52%. Темпы роста запасов газа за этот период еще больше – 57%. Запасы нефти обеспечивают сегодняшний уровень добычи на 52,5 года. Сходные оценки содержатся в сводках Геологической службы США. Так, по состоянию на январь 2013 г. суммарные извлекаемые ресурсы нефти и газа увеличились на 33% по сравнению с оценкой, сделанной в 2000 г. [Ahlbrant, 2015]. Источники прироста запасов различны, но немалая их часть связана с открытиями новых залежей и переоценкой запасов месторождений в известных нефтегазоносных районах. Крупные приросты запасов за последние 20 лет отмечены как в крупных нефтегазодобывающих странах, таких как Саудовская Аравия, Иран, Туркменистан, Казахстан, Египет, так и в странах, которые ранее не производили значительных объемов энергоресурсов - Бразилия, Мозамбик, Израиль.

Анализ результативности поисков обнаруживает большую дифференциацию. В некоторых случаях новые открытия позволяют лишь на время сдержать общее истощение ресурсной базы. В других - их значение существенно больше, они могут дать вторую жизнь старым нефтегазоносным районам. Наиболее яркие примеры такого рода связаны со сланцевой революцией в Северной Америке, которая реанимировала многие старые нефтегазоносные районы. В ближайшие годы разработка сланцевых ресурсов в России едва ли может оказаться результативной. Кроме сложностей, связанных с доступом к

технологиям и их стоимостью, развитие этого направления будет тормозиться неблагоприятной логистикой. В условиях Западной Сибири она по объективным причинам намного хуже, чем на Великих равнинах Северной Америки. Это, видимо, также относится к работам в условиях арктических шельфов и глубоководных акваторий. Развитию этих проектов в сложившихся условиях будут препятствовать низкие цены на энергоносители. В то же время в России существуют большие возможности прироста запасов, приуроченные к направлениям работ традиционного типа. В этой связи, при рассмотрении мирового опыта основной интерес представляют работы на месторождения традиционного типа в геологических условиях, имеющих свои аналоги в нефтегазоносных бассейнах России.

Дифференциация результативности в зависимости от геологических условий

Успешность поисково-разведочных работ последнего десятилетия обнаруживает значительную дифференциацию в зависимости от геологических условий [Biteatu et al., 2014; Высоцкий, 2015]. Сравнительно низкая результативность этих работ отмечается в пределах древних окраин континентов и бассейнах рифтового типа. В то же время она существенно выше при описковании подсолевых карбонатов, крупных дельт и складчатых поясов. Именно с этими геологическими обстановками связаны крупные открытия, сделанные в ходе вторичных циклов поисков. Они содержат в себе около 90% крупных открытий последнего десятилетия.

Древние окраины континентов в течение последнего десятилетия принесли весьма незначительный вклад в совокупный прирост запасов в мире. Это связано с относительно простыми геологическими условиями этих районов и небольшой общей толщиной осадочного чехла. Конформность структурных планов на разных стратиграфических уровнях и выдержанность стратиграфического состава осадочного выполнения ограничивают возможности обнаружения принципиально новых направлений работ. Крупные месторождения в их пределах открываются на ранних этапах исследования. Примером могут служить месторождения платформенной части бассейна Персидского залива, включая крупнейшие в мире нефтяное месторождение Гхавар (Саудовская Аравия) и газовое Северное (Катар и Иран), а также крупнейшие месторождения Северной Африки (Алжир и Ливия). К их числу относятся бассейны платформенной части Северной и Южной Америк, Австралии. В России к таковым принадлежат платформенные части Волго-Уральского, Тимано-Печорского бассейнов, равнинное Предкавказье, значительная часть Восточной Сибири. В перечисленных районах прирост запасов в последние годы происходит преимущественно за счет мелких месторождений, а также благодаря вовлечению в разработку залежей в низкопроницаемых коллекторах.

Вероятной причиной относительно низкой успешности поисково-разведочных работ в рифтовых зонах, по-видимому, является то, что многие крупные месторождения связаны с простыми высокоамплитудными поднятиями горстового типа. Технически их выявление не составляло большой проблемы. В результате многие открытия в этих бассейнах были сделаны на ранних этапах их опоискования. Это подтверждается отсутствием крупных новых открытий в зрелых рифтовых бассейнах, таких как центральная часть Северного моря, Красноморский бассейн и др. Открытия в рифтовых зонах в последние годы происходили главным образом в новых и слабо изученных рифтовых зонах в Индии и Восточной Африке. В этих районах применение современной сейсморазведки позволило обнаружить много неструктурных и комбинированных ловушек. Они дали преимущественно мелкие и средние месторождения.

В целом для этих районов, вероятно, справедливо утверждение, что основной прирост запасов достигается на первом этапе поисково-разведочных работ. В дальнейшем в их пределах открываются преимущественно мелкие месторождения. Это подтверждается работами в районах этих типов в России.

Более подробно следует остановиться на тех районах, где была достигнута наибольшая успешность поисков новых месторождений. К ним относятся зоны развития подсолевых карбонатов, крупные дельты, складчатые пояса. Названные категории геологических обстановок проявляются в бассейнах разных возрастов и геодинамических типов. Они представляют особый интерес, так как имеют широкое развитие в нефтегазоносных бассейнах России. Соответственно, опыт этих работ может оказаться исключительно полезным при определении приоритетных направлений. Важно заметить, что при разнородности этих геологических обстановок их объединяет то, что в прошлом их изучение представлялось весьма рискованным. Это обусловлено относительной сложностью их геологического строения и их требовательностью к применяемым технологиям. В прошлом это тормозило выявление их нефтегазоносного потенциала. В последнее время развитие технологий существенно повысило информативность геолого-геофизических данных и качество бурения, что послужило основой успехов в поисках новых залежей нефти и газа в их пределах.

Подсолевые карбонаты

Опоискование подсолевых карбонатов с большим отрывом от всех поисково-разведочных работ лидировало в первом десятилетии 21 века - с ним было связано 69% новых открытий [Biteatu et al., 2014]. Этот успех обеспечивался главным образом гигантскими открытиями нефтяных залежей в подсолевых карбонатах в глубоководной части бассейна Сантос в Бразилии (рис. 1) и залежей газа на месторождении Йолатань-Осман

в Амударьинском бассейне в Туркменистане, в восточной части Средиземного моря, Мексиканском заливе.

Подсолевые карбонаты присутствуют в бассейнах различных геодинамических типов. Накопление солей свойственно рифтовым бассейнам на начальной стадии развития, краевым прогибам, межгорным впадинам. Проведение поисковых работ в соленосных бассейнах было связано со значительными техническими сложностями. Это обусловлено главным образом большими погрешностями в определении структурного плана и прогнозированием состава подсолевых отложений по данным сейсморазведки, а также сложностью проводки и заканчивания скважин в условиях широкого развития солей. В зонах развития соляного диапиризма в Прикаспийской впадине ошибки с определением глубины подсолевых отложений нередко достигали 500 м и более. Это связано с резкими вариациями толщин солей и деформированностью вмещающих отложений. Крайне сложным представляется прогноз фациального состава подсолевых комплексов. Кроме этого, проблемой являлось высокое содержание кислых компонентов в нефти и газе. Очевидно, что эти проблемы затрудняли быстрое освоение нефтегазоносного потенциала этих нефтегазоносных районов. На начальных этапах работ в их пределах поиски были сосредоточены на надсолевых отложениях. Появление новых технологий позволило открыть огромные запасы нефти и газа в подсолевых отложениях.

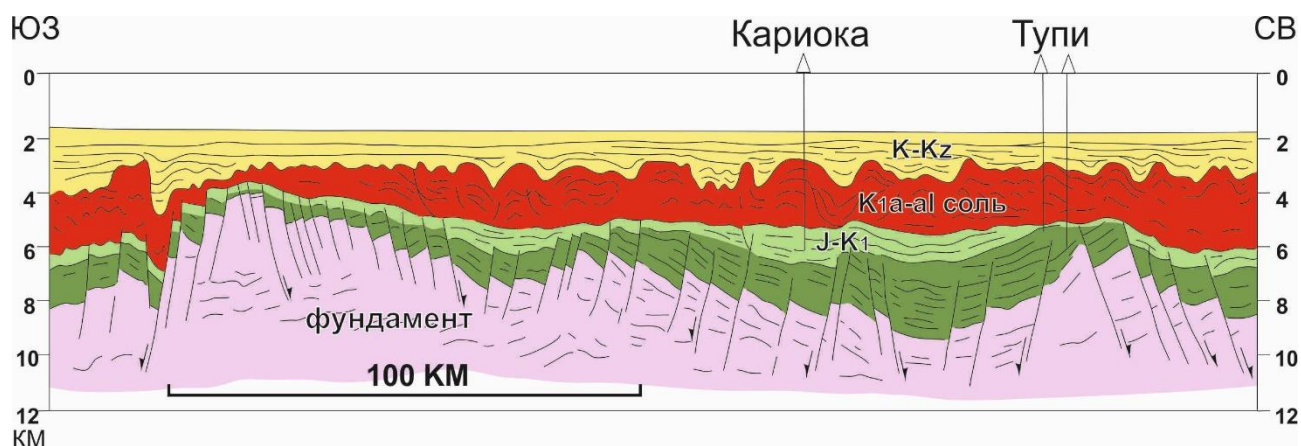


Рис. 1. Схематический разрез бассейна Сантос в районе месторождения Тупи (Лула)
(из [Flinch, 2014] с дополнениями)

На территории России и Казахстана в подсолевых отложениях известны уникальные залежи нефти и газа. Они были сделаны в 1970-1980 гг. на суше Прикаспийского бассейна во многом благодаря внедрению сейсмических исследований. К их числу относятся Астраханское месторождение, Тенгиз, Карачаганак. В 2000 г. было открыто уникальное месторождение Кашаган в акватории Северного Каспия. Несмотря на эти открытия

перспективность Прикаспийского бассейна весьма высока. Новые геофизические данные позволяют значительно точнее интерпретировать строение подсолевых отложений и выявлять крупные перспективные объекты. Значительный интерес представляют добашкирские отложения Астраханского свода, Южное Предуралье, северный борт Прикаспийской впадины.

Кроме этого в России перспективы подсолевых карбонатных отложений следует связывать с периферическими частями Сибирской платформы. Определенный интерес могут представлять северо-восточные районы Тимано-Печорского бассейна, где установлено развитие соли верхнего ордовика. В этом районе значительный поисковый интерес в этой связи может представлять район гряды Чернышева. Новые данные позволяют существенно уточнить строение крупных перспективных объектов, где подсолевые отложения залегают на доступных для бурения глубинах [Соборнов, Данилов, 2014]. Перспективность этого направления работ подтверждается получением крупных притоков нефти и газа на площадях Воргамусюр и Кочмес.

Крупные дельты

Применительно к нефтегазоносным районам, приуроченным к крупным дельтам, новые циклы открытий связаны с прогрессом в понимании седиментологических условий формирования нефтяных систем [Snedden et al., 2003]. Общим для них является то обстоятельство, что на начальной стадии поиски сосредоточены на антиклинальных ловушках, резервуары которых в большинстве случаев образованы выдержанными пластами, сформированными в условиях высокого стояния уровня моря. Эти ловушки сравнительно просто выявляются и быстро становятся основным объектом поисков. В дальнейшем обнаруживаются новые типы ловушек, которые преимущественно связаны с песчаными телами, накапливавшимися в условиях трансгрессий и низкого стояния уровня моря. Они включают в себя клинофоменные комплексы, каналы песчаники зон врезов, зоны переотложения мелководных осадков. В силу особенностей седиментационного развития эти песчаные тела в большинстве случаев развиты за пределами поднятий. Они образуют ловушки стратиграфического и комбинированного типов. Естественно, что их обнаружение представляет собой значительно более сложную задачу, чем выявление простых структурных ловушек. Успехи в выявлении ловушек подобного типа связаны с развитием технологии сейсморазведки и, как следствие, выработкой принципов сеймостратиграфического анализа.

Одним из наиболее показательных примеров такого развития поисков является опыт проведения поисково-разведочных работ в районе Мексиканского залива в США [Snedden et al., 2003]. Сходным образом шло освоение нефтегазовых ресурсов в Индонезии, Норвегии и

ряде других районов. В России яркие примеры такого развития поисковых работ дает Западная Сибирь и Сахалин. В Западной Сибири юрско-меловой чехол этого бассейна в значительной степени образован крупными дельтами. На начальном этапе в 1960-е - начале 1980-х гг. поиски были сосредоточены на структурных ловушках, коллекторами в которых были шельфовые пласты неокома и сеномана (Ямало-Ненецкий автономный округ). В дальнейшем, по мере исчерпания ловушек этого типа, поисковые работы были переориентированы на неструктурные ловушки, связанные с клиноформными комплексами [Карагодин, Нежданов, 1988; Игошкин, Шлезингер, 1990 и др.]. В последующем широкое внедрение сейсморазведки 3D привело к выявлению зон распространения юрских песчаников в зонах эрозионных врезов в периферических частях бассейна. Очевидно, что нефтегазоносный потенциал неструктурных ловушек в Западной Сибири далек от своего исчерпания.

Значительные возможности приращения запасов в Западной Сибири за счет комплексов низкого стояния уровня моря можно видеть на примере сейсмического разреза, пересекающего Малохетский вал (рис. 2). В пределах этой структуры развиты выклинивающиеся в направлении свода мощные комплексы слоев роста. Они формировались преимущественно в условиях роста поднятий и низкого стояния уровня моря, которое вызывало увеличение темпа сноса в бассейн осадочного материала. Эти комплексы обогащены песчаным материалом способным образовывать высокочемкие коллекторы. Масштаб этого явления дает основание рассчитывать на возможность формирования в этих зонах крупных скоплений нефти и газа неструктурного типа.

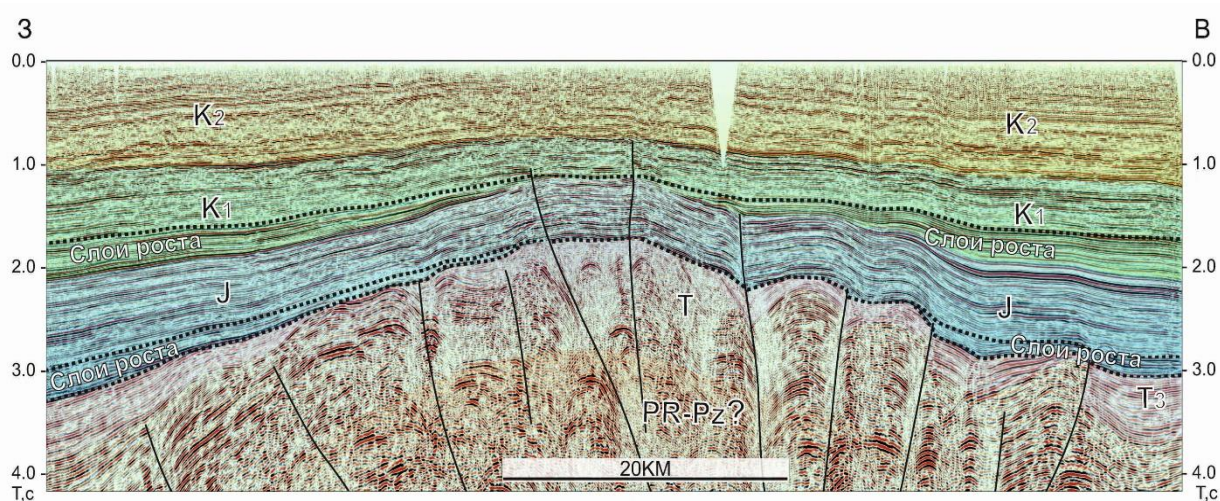


Рис. 2. Интерпретированный сейсмический разрез Малохетского вала в северо-восточной части Западно-Сибирского бассейна

Выделены комплексы слоев роста структуры, представляющие интерес для поисков неструктурных ловушек на склонах вала. Пунктиром указаны основные несогласия.

Интересные результаты были получены при оползании дельтовых отложений на шельфе Мозамбика, где в последние годы были открыты крупные газовые месторождения. Они приурочены к крупным антиклинальным структурам, развитым во фронтальной части обширного складчатого пояса оползневого происхождения. Представляется, что сходные по структурной природе поисковые объекты могут быть обнаружены в надсолевых отложениях бортовых зонах Прикаспийского бассейна. К этой зоне, в частности, относится Астраханское поднятие. Судя по данным бурения и сейсморазведки северный борт этого поднятия, вероятно, затронут крупными гравитационными оползнями. Их формирование, по видимому, было связано с эпизодами низкого стояния уровня моря. Оползневые складки и каналы, выполненные турбидитными осадками, могут образовывать крупные ловушки нефти и газа.

Складчатые пояса

Складчатые пояса занимают третье место в числе наиболее продуктивных направлений работ последнего десятилетия [Viteau et al., 2014]. Открытия последних лет происходили в предандийских бассейнах в Латинской Америке, китайских бассейнах Сычуань и Тарим, в складчатом поясе Загрос (в основном в иракском Курдистане), Папуа-Новой Гвинеи. В США в 2004 г. в зоне надвигов Скалистых Гор было открыто месторождение Ковенант, ставшее крупнейшим открытием на суше этой страны за многие годы [Strickland et al., 2005].

Эти открытия на первый взгляд могут показаться неожиданными, так как складчатые пояса изучаются намного дольше других нефтегазоносных районов. Они заслуженно считаются родиной мировой нефтегазовой индустрии. Именно в их пределах в районе Баку и в предгорьях Аппалачей в США были открыты первые промышленные месторождения. Первоначально основным поисковым признаком были естественные нефтепроявления, широко развитые в этих районах. В последующем геологоразведкой были охвачены многие другие районы. Появление антиклинальной теории позволило сосредоточить поиски на складках, которые могли быть закартированы на поверхности. Этот простой и в то же время эффективный метод принес многочисленные открытия. В 1908 г. была открыта нефть в иранской части складчатого пояса Загрос. Это ознаменовало открытие крупнейшего в мире бассейна Персидского залива. Следует заметить, что помимо больших запасов ценность месторождений в этом районе состояла в огромных дебитах скважин. Так на скважине-открывательнице месторождения Киркук дебит нефти в течение долгого времени составлял около 40 тыс. барр. в день (около 13 тыс. т/сут) [Morton, 2015]. Это было возможным за счет большой высоты залежи, составлявшей около 500 м, и интенсивной трещиноватости продуктивных эоценовых карбонатных отложений.

Оборотной стороны простоты выявления антиклиналей в складчатых поясах явилось то, что они были достаточно быстро разбурены. Последующее распространение поисков нефти и газа на новые районы, включающие платформенные бассейны, привело к появлению огромного количества новых поисковых объектов, что надолго отодвинуло складчатые пояса на второй план. Это в совокупности со сложностью геологического строения складчатых поясов оставило многие из них слабо изученными. Возвращение в эти районы стало возможным лишь по мере осознания того факта, что их потенциал во многих случаях значительно недооценен, а современные технологии позволяют находить новые ловушки.

Новые технологии и концепции: пересмотр «классических» геологических моделей

Большая неопределенность в понимании геологического строения складчатых поясов может быть проиллюстрирована с помощью серии геологических разрезов, пересекающих одну и ту же структурную зону области предгорной складчатости Дагестана (рис. 3). Из-за сложности геологического строения и ограниченной информативности доступных данных, различными авторами предлагались совершенно различные интерпретации.

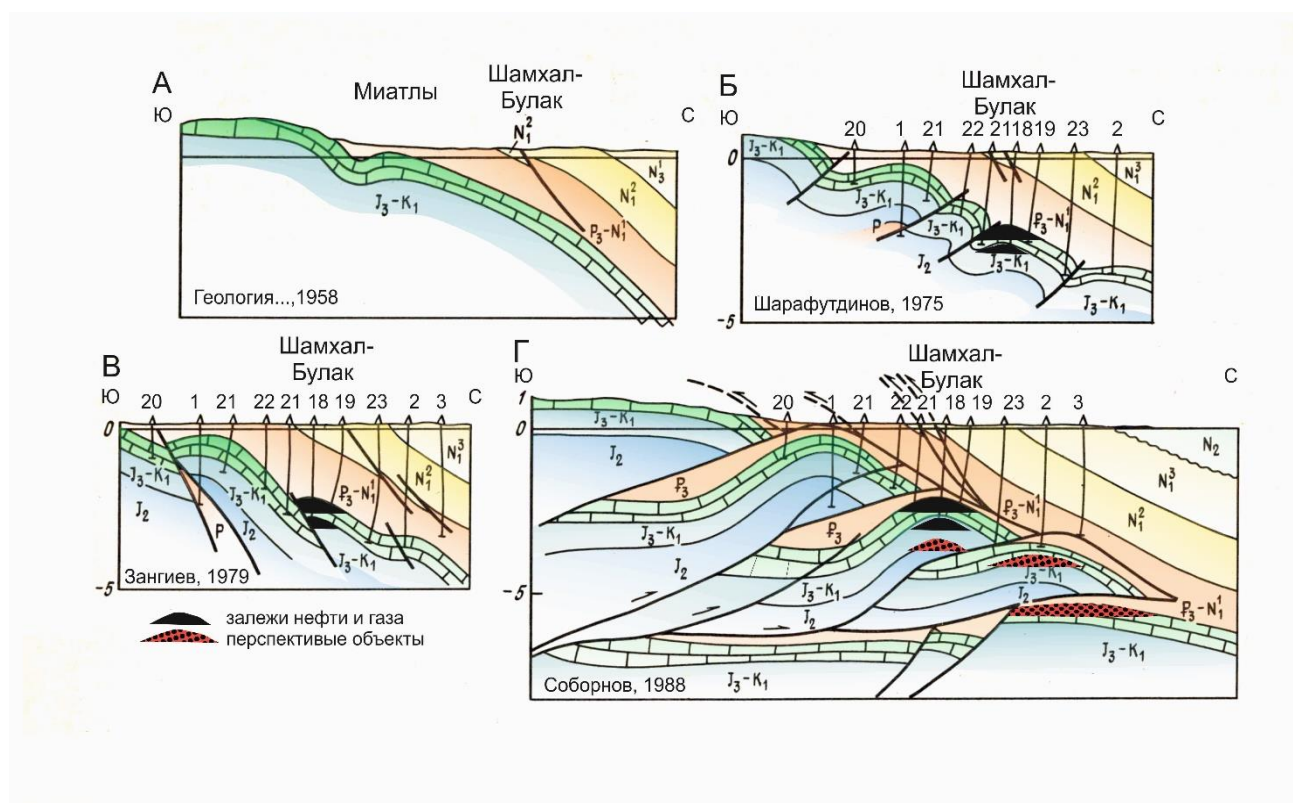


Рис. 3. Геологические разрезы района Сулакского выступа Предгорного Дагестана по данным А - комплексной южной геологической экспедиции АН СССР [Геология и нефтегазоносность..., 1958]; Б - Ф.Г. Шарафутдинова [Шарафутдинов, 1975]; В - Ш.Д. Зангиева [Зангиев, 1979]; Г - К.О. Соборнова [Соборнов, 1988].

Первоначально, основываясь на данных геологического картирования и единичных скважинах, интерпретация предполагало простое моноклиальное строение мезозойского чехла (см. рис. 2А). Это геологическая модель, сформулированная авторитетными исследователями, долгое время рассматривалась как пример «классической» интерпретации. В дальнейшем в результате появления новой информации стало очевидно, что она нуждается в серьезном пересмотре. Появились данные глубокого бурения, указывающие на то, что мезозойско-эоценовые отложения, залегающие под моноклиальным покровом майкопско-неогеновых слоев, имеют весьма сложную структуру. Это создало новые возможности для выявления поисковых объектов, что привело к открытию в данном районе месторождения Шамхал-Булак. Вместе с тем, ограниченность данных бурения оставляла большую неопределенность в интерпретации глубинного структурного плана. Несоответствия в понимании глубинной структуры доходило даже до того, что генеральная vergence надвиговых структур в мезозойско-эоценовых отложениях в разных интерпретациях имеет противоположную ориентацию (см. рис. 2Б, В). Очевидно, что успешное проведение поисковых работ невозможно без уточнения геологической модели. Появление в 1980-х гг. данных сейсморазведки позволило существенно уточнить структурный план данного региона и прогнозировать новые типы поисковых объектов [Соборнов, 1988]. Современная геофизика позволяет получить значительно больше данных для того, чтобы точнее охарактеризовать глубинное строение подобных регионов. Эти данные показывают характерную дисгармоничность структурных планов, за счет чего структурные планы на разных глубинных и стратиграфических уровнях не соответствуют друг другу.

На рис. 4 представлен интерпретированный сейсмический 2D разрез, иллюстрирующий складчато-надвиговую структуру малоизученного района Северного Предуралья. Эти данные существенно сужают поле неопределенности в структурной интерпретации. Это позволяет значительно более уверенно выявлять перспективные поисковые объекты. Особенно большой прирост информации дает сейсморазведка 3D, адаптированная к конкретным геологическим условиям. Появление столь эффективных инструментов исследования дает основание рассчитывать на возможность выявления новых крупных поисковых объектов, которые могут существенно нарастить ресурсную базу районов сложного геологического строения.

В целом, опыт геологоразведочных работ последнего десятилетия показывает, что новые открытия делаются преимущественно в районах сложного геологического строения. Это стало возможным за счет появления новых технологий и геологических знаний, которые позволили переинтерпретировать существующую информацию и на этой основе провести «реинвентаризацию» старых поисковых объектов и наметить принципиально новые. Кроме

этого новые технологии бурения существенно снизили риски поисковых работ. В результате новый цикл поисков принес положительные результаты.

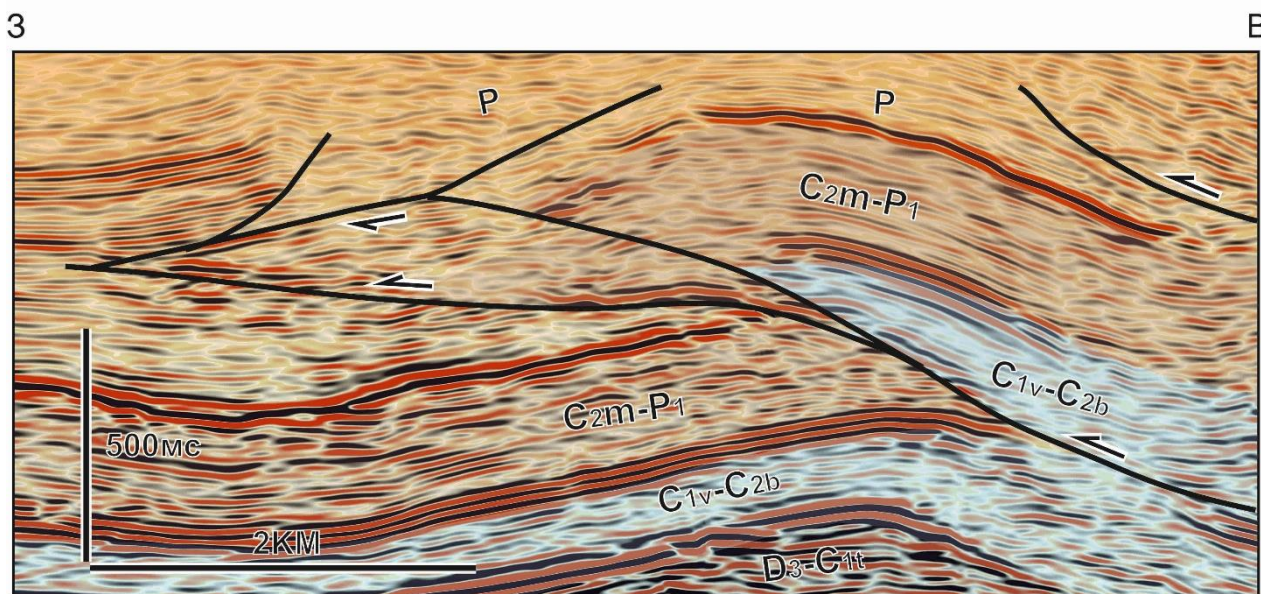


Рис. 4. Сейсмическое изображение строение фронта зоны пояса надвигов Северного Урала
Стратиграфические индексы: P - пермь, C2m-P1 - московский ярус- нижняя пермь, C1v-C2b – визе-башкирский ярус, D3-C1t - верхний девон – турне.

Другой важный вывод, следующий из анализа результативности поисково-разведочных работ последнего десятилетия, состоит в том, что большая часть новых открытий делается небольшими нефтегазовыми компаниями. Так именно ими была осуществлена «сланцевая революция» в Северной Америке, открыты крупные месторождения в рифтовой долине на востоке Африки и газоносные районы на шельфах Мозамбика, Израиля, Индии, Гвианы и др. Основной причиной этих успехов явилось восприимчивость небольших компаний к новым идеям и технологиям, способность оперативно реагировать на изменения экономических условий.

Интеграция технологий

Анализ отечественного и мирового опыта со всей очевидностью подтверждает вполне ожидаемый факт, что наибольший результат при «извлечении» информации из существующего массива геолого-геофизических данных дает комплексная интерпретация геолого-геофизических данных на основе современных геологических концепций. Разумеется, информативность существующих видов исследований различна для конкретных геологических условий. Многообещающие результаты дает совместное использование данных сейсморазведки и магнитотеллурического зонирования. Так, например, совместная интерпретация этих данных позволяет существенно уточнить геологическую модель складчато-надвигового пояса Северного Урала (рис. 5). Она показывает, что регионально

нефтегазоносные девонско-нижнепермские отложения образуют дулексную вдвиговую структуру. С ней связаны крупные антиклинальные складки, которые не имеют отражения в приповерхностных слоях. Несоответствие структурного плана вдвигового комплекса и полого-залегающих кунгурско-верхнепермских слоев компенсируется резкими изменениями толщины сложнодеформированных артинских глинистых сланцев.

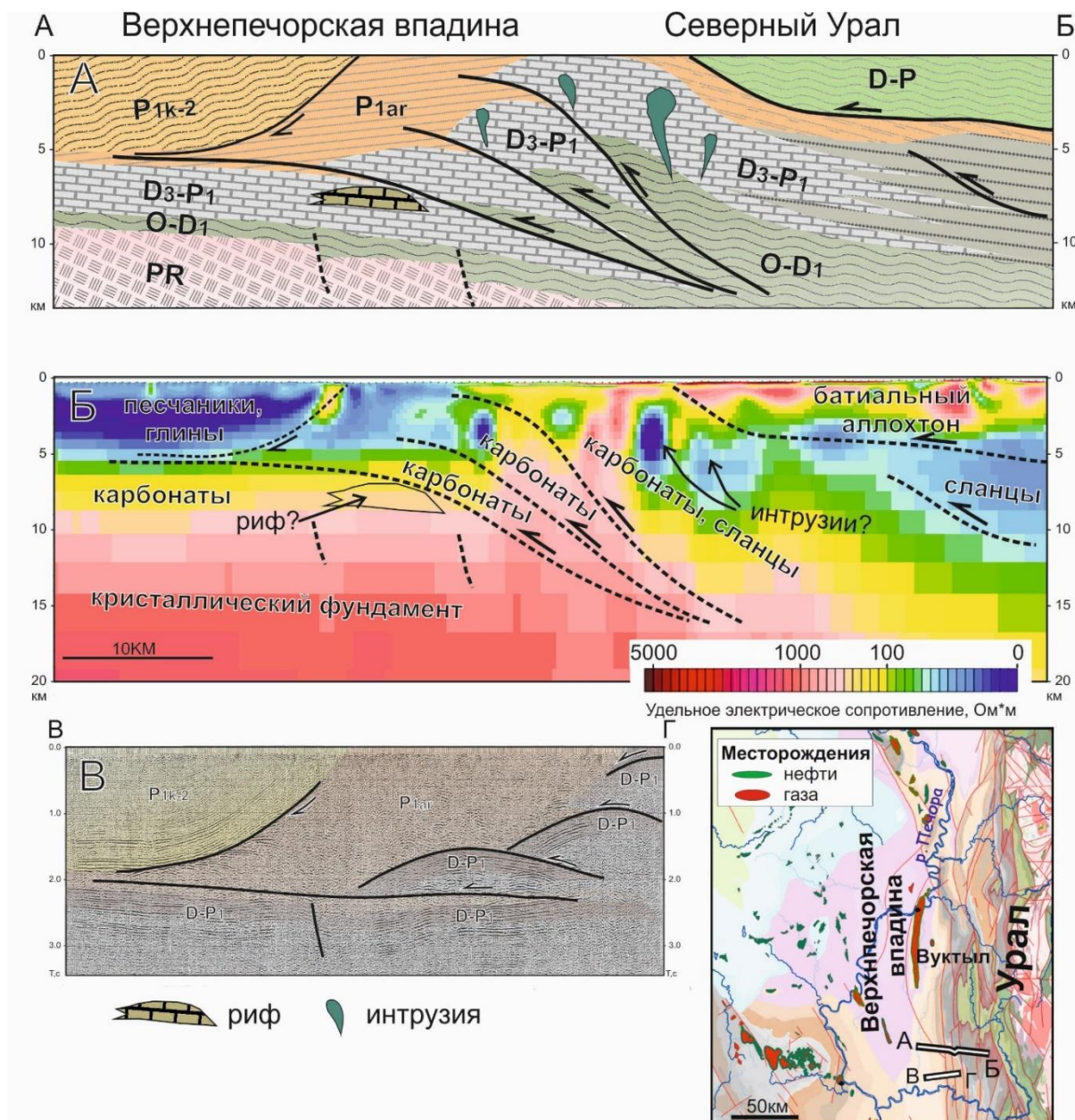


Рис. 5. Комплексная интерпретация геолого-геофизических данных

для построения геологической модели складчато-надвигового пояса Северного Урала

A - схематический геологический разрез зоны сочленения Северного Урала и Верхнепечорской впадины южнее месторождения Вуктыл (положение см. на карте-врезке); *B* - профиль магнитотеллурического зондирования по линии А-Б с геологической интерпретацией (данные ООО «Северо-Запад»); *V* - сейсмический разрез по линии В-Г с геологической интерпретацией (данные АО «Севергеофизика»).

Эти данные позволяют прогнозировать вероятное размещение рифовых тел. Материалы электроразведки свидетельствуют о том, что палеозойские комплексы платформенного происхождения продолжают на значительное расстояние под покровом батальных аллохтонов (покровов Лемвинского типа). Эта информация заполняет «пустоты» в сейсмических материалах, так как данные сейсморазведки в этих геологических условиях крайне низкоинформативны из-за сложных поверхностных условий и интенсивной деформированности осадочного чехла.

Данная модель позволяет наметить зоны распространения крупных перспективных объектов, связанных со складчато-надвиговыми структурами. Высокая перспективность подобных структур доказана во многих нефтегазоносных районах мира [Xu Shilin et al., 2004; Соорег, 2007; Соборнов, 2015]. После открытия в 1964 г. уникального газоконденсатного месторождения Вуктыл в этом районе не делалось крупных открытий. Можно предполагать, что новый уровень понимания строения данного региона может стать основой нового цикла поисково-разведочных работ и наращивания ресурсной базы.

Цикличность развития ресурсной базы

Опыт поисковых работ показывает, что появление новых идей и развитие технологий являются движущими силами циклического характера прироста запасов. Особенно наглядно это свойство геологоразведочного процесса проявляется в районах сложного строения, где присутствуют разнообразные типы залежей нефти и газа. Интересным примером циклического характера развития ресурсной базы в складчатых поясах является поисково-разведочных работ в северной части Предандийских бассейнов на территории Венесуэлы, Колумбии и Перу [Rosso и et al., 2009].

Этот район является местом активных поисков нефти и газа на протяжении более 100 лет, чем обеспечивается относительно представительная статистика. Кривая динамики прироста запасов (creaming curve) отчетливо показывает последовательное освоения потенциала новых направлений работ (рис. 6). Выделяется 3 сменяющих друг друга направления работ (plays), которые обеспечивают циклическое развитие ресурсной базы. Общая тенденция состоит в вовлечении в поиски все более сложных для выявления объектов. Так на начальном этапе источником прироста запасов были малоглубинные складчатые структуры, далее их сменили структуры, связанные с присдвиговыми валами в краевом прогибе, последние крупные открытия были приурочены к сложным складчато-надвиговым структурам. Сложность работ на начальном этапе поисков в складчато-надвиговых зонах иллюстрирует тот факт, что уникальное месторождение Кузиана в Колумбии было открыто 17 скважиной [Duval, 2015]. В дальнейшем благодаря накопленному опыту эффективность работ существенно увеличилась.

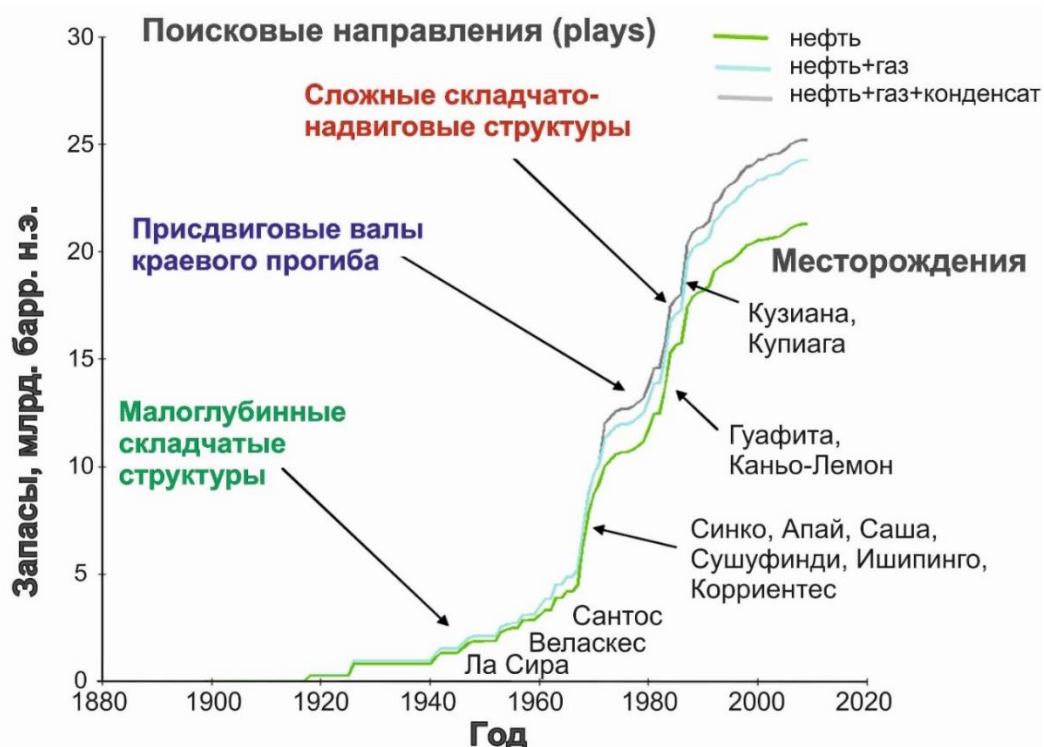


Рис. 6. Кривая наращивания ресурсной базы (creaming curve) северной части системы Предандийский прогибов, бассейны Мараньён, Путумайо, Магдалена и Льянос [Rosso et al., 2009]

Скачкообразный рост кривой отражает последовательное внедрение новых направлений поисковых работ.

В целом, анализ мировых тенденций геологоразведочных работ показывает, что новые крупные месторождения могут быть сделаны там, где возможно выявление новых направлений поисковых работ, основанных на реализации потенциала новых технологий и геологических знаний. Особое значение в этой связи приобретает работа по пересмотру «классических» моделей многих нефтегазоносных районов, особенно тех, которые отличаются сложностью строения. Основой этого являются передовые геологические концепции и технологии. Это делает возможным «реинвентаризацию» портфеля поисковых проектов с уточнением их приоритетности, а также позволяет находить новые крупные перспективные объекты там, где в прошлом их выявление было невозможно.

В нефтегазоносных бассейнах России широко распространены подсолевые карбонаты, крупные дельты и складчатые пояса, изучение которых дало основную долю прироста запасов в мире за последнее десятилетие. Их изученность на территории России во многих случаях недостаточна. Опоискование этих нефтегазоносных зон с применением современных технологий и геологических идей может обеспечить эффективное восполнение ресурсной базы добычи нефти и газа. В результате возможны новые крупные открытия в старых нефтегазоносных районах России.

Автор выражает благодарность В.И. Высоцкому, В.Н. Данилову, В.А. Жемчуговой, В.П. Игошкину, Ф.Г. Шарафутдинову, В.С. Шеину, А.Г. Яковлеву.

Литература

Высоцкий В.И. Глобальные и региональные тренды геологоразведочных работ и приростов запасов нефти и газа // Новые идеи в геологии нефти и газа – 2015: выступление на конференции (МГУ, 28-29 мая 2015 г.). http://www.youtube.com/watch?v=nj110-9Ni_I&list=PLJpxcNuAVU7HdVjKzhsQw4dzc-8WF8sZG&index=63

Геология и нефтегазоносность Восточного Предкавказья // Труды КЮГЭ. - 1958. - Т. I.

Зангиев Ш.Д. О строении и нефтегазоносности Сулакского выступа // Труды ИГ Даг. ФАН СССР. - Махачкала, 1979. - Вып. 4 (23). - С. 57-79.

Игошкин В.П., Шлезингер А.Е. Генетические типы неокомских клиноформ Западной Сибири // Геология нефти и газа. - 1990. - №8. - С. 16-20.

Карогодин Ю.Н., Нежданов А.А. Неокомский продуктивный комплекс Западной Сибири и актуальные задачи его изучения // Геология нефти и газа. - 1988. - №10. - С. 9-14.

Соборнов К.О. Поднадвиговые зоны нефтегазонакопления - новый объект поисков нефти и газа в Предгорном Дагестане // Геология нефти и газа. - 1988. - №2. - С. 8-12.

Соборнов К.О., Данилов В.Н. Строение и перспективы нефтегазоносности гряды Чернышева (Тимано-Печорский бассейн) // Геология нефти и газа. - 2014. - № 5. - С. 11-18.

Соборнов К.О. Структура складчатых поясов и перспектива открытия крупных месторождений в складчатом Предуралье // Нефтегазовая геология. Теория и практика. - 2015. - Т.10. - №1. - http://www.ngtp.ru/rub/4/6_2015.pdf. DOI: https://doi.org/10.17353/2070-5379/6_2015

Шарафутдинов Ф.Г. К тектонике Сулакского выступа в связи с нефтегазоносностью мезозойских отложений // Труды ИГ Даг. ФАН СССР. - Махачкала, 1975. - Вып. 9. - С. 103-106.

Ahlbrandt, T.S. From petroleum scarcity to abundance: opportunities and implications for the U.S. and World // Search and Discovery Article, 2015. #110200 http://www.searchanddiscovery.com/documents/2015/110200ahlbrandt/ndx_ahlbrandt.pdf

Biteau J., Blaizot M., Janodet D., de Clarens Ph. Recent emerging paradigms in hydrocarbon exploration. First Break, 2014, vol. 32, p. 49-58.

BP statistical review of World Energy, 2015. <http://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>

Cooper M. Structural style and hydrocarbon prospectively in fold and thrust belts: a global review // *Ries A.C., Butler R.W. & Graham R.H.* Deformation of the Continental Crust: The Legacy of Mike Coward. Geological Society. - London, 2007, vol. 272, P. 447–472.

Duval B.C. Once Upon a Time... In the Colombian Foothills: Discovery of the Cusiana and Cupiagua Fields // Search and Discovery Article #20309, 2015. http://www.searchanddiscovery.com/documents/2015/20309duval/ndx_duval.pdf

Flinch J. Context, challenges, and future of deep-water plays: an overview // Search and Discovery Article #41417, 2014.

Morton M.Q. River of Oil - Early Oil Exploration in Iraq // *GeoExPro*, 2015. 12, 1. <http://www.geoexpro.com/articles/2015/04/river-of-oil-early-oil-exploration-in-iraq>

Rosso M., Malone P., Vergani G. The gas potential of the Sub-Andean basins; the current exploration status and the future prospectivity as an energy resource for the regional market // 24 World Gas Conference. - Buenos-Aires, 2009. - P. 1-34.

Snedden, J.W., Sarg, J.F., Xudong, Y. Exploration play analysis from a sequence stratigraphic perspective // Search and Discovery Article #40079, 2003.

Strickland D., Johnson K.R., Vrona J.R., Schelling D., Warrek D.A. Structural architecture, petroleum systems, and geological implication for the Covenant field discovery, Sevier County, Utah // Search and Discovery Article #110014, 2005. http://www.searchanddiscovery.com/documents/2005/av/strickland/ndx_strickland.pdf

Xu Shilin, Lu Xiuxiang, Sun Zhonghua, Pi Xuejun, Liu Luofu, Li Qiming, Xie Huiwen. Kela-2: a major gas field in the Tarim Basin of west China // *Petroleum Geoscience*, 2004. - vol. 10, P. 95–106.

Sobornov K.O.

LLC "Severo-Zapad", Moscow, Russia, ksobornov@yandex.ru

PERSPECTIVE OIL AND GAS PROSPECTING IN RUSSIA IN THE CONTEXT OF GLOBAL TRENDS IN EXPLORATION

The progressive depletion of the resource base of oil and gas production in Russia in conjunction with the unfavorable economic conditions makes it necessary to identify new competitive areas of exploration for oil and gas. Great value is represented by analysis of the experience in exploration in the world. This experience shows that the main conventional discoveries of the last decade have been made mainly in complex geological conditions. These include: pre-salt carbonates, large delta and fold belts. Major discoveries within them became possible due to the use of new technologies and geological concepts. They have enabled us to identify new areas of work that have been poorly studied and technically inaccessible in the past. In modern Russian conditions the prospecting these of oil and gas zones located on land with the use of modern tools can provide effective renewing of the resource base of oil and gas production.

Keywords: *pre-salt carbonates, delta, fold belts, oil and gas exploration, data re-interpretation.*

References

Ahlbrandt, T.S. From petroleum scarcity to abundance: opportunities and implications for the U.S. and World. Search and Discovery Article, 2015. #110200 http://www.searchanddiscovery.com/documents/2015/110200ahlbrandt/ndx_ahlbrandt.pdf

Biteau J., Blaizot M., Janodet D., de Clarens Ph. Recent emerging paradigms in hydrocarbon exploration. First Break, 2014, vol. 32, p. 49-58.

BP statistical review of World Energy, 2015. <http://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>

Cooper M. Structural style and hydrocarbon prospectively in fold and thrust belts: a global review. Ries A.C., Butler R.W. & Graham R.H. Deformation of the Continental Crust: The Legacy of Mike Coward. Geological Society. - London, 2007, vol. 272, P. 447-472.

Duval B.C. Once Upon a Time... In the Colombian Foothills: Discovery of the Cusiana and Cupiagua Fields. Search and Discovery Article #20309, 2015. http://www.searchanddiscovery.com/documents/2015/20309duval/ndx_duval.pdf

Flinch J. Context, challenges, and future of deep-water plays: an overview. Search and Discovery Article #41417, 2014.

Geologiya i neftegazonosnost' Vostochnogo Predkavkaz'ya [Geology and Petroleum Potential of the Eastern Pre-Caucasus]. Trudy KYuGE, vol. I, Gostoptekhizdat, 1958.

Igoshkin V.P., Shlezinger A.E. *Geneticheskie tipy neokomskikh kliniform Zapadnoy Sibiri* [Genetic types of Neocomian cliniforms of Western Siberia]. Geologiya nefti i gaza, 1990, no. 8, p. 16-20.

Karogodin Yu.N., Nezhdanov A.A. *Neokomskiy produktivnyy kompleks Zapadnoy Sibiri i aktual'nye zadachi ego izucheniya* [Neocomian productive complex of Western Siberia and the actual tasks of its study]. Geologiya nefti i gaza, 1988, no. 10, p. 9-14.

Morton M.Q. River of Oil - Early Oil Exploration in Iraq. GeoExPro, 2015. 12, 1. <http://www.geoexpro.com/articles/2015/04/river-of-oil-early-oil-exploration-in-iraq>

Rosso M., Malone P., Vergani G. The gas potential of the Sub-Andean basins; the current exploration status and the future prospectivity as an energy resource for the regional market. 24 World Gas Conference. - Buenos-Aires, 2009. - P. 1-34.

Sharafutdinov F.G. *K tektonike Sulaksogo vystupa v svyazi s neftegazonosnost'yu mezozoyskikh otlozheniy* [On the tectonics of Sulaksky projection in connection with oil-gas potential of Mesozoic deposits]. Trudy IG Dag. FANSSSR, vol. 9. Makhachkala, 1975, p. 103-106.

Snedden, J.W., Sarg, J.F., Xudong, Y. Exploration play analysis from a sequence stratigraphic perspective. Search and Discovery Article #40079, 2003.

Sobornov K.O. *Podnadvigovye zony neftegazonakopleniya - novyy ob"ekt poiskov nefiti i gaza v Predgornom Dagestane* [Subthrust oil and gas accumulation areas - a new object for oil and gas prospecting in the foothills of Dagestan]. *Geologiya nefiti i gaza*, 1988, no.2, p. 8-12.

Sobornov K.O. *Struktura skladchatykh poyasov i perspektiva otkrytiya krupnykh mestorozhdeniy v skladchatom Predural'e* [The structure of the fold belts and the prospect of discovering of large deposits in the Urals folded]. *Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika*, 2015, vol. 10, no. 1, available at: http://www.ngtp.ru/rub/4/6_2015.pdf. DOI https://doi.org/10.17353/2070-5379/6_2015

Sobornov K.O., Danilov V.N. *Stroenie i perspektivy neftegazonosnosti gryady Chernysheva (Timano-Pechorskiy basseyn)* [The structure and petroleum potential of the Chernyshev ridge (Timan-Pechora basin)]. *Geologiya nefiti i gaza*, 2014, no. 5, p. 11-18.

Strickland D., Johnson K.R., Vrona J.R., Schelling D., Warrek D.A. Structural architecture, petroleum systems, and geological implication for the Covenant field discovery, Sevier County, Utah. Search and Discovery Article #110014, 2005. http://www.searchanddiscovery.com/documents/2005/av/strickland/ndx_strickland.pdf

Vysotskiy V.I. *Global'nye i regional'nye trendy geologorazvedochnykh rabot i prirostov zapasov nefiti i gaza* [Global and regional trends in exploration and growth of oil and gas]. *Novye idei v geologii nefiti i gaza – 2015: presentation at the conference (Moscow State University, May 28-29, 2015)*. Available at: http://www.youtube.com/watch?v=nj110-9Ni_I&list=PLJpxcNuAVU7HdVjKzhsQw4dzc-8WF8sZG&index=63

Xu Shilin, Lu Xiuxiang, Sun Zhonghua, Pi Xuejun, Liu Luofu, Li Qiming, Xie Huiwen. Kela-2: a major gas field in the Tarim Basin of west China. *PetroleumGeoscience*, 2004, vol. 10, p. 95–106.

Zangiev Sh.D. *O stroenii i neftegazonosnosti Sulakskogo vystupa* [The structure and oil and gas potential of Sulak projection]. *Trudy IG Dag. FAN SSSR*, vol. 4 (23). Makhachkala, 1979, p. 57-79.