

## НЕФТЕГАЗОНОСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ СКЛАДЧАТО-НАДВИГОВЫХ ЗОН ВОСТОЧНОГО И ЮЖНОГО ОБРАМЛЕНИЙ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ



**К.О. СОБОРНОВ\***,  
доктор геол.-мин. наук,  
<https://orcid.org/0000-0002-9073-8492>,  
[ksobornov@yandex.ru](mailto:ksobornov@yandex.ru)

ООО «СЕВЕРО-УРАЛЬСКАЯ НЕФТЕГАЗОВАЯ КОМПАНИЯ»,  
Россия, 142784, г. Москва, Киевское шоссе 1, БП «Румянцево»

*Трансформация энергетической отрасли актуализирует пересмотр приоритетов нефтегазовой геологоразведки. В условиях дефицита инвестиций наибольший интерес представляют зоны нефтегазонакопления, которые обладают потенциалом высокой плотности запасов и располагаются по соседству с существующей инфраструктурой. Этим критериям в России и Казахстане с наибольшей вероятностью соответствуют складчато-надвиговые зоны восточного и южного обрамления супербассейнов Восточно-Европейской платформы. До коллизионной складчатости они принадлежали значительно более крупной Уральской континентальной окраине. Она являлась долгоживущими очагом нефтегазообразования, вклад которого в развитие нефтегазовых систем этих бассейнов недооценен. Использование современных технологий геологоразведки с применением новых знаний, с большой вероятностью, позволит существенно нарастить запасы нефти и газа в этих районах. В статье рассматриваются геологические предпосылки открытия в них новых месторождений. Приводятся примеры, которые показывают перспективные направления геологоразведочных работ.*

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** нефтегазовая геологоразведка, складчато-надвиговые пояса, континентальная окраина, миграция нефти и газа, супербассейн, поднадвиговая ловушка, Уральский краевой прогиб.

## ШЫҒЫС ЕУРОПА ПЛАТФОРМАСЫНЫҢ ШЫҒЫС ЖӘНЕ ОҢТҮСТІК ЖАҚТАУЫНЫҢ ҚАТПАРЛЫ-ЖЫЛЖЫМАЛЫ АЙМАҚТАРЫНЫҢ МҰНАЙ-ГАЗ ӘЛЕУЕТІ

К.О. СОБОРНОВ\*, геол.- мин. ғылымдарының докторы, <https://orcid.org/0000-0002-9073-8492>,  
ksobornov@yandex.ru

«СОЛТҮСТІК-ОРАЛ» ЖШҚ МҰНАЙ-ГАЗ КОМПАНИЯСЫ»,  
Ресей Федерациясы, 142784, Мәскеу қ., Киев ш. 1, БП «Румянцево»

*Энергетика саласын трансформациялау мұнай-газ геологиялық барлау басымдықтарын қайта қарауды өзектендіреді. Инвестициялар тапшылығы жағдайында қорлардың жоғары тығыздығы әлеуетіне ие және қолданыстағы инфрақұрылыммен көршілес орналасқан мұнай-газ жинақтау аймақтары аса қызығушылық тудырады.*

*Ресей мен Қазақстандағы бұл өлшемдерге Шығыс Еуропа платформасының супер бассейнінің Шығыс және Оңтүстік жақтауының бүктелген-жылжымалы аймақтары сәйкес келеді. Соқтығысудан бұрын олар едәуір үлкен Орал континентальды шетіне тиесілі болды. Бұл бассейндердің мұнай-газ жүйелерін дамытуға қосқан үлесі бағаланбаған ұзақ өмір сүретін мұнай-газ ошағы болды. Геологиялық барлаудың қазіргі заманғы технологияларын жаңа білімді қолдана отырып пайдалану осы аудандардағы мұнай мен газ қорларын едәуір ұлғайтуға мүмкіндік береді.*

*Мақалада оларда жаңа кен орындарын ашудың геологиялық алғышарттары қарастырылады. Геологиялық барлау жұмыстарының перспективалық бағыттарын көрсететін мысалдар келтіріледі.*

**ТҮЙІН СӨЗДЕР:** Мұнай-газ геологиялық барлау, қатпарлы-жылжытпалы белдеулер, континентальды шет, мұнай мен газдың көші-қоны, супер бассейн, двигательдік тұзақ, Орал аймақтық иілу.

## PETROLEUM POTENTIAL OF THE FOLD-AND-THRUST ZONES OF THE EASTERN AND SOUTHERN FLANKS OF THE EAST EUROPEAN PLATFORM

К.О. SOBORNОВ\*, PhD, Founder of North-Uralian Petroleum Co, Ltd, <https://orcid.org/0000-0002-9073-8492>, ksobornov@yandex.ru

NORTH-URALIAN PETROLEUM CO. LTD.,  
1, Kievskoye sh., business park Rumyantsevo, Moscow, 142784, Russia

*The energy transformation stipulates the necessity of a reconsideration of the new petroleum exploration opportunities. Given the limited investments available, petroleum exploration is to be focused on opportunities that potentially can deliver new volumes of advantaged hydrocarbon in areas with existing oil and gas industry infrastructure. Most likely in Russia and Kazakhstan these characteristics are attributed to the fold-and-thrust zones of the eastern and southern flanks of the East European Platform's superbasins. They used to be elements of the much larger Uralian continental margin before the onset of the collisional shortening. This margin acted as a long-lived oil and gas generation source, the input of which in the petroleum systems development is underestimated. Implementation of modern exploration technologies along with new knowledge will likely enable the significant replenishment of the oil and gas reserve base. The paper reviews the geological prerequisites of the new discoveries there. Some examples of prospective plays are provided.*

**KEY WORDS:** petroleum exploration, fold-and-thrust belt, continental margin, oil and gas migration, superbasin, subthrust trap, Uralian Foreland basin.

### Новые приоритеты геологоразведки

Одним из основных следствий происходящей трансформации мировой энергетики является пересмотр приоритетов в области геологоразведки. Он обусловлен значительной неопределенностью в оценке долгосрочных перспектив добычи нефти и газа. Долгое время считалось бесспорным, что практически все запасы нефти и газа рано или поздно станут востребованными. Это мнение являлось следствием представлений об ограниченности запасов нефти и газа и стабильном росте спроса на эти ресурсы. Однако, сланцевая революция в Северной Америке и развитие возобновляемых источников энергии подорвали монополию традиционных источников нефти и газа на обеспечение энергетических нужд экономики. Наблюдаемые изменения приводят к мысли о вероятной справедливости высказывания бывшего министра нефти Саудовской Аравии шейха А.З. Ямани: «... *каменный век кончился не из-за того, что кончились камни, а век нефти завершится до того, как закончится нефть*». Вероятно, энергетическая трансформация не будет быстрой. Однако, становится все более очевидным, что нефть и газ конвенциональных месторождений больше не являются безальтернативными источниками энергии.

Следствием сложившихся тенденций является снижение инвестиций в геологоразведку. В 2021 г инвестиции в эту отрасль составили 40 млрд долларов, хотя декадой ранее они достигали 100 млрд [1]. Менеджеры инвестиционных фондов и банков задаются очевидным вопросом- зачем вкладывать деньги в бизнес, перспективы которого не ясны? Те запасы, которые уже разведаны, способны обеспечить добычу на продолжительное время. Следовательно, отрасль должна сосредоточиться на максимальном извлечении существующих запасов. Эта логика, на первый взгляд, выглядит рационально. Однако она имеет существенный недостаток. Он связан с тем, что основная часть запасов, обеспечивающих текущую добычу, уже истощена. Большинство разрабатываемых крупных месторождений нефти и газа ведущих нефтегазодобывающих стран было открыто в 1950-1980 гг. Из-за естественного снижения дебитов и роста обводненности нефти экономика разработки этих запасов ухудшается. Современные технологии повышения нефтегазоотдачи позволяют сдерживать падение добычи, однако это повышает себестоимость продукции. Ситуация, вероятно, резко ухудшится из-за введения платежей за выбросы парниковых газов [2 и др.]. Особенно чувствительны эти платежи могут быть для проектов по разработке старых месторождений. Практически повсеместно остаточные запасы этих месторождений являются низкодебитными и высокообводненными. Углеродный след их разработки неуклонно растет, что повлечет за собой опережающий рост платежей за выброс парниковых газов. Это, в свою очередь, может привести к обвальному падению добычи, что может спровоцировать крайне нежелательные экономические и социальные последствия.

Анализ сложившейся ситуации показывает, что одним из наиболее рациональных решений является концентрация усилий на поиске новых эффективных запасов нефти и газа в пределах наиболее продуктивных нефтегазоносных бассейнов, в которых уже создана инфраструктура. Для таких бассейнов введен специальный термин – супербассейн [3 и др.]. Главными критериями для отнесения бассейнов к этому типу являются: накопленная добыча, которая должна превышать 5 млрд баррелей нефтяного эквивалента, и наличие нефтегазовой инфраструктуры.

Высокая накопленная добыча является наиболее очевидным признаком наличия эффективных нефтегазовых систем. Существование сложившейся инфраструктуры снижает потребности в новых инвестициях и уменьшает углеродный след проектов.

Приоритетная важность реинвентаризации поисковых возможностей супер-бассейнов находит растущую поддержку экспертного сообщества. В ее основе лежит понимание того, что новые знания и технологии позволяют открывать залежи нефти и газа там, где ранее это не удавалось. В большинстве случаев это связано с несоответствием между сложностью геологических задач и применявшимися в прошлом технологиями геологоразведки. Это вело к бурению значительного числа сухих скважин. Новые технологии позволяют значительно уменьшить неопределенность интерпретации данных и повысить надежность определения целевых объектов. Цифровизация дает основание рассчитывать на повышение эффективности операционной деятельности за счет максимально полного использования массива существующей информации. Это может снизить затраты на сбор и обработку сейсмических данных, бурение, испытания и стимуляцию пластов и другие операции.

Анализ мирового опыта поисково-разведочных работ на нефть и газ с учетом специфики строения и уровня изученности различных частей нефтегазоносных бассейнов Евразии дает основание полагать, что значительный прирост рентабельных запасов нефти и газа может быть обеспечен за счет повторного опоскования складчато-надвиговых поясов. В этой связи следует кратко охарактеризовать общие особенности их строения и нефтегазоносности.

### **Нефтегазоносность складчато-надвиговых поясов**

Складчато-надвиговые пояса являются родиной нефтегазовой промышленности. Этому способствовало наличие естественных нефтегазопроявлений в их пределах. Признаки нефти и газа на поверхности служили основанием для бурения скважин в условиях отсутствия информации о глубинном строении. Несмотря на то, что в поиски нефти и газа вовлечены далеко не все складчато-надвиговые пояса, в их пределах установлено большое количество месторождений нефти и газа, в числе которых немало гигантских [4-6]. Уникальные по запасам месторождения нефти и газа открыты в Иране в предгорьях Загроса (Гечсаран, Ага-Джари, Ахваз, Марун и др.), во фронтальной части Анд в Колумбии (Кузиана), у подножия Карибских Анд в Венесуэле (Эль-Фурриаль, Эль-Карито, Мусипан), в Китае (Кешен, Карамай), на Северном Урале (Вуктыл), в Терско-Сунженской зоне Терско-Каспийского прогиба (Карабулак-Ачалуки, Старогрозненское, Окрябрьское и др.) и в других странах.

Общей особенностью названных выше нефтегазоносных районов является большая концентрация запасов и высокие дебиты скважин. Так, например, на месторождении Киркук одна из аварийных скважин длительное время давала 13 000 т/сут. (95 тыс. бар/сут) [7]. Высокая дебитность скважин во многом определяется большой высотой залежей в крупноамплитудных надвиговых складках. На крупных месторождениях пояса надвигов Загроса высота нефтяных залежей достигает 500 м и более. На месторождении Вуктыл высота массивной газоконденсатной залежи в каменноугольно-нижнепермских карбонатах, экранированных кунгурскими эвапоритами, превышает 1,5 км (рисунк 1).

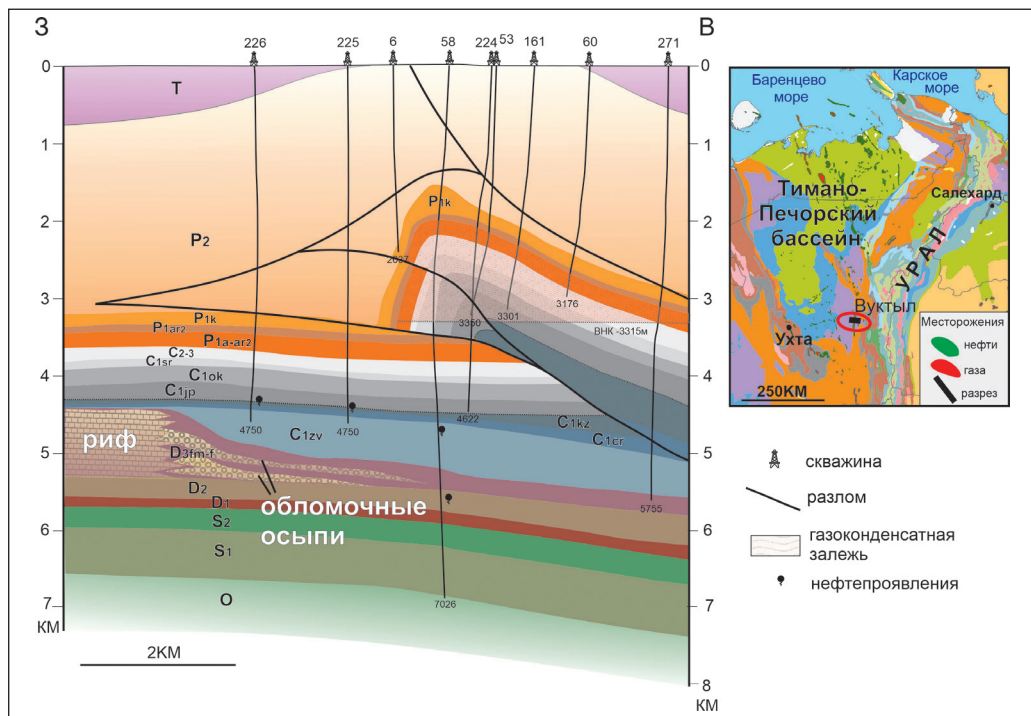
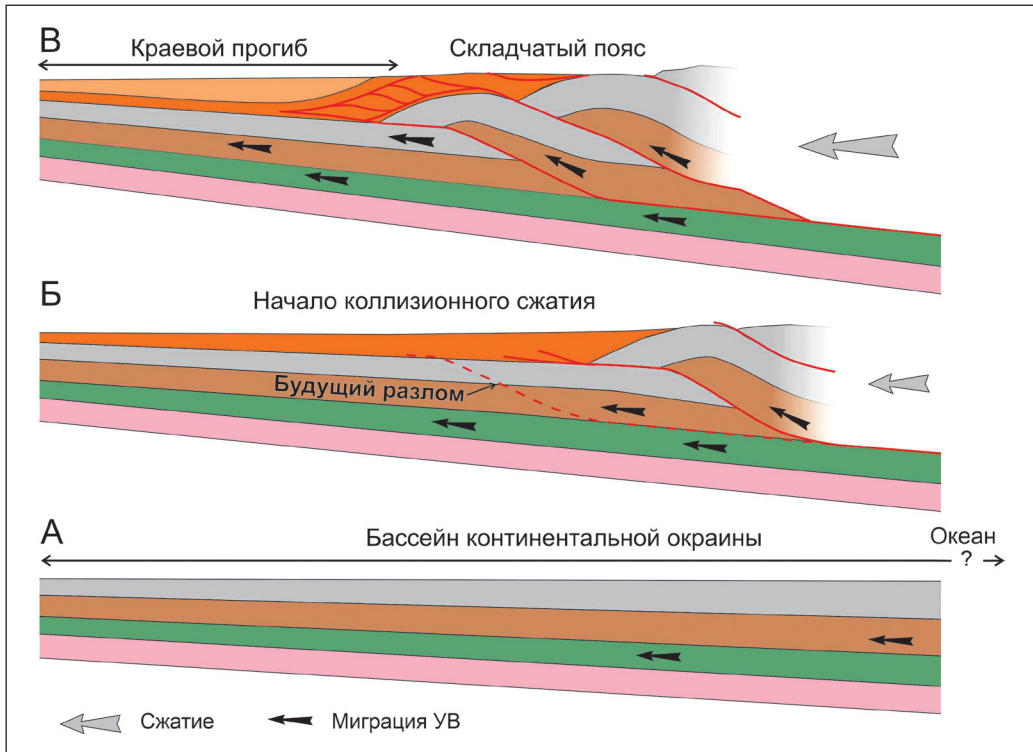


Рисунок 1 – Геологический разрез Вуктыльского месторождения [6].

Легенда: 1 – скважина; 2 – кунгурская покрывка; 3 – риф; 4 – осыпной склон; 5 – нефтегазоконденсатная залежь; 6 – нефтепроявления. Положение разреза см. на карте-врезке

Продуктивность перикратонных складчато-надвиговых зон и краевых прогибов определяется их высоким генетическим потенциалом нефтегазообразования. Известные складчато-надвиговые пояса образованы за счет коллизионной складчатости, в ходе которой их объем был значительно редуцирован за счет деформаций и глубокой эрозии складчатых зон. Реконструкция развития таких бассейнов свидетельствует об их поперечном сокращении (телескопировании) на десятки, а в ряде случаев, и на сотни километров [8]. Эти оценки подтверждаются сейсмическими данными и материалами интерпретации потенциальных геофизических полей. Во многих районах установлено, что складчато-надвиговые зоны перекрывают осадочные отложения континентальной окраины на десятки километров. Этот вывод согласуется с данными палеомагнитных исследований, которые свидетельствуют о том, что в результате коллизии разнородные палеоструктурные зоны, удаленные друг от друга на сотни километров, оказались в непосредственном тектоническом контакте [9,10].

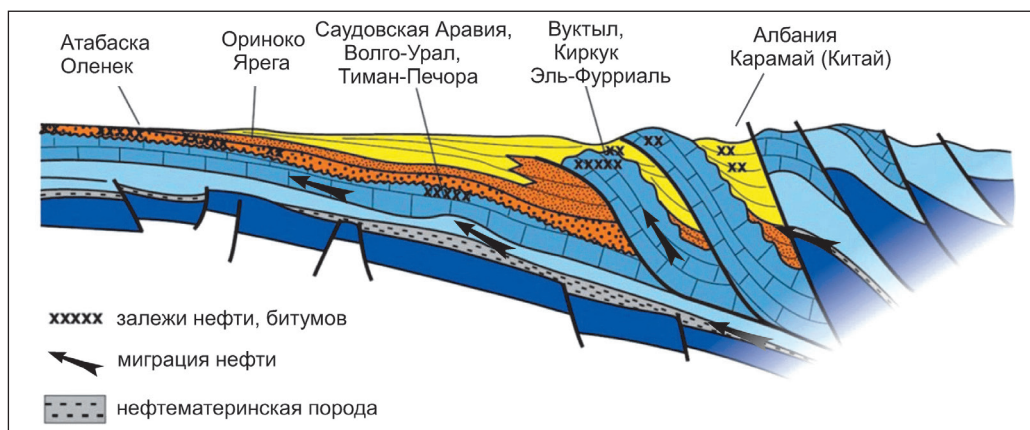
В схематическом виде изменение конфигурации бассейна континентальной окраины за счет коллизионной складчатости показано на рисунке 2. Как можно видеть, существующий краевой прогиб представляет собой фрагмент значительно более обширного бассейна, существовавшего ранее. Эта схема демонстрирует преимущественное направление миграционных потоков нефти и газа. Она показывает, что долговременным источником углеводородов в складчатых поясах и краевых прогибах являются осадочные отложения континентальных окраин, которые в дальнейшем подвергаются деформациям и эрозии.



**Рисунок 2 – Схема, иллюстрирующая последовательное изменение конфигурации бассейна континентальной окраины при его трансформации в краевой прогиб за счет коллизионной складчатости. Показано направление миграционных потоков нефти и газа. А – бассейн континентальной окраины; Б – ранняя стадия коллизионного сжатия, зарождение краевого прогиба; В – формирование складчатого пояса и краевого прогиба**

За счет поступления нефти из осадочных толщ континентальных окраин и поднадвиговых зон складчатых поясов были сформированы крупнейшие залежи нефти и битумов мира. К их числу относятся самые крупные скопления тяжелых нефтей и битумов: Ориноко, Атабаска, Оленек, Ярега и другие. В схематическом виде структурные позиции этих залежей показаны на *рисунке 3*. Величина этих залежей говорит о том, что объем производства нефти и газа в этих районах был огромен. Это дает основание полагать, что неразбуренные ловушки в пределах этих бассейнов имеют высокий шанс содержать залежи углеводородов.

Следует отметить, что без учета нефти и газа, произведенных осадочными бассейнами до их деформаций, невозможно объяснить происхождение многих крупных месторождений. Это, в частности, относится к Волго-Уральскому бассейну, западной и юго-восточной окраинам Восточной Сибири и др. Наиболее очевидно несоответствие скромных современных размеров краевого прогиба Восточно-Венесуэльского бассейна и гигантского скопления битумов на его южном борту в долине реки Ориноко. Ширина этого бассейна – 100-150 км, длина около 1000 км. По своей площади он сопоставим с Южно-Торгайским бассейном. Вместе с тем, согласно оценке Геологической службы США, геологические запасы тяжелых битумов на

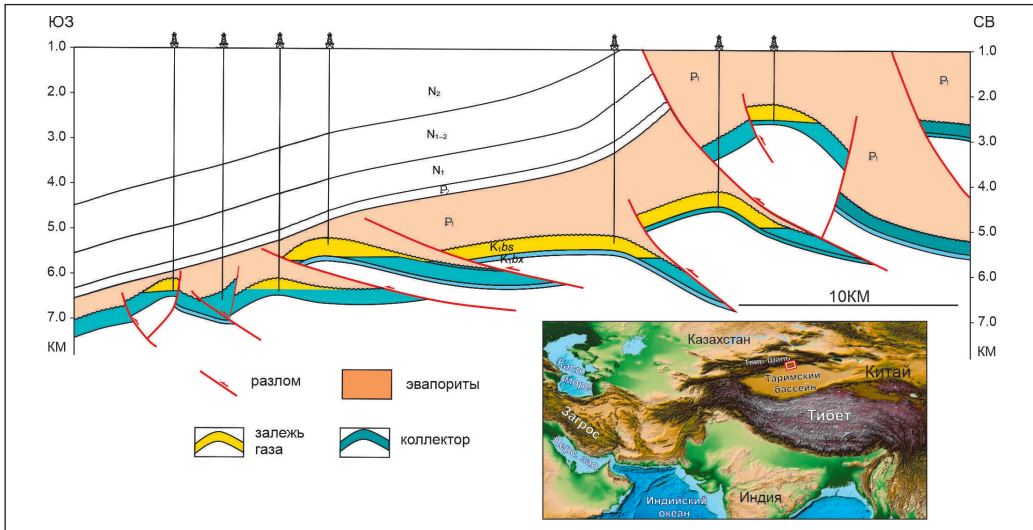


**Рисунок 3 – Схематический профиль типичного складчато-надвигового пояса и краевого прогиба с изображением структурных позиций залежей нефти и битумов (11 с дополнениями)**

южном платформенном борту этого бассейна в районе реки Ориноко составляют от 900 до 1400 млрд баррелей [12]. При этом надо учесть, что Восточно-Венесуэльский бассейн содержит в себе также крупнейшие запасы легкой нефти и газа. Очевидно, что значительная часть нефти в этом районе была образована крупным бассейном, часть которого позднее превратилась в складчатый пояс Карибских Анд. Таким образом, при оценке нефтегазоносного потенциала складчатых поясов и краевых прогибов следует учитывать объемы нефти и газа, произведенные породами, которые в дальнейшем были дислоцированы, эродированы, перекрыты тектоническими покровами. Это обстоятельство часто не учитывается, что ведет к систематически заниженной оценке общего нефтегазоносного потенциала таких бассейнов.

Опыт изучения складчатых поясов крупных нефтегазоносных бассейнов показывает, что в силу сложного характера деформаций в их пределах, новые месторождения нефти и газа могут открываться спустя много лет после начала их изучения. Внедрение новых методов геологоразведки с применением новых знаний об их строении и нефтегазоносности позволяет выявлять новые типы залежей там, где раньше их не искали. В этом отношении интересен пример проведения геологоразведочных работ в зоне сочленения Тянь-Шаня и Таримского бассейна в Китае. Представление о геологическом строении этого района дает геологический разрез, показанный на *рисунке 4*.

Как можно видеть, в этом районе в последние годы была открыта группа газовых месторождений в подсолевых отложениях мелового возраста. В настоящее время ресурсы этого района оцениваются в 2 трлн м<sup>3</sup> газа, что делает его одним из центров развития газовой промышленности в Китае [14]. Важной особенностью этого района является несоответствие структурных планов поверхностных и погруженных продуктивных отложений, которое компенсируется вариациями толщины эоценовых эвапоритов. Надежное картирование продуктивных газоносных структур стало возможным относительно недавно за счет применения самых современных средств геофизических исследований. Этот пример наглядно показывает большие потенциальные возможности, которыми обладают складчато-надвиговые пояса.



**Рисунок 4 – Геологический разрез складчатого пояса Кука в зоне сочленения Тянь-Шаня с Таримским бассейном, Китай [13 с упрощением]. Крупные залежи газа установлены в меловых отложениях, перекрытых эоценовыми эвапоритами. Структурные планы над- и подсолевых отложений не совпадают. Положение разреза см. на карте-врезке.**

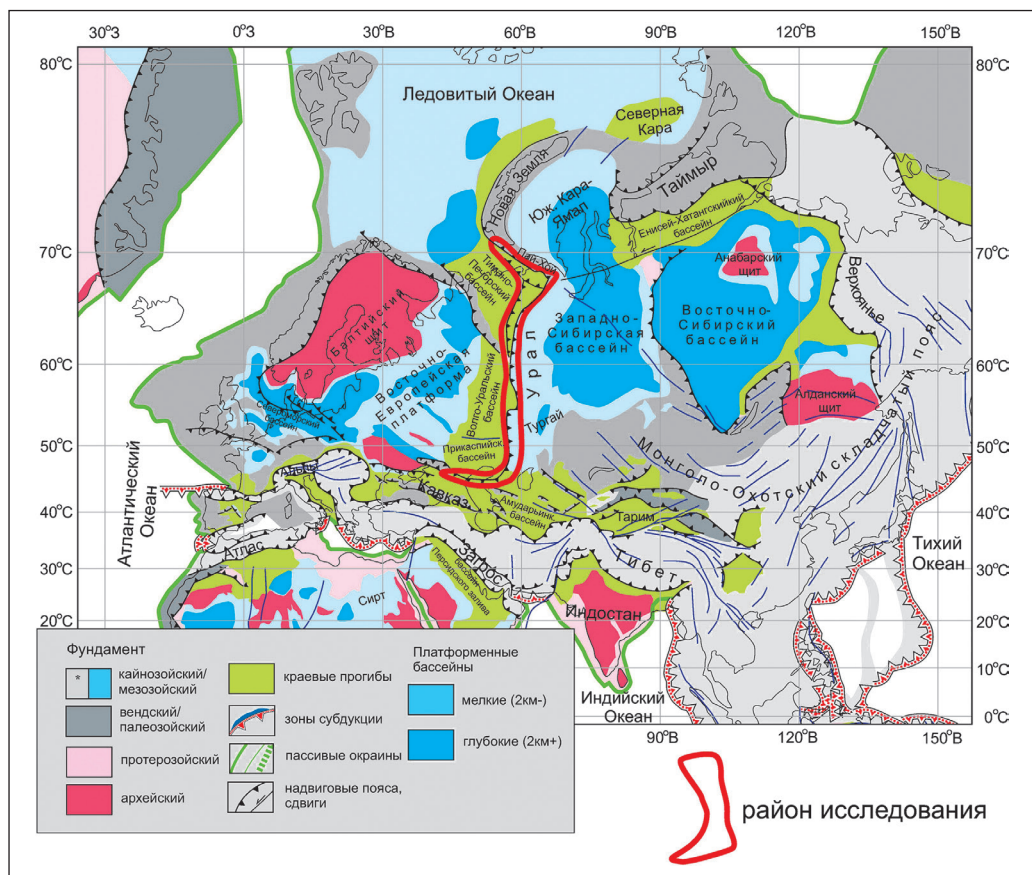
**Нефтегазовый потенциал складчато-надвиговых зон восточного и южного обрамлений Восточно-Европейской платформы**

Рассмотрение существующих поисковых возможностей с учетом потенциала новых знаний и технологий дает основание обратить самое серьезное внимание на складчато-надвиговые зоны восточного и южного обрамлений Восточно-Европейской платформы и прилегающие к ним части краевых прогибов. Этот район охватывает внешние периферические части 3 бассейнов на территории России и Казахстана: Тимано-Печорского, Волго-Уральского и Прикаспийского (рисунок 5).

До коллизионной складчатости в конце палеозоя эти бассейны имели значительно более крупные размеры. Они входили в состав обширной континентальной окраины Уральского океана, которая в течение длительного времени являлась крупным очагом нефтеобразования. Океанический и частично континентальный сектора этой окраины в последующем были «уничтожены» складчатостью, вызванной континентальной коллизией. Это обстоятельство редко принимается в расчет при оценке их нефтегазоносного потенциала, что дает основание думать, что он недооценен. В этих бассейнах обнаружено большое количество месторождений нефти и газа. Накопленная добыча в каждом из них превышает 5 млрд бар. нефтяного эквивалента. По этой территории проходят действующие нефте- и газопроводы, есть дороги и другие объекты инфраструктуры. Все это позволяет относить их к категории супербассейнов.

Современные представления о строении и нефтегазоносности складчато-надвиговых зон восточного и южного обрамлений Восточно-Европейской платформы во многом основаны на данных, полученных в советский период. В то время реализовывались крупные программы региональных геологических исследований, которые





**Рисунок 5 – Схема структурного районирования Евразии и прилегающих районов с выделением эпикратонных бассейнов и краевых прогибов [по 15 с модификациями]. Красным контуром выделено положение складчато-надвиговых зон восточного и южного обрамлений Восточно-Европейской платформы**

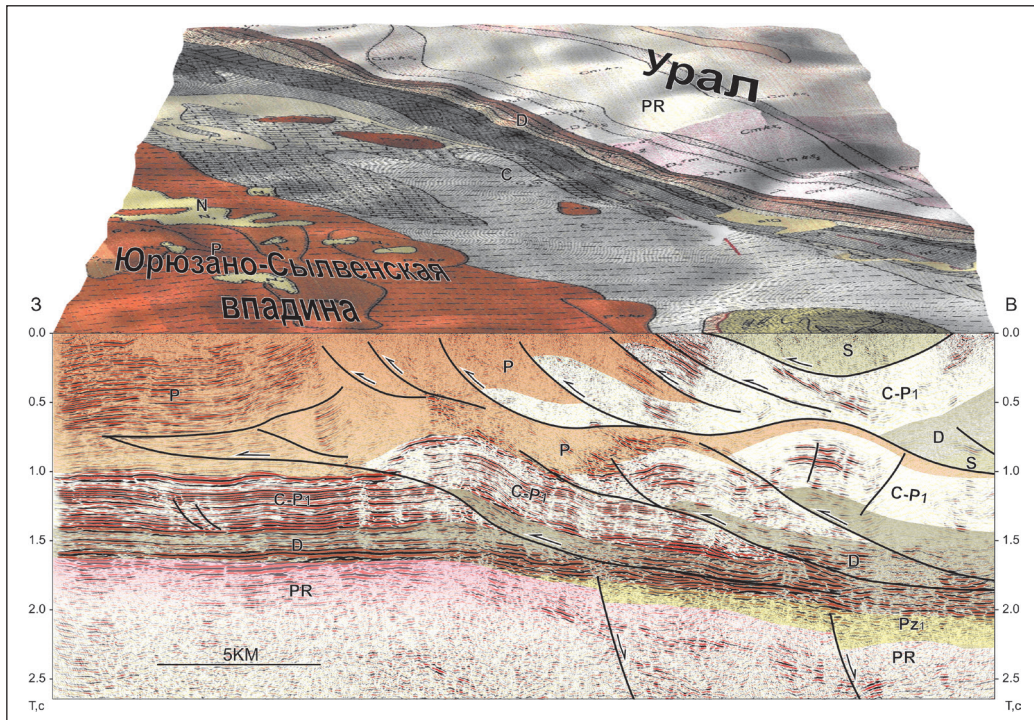
заложили основы представлений о региональном строении и нефтегазоносности обширных территорий. В результате было сделано много важных открытий, включая крупные подсолевые залежи Прикаспийского бассейна, разнообразные типы месторождений Тимано-Печорского и Волго-Уральского бассейнов. Выполненные работы позволили достаточно объективно отразить особенности структуры районов относительно простого строения. В то же время в зоны сложного геологического строения остались слабо изученными. Здесь были открыто небольшое количество месторождений, хотя в их число входит уникальное месторождение Вуктыл (рисунок 1). Это открытие говорит о масштабе потенциальных возможностей этих районов.

Низкая результативность работ, выполненных в складчато-надвиговых зонах, во многом связана с недостаточной информативностью использованных ранее технологий геологоразведки. Кроме этого, при интерпретации данных использовались концепции структурной геологии и седиментологии, которые не соответствуют современным стандартам. Это дает основание полагать, что использование новых геотехнологий и знаний позволит получить существенный прирост запасов нефти

и газа в пределах зон сложного строения. Ниже приводится несколько примеров новых интерпретаций строения складчато-надвиговых зон восточного и южного обрамлений Восточно-Европейской платформы, которые дают основание выделять новые поисковые объекты.

На *рисунке 6* приведена блок-диаграмма, которая включает интерпретированный сейсмический профиль, пересекающий зону сочленения Среднего Урала и Юрюзано-Сылвенской впадины, а также проекцию геологической карты в 3D представлении. Как можно видеть на этом разрезе, слабодислоцированный фундамент Восточно-Европейской платформы и нижние горизонты осадочного чехла продолжают не менее чем на 20 км под покровом надвиговых структур Урала.

В составе надвиговых структур выделяется 2 структурных этажа, имеющие различные структурные планы. Верхний структурный этаж образован тонкочешуйчатыми тектоническими пластинами, сложенными каменноугольно-нижнепермскими породами. В восточной части профиля выделяется также покров, сложенный силурийскими отложениями батиального происхождения. Нижний структурный этаж надвигового комплекса образован массивными пластинами девонско-нижнекаменноугольных преимущественно карбонатных пород шельфового генезиса. Эти пластины образуют крупные высокоамплитудные складки, которые представляют интерес для поисково-разведочных работ на нефть и газ. Они залегают на глубинах, доступных для бурения. Большинство этих складок не имеют прямого выражения в верхних горизонтах осадочного чехла, что затрудняло их выявление до появления



**Рисунок 6 – Блок-диаграмма с интерпретированным сейсмическим профилем и проекцией геологической карты в 3D представлении [6]. Зона сочленения Урала и Юрюзано-Сылвенской впадины, Свердловская область**

новых данных сейсморазведки. Продуктивность передовых складок в этой зоне была подтверждена бурением.

Интересные результаты были получены при изучении катагенетической преобразованности органического вещества в этой зоне. Данные пиролиза образцов Аракаевской параметрической скважины показали, что катагенез в погруженной автохтонной части разреза ниже, чем в надвинутой передовой складке [16]. Это явление установлено в ряде других надвиговых поясов и определяется как инверсия катагенеза. В исследованной скважине катагенез автохтонной части разреза отвечает условиям нефтяного окна, что дает основание прогнозировать длительную миграцию нефти и газа из обширной поднадвиговой зоны в направлении краевого прогиба (рисунок 2). Соответственно, разнообразные слабоизученные в этом районе ловушки пояса надвигов и краевого прогиба могут быть насыщены нефти и газом. Это показывает, что площадь очага нефтегазообразования существенно больше, чем площадь краевого прогиба.

Исследование геологического строения различных сегментов фронта пояса надвигов Урала показывает, что тектонические перекрытия и дисгармоничная деформированность осадочного чехла характерна и для других районов. Вероятно, не является исключением и зона сочленения Урала и Прикаспийской впадины [17, 18 и др.]. Общее увеличение толщины осадочного чехла и наличие сложнорасположенных солей кунгурского яруса значительно усложняют условия получения высокоинформативных данных в надвиговых зонах этой части Предуралья. Это создает значительную неопределенность геологической интерпретации. Вместе с тем, совокупность геолого-геофизических данных и учет общего регионального тектонического контекста дают основания прогнозировать здесь крупные надвиговые структуры (рисунок 7).

Вероятно, основной поисковый интерес в этом районе представляют дислоцированные верхнедевонские отложения. На это, в частности, указывает газоносность верхнедевонского рифа на площади Урихтау [20]. Структурный план тектонических пластин Предуралья, образованных верхнедевонскими отложениями, маскируется перекрывающими сложно дислоцированными каменноугольными отложениями. Данная интерпретация предполагает, что полностью или частично насыщение углеводородами ловушек Темирского свода, а как же других структур в этом райо-

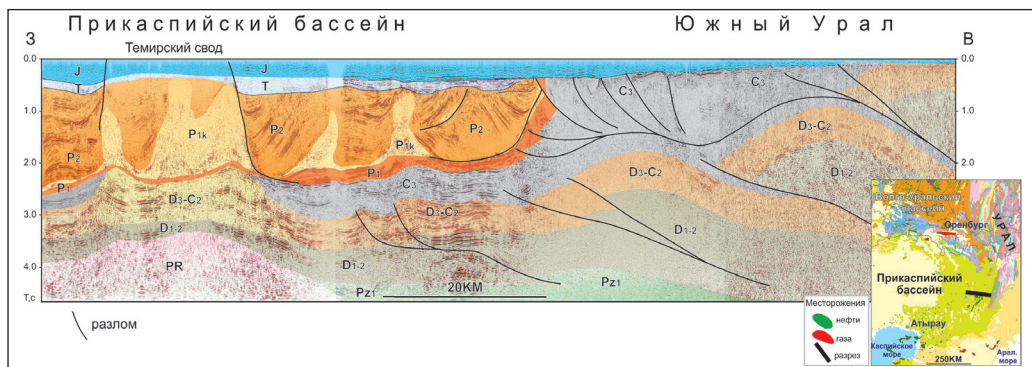
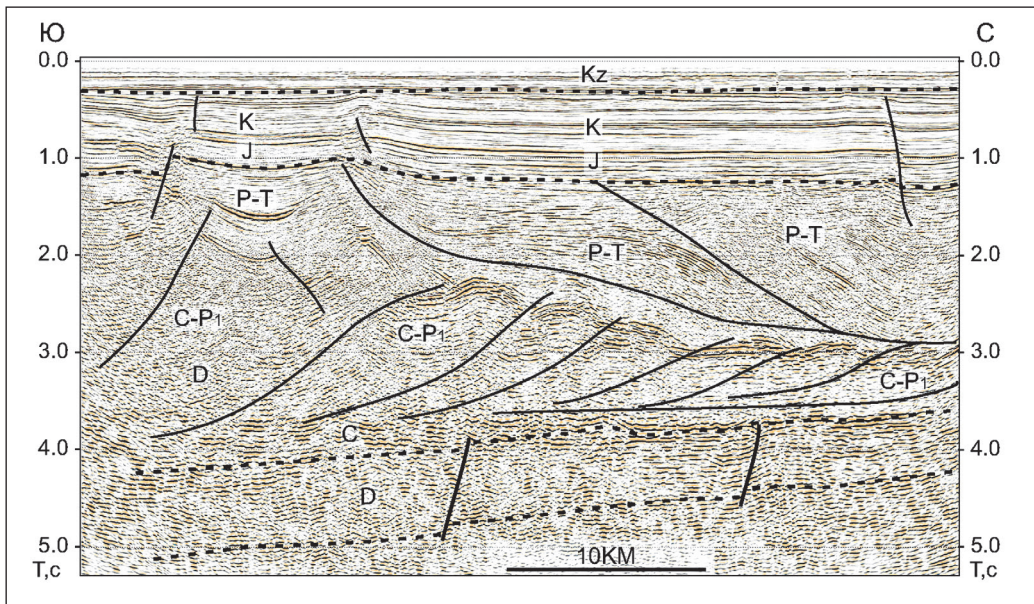


Рисунок 7 – Композитный интерпретированный сейсмический разрез зоны сочленения Южного Урала и Прикаспийской впадины [19 с дополнениями]. Положение разреза см. на карте-врезке

не, могло происходить за счет миграции нефти и газа с востока. До коллизионной складчатости здесь располагался обширный бассейн Уральской континентальной окраины, который, вероятно, являлся крупным очагом нефтегазообразования.

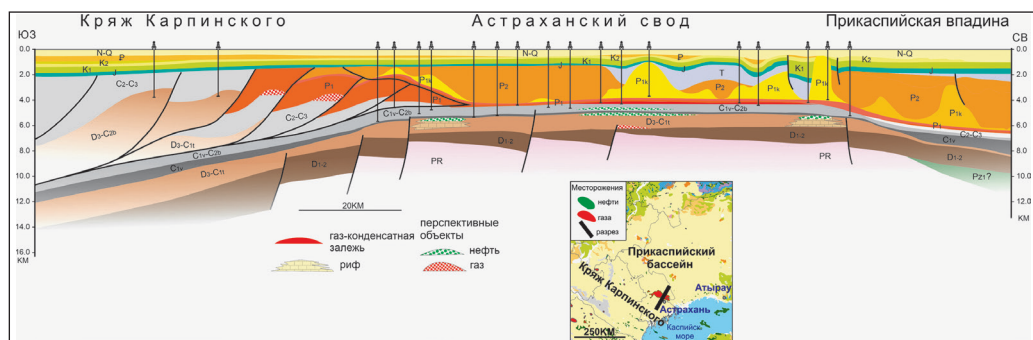
Значительным своеобразием характеризуются складчато-надвиговые зоны южного обрамления Прикаспийского бассейна [21 и др.]. Здесь формирование надвиговых структур, вероятно, связано с инверсией рифтовой системы. Эта инверсия происходила примерно в одно время с Уральской складчатостью в конце палеозойской эпохи в условиях формирования суперконтинента Пангея. В дальнейшем имела место реактивация складчатой системы, что подчеркивается наличием предюрского несогласия. Инверсия затронула южную часть рифтовой системы. Ее северо-западная часть, представленная Припятской впадиной, оказалась не затронутой инверсией. Изучение данных бурения и сейсморазведки дают основание полагать, что на юге Прикаспийского бассейна широко распространены складчато-надвиговые структуры.

На *рисунке 8* приведен интерпретированный сейсмический разрез южного обрамления Прикаспийского бассейна в пределах северо-западной части акватории Каспийского моря. Он показывает наличие системы тонкочешуйчатых надвиговых деформаций северной vergenции. В совокупности они образуют тектонический клин, расщепляющий осадочный чехол Прикаспийского бассейна вблизи подошвы кунгурских отложений. Вдвиговый характер деформаций объясняет дисгармоничность структурных планов отложений на различных стратиграфических уровнях. Антиклинальные структуры, приуроченные к лобовым частям надвиговых пластин, образованных каменноугольно-нижнепермскими отложениями, могут представлять собой основной вид ловушек нефти и газа. Примечательно, что структурные позиции этих ловушек аналогичны подсолевым складкам, продуктивность которых установлена в пределах складчатого пояса Кука (*рисунок 4*).



**Рисунок 8 – Интерпретированный сейсмический разрез зоны сочленения Кряжа Карпинского и Прикаспийского бассейна, северо-восточная часть Каспийского моря [22]**

Многорусное тектоническое наложение тектонических пластин (телескопирование) аллохтонного клина на севере Кряжа Карпинского (рисунки 8) показывает, что суммарная величина надвиговых перекрытий может достигать десятков километров. Это дает основание полагать, что под ним залегает значительный объем слабодислоцированных автохтонных отложений (рисунки 9). Существование складчато-надвигового пояса на юге Прикаспийского бассейна в значительной степени повлияло на строение и формирование нефтегазовых систем. В частности, это обстоятельство может объяснить ряд специфических особенностей строения и нефтегазоносности Астраханского карбонатного массива [23 и др.]. Это относится к особенностям распределения фациального состава подсолевых отложений, вариациям геотермического градиента, давлений, геохимического состава газов и др.




**Рисунок 9 – Региональный геологический разрез зоны сочленения кряжа Карпинского и Прикаспийского бассейна в районе Астраханского поднятия. Показано размещение известной залежи газа в башкирских подсолевых отложениях и прогнозируемых скоплений нефти и газа. Положение разреза см. на карте-врезке.**

Наши исследования показывают, что миграция углеводородов в пределы Астраханского свода шла сначала с юга, а потом с севера. До поздней перми он представлял собой часть флексуры (forebulge), которая формировалась перед фронтом подвижного пояса Кряжа Карпинского. Латеральная миграция этой флексуры, по-видимому, влияла на размещение фациальных зон, включая рифы верхнего девона. Коллизионное сжатие во второй половине перми привело к быстрому погружению поднадвиговых отложений южнее Астраханского свода. За счет этого они, вероятно, генерировали значительные объемы нефти и газа, которые мигрировали в северном направлении. Начиная с кунгурского века, началось быстрое погружение Прикаспийской впадины. В результате в конце перми она тоже становится источником углеводородов, мигрировавших в направлении Астраханского свода.

Большие глубины погружения продуцирующих отложений на кряже Карпинского могут объяснять обогащенность газов сероводородом в южной части свода. С наличием крупного долгоживущего источника углеводородов к югу от Астраханского свода может быть связано насыщение УВ добашкирских резервуаров. При этом, с большой вероятностью, УВ могут быть представлены легкой нефтью. Нефть могла быть образована в карбоне, до значительного погружения кряжа Карпинского. Поступление больших объемов газов в дальнейшем должно было способствовать вытеснению нефти и концентрации газов в башкирских отложениях под солью. При этом нефти, вероятно, заполнили резервуары в добашкирских отложениях (рисунки 9).

Определенный поисковый интерес в этом районе представляют антиклинальные структуры в лобовых частях надвиговых складок аллохтонного клина.

### Выводы

Анализ данных, характеризующих геологическое строение и нефтегазоносность складчато-надвиговых зон восточного и южного обрамления Восточно-Европейской платформы и прилегающих частей краевых прогибов, указывает на их высокий нефтегазоносный потенциал. Ход структурного развития этих бассейнов свидетельствует о том, что значительные объемы нефти и газа в их пределах были образованы в их внешних частях, которые в дальнейшем были «уничтожены» складчатостью. Новые технологии геологоразведки и знания позволяют выявлять в складчато-надвиговых зонах крупные перспективные поисковые объекты. Высокая контрастность структурных форм дает основание рассчитывать на высокую плотность запасов нефти и газа. Это позволяет ожидать высокие дебиты скважин. Наличие существующей инфраструктуры нефтегазовой промышленности позволит ввести новые залежи нефти и газа в разработку в короткие сроки с минимальными затратами. Совокупность этих факторов будет способствовать снижению удельного углеродного следа добычи нефти и газа. Предполагается, что целенаправленные усилия по опосредованному складчато-надвиговых зон восточного и южного обрамления Восточно-Европейской платформы могут позволить нефтегазовой отрасли снизить издержки от трансформации энергетики. 

### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Brown D., Don't Panic Just Yet Over Exploration Downturn. *Explorer*, 2022, 2. <https://explorer.aapg.org/story/articleid/62453/dont-panic-just-yet-over-exploration-downturn>
- 2 Чубайс предсказал «совсем другую жизнь» из-за платы за углеродные выбросы. *Ведомости*, 14.02.2022. Экономика. <https://www.vedomosti.ru/business/news/2022/02/14/909110-platu-uglerodnie-vibrosi> [Chubais predicted “completely different life” due to the carbon footprint payments. *Vedomosty* (daily paper), 14.02.2022. Economics. (in Russ.)].
- 3 Sternbach, C.A. Super basin thinking: Methods to explore and revitalize the world's greatest petroleum basins // *AAPG Bulletin*. – 2020. – № 104. – P. 2463–2506.
- 4 Cooper M. Structural style and hydrocarbon prospectivity 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.
- 5 Roeder D., Fold-thrust belts at Peak Oil. In Goffey G.P., Craig J., Needham T., Scott R. (eds) *Hydrocarbons in contractual belts* // Geological Society, London. – 2010. – Vol. 348. – P. 7–31.
- 6 Sobornov K.O., Afanasenkov A.P., Danilov V.N. and Volozh Yu. A. Fold Belts: shall we expect a shift in petroleum exploration priorities? *SPE conference paper*. Moscow, 2015. SPE-176609.
- 7 Morton M.Q., 2015. River of Oil - Early Oil Exploration in Iraq. *GeoExPro*, 12, 1. <https://www.geoexpro.com/articles/2015/04/river-of-oil-early-oil-exploration-in-iraq>
- 8 Sak P.B., McQuarrie N., Oliver B.P, Lavdovsky N, and Jackson V.S. Unraveling the central Appalachian fold-thrust belt, Pennsylvania: The power of sequentially restored balanced cross sections for a blind fold-thrust belt // *Geosphere*. – 2012. – Vol. 8. – N 3. – P.1-18.
- 9 Иосифиди А.Г., Храмов А.Н. К истории развития надвиговых структур Пай-Хоя и Полярного Урала: палеомагнитные данные по раннепермским и раннетриасовым

- отложениям // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2010. – Т.5. - №2. - [http://www.ngtp.ru/rub/4/21\\_2010.pdf](http://www.ngtp.ru/rub/4/21_2010.pdf) [Iosifidi, A.G. and Khramov, A.N. To the history of thrust structures of the Pay-Khoy and Polar Urals: paleomagnetic data for Early Permian and Triassic deposits: petroleum geology. Petroleum Geology //Theory and Practice. – 2010. – Vol. 5. – N 2. In Russ.].
- 10 Свяжина И. А., Петров Г. А. Миграция террейнов Уральского подвижного пояса и палеозойские аккреционные события на Уральской окраине Восточно-Европейского континента // Литосфера. – 2011. – № 6. – С. 3–13. [Svyazhina I.A., and Petrov G.F. Migration of terrains of the Uralian mobile belt and the Paleozoic accretion events in the Uralian margin of the East European Continent // Lithosphere. – 2011. – №6. – P. 3-13 (In Russ.)].
  - 11 Eschard R., Huc A.Y. Habitat of biodegraded heavy oils: industrial implications // Oil Gas Sci Technol Rev IFP. – 2008. – Vol. 63. – N 5. – P. 587–607.
  - 12 Schenk Ch.J., Cook T.A., Charpentier R.R., Pollastro R.M., Klett T.R., Tennyson M.E., Kirschbaum M.A., Brownfield M.E. & Pitman J.K. An Estimate of Recoverable Heavy Oil Resources of the Orinoco Oil Belt, Venezuela. – USGS, 2009. Fact Sheet 2009–3028. <https://pubs.usgs.gov/fs/2009/3028/pdf/FS09-3028.pdf>
  - 13 Zhang R. H., Wang K., Zeng Q.L., Yu Ch. F, Wang J.P. Effectiveness and petroleum geological significance of tectonic fractures in the ultra-deep zone of the Kuqa foreland thrust belt: a case study of the Cretaceous Bashijiqike Formation in the Keshen gas field. Petroleum Science, 2021, 18, 728–741. <https://doi.org/10.1007/s12182-021-00567-w>
  - 14 Neng Y., Tang Y., Yan D. Structural models in the ultra-deep layer of the Kuqa salt-bearing fold-and-thrust belt, West China. 82th EAGE Annual Conference and Exhibition. – Amsterdam, 2021. – P.1 – 5 <https://www.earthdoc.org/content/papers/10.3997/2214-4609.202112521>
  - 15 Bally A.W., Sawyer D., and Sinkewich A. Global Tectonic and Basin Maps. Search and Discovery Article № 30444. 2020. [https://www.searchanddiscovery.com/documents/2020/30444bally/ndx\\_bally.pdf](https://www.searchanddiscovery.com/documents/2020/30444bally/ndx_bally.pdf)
  - 16 Беляева Г.Л. Катагенетическая зональность органического вещества пород Аракаевской параметрической скважины // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2015. – N 3. – P. 34-36. [Belyaeva G.L. Maturation zoning of the organic matter of the Arakayevskaya parametric well // Geology, geophysics and development of the oil and gas fields. – 2015. – N 3. – P. 34-36.].
  - 17 Жолтаев Г.Ж. Тектоника и перспективы нефтегазоносности зоны сочленения Прикаспийской синеклизы с Уральской складчатой системой // Геология нефти и газа. – 1990. – N 3. – С. 7-10. [Zholtayev G.Zh. Tectonics and petroleum prospectivity of the transition zone between the Precaspian syncline and the Uralian fold belt // Geologiya nefti i gaza. – 1990. – №3. – P. 7-10].
  - 18 Абилхасимов Х.Б. Особенности формирования природных резервуаров палеозойских отложений Прикаспийской впадины и оценка перспектив их нефтегазоносности. – М.: Издательский дом Академии Естествознания, 2016. – 244 с. [Abilhasimov H.B. Peculiarities of the natural reservoirs formation and evaluation of their petroleum potential. – Moscow: Publishing House of the Akademii Estestvoznaniya, 2016. – 244 p. (in Russian)].
  - 19 Sobornov K. and Al'zhanov Kh. M. Structure and Petroleum Habitat of the Uralian Foreland Thrust Belt. KazGeo 2010. Where Geoscience Meets the Silk Road. Almaty, Kazakhstan, 15-17 November 2010, paper A005.
  - 20 Жолтаев Г.Ж., Исканиев К.О., Абишев А.Г., Кулумбетова Г.Е. Новое перспективное направление поисков нефтегазовых месторождений на востоке Прикаспийской впа-

- дины // Геология нефти и газа. – 2019. – № 5. – С. 27–31. DOI: 10.31087/0016-7894-2019-5-27-31. [Zholtaev G.Zh., Iskaziev K.O., Abishev A.G., Kulumbetova G.E. A new promising trend of oil and gas fields exploration in the east of the Caspian Depression. *Geologiya nefi i gaza*. 2019;(5):27–31 (In Russian)].
- 21 Куницына И.В., Дердуга А.В., Никишин А.М., Короткова М.А. Тектоническое строение и история развития палеозойского комплекса Северного Каспия // Геология нефти и газа. – 2020. – №3. – С. 11–18. DOI: 10.31087/0016-7894-2020-3-11-18. [Kunitsyna I.V., Derduga A.V., Nikishin A.M., Korotkova M.A. Tectonic framework and history of Palaeozoic series evolution in Northern Caspian. *Geologiya nefi i gaza*. – 2020. – №3. – P. 11–18. DOI: 10.31087/0016-7894-2020-3-11-18. (In Russian)].
- 22 Соборнов К.О. Крупные открытия в старых районах: может ли это стать реальностью? Конференция «Новые Идеи в Геологии Нефти и Газа-2015». – М.: МГУ, 2015. – С. 10-13. [Sobornov K.O. large discoveries in the mature areas: Could it be real?. Conference “New ideas in oil and gas geology-2015”. – M. MSU, 2015. – P. 10-13. (in Russian)].
- 23 Астраханский карбонатный массив: Строение и нефтегазоносность. Под редакцией Волож Ю.А., Парасына В.С. – М.: Научный мир, 2008. – 221 с. [Astrakhan carbonate massif: Structure and petroleum potential. Yu. A. Volozh and V.S. Parasyina (Eds.), – Moscow: Scientific World, 2008. – 221 p. (in Russian)].