

DOI: https://doi.org/10.17353/2070-5379/9_2017

УДК 553.98:551.762(571.56-15)

Ситников В.С., Алексеев Н.Н., Павлова К.А., Погодаев А.В., Слепцова М.И.Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем нефти и газа (ФГБУН ИПНГ РАН), Якутск, Россия, sitgeo@mail.ru, a-pogodaev@tngas.ru, pavlova_kapitolina@mail.ru, msleptsova@mail.ru

НОВЕЙШИЙ ПРОГНОЗ И АКТУАЛИЗАЦИЯ ОСВОЕНИЯ НЕФТЕГАЗОВЫХ ОБЪЕКТОВ ВИЛЮЙСКОЙ СИНЕКЛИЗЫ

Территория исследований является одной из наиболее изученных на Сибирской платформе. Однако преобладающий объем геолого-геофизических данных получен в 60-70-е гг. прошлого столетия на относительно невысоком методическом и технологическом уровнях. До последнего времени основным объектом исследований являлись исключительно мезозойские и пермские отложения, выполняющие верхнюю часть осадочного чехла до глубины 2-6 км. В итоге был открыт целый ряд газоконденсатных месторождений, установлены многочисленные проявления нефти. Дана оценка эффективности геологоразведочных работ прошлых лет и обоснована необходимость возврата на многие из площадей с новыми представлениями об их строении и с применением современных технологий проведения нефтегазопоисковых работ. Впервые комплексно рассмотрена проблема целесообразности дополнительного изучения прибортовых частей Вилюйской синеклизы, где в интервале доступных глубин прогнозируется возможное открытие новых залежей углеводородного сырья, преимущественно нефти.

Ключевые слова: *нефтегазовые объекты, углеводородное сырье, Вилюйская синеклиза.*

В соответствии с известными научными рекомендациями крупных российских ученых (А.Д. Архангельский, И.М. Губкин, Н.С. Шатский и др.) [Шатский, 1936] Вилюйская нефтегазоносная область (НГО) (рис. 1), выделяемая в настоящее время в границах восточной части Вилюйской синеклизы в составе Восточно-Сибирской системы мезозойских краевых депрессий, стала одной из первых территорий в Якутии, где были начаты работы на нефть и газ. Оценка ее нефтегазового потенциала неоднократно менялась – от 12 трлн. м³ углеводородных газов в 60-е гг. и до 1-2 трлн. м³ в 90-е гг. XX в. [Геология нефти..., 1981].

К настоящему времени по комплексу геофизических работ и глубокого бурения установлено, что в строении осадочного чехла Вилюйской НГО принимают участие образования от рифея до неогена включительно. Палеоген-неогеновые отложения развиты здесь незначительно. Максимальная толщина осадочного чехла установлена в Линденской впадине (до 12 км и более) [Головачев и др., 1976].

В районе Средневилюйского газоконденсатного месторождения (Хапчагайский мегавал) пробурена сверхглубокая скв. 27 глубиной 6519 м, вскрывшая отложения мезозоя, верхней и нижней перми, а также предположительно кровлю верхнего карбона. Многочисленные поисковые и разведочные скважины глубиной 2-3 км (реже до 4 км) приурочены, как правило,

к антиклинальным структурам II-III порядков в разрезе мезозоя - верхней перми и сосредоточены в основном на месторождениях, выявленных в сводовой части мегавала [Граусман, Аржаков, Туги, 2002].

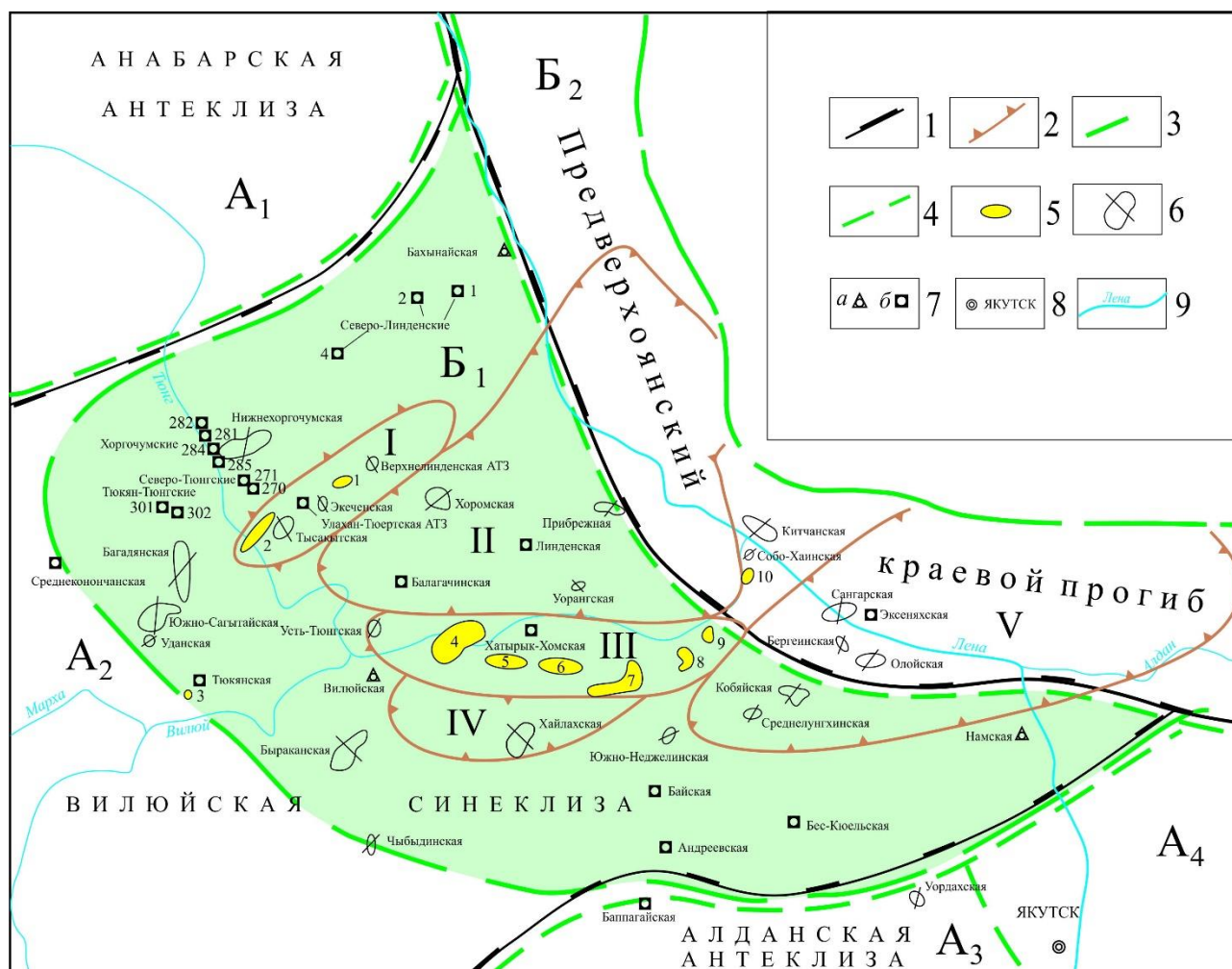


Рис. 1. Обзорная схема Вилюйской нефтегазоносной области
(составили Н.Н. Алексеев, М.И. Слепцова, 2014) масштаб 1:2500000

I – границы надпорядковых тектонических элементов (антеклиз, синеклиз, прогибов); 2 – структуры II порядка: I – Логлорский вал, II – Линденская впадина, III – Хапчагайский мегавал, IV – Тангнарынская впадина, V – Лунгхинско-Келинская впадина; 3 – границы нефтегазоносных провинций: Лено-Тунгусской (А) и Хатангско-Вилюйской (Б); 4 – границы нефтегазоносных областей: Анабарской (А₁), Западно-Вилюйской (А₂), Северо-Алданской (А₃), Восточно-Алданской (А₄), Вилюйской (Б₁), Предверхоанской (Б₂); 5 – месторождения: 1 - Андылахское, 2 - Среднетюнгское, 3 - Нижнетюкянское, 4 - Средневилюйское, 5 - Толонское, 6 - Мастахское, 7 - Соболах-Неджелинское, 8 - Бадаранское, 9 - Нижневилюйское, 10 - Усть-Вилюйское; 6 – площади, выведенные из бурения в прошлые годы, их названия; 7 – скважины: а – опорные, б – параметрические; 8 – населенные пункты; 9 – крупные реки.

На территории Вилюйской НГО в строении многоярусного осадочного чехла выделяются практически все тектонические мегакомплексы известные на востоке Сибирской платформы. Они характеризуются своеобразным строением, несовпадением структурных планов по разрезу и разделены региональными стратиграфическими перерывами и

несогласиями.

При достигнутой степени геолого-геофизической изученности территорий востока Сибирской платформы Вилюйская НГО является одной из наиболее изученных областей, главным образом за счет обширной информации по отложениям мезозоя и верхнего палеозоя, полученной за многие годы геологоразведочных работ. Наряду с многочисленными данными глубокого бурения, в этой части разреза имеются структурные построения по целому ряду опорных отражающих сейсмических горизонтов (сверху вниз: Ю₃³; ЮТ; ТП; П₂¹; П).

Практически все открытые к настоящему времени газовые и газоконденсатные месторождения расположены в центральной части НГО или вблизи нее и приурочены к терригенным отложениям позднепермского, раннетриасового и раннеюрского возраста.

Несмотря на достаточно высокую степень геолого-геофизической изученности Вилюйской НГО, к настоящему времени намечены лишь некоторые закономерности и особенности формирования и размещения залежей углеводородных газов в указанных стратиграфических комплексах.

Осадочный разрез, вскрытый глубокими скважинами, является терригенным по составу при существенном преобладании песчано-алевритистых фаций.

Положение выявленных газоконденсатных залежей в мезо-верхнепалеозойской части осадочного чехла контролируется в разрезе тремя глинистыми толщами, играющими роль достаточно надежных экранов (сунтарская свита нижней юры, мономская и неджелинская свиты нижнего триаса).

Указанные глинистые покрывки в значительной степени опесчаниваются, сокращаются в объеме и выклиниваются в бортовых частях Вилюйской синеклизы.

В литологическом составе нижнетриасовых и верхнепермских отложений существенную роль играло почти повсеместное присутствие вулканогенного материала вплоть до обособления пластов туффитов и туфогенных песчаников. В районе Мастахского и Неджелинского газоконденсатных месторождений на границе верхней перми - нижнего триаса по керну установлено наличие магматических пород основного состава, излившихся в подводных условиях [Мегакомплексы и глубинная..., 1987].

Присутствие в песчано-глинистом разрезе вулканического материала в целом оказало значительное влияние на глинистые отложения в сторону улучшения их экранирующих свойств и вместе с тем способствовало ухудшению фильтрационно-емкостных свойств потенциальных коллекторов в частях разреза, сложенных преимущественно песчаными породами.

Многочисленные геолого-геохимические данные, имеющиеся по газоконденсатным месторождениям Вилюйской НГО, свидетельствуют о формировании выявленных скоплений

газа и конденсата за счет вертикальной миграции углеводородов (УВ) снизу-вверх по разрезу и их накоплении под указанными экранами. При этом в качестве основной нефтегазогенерирующей толщи рассматриваются верхнепалеозойские угленосные отложения, мощность которых в центральной части Вилюйской НГО достигает 3 км и более.

За небольшим исключением, связанным с Нижнетюкяньским газовым месторождением, геологическая позиция которого до сих пор не вполне ясна, все выявленные залежи и месторождения в Вилюйской НГО приурочены к антиклинальным ловушкам, осложняющим широкие сводовые части крупных валообразных поднятий (Хапчагайский мегавал, Логлорский вал). Последние, в свою очередь, контролируются глубинными разломами, с различной степенью достоверности установленными в низах осадочного чехла и сопряженной с ним верхней части консолидированной земной коры.

В пределах Вилюйской синеклизы наиболее полно охарактеризован Хапчагайский газоносный район, который приурочен к одноименному крупному мегавалу, осложняющему центральную приосевую часть. Мегавал расположен в нижнем течении р. Вилюй и протягивается в субширотном направлении более чем на 200 км, ширина его 40-50 км. В своде поднятия резко сокращена мощность нижнемеловых пород, амплитуда его по подстилающим отложениям достигает 1,0-1,2 км. Поднятие осложнено рядом крупных локальных структур, контролирующих выявленные здесь месторождения газа (Средне-Вилюйское, Толонское, Мастахское, Соболах-Неджелиньское, Бадаранское) (рис. 2, 3).

Ранее проведенными научными исследованиями было установлено, что значительная роль в заложении, геологическом развитии и современном размещении Хапчагайского поднятия и осложняющих его структур сыграли процессы формирования субпараллельной зоны разломов, выделенной по геолого-геофизическим и геоморфологическим данным с учетом результатов дешифрирования космофотоснимков в составе Вилюйско-Алданской системы дислокаций. Для указанной зоны характерно древнее заложение и неоднократная активизация тектонических процессов, в том числе на современном этапе геологического развития [Ситников, Спектор, 1978].

К настоящему времени в Хапчагайском газоносном районе глубоким бурением изучена верхняя часть осадочного чехла (до 4,0-4,5 км), представленная терригенными образованиями мезозоя и верхней перми. В разрезе выделяется ряд продуктивных комплексов.

При отсутствии однозначно интерпретируемых палеонтологических данных стратификация вскрытого разреза (ниже 3 км) проведена сугубо условно. Согласно этим данным, полученным в результате бурения нижней части сверхглубокой скв. 27, вскрыт полный разрез верхней и нижней перми и частично верхи каменноугольной системы.

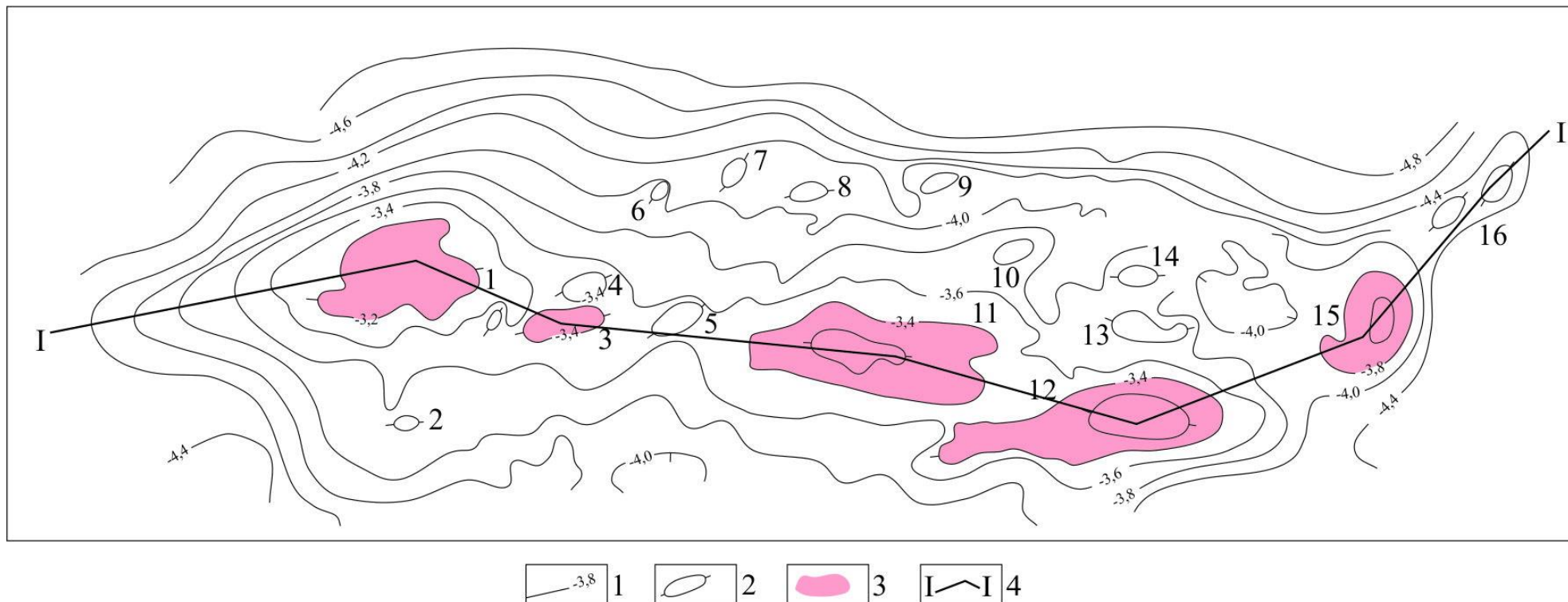


Рис. 2. Структурная карта Хапчагайского мегавала по границе «триас-пермь» (составили А.В. Погодаев, В.С. Ситников, 2013 г.)

I - изогипсы отражающего сейсмического горизонта ТП (триас-пермь); 2 - локальные антиклинальные структуры; 3 - газоконденсатные месторождения; 4 - линия профильного геолого-геофизического разреза на территории Хапчагайского нефтегазоносного района. Цифрами на карте обозначены структуры: 1 - Средне-Вилуйская, 2 - Северо-Тымтайдахская, 3 - Толонская, 4 - Верхне-Толонская, 5 - Северо-Кумахская, 6 - Северо-Толонская, 7 - Лонхолохская, 8 - Джикиндинская, 9 - Безымянная, 10 - Восточно-Баппагайская, 11 - Мастахская, 12 - Соболах-Неджелинская, 13 - Люксюгунская, 14 - Средне-Люксюгунская, 15 - Бадаранская, 16 - Нижне Вилуйская.

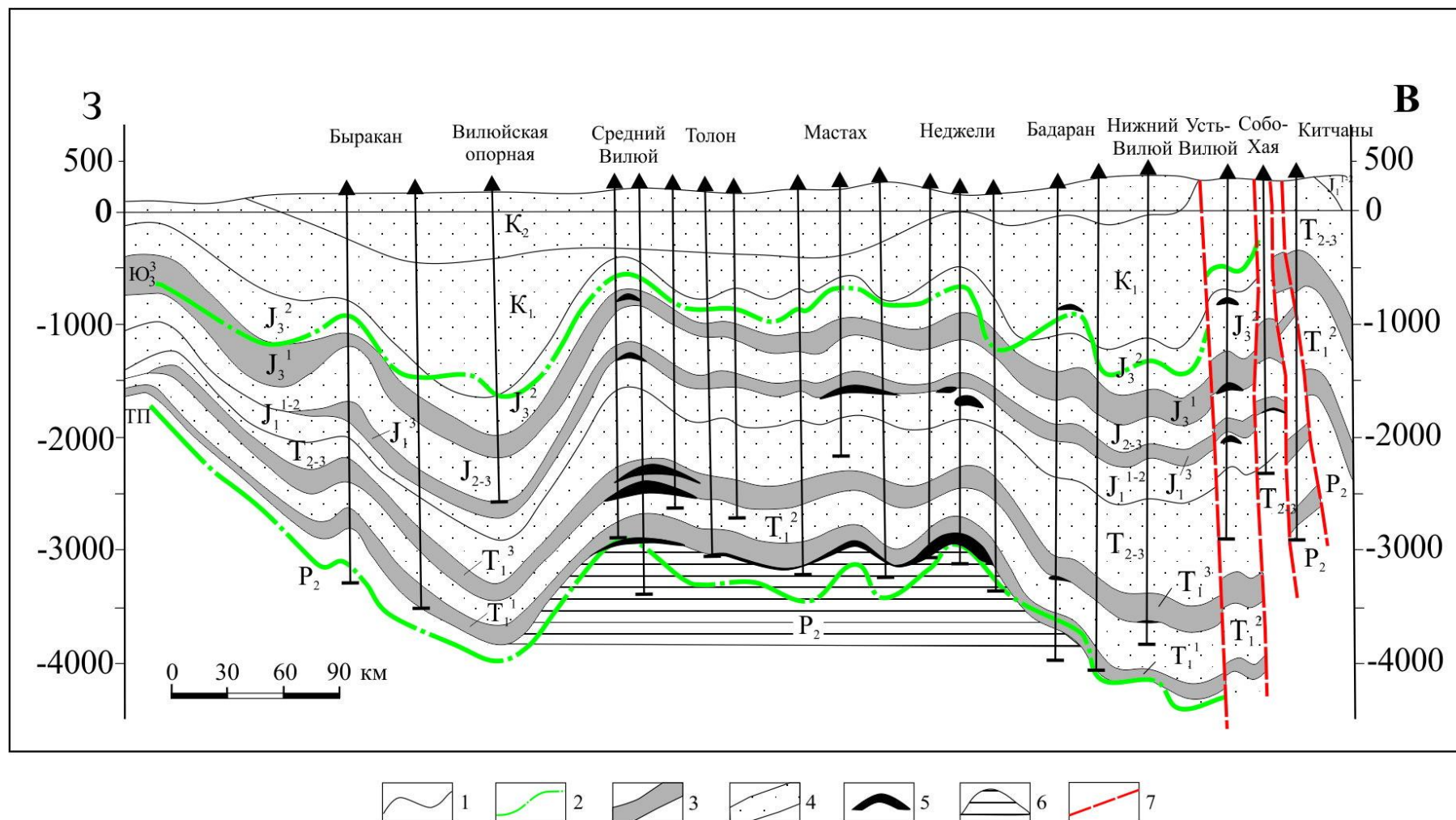


Рис. 3. Субширотный геолого-геофизический разрез через Хапчагайский нефтегазоносный район (составили В.С. Ситников, К.А. Павлова, 2015 г.)
 1 – геологические границы; 2 – опорные отражающие горизонты; 3 – региональные существенно глинистые экраны; 4 – толщи преимущественно песчаного состава; 5 – газовые и газоконденсатные залежи; 6 – прогнозируемая массивная залежь в отложениях верхней перми; 7 - разрывные тектонические нарушения. Литолого-стратиграфический разрез верхнепалеозойских и мезозойских отложений: P₂ – верхний пермь; T₁ – нижний триас; T₁¹ – неджелинская свита; T₁² – таганджинская свита; T₁³ – мономская свита; T₂₋₃ – средний и верхний триас (тулурская свита); J₁ – нижняя юра; J₁¹⁻² – нижний и средний лйас; J₁³ – верхний лйас (сунтарская свита); J₂₋₃ – средняя и верхняя юра; J₃¹ – марькчанская свита; J₃² – бергеинская свита; K₁ – нижний мел; K₂ – верхний мел.

Геолого-геофизические данные о характере строения нижней части разреза этой скважины свидетельствуют о распространении преимущественно плотных песчаных пород, которые по литологическим особенностям не отличаются от ранее изученных многими поисковыми и разведочными скважинами верхнепермских отложений.

Верхнепермский продуктивный комплекс сложен преимущественно песчаными угленосными отложениями и экранируется глинистой толщей неджелинской свиты нижнего триаса. Внутри комплекса и в перекрывающей покрывке выявлен ряд продуктивных горизонтов (Т₁-IV; ПТ; Р₂-I; Р₂-II; Р₃-III), характеризующихся аномально высокими пластовыми давлениями, на 80-100 кгс/см² превышающими гидростатические. Наблюдается резкая изменчивость коллекторских свойств продуктивных отложений по площади и разрезу.

Нижнетриасовый продуктивный комплекс мощностью до 600 м экранируется мономской глинистой покрывкой. Непосредственно под ней и внутри неё (горизонты Т₁-III, Т₁-II и Т₁-I) сосредоточены основные запасы газа крупнейшего Средневилюйского месторождения. В центральной части Хапчагайского района мономская покрывка опесчанивается.

Среднетриасовый-нижнеюрский продуктивный комплекс экранируется тоарской глинистой пачкой, являющейся наиболее выдержанной покрывкой в пределах описываемого района. В этом комплексе на ряде месторождений установлена промышленная газоносность двух горизонтов (J₁-I, J₁-II).

Средне-верхнеюрский продуктивный комплекс контролируется регионально выдержанной глинисто-песчаной толщей марыкчанской свиты (верхняя юра). Из отложений комплекса получены промышленные притоки газа на Средне-Вилюйском месторождении (горизонты J₃-I, J₃-II).

Верхнеюрский-нижнемеловой продуктивный комплекс сложен исключительно континентальными угленосными отложениями. Достаточно мощные выдержанные покрывки в разрезе отсутствуют. Небольшая газовая залежь, приуроченная к нижнемеловым отложениям комплекса, установлена на Бадаранском месторождении (горизонт К).

Кроме уже известных отложений верхней перми, в пределах Хапчагайского поднятия на основании результатов бурения скв. 27 и региональных литолого-палеогеографических построений предполагается существование нижнепермского возможно перспективного комплекса. С ним связаны основные перспективы более глубоких горизонтов Хапчагайского поднятия, для дополнительного изучения которых потребуются бурение скважин глубиной 7 км и более.

Все газовые скопления в пермских отложениях следует рассматривать как единую гигантскую газовую залежь массивного типа. В структурном отношении она контролируется

Хапчагайским поднятием в целом, как единой суперловушкой, заполненной газом практически до замка. Верхи указанной залежи сложены традиционными коллекторами выделенных ранее продуктивных горизонтов (Т₁-IV; ПТ; Р₂-I; Р₂-II; Р₃-III и др.). Преобладающая нижняя часть залежи приурочена к плотным непроницаемым и низкопроницаемым породам пермского возраста, которые могут рассматриваться как субколлекторы нетрадиционного типа.

Структуры, контролирующие газовые месторождения преимущественно в мезозойских отложениях, осложняют осевую зону мегавала. Это почти симметричные брахиантиклинали площадью от 200 до 400 км, размерами 20-30 x 10-20 км и амплитудой, в основном, от 200 до 500 м. В присводовой части Хапчагайского поднятия и на погружениях его склонов, по данным сейсморазведки, выделяется ряд структур меньших размеров. Они имеют площадь 20-40 км² и отличаются от структур осевой зоны более вытянутой формой и меньшей амплитудой, не превышающей 70-100 м (см. рис. 2, 3).

Установленные в Вилюйской НГО газоконденсатные залежи на многих месторождениях в разведочных и эксплуатационных скважинах сопровождаются обильными проявлениями нефти, вплоть до притоков промышленного и полупромышленного значения. Судя по геохимическим данным эти нефти связаны, в основном, с очагами генерации, среди которых основную роль играют пермские отложения. Определенными генерационными способностями обладают также нижнетриасовые и нижнеюрская толщи существенно глинистого состава (неджелинская, мономская, сунтарская) [Ситников и др., 2014].

В течение весьма продолжительной истории геологического развития рассматриваемой территории с неоднократными вспышками активности тектонических и нефтегазогеологических процессов, наряду с генерацией вновь образованных УВ, вполне возможны межрезервуарные перетоки пластовых флюидов вверх по разрезу в более молодые стратиграфические подразделения из нефтематеринских отложений кембрия в пермские и далее в мезозойские толщи. Наиболее активно эти миграционные перемещения происходили в зоне глубинных разломов, контролирующих расположение и особенности строения крупных поднятий (Хапчагайское, Логлорское) и осложняющих их структур более высокого порядка. Этот тезис подтверждается результатами геохимических исследований пластовых флюидов, указывающими на существенное обеднение мигрирующей углеводородной смеси тяжелыми УВ и упрощение ее состава вверх по разрезу вплоть до полного преобладания метана.

Характерно, что по мере незначительного удаления от Хапчагайской зоны разломов к северу в сторону Линденской впадины резко сокращается газонасыщенность пластовых вод в разрезе мезозоя. Кроме того, в районе г. Вилюйска в разрезе ранее пробуренной опорной скважины на глубине примерно 3 км в отложениях средней юры отмечается уникально низкая

общая минерализация пластовых вод, которая не превышает здесь первых граммов на литр и сопоставима с таковой в верхней части разреза Вилуйской синеклизы. Приведенные данные однозначно указывают на наличие активных процессов вертикальной миграции в отмеченной выше зоне разломов и, вместе с тем, на весьма слабую практически пассивную газогидродинамическую обстановку в других районах синеклизы, удаленных от системы разломов и зон трещиноватости, достаточно активных на современном этапе.

Приведенные данные по нефтегазогеологической активности недр в районе Хапчагайского поднятия косвенно подтверждаются результатами анализа разработки нижнеюрской газовой залежи Мастахского месторождения. В 70-е гг. и начале 80-х гг. прошлого века эксплуатация скважин велась при больших депрессиях (1,4-6,6 МПа) и максимально возможных дебитах, что и обусловило неравномерное стягивание газоводяного контакта от территории залежи к ее центру. В свою очередь, нарушения в режиме отбора газа в различных скважинах привели к прорыву, воды, техногенному образованию пластовых языков и воронок и, соответственно, к досрочному обводнению газовой залежи. При этом пластовое давление в залежи упало почти на 4,0 МПа [Черненко, Сивцев, 2015].

В 1986 г. строительство газопровода продолжили до п. Кысыл-Сыр, и функции главного поставщика газа в г. Якутск и прилегающие населенные пункты легли в основном на нижнетриасовые газовые залежи Средневилуйского месторождения.

Проведенные на современном этапе замеры пластового давления в нижнеюрской газовой залежи Мастахского месторождения показали, что за прошедший период длительностью около 30 лет произошла значительная релаксация газонасыщенной части этой залежи и пластовое давление в ней восстановилось почти наполовину [Черненко, Сивцев, 2015]. Указанные процессы обусловлены в основном достаточно интенсивными перетоками газа из нижних горизонтов разреза естественным путем по многочисленным трещинам. Наличие последних в верхней части разреза пермских отложений по керну установили и детально изучили ранее К.И. Микуленко с соавторами [Геология нефти..., 1981].

Наиболее ранние представления о строении нижнего структурного яруса, подстилающего мезозойские и верхнепалеозойские толщи, отражены в статье А.А. Гудкова [Гудков, 1968]. Дальнейшее развитие они получили при составлении «Атласа тектонических карт и опорных профилей Сибири» под научным руководством академика А.Л. Яншина и члена-корреспондента АН СССР К.В. Боголепова [Матвеев, Найданов, 1981; Строение и эволюция..., 1985; Мегакомплексы и глубинная..., 1987].

Нижняя доверхнепалеозойская часть осадочного чехла достаточно полно сохранилась в центральной приосевой части Вилуйской синеклизы, где, несмотря на многие стратиграфические перерывы и размывы, имевшиеся на востоке Сибирской платформы,

присутствует практически весь конседиментационно сформированный доверхнепалеозойский осадочный разрез (от рифея до среднего палеозоя включительно). Однако, как это было показано на примере скв. Средневиллюйская-27, глубина залегания доверхнепалеозойских отложений превышает 6 км, что в современных экономических условиях недоступно для поисково-разведочного бурения.

В прибортовых частях синеклизы, в связи с их сложным блоковым строением и дифференцированным участием каждого из блоков в вертикальных тектонических движениях, многие толщи размыты вплоть до их полного отсутствия в стратиграфическом диапазоне от девона до верхов кембрия включительно. С учетом специфики развития Виллюйского авлакогена осадочные образования рифейского возраста в современном осадочном чехле также представлены неполно и не повсеместно.

При анализе мощностей и сопоставлении структурных планов по разным комплексам осадочного чехла в бортовых частях Виллюйской гемисинеклизы под отложениями мезозоя и верхнего палеозоя выделяются погребенные поднятия, сложенные толщами каледонского тектонического мегакомплекса (кембрий, венд) [Матвеев, Найданов, 1981; Протопопов, 1993].

Вулканогенные и осадочные образования среднего палеозоя на южном борту Виллюйской синеклизы развиты менее широко, чем на северном борту и на восточных территориях отсутствуют.

С учетом особенностей регионального распространения нефтегазопроизводящих толщ в разрезах перми и нижнего кембрия, которые рассматриваются в качестве основных источников УВ при формировании зон нефтенакпления в Виллюйской синеклизе, а также предполагаемых глубин залегания погребенных поднятий в нижнепалеозойском тектоническом комплексе, несомненный интерес представляют ее северо-западная и южная бортовые части. При сопоставлении геологических условий, характерных для каждой из указанных территорий, несмотря на их значительное сходство по многим показателям, приоритетной, по мнению авторов, является территория Южно-Виллюйского перспективного района, который оценивается как потенциально нефтеносный и более доступный для выявления, опоскования и разведки прогнозируемых скоплений нефти. Район северо-западной бортовой части Виллюйской синеклизы, при наличии необходимых предпосылок для положительной оценки и прогноза возможной нефтеносности разреза, менее предпочтителен в отношении поиска залежей в отложениях нижнепалеозойского тектонического комплекса. Следует учитывать значительные глубины залегания указанных отложений, наличие в разрезе осадочного чехла вулканогенно-магматических образований среднего палеозоя мощностью до 800 м и более, почти полностью отсутствующих на юге синеклизы, относительно крутое моноклинальное залегание кембрийских и венд-рифейских толщ, установленное здесь в

начале 80-х гг. прошлого столетия по редкой сети сейсмических профилей МОГТ-2D и др. В этой связи территорию северо-западного борта Вилюйской синеклизы следует рассматривать как вероятный нефтеносный район синеклизы с отнесением его к изучению второй очереди.

Учитывая геологические, геохимические, геофизические и другие данные при сравнительной оценке перспектив нефтегазоносности рассматриваемых территорий, а также имеющиеся ограничения технического и экономического характера, основное внимание целесообразно уделить вопросам обоснования потенциальной нефтеносности собственно южного борта Вилюйской синеклизы.

По данным бурения прошлых лет в центральных районах Западной Якутии, несколько севернее указанных территорий, в пределах Вилюйской синеклизы и прилегающей центральной части Предверхоянского краевого прогиба установлены многочисленные проявления жидкой нефти в отложениях юрского, триасового и пермского возрастов. В их числе наиболее значительные нефтепроявления, вплоть до притоков нефти промышленного уровня (10-15 м³/сут, реже до 100 м³/сут), зафиксированы при бурении многих глубоких скважин на стадии поисков, разведки и эксплуатации газоконденсатных залежей в пределах месторождений, расположенных в сводовой части Хапчагайского поднятия (Средневилюйское, Толонское, Мастахское, Соболах-Неджелинское газоконденсатные месторождения и др.). Проявления нефти отмечены также на Логлорском поднятии (Среднетюнговское и Андылахское газоконденсатные месторождения) и во многих параметрических скважинах, пробуренных при изучении потенциальной газоносности региональной зоны выклинивания триасовых отложений на северо-западном борту Вилюйской синеклизы (Западно-Тюнговская, Хоргочумская и Северо-Линденская площади) [Ситников и др., 2014].

В конце верхнеюрской и начале нижнемеловой эпох, по мере становления соседней Верхояно-Колымской горно-складчатой области, формирования в Вилюйской синеклизе мезо-верхнепалеозойского структурного плана и образования во вновь созданном Хапчагайском валообразном поднятии крупной зоны газонакопления, северная часть указанной области преимущественного нефтенакпления раздробилась и в значительной степени расформировалась. Нефть заняла подчиненное положение в общей флюидодинамической системе газоконденсатных залежей, концентрируясь, вероятно, в виде нефтяных палеооторочек, которые в большинстве своем растворились в газе и к настоящему времени сохранились лишь частично. Основная более южная часть этой палеообласти нефтенакпления в результате указанных тектонических и нефтегеологических процессов претерпела незначительные изменения и в условиях достаточно надежной гидрогеологической закрытости недр сохранилась в карбонатных горизонтах

нижнепалеозойского структурно-формационного комплекса почти в неизменном виде.

Отмеченные нефтепроявления разных типов связаны с перетоками нефти из более глубоких горизонтов осадочного чехла. С учетом вполне правомерной аналогии с юго-западными районами Якутии, где промышленная нефтеносность древних толщ установлена на многих месторождениях, основные перспективы Южно-Виллюйской перспективной зоны следует связывать с кембрийским карбонатным комплексом. С учетом вероятных процессов вертикальной и латеральной миграции флюидов по разрезу осадочного чехла на территории Южно-Виллюйской зоны, вполне возможны вторичные скопления нефти и выше по разрезу, прежде всего в базальных песчаных слоях перми под нижнетриасовым экраном, представленным глинистыми отложениями неджелинской свиты, а в отложениях нижней юры под сунтарским глинистым экраном.

Пермские отложения южных районов Виллюйской НГО характеризуются более широким площадным и вертикальным распространением поровых коллекторов по сравнению с Хапчагайским нефтегазоносным районом. Коллекторы IV и V классов проницаемости отмечаются в верхней толще верхней перми в разрезе, вскрытом глубокими скважинами на Южно-Быраканской площади (400 м). Среднее значение m_0 коллекторов составляет 14,2%. В скв. Байская удовлетворительные поровые коллекторы имеются по всему разрезу перми. Средние значения m_0 составляют 15,8% в верхнепермской толще и 14% в нижнепермской.

Как показывает мировая практика в регионах подобных Виллюйской синеклизе, где в изученной части разреза нефтегазоносными горизонтами служат исключительно терригенные отложения и их разрез в основном песчаный, наиболее перспективными для поисков неструктурных залежей нефти и газа являются зоны регионального выклинивания. В связи с этим определение положения зон выклинивания в структурном плане палеобассейна, выяснение геологических особенностей, характеризующих строение разрезов перспективных отложений, и изучение данных о величине и характере изменения регионального уклона слоев в процессе геологического развития бассейна заслуживают самого пристального внимания.

О положении зон выклинивания в отложениях, образовавшихся в краевых частях седиментационных бассейнов раннеюрской эпохи, триасового и конца пермского периодов в пределах исследуемой территории, в настоящее время прямых данных нет. Сугубо условное представление о них можно составить лишь на основании умозрительных построений, базирующихся на известных общих закономерностях седиментации в рассматриваемом регионе и анализе строения толщи пермских отложений, вскрытой единичными глубокими скважинами.

При построении и анализе геолого-геофизических разрезов было установлено, что на территории большей части южного борта Виллюйской синеклизы пермские отложения

выклиниваются достаточно резко. Градиент сокращения мощности пермских отложений составляет не менее 12-14 м/км. Южнее, к скв. Баппагайская, он практически не меняется.

При таких условиях в зоне регионального выклинивания пермских отложений возможно образование стратиграфических ловушек прилегания в нижней базальной части разреза. Предполагаемая зона их развития трассируется вдоль всего южного борта синеклизы, за исключением отдельных небольших участков с малыми глубинами современного залегания пермских отложений.

В западной части южного борта синеклизы, в прогнозируемой зоне выклинивания, перспективная толща пермских отложений непосредственно перекрывается неджелинской свитой, являющейся региональной глинистой покрывкой в пределах всей Вилюйской НГО. Ее минимальная мощность, судя по результатам бурения на Южно-Быраканской структуре, составляет 38 м, на борту синеклизы она должна быть не менее 25 м, так как ее уменьшение в южном направлении происходит очень медленно. Такой прогноз обусловлен относительно пологой поверхностью дотриасового размыва на территории между Синской и Южно-Быраканской площадями глубокого бурения, что способствовало широкому распространению преимущественно глинистых отложений перекрывающего трансгрессивного комплекса, который в нижней части представлен неджелинской свитой нижнего триаса.

Подобное залегание верхних слоев пермской толщи в зоне выклинивания благоприятно для образования стратиграфически экранированных ловушек ниже поверхности дотриасового размыва. Перспективная зона для их выявления протяженностью до 60 км прогнозируется преимущественно в западной части южного борта синеклизы.

Восточнее этой территории развит другой тип разреза и намечаются несколько иные геологические условия в зоне выклинивания перми. В скв. Байская, где общая мощность пермских отложений еще достаточно велика (> 700 м), мощность перекрывающей неджелинской свиты составляет уже 14 м. В скв. Баппагайская к неджелинской свите можно условно отнести пачку глин мощностью 8 м, перекрывающую кембрийские известняки. Таким образом, в зоне выклинивания пермских отложений, залегающих к тому же на относительно малых глубинах в восточной части южного борта Вилюйской синеклизы, мощность неджелинской свиты значительно сокращается, что существенно снижает ее экранирующие способности.

В целом условия развития неструктурных ловушек нефти и газа в зоне регионального выклинивания пермских отложений на южном борту Вилюйской синеклизы оцениваются как благоприятные. В пределах этой территории на многих участках возможно появление литологических ловушек прилегания в нижних горизонтах пермской толщи. В западной части исследуемой территории в рамках верхнего мезо-верхнепалеозойского структурного яруса

достаточно уверенно прогнозируется наличие возможных стратиграфически экранированных ловушек.

В пределах выделяемых зон палеоподнятий отмечается также достаточно резкое сокращение мощностей отложений верхнего палеозоя, что свидетельствует об унаследованном и постседиментационном развитии этих тектонических элементов в указанную эпоху. Примечательно, что прогнозируемые системы палеоподнятий полностью оконтуривают внутреннюю наиболее погруженную зону синеклизы и сами обрамляются системой относительно погруженных участков с внешней стороны. Таким образом, занимая благоприятное структурное положение, указанные зоны палеоподнятий могли служить областями накопления УВ, мигрировавших из смежных впадин.

В качестве возможных экранов могут совместно рассматриваться существенно глинистые толщи нижнеюрского (сунтарская свита), нижнетриасового (неджелинская свита) и средне-верхнекембрийского (верхоленская серия) возраста. Интегральные экранирующие способности осадочного чехла значительно усиливает наличие в верхней части разреза многолетнемерзлых пород мощностью 400-500 м и более.

В отличие от центральной приосевой части Вилуйской синеклизы, где перечисленные литолого-стратиграфические толщи характеризуются более значительной мощностью и преимущественно однородным глинистым составом, в южной прибортовой части синеклизы они в определенной степени ухудшаются по уровню своей экранирующей способности. В этих условиях на фоне приведенных геологических и геохимических данных на рассматриваемой территории следует прогнозировать возможное наличие залежей нефти с газовой шапкой.

Источниками прогнозируемых ресурсов нефти на рассматриваемых территориях, наряду с сингенетичными горизонтами нижней юры, нижнего триаса, верхней перми, содержащими достаточно большие удельные объемы ОВ, способного генерировать УВ нефтяного ряда, могут быть кембрийские отложения доманикоидного типа, исключительно высокообогащенные ОВ (синская, иниканская, куонамская и другие свиты и их аналоги). Полоса регионального развития этих отложений прослеживается под мезо-верхнепалеозойским мегакомплексом вдоль восточного обрамления Западно-Якутской рифовой системы, от северного склона Алданской антеклизы до южной окраины Анабарской антеклизы включительно.

Вероятные ловушки нефти и газа разных типов могут быть связаны с тектонически экранированными блоками, пликативным облеканием нижележащих выступов и стратиграфическим прилеганием к ним горизонтов-коллекторов. Среди них преобладающую роль играют неантиклинальные ловушки, связанные с блоковым строением осадочного чехла: структурно-литологические, тектонически экранированные, приразломные, а также

рифогенные стратиграфические, литологические и др., приуроченные к региональным уровням стратиграфических перерывов, несогласий, размывов.

Наличие к северу от прогнозируемого нефтеносного района целого ряда газоконденсатных месторождений с притоками нефти в отдельных скважинах, связанных с предполагаемыми нефтяными оторочками, и многочисленных нефтепроявлений в единичных скважинах за пределами месторождений, а также близость района к действующему нефтепроводу Восточная Сибирь-Тихий океан позволяют в целом рассматривать исследуемую территорию как весьма привлекательную для ее более глубокого изучения с целью повышения инвестиционной привлекательности ее недр и выяснения возможности ускоренного прироста здесь запасов нефти.

Выводы

Территории Вилюйской синеклизы при относительно высокой степени геолого-геофизической изученности характеризуются крайне неравномерным распределением выполненных объемов глубокого бурения и сейсморазведочных исследований. Последние проведены на методическом и технологическом уровне прошлых лет. Более достоверные профили МОГТ-2Д составляют лишь весьма незначительную часть от выполненного объема сейсморазведки в целом. Преобладают малоинформативные сейсмопрофили МОВ. Наиболее изучены площади размещения выявленных ранее месторождений, для разведки которых последовательно осуществлялись дополнительные объемы геологоразведочных работ.

Вилюйская синеклиза обладает крупным углеводородным потенциалом. В связи с неравномерной геологической изученностью перспективных территорий в специфических горно-геологических условиях Крайнего Севера и сложного строения многоярусного осадочного чехла общей мощностью от 2-3 км до 10-18 км степень освоения прогнозных геологических ресурсов УВ путем перевода их в категории разведанных и предварительно оцененных запасов нефти и газа на современном этапе изучения достигает лишь 10-15%.

В последние годы отмечается отчетливо выраженная тенденция к пересмотру имеющихся количественных оценок прогнозных ресурсов УВ по Вилюйской НГО в сторону их существенного увеличения. При этом значительную роль в их структуре будут играть ресурсы нефти.

Для открытия новых месторождений углеводородного сырья и дальнейшего наращивания здесь сырьевой базы для нефтегазодобывающей промышленности необходимо проведение дополнительных геологоразведочных работ для изучения потенциальной нефтегазоносности перспективных территорий по целому ряду принципиально новых направлений. Кроме того, вполне очевидна целесообразность возврата на многие площади работ прошлых лет с новейшими представлениями о специфике их строения более

прогрессивными современными методами и технологиями ведения геофизических работ и глубокого бурения.

Направления дальнейших нефтегазопроисковых работ в Вилюйской синеклизе

- Доизучение территорий размещения ранее выявленных газоконденсатных месторождений (Хапчагайский, Логлорский и Тюкянский районы) с целью открытия ранее пропущенных залежей нефти и газа.

- Доизучение перспективных территорий размещения площадей глубокого бурения прошлых лет с полупромышленными притоками газа в единичных скважинах (Южно-Быраканская, Хайлахская, Южно-Неджелинская и другие площади).

- Дополнительное региональное изучение и опроискование бортовых частей Вилюйской синеклизы с целью выявления пропущенных ранее залежей нефти и газа в зонах выклинивания нижнемезозойских и верхнепалеозойских отложений.

- Возвращение с новыми научными представлениями и современными технологиями геофизических и буровых работ на крупные локальные структуры в районах с максимальной мощностью мезозойских отложений (Линденская впадина, Южно-Хапчагайский прогиб и др.).

- Изучение условий нефтеносности мезозойских и верхнепермских отложений в Хапчагайском и Логлорском преимущественно газоносных районах, прогноз и поиски палеонефтяных залежей и нефтяных оторочек существенно газовых залежей.

- Изучение строения и перспектив нефтеносности кембрийских отложений доманикоидного и рифогенного типов, залегающих в южной и северной прибортовых частях Вилюйской синеклизы на глубинах доступных поисково-разведочному бурению.

- Опроискование зон выклинивания мезозойских и палеозойских осадочных толщ по периферийному обрамлению положительных структурных элементов первого порядка (склоны Сунтарского и Якутского сводов, южный склон Мунского поднятия и др.).

- Изучение разновозрастных осадочных толщ в приразломных зонах сочленения крупных впадин (Кемпендяйская, Ыгыаттинская) и поднятий (Сунтарское, Арбайско-Синское) в западном секторе Вилюйской синеклизы.

- Изучение особенностей строения и перспектив нефтегазоносности толщ в составе верхней части разреза осадочного чехла, залегающих непосредственно под криолитозоной в районах с установленной промышленной нефтегазоносностью недр над ранее выявленными традиционными залежами углеводородных газов.

Литература

Геология нефти и газа Сибирской / А.С. Анциферов, В.Е. Бакин, И.П. Варламов, В.И. Вожов, В.Н. Воробьев, А.В. Гольберт, В.В. Гребенюк, М.П. Гришин, Т.И. Гурова, Д.И. Дробот, А.Э. Конторович, В.Л. Кузнецов, В.М. Лебедев, И.Г. Левченко, М.М. Мандельбаум, Н.В. Мельников, К.И. Микуленко, Г.Д. Назимков, В.Д. Накаряков, И.Д. Полякова, Б.Л. Рыбьяков, В.Е. Савицкий, В.В. Самсонов, О.Ф. Стасова, В.С. Старосельцев, В.С. Сурков, А.А. Трофимук, Э.Э. Фотиади, А.В. Хоменко; под ред. А.Э. Конторовича, В.С. Суркова, А.А. Трофимука. – М.: Недра, 1981. – 552 с.

Головачев В.С., Кеввай В.Ф., Курприянов Я.И., Сидоров Д.П. Геологическое строение и нефтегазоносность месторождений Хапчугайского района // *Поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений в Якутской АССР.* - Якутск: изд. ЯФ СО АН СССР, 1976. – С.102-114.

Граусман А.А., Аржаков М.И., Туги Э.Р. Как это было // *Открытие нефти и газа в Якутии.* - Новосибирск: изд. «Сибтехнорезерв», 2002 – Ч. 1. – С. 5-31.

Гудков А.А. Тектоника осадочного чехла Вилюйской синеклизы и прилегающих районов Предверхожанского прогиба // *Тектоника, стратиграфия и литология осадочных формаций Якутии.* - Якутск: изд. ЯФ СО АН СССР, 1968. – С. 32-41.

Матвеев В.Д., Найданов В.А. Тектонические формы нижнепалеозойского структурного плана восточной части Вилюйской синеклизы // *Изв. АН СССР. Сер. Геол.* - 1981. - № 12. - С.131-136.

Мегакомплексы и глубинная структура земной коры нефтегазоносных провинций Сибирской платформы / М.П. Гришин, В.С. Старосельцев, В.С. Сурков, В.И. Лотышев, П.К. Мазаева, А.В. Мигурский, К.И. Микуленко, Г.Ф. Попилуха, Э.Э. Фотиади, Г.С. Фрадкин, В.Б. Хмелевский, В.А. Асташкин, О.В. Вааг, В.В. Гайдук, В.В. Гребенюк, Г.С. Гусев, Т.А. Дивина, В.А. Каширцев, А.Э. Конторович, Р.Г. Матухин, Н.В. Мельников, В.А. Михеев, А.В. Паршин, А.Я. Хлебников, Б.Р. Шпунт. - М.: Недра, 1987. - 204 с.

Протопопов Ю.Х. Тектонические комплексы платформенного чехла Вилюйской синеклизы. – Якутск: Изд. ЯНЦ СО РАН, 1993. - 48 с.

Ситников В.С., Кушмар И.А., Прищепина О.М., Погодаев А.В. Перспективы нефтеносности южной части Вилюйской синеклизы // *Разведка и охрана недр.* - 2014. - №7. – С.22-28.

Ситников В.С., Спектор В.Б. Вилюйско-Алданская система дислокаций // *Геофизические исследования в Якутии.* – Якутск: Изд. ЯФ СО АН СССР, 1978. – С.1021.

Строение и эволюция земной коры Якутии / Г.С. Гусев, А.Ф. Петров, Г.С. Фрадкин, Ф.Ф. Третьяков, А.В. Прокопьев, Б.Р. Шпунт, А.К. Бобров, И.Е. Москвитин, М.Д. Булгакова, П.К. Мазаева, В.С. Ситников, В.С. Старосельцев, В.В. Гайдук, В.А. Каширцев, В.Д. Матвеев, К.И. Микуленко, Ю.Д. Недосекин, Б.М. Козьмин, В.С. Имаев, Ю.Х. Протопопов, В.Д. Суворов,

В.Ф. Уаров, Г.В. Бочаров, В.И. Соловьев, А.А. Сурнин, И.Ш. Сюдюков, О.В. Гриненко, Д.В. Аброскин. - М.: Наука, 1985. - 247 с.

Черненко В.Б., Сивцев А.И. К проблеме релаксации юрской залежи Матахского ГКМ // Наука и образование. – 2015. - №1. – С.16-21.

Шатский Н.С. О возможных нефтеносных районах Советского Союза // Геология и полезные ископаемые Севера СССР. - Л. - 1936. – Т. 11. - С.299-307.

Sitnikov V.S., Alekseev N.N., Pavlova K.A., Pogodaev A.V., Sleptsova M.I.

Institute of Oil and Gas Problems of the Siberian Branch of Russian Academy of Sciences (IOGP SB RAS), Yakutsk, Russia, sitgeo@mail.ru, a-pogodaev@tngas.ru, pavlova_kapitolina@mail.ru, msleptsova@mail.ru

NEWEST FORECAST AND DATA UPDATING OF VILYUY SYNECLISE (EASTERN SIBERIA) PETROLEUM OBJECTS

The research area is the one of the most studied on the Siberian platform. However, the predominant amount of geological and geophysical data had been obtained in the 60-70`s of the last century at a relatively low methodological and technological levels. Until recently, the main focus of research here were almost exclusively on the Mesozoic and Permian sequences, which form the upper part of the sedimentary cover to a depth of 2-6 km. Several gas-condensate fields were discovered, numerous oil shows were identified. The effectiveness of geological exploration of the past years is assessed; and the necessity to return to many of these studied areas again is substantiated taking into account new insights into their structure and using modern technologies of oil and gas exploration. In addition, for the first time the issue of the feasibility study of Vilyuy area and additional investigation was comprehensively considered, where the possible discovery of new hydrocarbon accumulations, mainly oil, is expected.

Keywords: petroleum objects, hydrocarbons accumulation, Mesozoic and Permian sequences, Vilyuy Syncline, Eastern Siberia.

References

Chernenko V.B., Sivtsev A.I. *K probleme relaksatsii yurskoy zalezhi Mastakhskogo GKM* [On the problem of the relaxation of the Jurassic deposits, Mastah gas field]. Nauka i obrazovanie, 2015, no. 1, p. 16-21.

Geologiya nefti i gaza Sibirskoy [Oil and gas geology of the Siberian platform]. A.S. Antsiferov, V.E. Bakin, I.P. Varlamov, V.I. Vozhov, V.N. Vorob'ev, A.V. Gol'bert, V.V. Grebenyuk, M.P. Grishin, T.I. Gurova, D.I. Drobot, A.E. Kontorovich, V.L. Kuznetsov, V.M. Lebedev, I.G. Levchenko, M.M. Mandel'baum, N.V. Mel'nikov, K.I. Mikulenko, G.D. Nazimkov, V.D. Nakaryakov, I.D. Polyakova, B.L. Ryb'yakov, V.E. Savitskiy, V.V. Samsonov, O.F. Stasova, V.S. Starosel'tsev, V.S. Surkov, A.A. Trofimuk, E.E. Fotiadi, A.V. Khomenko. Editors A.E. Kontorovich, V.S. Surkov, A.A. Trofimuk. Moscow: Nedra, 1981, 552 p.

Golovachev B.C., Kevvay V.F., Kupriyanov Ya.I., Sidorov D.P. *Geologicheskie stroenie i neftegazonosnost' mestorozhdeniy Khapchagayskogo rayona. Poiski i razvedka neftyanykh i gazovykh mestorozhdeniy v Yakutskoy ASSR* [Geological structure and oil and gas fields of the Hapchagay area]. Yakutsk: izd. YaF SO AN SSSR, 1976, p. 102-114.

Grausman A.A., Arzhakov M.I., Tugi E.R. *Kak eto bylo. Otkrytie nefti i gaza v Yakutii* [As it was. Discovery of oil and gas reserves in Yakutia]. Novosibirsk: «Sibtekhnoreserv», 2002, part 1, p.5-31.

Gudkov A.A. *Tektonika osadochnogo chekhla Vilyuyskoy sineklizy i prilegayushchikh rayonov Predverkhoyanskogo progiba* [Tectonics of the sedimentary mantle of the Vilyuiskaya syncline and surrounding areas of the Predverkhoyansky deflection]. Tektonika, stratigrafiya i litologiya osadochnykh formatsiy Yakutii, Yakutsk: YaF SOAN SSSR, 1968, p. 32-41.

Matveev V.D., Naydanov V.A. *Tektonicheskie formy nizhnepaleozoyskogo strukturnogo plana vostochnoy chasti Vilyuyskoy sineklizy* [Tectonic forms of the Lower Paleozoic structural plan for the eastern part of the Vilyuiskaya syncline]. Izd. AN SSSR. Ser. Geol, 1981, no. 12, p. 131-136.

Megakompleksy i glubinnaya struktura zemnoy kory neftegazonosnykh provintsiy Sibirskoy platform [Megacomplexes and deep structure of the Earth crust of petroleum provinces of the Siberian platform]. M.P. Grishin, V.S. Starosel'tsev, V.S. Surkov, V.I. Lotyshev, P.K. Mazaeva, A.V. Migurskiy, K.I. Mikulenko, G.F. Popilukha, E.E. Fotiadi, G.S. Fradkin, V.B. Khmelevskiy, V.A. Astashkin, O.V. Vaag, V.V. Gayduk, V.V. Grebenyuk, G.S. Gusev, T.A. Divina,

V.A. Kashirtsev, A.E. Kontorovich, R.G. Matukhin, N.V. Mel'nikov, V.A. Mikheev, A.V. Parshin, A.Ya. Khlebnikov, B.R. Shpunt. Moscow: Nedra, 1987, 204 p.

Protopopov Yu.Kh. *Tektonicheskie komplekсы platformennogo chekhla Vilyuyskoy sineklizy* [Tectonic complexes of platform mantle of the Vilyuiskaya syncline]. Yakutsk: Izd. YaNTs SO RAN, 1993, 48 p.

Shatskiy N.S. *O vozmozhnykh neftenosnykh rayonakh Sovetskogo Soyuzâ* [On the possible oil-bearing regions of the Soviet Union]. *Geologiya i poleznye iskopaemye Severa SSSR*. Leningrad, 1936, vol. 11, p. 299-307.

Sitnikov B.C., Kushmar I.A., Prishchepa O.M., Pogodaev A.V. *Perspektivy neftenosnosti yuzhnoy chasti Vilyuyskoy sineklizy* [Oil potential prospects of the southern part of the Vilyuiskaya syncline]. *Razvedka i okhrana nedr*, 2014, no. 7, p. 22-28.

Sitnikov B.C., Spektor V.B. *Vilyuysko-Aldanskaya sistema dislokatsiy* [Vilyi-Aldan system of dislocations]. *Geofizicheskie issledovaniya v Yakutii*, Yakutsk: YaF SO AN SSSR, 1978, p. 1021.

Stroenie i evolyutsiya zemnoy kory Yakutii [Structure and evolution of the Earth's crust of Yakutia]. G.S. Gusev, A.F. Petrov, G.S. Fradkin, F.F. Tret'yakov, A.V. Prokop'ev, B.R. Shpunt, A.K. Bobrov, I.E. Moskvitin, M.D. Bulgakova, P.K. Mazaeva, V.S. Sitnikov, V.S. Starosel'tsev, V.V. Gayduk, V.A. Kashirtsev, V.D. Matveev, K.I. Mikulenko, Yu.D. Nedosekin, B.M. Koz'min, V.S. Imaev, Yu.Kh. Protopopov, V.D. Suvorov, V.F. Uarov, G.V. Bocharov, V.I. Solov'ev, A.A. Surnin, I.Sh. Syundyukov, O.V. Grinenko, D.V. Abroskin. Moscow: Nauka, 1985, 247 p.

© Ситников В.С., Алексеев Н.Н., Павлова К.А., Погодаев А.В., Слепцова М.И., 2017