

DOI: https://doi.org/10.17353/2070-5379/24_2019

УДК 550.834:553.98(268.53+551.5-17)

Конторович В.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук» (ИНГГ СО РАН); Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», Новосибирск, Россия, KontorovichVA@ipgg.sbras.ru

Калинина Л.М.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук» (ИНГГ СО РАН), Новосибирск, Россия, KalininaLM@ipgg.sbras.ru

Калинин А.Ю., Соловьев М.В.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук» (ИНГГ СО РАН); Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет», Новосибирск, Россия, KalininAY@ipgg.sbras.ru, SolovevMVVA@ipgg.sbras.ru

СТРУКТУРНО-ТЕКТОНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ АНАБАРО-ХАТАНГСКОЙ СЕДЛОВИНЫ (ХАТАНГСКИЙ ЗАЛИВ МОРЯ ЛАПТЕВЫХ И ПРИЛЕГАЮЩИЕ ТЕРРИТОРИИ)

Статья посвящена структурно-тектонической характеристике и анализу перспектив нефтегазоносности Анабаро-Хатангской седловины, расположенной на северо-востоке Красноярского края, северо-западе республики Саха (Якутия) и в Хатангском заливе моря Лаптевых. Выполнен комплексный анализ материалов сейсморазведки и данных бурения, создан набор сейсмогеологических разрезов, осуществлено построение комплекта структурных карт и тектонической схемы пермского структурного яруса. По результатам структурно-тектонического анализа сделан вывод о том, что большую часть Анабаро-Хатангской седловины занимают крупные депрессии - Енисей-Хатангский региональный прогиб и Южно-Лаптевская синеклиза; в южной части региона расположена надпорядковая промежуточная структура - Северо-Сибирская моноклиза.

Результаты аналитических исследований показали, что в Анабаро-Хатангской нефтегазоносной области в отложениях перми и девона развиты обогащенные органическим веществом нефтепроизводящие формации, способные генерировать значительные объемы углеводородов. В разрезах рифея, нижнего-среднего палеозоя, перми и мезозоя выделяются пласты, обладающие хорошими коллекторскими свойствами. С позиции нефтегазоперспективных объектов в Анабаро-Хатангской нефтегазоносной области интерес представляют связанные с соляными куполами антиклинальные структуры, литологические ловушки в пермских и мезозойских терригенных отложениях и рифогенные постройки в карбонатах венд-кембрия и девона-карбона.

Ключевые слова: нефтегазоносность, нефтепроизводящие породы, соляной купол, сейсмогеологический разрез, структурная карта, Анабаро-Хатангская седловина, Хатангский залив моря Лаптевых.

Введение

На современном этапе одной из приоритетных задач, стоящих перед геологами, геофизиками и нефтяниками, является изучение геологического строения и оценка перспектив нефтегазоносности Арктических регионов России. К таким перспективным территориям относится расположенная на побережье море Лаптевых Анабаро-Хатангская седловина.

В административном отношении Анабаро-Хатангская седловина находится на северо-востоке Красноярского края, северо-западе республики Саха (Якутия) и в Хатангском заливе моря Лаптевых. В плане нефтегазогеологического районирования эта территория выделена в составе Анабаро-Хатангской нефтегазоносной области (НГО) и Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции (НГП) [Старосельцев, 2012] (рис. 1).



Рис. 1. Схема изученности Анабаро-Хатангской нефтегазоносной области

1 - административная граница; 2 - береговая линия, реки; 3 - населенные пункты; 4 - профили МОГТ; 5 - глубокие скважины; 6 - граница зоны распространения платформенных отложений; 7 - границы НГО; 8 - региональный профиль Reg_1_AXS.

Рассматриваемый регион являлся объектом систематических целенаправленных нефтепоисковых исследований в 40-80-х гг. прошлого столетия. В те годы на этой территории

отработаны сеть сейсмических профилей, грави-магниторазведочные работы, пробурены глубокие скважины, выполнены многочисленные научные и аналитические исследования. Результаты этих работ, с одной стороны, подтвердили высокие перспективы нефтегазоносности Анабаро-Хатангского региона, с другой, не привели к открытию значимых месторождений.

В настоящее время, когда Арктические проекты вышли на первый план, этот регион также находится в числе приоритетных объектов исследований. В 2008-2015 гг. в рамках Федеральной программы в акватории и на побережье Хатангского залива отработана сеть современных региональных сейсморазведочных профилей МОГТ, в 2017 г. в акватории Хатангского залива в непосредственной близости от п-ва Хара-Тумус компанией Роснефть пробурена глубокая скважина и открыто Центрально-Ольгинское нефтяное месторождение.

По состоянию на 01.07.2019 г. в Анабаро-Хатангской седловине отработано 4110 современных сейсмических профилей МОГТ и пробурено 54 скважины на 18 площадях (см. рис. 1).

Геологическое строение

Разрез осадочного чехла Анабаро-Хатангского региона представлен рифеем, вендом, девоном-карбоном, пермью, триасом, юрой и мелом [Калинко, 1959; Конторович и др., 2014; Афанасенков и др., 2016]. Забои большинства скважин (75%) находятся в перми, отложения девона-карбона вскрыты в 13 скважинах, кембрия – в 7 скважинах, рифея-венда – в 2-х, фундамента – в 1.

На севере Сибирской платформы отложения неопротерозойско-фанерозойского осадочного чехла залегают на архейско-протерозойском фундаменте, который представлен глубоко метаморфизованными кристаллическими сланцами, гнейсами, кварцсодержащими и магматическими породами [Геология нефти..., 1981]. В исследуемом регионе фундамент вскрыт скв. Костроминская-1, расположенной на юге региона, где он сложен гранитами, гнейсами и долеритами.

Залегающие в основании платформенных отложений рифейские комплексы, представленные переслаивающимися 400-500 метровыми толщами карбонатов и терригенных пород, на которых сверху с перерывом залегают вендские известняки. Выше по разрезу залегают кембрийская преимущественно карбонатная толща, которая также с перерывом перекрыта известняками, доломитами и ангидритами девона-карбона, а затем - терригенными породами перми.

Особенностью геологического строения палеозойских отложений Анабаро-Хатангской седловины является наличие в разрезе нижнего-среднего девона соленосной толщи и связанной с ней серией соляных куполов [Калинко, 1959; Соляная тектоника..., 1973;

Старосельцев, Дивина, 2012].

Верхняя часть разреза сложена терригенными породами триаса, юры и мела, мощность которых изменяется в диапазоне от 0 до 1600 м.

Суммарная толщина неопротерозойско-фанерозойских платформенных отложений в Анабаро-Хатангском регионе достигает 14-15 км [Афанасенков и др., 2016; Конторович и др., 2013, 2014].

Имеющиеся фактические данные указывают на наличие в разрезе неопротерозойско-мезозойских отложений Анабаро-Хатангской НГО, по меньшей мере четырех крупных перерывов в осадконакоплении – предвендского, преддевонского, предпермского и предмелового.

Сейсмогеологическая характеристика

Анализ данных бурения и временных сейсмических разрезов позволяет выделить в осадочном чехле Анабаро-Хатангской НГО 5 регионально развитых сейсмогеологических мегакомплексов: рифейский, вендский, ниже-среднепалеозойский, пермский и мезозойский [Конторович и др., 2013, 2014]. На временных сейсмических разрезах осадочные комплексы контролируются динамически выраженными устойчивыми отражающими сейсмическими горизонтами, картирование которых позволяет осуществлять кондиционные структурные построения (табл. 1).

Таблица 1

Стратиграфическая приуроченность опорных отражающих горизонтов

Индекс отражающего горизонта	Стратиграфическая приуроченность
T ₀	Подшва триаса
P ₀	Подшва перми / граница регионального эрозионного среза
PZ ₀	Подшва палеозоя/ кровля венда
RR	Кровля рифея
R ₁ -R ₄	Внутри рифея
R ₀	Подшва платформенного рифея / кровля архейско-протерозойского фундамента

Следует отметить, что, несмотря на наличие крупных перерывов в осадконакоплении, в этом регионе на временных разрезах не фиксируются несогласия. Анализ волновых полей позволяет отметить, что в Анабаро-Хатангской НГО выделяется мощный комплекс рифейских отложений, который перекрыт серией синхронно залегающих сейсмогеологических комплексов, слагающих разрез венда-мела.

На рис. 2 приведены временной сейсмогеологический и глубинный геологический разрезы по профилю, пересекающему Хатангский залив в северо-восточном направлении и характеризующему модель геологического строения исследуемого региона.

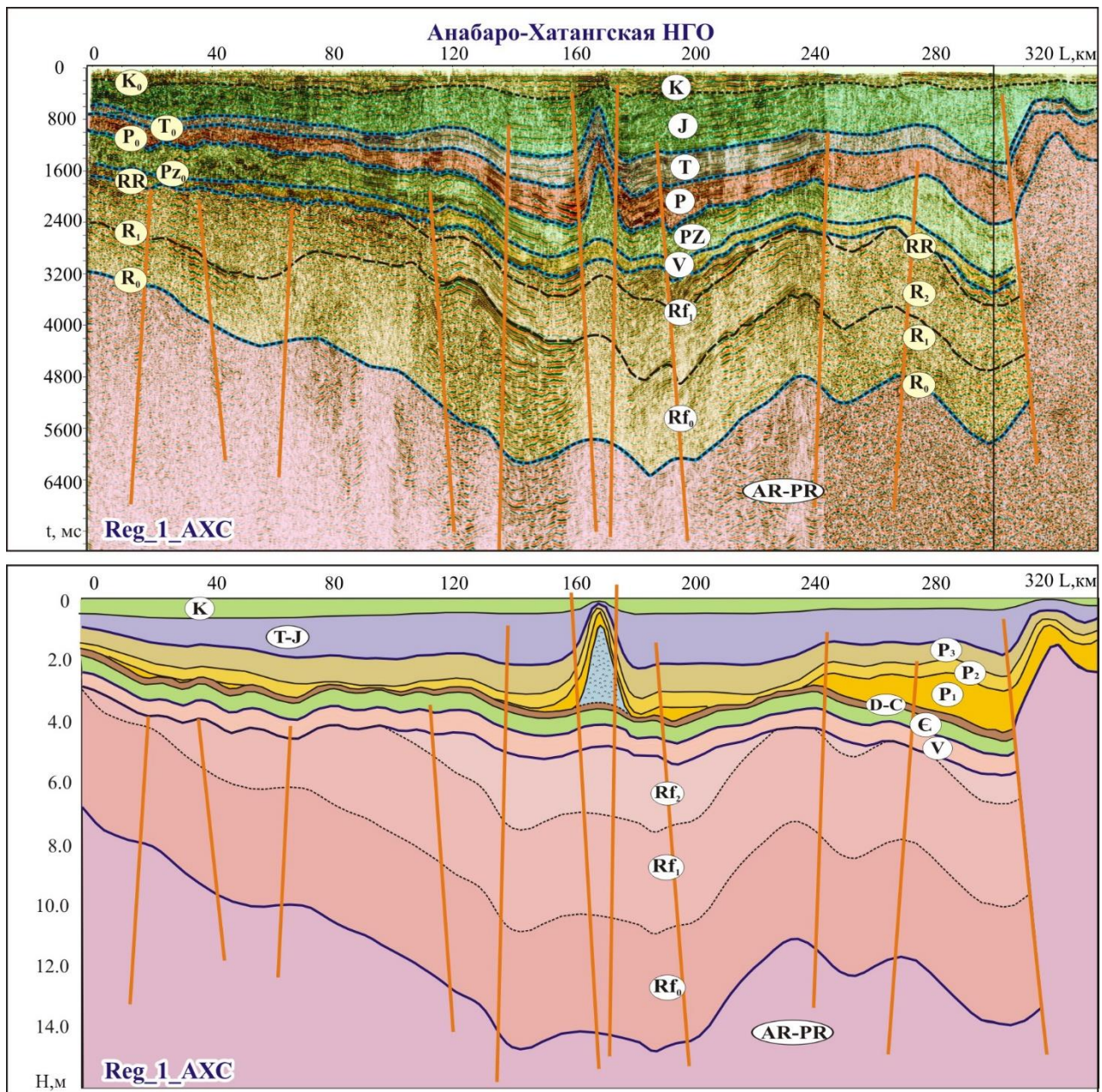


Рис. 2. Временной сейсмогеологический и глубинный геологический разрезы по профилю Reg_1 АХС

Структурно-тектоническая характеристика

В рамках проведенных исследований выполнена интерпретация сейсмических материалов и данных бурения и осуществлено построение структурных карт по кровлям рифейского, вендского, нижне-среднепалеозойского, пермского сейсмогеологических мегакомплексов, а также кровлям триаса и юры. Анализ результатов структурных построений показал, что в региональном плане поверхности всех стратиграфических уровней в

значительной мере подобны.

В пределах рассматриваемого региона неопротерозойско-палеозойские отражающие горизонты регионально погружаются в северном направлении. Наименьшие глубины залегания реперных горизонтов фиксируются в южной части исследуемой территории, в пределах Северо-Сибирской мегамоноклизы и на северо-востоке, в Притаймырской зоне; наибольшие - в осевых частях крупных депрессий, в Енисей-Хатангском региональном прогибе, Южно-Лаптевской и Лено-Анабарской синеклизах.

Структурная карта по кровле перми послужила основой для построения схемы тектонического строения Анабаро-Хатангской НГО (рис. 3). Ниже рассмотрена на более детальная структурно-тектоническая характеристика исследуемого региона.

Кровля перми. В Анабаро-Хатангской седловине пермские отложения залегают на глубинах от 0 до 3200 м, при этом рельеф кровли перми регионально погружается в северном направлении. В структурном плане кровли перми наименьшие отметки фиксируются в пределах Северо-Сибирской мегамоноклизы и в Притаймырской зоне; наибольшие глубины залегания пермских отложений отмечаются в Хетском мегапрогибе, осложняющем Енисей-Хатангский региональный прогиб, а также в Бегичевской и Юрянг-Хаянской мегавпадинах, расположенных, соответственно, в Южно-Лаптевской и Лено-Анабарской синеклизах.

В Анабаро-Хатангской НГО в структурных планах подошвы и кровли перми, а также в рельефах перекрывающих мезозойских отложений выделяется большое количество локальных высокоамплитудных контрастных поднятий, значительная часть которых связана с девонскими соляными куполами (рис. 4). Эти сформированные над соляными диапирами поднятия оказывают существенное влияние на структурно-тектоническое строение Анабаро-Хатангского региона; группы этих структур формируют более крупные поднятия и валы.

В северной части исследуемой территории расположена Южно-Лаптевская синеклиза (оконтурена на отметке -1000 м), в юго-западной части которой выделяется Бегичевская мегавпадина, раскрывающаяся в северном направлении в акваторию моря Лаптевых. В рельефе кровли перми мегавпадина контролируется изогипсой -1200 м и имеет амплитуду 1250 м. Депрессия осложнена тремя замкнутыми впадинами, прогибом и одной положительной структурой II порядка – Северо-Бегичевским мезоподнятием.

Северо-Бегичевское мезоподнятие контролируется изогипсой -1500 м, имеет площадь 1945 км² и амплитуду 325 м. Мезоподнятие осложнено 4 локальными структурами (№№5-8), наиболее крупными из которых являются Бегичевское (№8) и Западно-Бегичевское (№6) локальные поднятия. Площади этих структур составляют, соответственно, 285 и 165 км², амплитуды – 175 м.

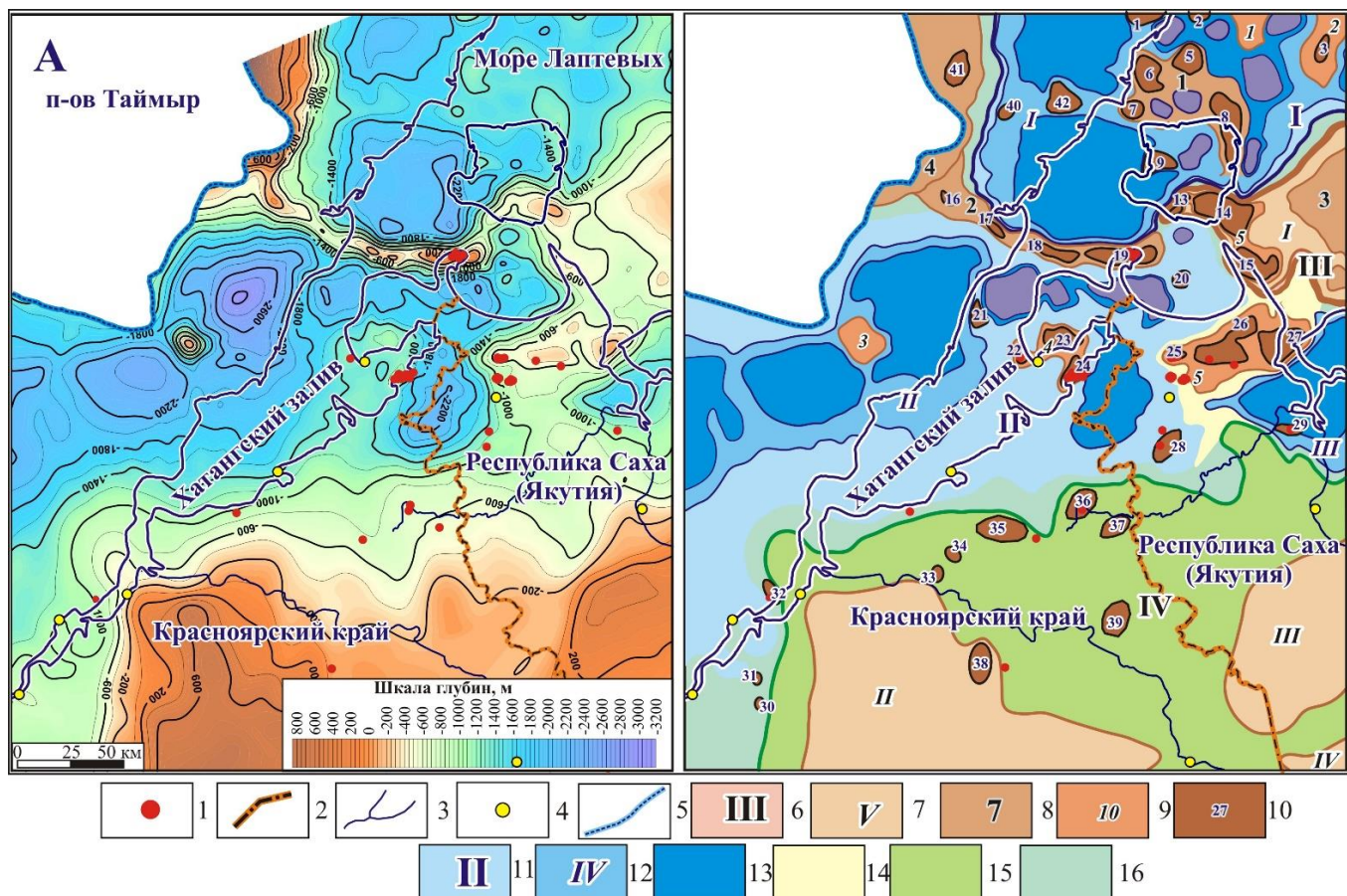


Рис. 3. Структурная (А) и тектоническая (Б) карты по кровле перми (Анабаро-Хатангская нефтегазоносная область)

1 - скважины, 2 - административные границы, 3 - береговая линия, реки, 4 - населенные пункты, 5 - зона отсутствия платформенных отложений; тектонические элементы: положительные структуры: 6-надпорядковые, 7 - I порядка, 8 - II порядка, 9 - III порядка, 10 - IV порядка; отрицательные: 11 - надпорядковые, 12 - I порядка, 13 - II-III порядка; промежуточные: 14 - седловины, 15 - моноклизы, 16 - моноклинали.

Список структур: надпорядковые – I - Южно-Лаптевская синеклиза, II - Енисей-Хатангский региональный прогиб, III - Береговая гряда, IV – Северо-Сибирская (Северо-Анабарская мегмоноклиза); положительные структуры I порядка: I - Юрянский мегавал, II - Новорыбинский мегавыступ, III - Друханский мегавал, IV - Халганнахский мегавыступ; отрицательные структуры I порядка: I - Бегичевская мегавпадина, II - Хетский мегaproгиб, III - Юрянг-Хаянская мегавпадина; положительные структуры II порядка (мезоподнятия, мезовалы, мезовыступы): 1 - Северо-Бегичевский, 2 - Солянокупольный, 3 - Центрально-Юрянгское, 4 - Притаймырский; положительные структуры III порядка (куполовидные поднятия, валы): 1 - Южно-Лаптевское-1, 2 - Южно-Лаптевское-2, 3 - Северо-Сандасское, 4 - Косистое, 5 - Тигяно-Анабарский.

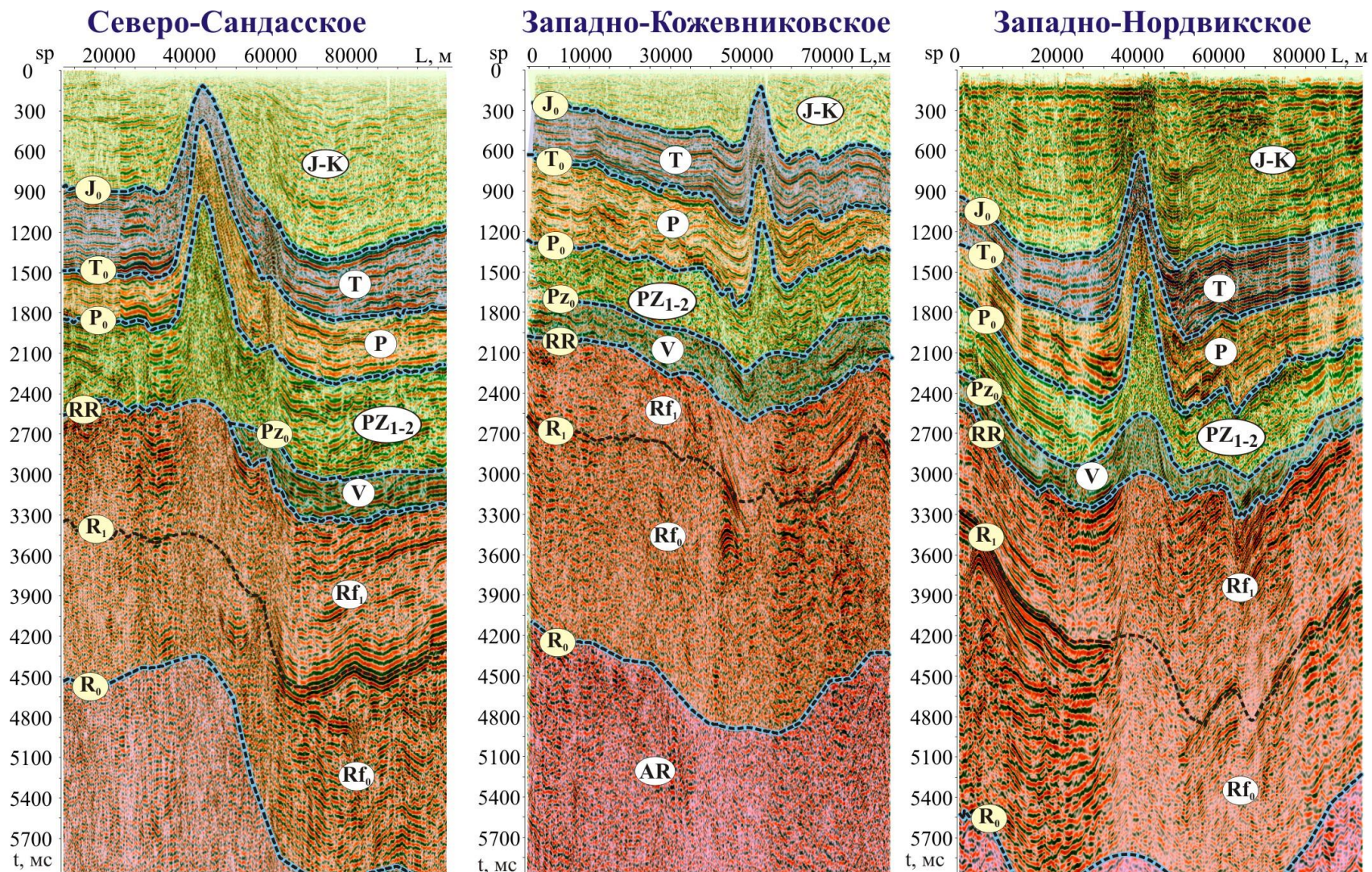


Рис. 4. Временные сейсмогеологические разрезы с антиклинальными структурами, связанными с соляными куполами

К югу от Бегичевской мегавпадины находится вытянутый в широтном направлении узкий линейный Солянокупольный мезовал, отделяющий мегавпадину от расположенного к югу Енисей-Хатангского регионального прогиба. Мезовал на западе примыкает к Притаймырскому мезовыступу и сформирован над серией контрастных положительных структур, сопряженных с соляными куполами. Наличие соляного купола и связанного с ним поднятия доказано бурением на Нордвикской площади, расположенной в восточной части мезовала.

В структурном плане пермского структурного яруса Солянокупольный мезовал контролируется изогипсой -800 м, с площадью 1585 км² и осложнен четырьмя положительными структурами IV порядка. Находящиеся в восточной части мезовала Нордвикское (№19) и Западно-Нордвикское (№18) локальные поднятия оконтурены на абсолютной глубине 400 м, имеют площади, соответственно, 200 и 95 км² и амплитуды 650 и 350 м. Купола, расположенные в западной части мезовала, незначительны по размерам и с площадями 25-35 км².

К югу от Южно-Лаптевской синеклизы находится вытянутая в широтном направлении крупная надпорядковая полузамкнутая положительная структура - Береговая гряда. Гряда, контролируемая изогипсой -800 м, с площадью 29055 км², и протягивается с запада на восток от Хатангского залива до дельты р. Лены, формируя единую вдольбереговую приподнятую зону. В рельефе кровли перми гряда, имеющая амплитуду 750 м, осложнена двумя положительными структурами I порядка – Юрянским и Пограничным мегавалами. В Анабара-Хатангскую НГО входит только западная часть Береговой гряды, в пределах которой расположена западная часть Юрянского мегавала.

Юрянский мегавал оконтурен на абсолютной глубине 700 м и осложнен тремя замкнутыми положительными структурами II порядка. Площадь мегавала составляет 10645 км², амплитуда – 650 м.

Расположенное в центральной части Юрянского мегавала Центрально-Юрянское куполовидное мезоподнятие имеет изометричную форму и приурочено к выступу фундамента, который разделяет Сибирский и Лаптевоморский осадочные бассейны. Структура, изометричной формы, контролируется изолинией, проведенной на абсолютной отметке -550 м; с площадью - 3205 км², с амплитудой - 475 м.

В западной части Юрянского мегавала расположен Западно-Юрянский вал вытянутая в северо-западном направлении положительная структура III порядка, осложненная тремя локальными поднятиями. В рельефе кровли перми Западно-Юрянский вал оконтурен изогипсой -600 м, имеет площадь 875 км² и амплитуду 550 м. Осложняющие вал поднятия №14 и №15 контролируются изолиниями, проведенными на абсолютной глубине 550 м;

площади структур составляют, соответственно, 330 и 215 км², амплитуды - 475 и 175 м.

К югу от Береговой гряды и Солянокупольного мезовала расположены Енисей-Хатангский региональный прогиб и западная часть Юрянг-Хаянской мегавпадины, осложняющей Лено-Анабарскую синеклизу.

Енисей-Хатангский региональный прогиб, ограниченный в рельефе кровли перми на абсолютной глубине 1000 м, имеет в пределах исследуемой территории площадь 29100 км² и амплитуду 1250 м.

Погруженная часть Енисей-Хатанского регионального прогиба осложнена Хетским мегапрогибом, который также раскрывается в западном направлении за пределы исследуемой территории. Хетский мегапрогиб оконтурен на абсолютной глубине 1800 м, имеет в пределах рассматриваемого региона площадь 9805 км² и амплитуду 1250 м. Линейная депрессия осложнена тремя замкнутыми отрицательными структурами II-III порядка и одним Северо-Сандасским куполовидным поднятием.

Северо-Сандасское поднятие имеет изометричную форму, оконтурено изолинией, проведенной на отметке -1800 м, с площадью 310 км². Структура чрезвычайно контрастна, амплитуда поднятия превышает 1000 м. Судя по характеру сейсмической записи, по аналогии с волновыми полями, фиксируемыми на Нордвикской структуре, Северо-Сандасское поднятие сформировано над крупным соляным диапиром (см. рис. 4).

К востоку от Хетского мегапрогиба, в восточной части Енисей-Хатанского регионального прогиба получили развитие Северо-Косистый прогиб, Западно-Угольная впадина и Косистое куполовидное поднятие.

Косистое куполовидное поднятие в структурном плане кровли перми контролируется изогипсой -1350 м; площадь поднятия составляет 565 км², амплитуда - 275 м. Структура имеет подковообразную форму и осложнена тремя куполами – Кожевниковским (№24), Ольгинским (№23) и Центрально-Ольгинским (№22).

Наиболее крупные Кожевниковское и Ольгинское локальные поднятия контролируются изогипсами -1250 м, имеют площади, соответственно, 85 и 140 км² и амплитуды 225 и 160 м. На абсолютной отметке -1300 м эти купола формируют единую вытянутую в северном направлении замкнутую положительную структуру. Центрально-Ольгинское поднятие в рельефе кровли перми оконтурено на отметке -1300 м, с площадью 25 км² и амплитудой 25 м.

От Енисей-Хатанского регионального прогиба расположенная к востоку Юрянг-Хаянская мегавпадина отделена седловиной, в пределах которой находится Тигяно-Анабарский вал, осложненный Чайдахским (№25), Гурмисским (№26) и Восточно-Гурмисским (№27) локальными поднятиями. Тигяно-Анабарский вал вытянут в широтном направлении, контролируется изогипсой -650 м, имеет площадь 1500 км² и амплитуду 700 м.

Осложняющие вал Гурмисское и Восточно-Гурмисское локальные поднятия ограничены на абсолютной глубине 500 м, соответственно, с площадями 305 и 255 км² и амплитудами 250 и 450 м.

Юрянг-Хаянская мегавпадина в рельефе кровли пермского структурного яруса оконтурена на абсолютной отметке -1000 м, имеет площадь 6270 км² и амплитуду 750 м. В западной части мегавпадина несколько вытянута в широтном направлении и осложнена двумя замкнутыми отрицательными структурами II-III порядков.

К югу от крупных депрессий расположена Северо-Сибирская мегамоноклиза, в пределах которой структурные планы всех опорных отражающих горизонтов регионально воздымаются в южном направлении, в сторону Анабарской антеклизы.

В пределах мегамоноклизы, чрезвычайно слабо изученной современными сейсморазведочными работами МОГТ, намечается серия крупных положительных структур, большая часть которых раскрывается в южном направлении за пределы исследуемого региона. В северной части Северо-Сибирской моноклизы расположены Новорыбинский мегавыступ и Друоханский мегавал. В этой зоне работами 40-80-х гг. прошлого столетия выделена серия локальных положительных структур (№№33-39), которые не закрыты современной сейсморазведкой.

Перспективы нефтегазоносности

Перспективы нефтегазоносности Анабаро-Хатангской НГО связаны с мезозойскими и пермскими терригенными отложениями и с карбонатами девона-карбона и венд-кембрия. В этом регионе в пермском комплексе пород в разрезах нижнекожевниковской подсвиты и тустахской свиты выделяются обогащенные зрелым органическим веществом глинистые пачки, способные генерировать значительные объемы углеводородов [Грамберг, 1958; Каширцев, 2003; Каширцев и др., 2013]. В 10-х гг. XXI в. ИНГГ СО РАН организовал серию экспедиций в Арктические регионы Сибирской платформы на Восточный Таймыр, кряж Прончищева, о. Котельникова и т.д. (рис. 5).

В рамках этих исследований отобраны образцы для анализа процентного содержания органического вещества в породах различных осадочных комплексов (Сорг). Результаты этих исследований показали, что в отдельных глинистых пачках тустахской и нижнекожевниковской свит Сорг может достигать 4-10%, а в среднем составляет 1,6-1,9% (табл. 2).

Кроме того, выполненные в ИНГГ СО РАН геохимические исследования углеводородов Нордвикской площади показали, что Нордвикские нефти образованы нефтематеринскими породами, сформировавшимися в сильно засоленном морском бассейне и связаны с девонскими нефтепроизводящими формациями [Каширцев и др., 2013].



Рис. 5. Схема отбора проб для Сорг и притоки флюида Анабаро-Хатангской нефтегазоносной области

1 - административные границы; 2 - береговая линия, реки; 3 - площади, 4 - граница зоны распространения платформенных отложений; 5 - границы НГО; 6 - места отбора проб для Сорг, 7 - площади, на которых при испытаниях получены: а - притоки нефти (газа), б - воды, в - сухо.

В пределах исследуемой территории испытания пластов проведены на 10 площадях, в том числе на 9 площадях Анабаро-Хатангской НГО и на Костроминской площади, расположенной в северной части Анабарской НГО. Следует отметить, что большая часть скважин (80%) пробурена в 40-х гг. прошлого столетия и значительная часть испытаний проведена в открытом стволе. Генерализованные результаты испытаний приведены в табл. 3 и на рис. 5.

В настоящее время в Анабаро-Хатангской НГО пермские отложения испытаны в 43 скважинах; в 12 скважинах получены притоки воды, в ряде случаев - с пленкой нефти; в 14 скважинах - притоки газа дебитами до 26 тыс. м³/сут, в 13 скважинах – притоки чистой нефти. Дебиты нефти, в основном, не превышают 1 м³/сут, на Южно-Тяганской площади в скважинах

102 и 104 при испытании песчаников нижнекожевниковской свиты получены притоки нефти дебитами, соответственно, 15,3 и 1,9 м³/сут; на Кожевниковской площади из верхнекожевниковских песчаников - приток нефти дебитом 2,5 м³/сут.

Таблица 2

Содержание Сорг в палеозойских и мезозойских отложениях Анабаро-Хатангской нефтегазоносной области (по материалам ИНГГ СО РАН)

Место отбора проб		Сорг, %	
1	Восточный Таймыр	<i>J</i> ₁₋₂	0,90/ (0,51 - 1,87)
		<i>T</i> ₁₋₃	0,63/ (0,23 - 0,98)
2	Нордвикская-42, п-в Юрюнг-Тумус	<i>K</i> ₁	0,67/ (0,39 - 0,95)
		<i>J</i> ₁₋₂	0,87/ (0,29 - 3,10)
		<i>P</i> ₁	1,64/ (0,18 - 10,11)
3	Гуримисская-1; Улаханская-1; Южно-Суолемская-10	<i>P</i> ₂	1,57/ (0,22 - 3,17)
		<i>P</i> ₁	1,88/ (0,96 - 4,70)
		<i>C</i> ₂₋₃	0,04; 0,05
		<i>Є</i> ₁₋₂	0,20/ (0,02 - 0,44)
4	кряж Прончищева	<i>K</i> ₁	0,59/ (0,36 - 1,16)
		<i>J</i> ₁₋₂	0,91/ (0,39 - 3,21)

Таблица 3

Генерализованные результаты испытаний в скважинах Анабаро-Хатангской нефтегазоносной области

Площадь	Комплекс	Максимальные дебиты		
		Нефть, м ³ /сут	Газ, тыс. м ³ /сут	Вода, м ³ /сут
Нордвикская	Триас, пермь	1	11,5	7
Восточная	Тустахская	СУХО		
Гурмисская	Тустахская	пленка		316
Северо-Суолемская	Тустахская	пленка		190
Чайдахская	Нижнекожевниковская	пленка	2,5	132
Южно-Тигянская	Нижнекожевниковская	15,3	2,5	1
Ильинская	Вехнекожевниковская	0,56	26,1	2,4
Кожевниковская	Вехнекожевниковская	2,5		9,1
Северо-Суолемская; Нордвикская	Девон-карбон			24,4; 40,0
Костроминская	Рифей-кембрий			33,6

Нефтепроявления различной интенсивности отмечены также по всему разрезу, вскрытому скважинами на Нордвикской площади. При испытании пермских песчаных горизонтов получены притоки нефти дебитами до 0,03 м³/сут и воды до 7 м³/сут. Значительные

дебиты воды до 40 м³/сут с пленкой нефти отмечены при испытании карбонатов девона-карбона.

Небольшая нефтяная залежь на Нордвикской площади открыта в отложениях триаса. Залежь залегает на глубинах 90-120 м в зоне многолетней мерзлоты. Начальные дебиты нефти не превышали 1 м³/сут, газа - до 11,5 тыс. м³/сут. За время пробной эксплуатации, которая проводилась с ноября 1946 г. по август 1947 г., добыто 60 т нефти.

Результаты испытаний также свидетельствуют о том, что в разрезах всех стратиграфических уровней Анабро-Хатангской НГО выделяются высокопроницаемые резервуары. Так при испытании рифейских и девонских отложений на Костроминской, Южно- и Северо-Соулемской площадях дебиты воды составили 25-33 м³/сут; притоки воды из пермских песчаных пластов Чайдахской и Гурмисской площадей достигали, соответственно, 132 и 316 м³/сут.

В Анабаро-Хатангском регионе как нефтегазоперспективные объекты значительный интерес представляют антиклинальные структуры, связанные с соляными куполами. Вблизи развития открытых диапиров, «протыкающих» всю толщу верхнего девона, карбона, перми и мезозоя, могут формироваться структурно-тектонические ловушки, связанные с выклиниванием терригенных и карбонатных коллекторов на соляные штоки; над погребенными соляными диапирами в пермских и мезозойских отложениях могут быть развиты классические антиклинальные ловушки.

Учитывая существенную дифференциацию петрофизических характеристик пермских и триас-юрских песчаных пластов, а также невыдержанные экранирующие свойства глинистых пачек-флюидоупоров в верхнепалеозойских и мезозойских отложениях исследуемого региона могут быть развиты литологически-экранированные и структурно-литологические ловушки.

Анализ временных разрезов также позволяет выделить в карбонатах кембрия, девона и карбона волновые поля, характерные для органогенных построек, которые также могут представлять интерес в отношении нефтегазоносности.

Заключение

В результате анализа геологического строения, структурно-тектонической характеристики и оценке перспектив нефтегазоносности Анабаро-Хатангской седловины, расположенной на побережье моря Лаптевых, представлены основные выводы.

На севере Лено-Тунгусской НГП платформенные неопротерозойско-фанерозойские отложения залегают на архейско-протерозойском фундаменте, который сложен глубоко метаморфизованными кристаллическими сланцами, гнейсами, кварцсодержащими и магматическими породами.

В Анабаро-Хатангской НГО осадочный чехол представлен карбонатами рифея, венда и

девона–карбона и терригенными отложениями перми, триаса, юры и мела; суммарная мощность неопротерозойско-фанерозойских платформенных отложений достигает 14-15 км.

В разрезе неопротерозойско-палеозойских отложений Анабаро-Хатангской НГО выделяется четыре крупных перерыва в осадконакоплении – предвендский, преддевонский, предпермский и предмеловой.

В региональном и зональном плане поверхности кровли рифея, венда, нижнего-среднего палеозоя и перми в значительной мере подобны; неопротерозойско-палеозойские горизонты регионально погружаются в северном направлении. Наименьшие глубины залегания реперных поверхностей фиксируются в южной части исследуемой территории, в пределах Северо-Сибирской мегамоноклизы и на северо-востоке, в Притаймырской зоне; наибольшие - в осевых частях крупных депрессий, в Енисей-Хатангском региональном прогибе и в Южно-Лаптевской синеклизе.

Большую часть Анабаро-Хатангской НГО занимают крупные глубокие депрессии: Южно-Лаптевская синеклиза, осложненная Бегичевской мегавпадиной и Енисей-Хатангский региональный прогиб, в погруженной части которого расположен Хетский мегапргиб.

В южной части Анабаро-Хатангской НГО выделяется Северо-Анабарская мегамоноклиза, в пределах которой структурные планы неопротерозойско-палеозойских и мезозойских реперных уровней регионально воздымаются в южном и юго-восточном направлениях, в сторону Анабарской антеклизы.

На исследуемой территории выделено 5 положительных структур I порядка и 7 положительных структур II порядка; все крупные структуры осложнены локальными поднятиями – потенциальными антиклинальными нефтегазоперспективными объектами.

В Анабаро-Хатангской седловине выявлено 5 положительных структур III порядка и 39 поднятий IV порядка; большая часть локальных поднятий, расположенных в центральной и северной частях исследуемого региона, сформирована над девонскими соляными куполами.

Результаты сейсмофациального анализа, аналитических исследований и испытаний, проведенных в скважинах изучаемого региона, свидетельствуют о высоких перспективах нефтегазоносности Анабаро-Хатангской НГО:

из 8 площадей, на которых проводились испытания пермских отложений, на 5-ти получены притоки нефти или газа и зафиксированы прямые признаки нефтегазоносности, на 2-х площадях - высокодебитные притоки воды с пленкой нефти;

девонские и пермские отложения содержат обогащенные зрелым органическим веществом толщи - нефтепроизводящие формации, способные генерировать значительные объемы углеводородов;

в разрезах всех стратиграфических уровней от рифея до мезозоя выделяются

высокопроницаемые пласты и зонально-развитые глинистые пачки – резервуары и флюидоупоры.

С точки зрения нефтегазоперспективных объектов в Анабаро-Хатангском регионе интерес в отношении нефтегазоносности представляют: структурно-тектонические и антиклинальные ловушки, связанные с соляными куполами; литологически-экранированные и структурно-литологические ловушки в терригенных отложениях перми и мезозоя; рифогенные постройки в карбонатах венд-кембрия и девона-карбона.

Работа выполнена в рамках программы фундаментальных научных исследований ИНГГ СО РАН (№ проекта в ИСГЗ ФАНО: 0331-2016-0040) при финансовой поддержке РФФИ Ресурсы Арктики, проект 18-05-70105.

Литература

Афанасенков А.П., Никишин А.М., Унгер А.В., Бордунов С.И., Луговая О.В., Чикишев А.А., Яковищина Е.В. Тектоника и этапы геологической истории Енисей-Хатангского бассейна и сопряженного Таймырского орогена // Геотектоника. - 2016. - № 2. - С. 23-42.

Геология нефти и газа Сибирской платформы / Под ред. А.Э. Конторовича, В.С. Суркова, А.А. Трофимука. - М.: Недра, 1981. - 552 с.

Грамберг И.С. Геохимические исследования как один из методов поисков генетических признаков нефтематеринских толщ (на примере арктических районов СССР) // Нефтегазоносность севера Сибири. - 1958. - Т. 92. - С. 171-182 (Труды Института геологии Арктики).

Калинко М.К. История геологического развития и перспективы нефтегазоносности Хатангской впадины. - Л.: Гостоптехиздат, 1959. - 360 с.

Каширцев В.А. Органическая геохимия нафтидов востока Сибирской платформы. - Якутск ЯФ Изд-ва СО РАН, 2003. – 160 с.

Каширцев В.А., Ким Н.С., Фурсенко Е.А., Дзюба О.С., Фомин А.Н., Чалая О.Н. Генезис нефтей и нефтепроявлений Анабаро-Хатангской седловины (Арктический сектор Сибирской платформы) // Литология, петрография, минералогия, геохимия. - 2013. - № 13. - С. 54-63.

Конторович В.А., Конторович А.Э., Губин И.А., Зотеев А.М., Лапковский В.В., Мальшиев Н.А., Соловьев М.В., Фрадкин Г.С. Структурно-тектоническая характеристика и модель геологического строения неопротерозойско-фанерозойских отложений Анабаро-Ленской зоны // Геология и геофизика. – 2013. – Т. 54. – № 8. – С. 1253-1274.

Конторович В.А., Конторович А.Э., Моисеев С.А., Соловьев М.В. Структурно-тектоническая характеристика Лено-Анабарского региона // Геология нефти и газа. – 2014. – №1. – С. 74-82.

Соляная тектоника Сибирской платформы / Под ред. Ю.А. Косыгина. - Новосибирск: «Наука», Сибирское отделение, 1973. -162 с.

Старосельцев В.С. Тектоническое и нефтегазогеологическое районирование южного побережья и прилегающего шельфа моря Лаптевых // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2012. – № 3(11). – С. 32–37.

Старосельцев В.С., Дивина Т.А. Механизм девонского соленакопления на северо-западе Сибирской платформы // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. - 2012. - № 2(10). - С. 88–95.

Kontorovich V.A.

Federal State Budgetary Scientific Institution Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences (IPGG SB RAS); Novosibirsk State University (NSU), Novosibirsk, Russia, KontorovichVA@ipgg.sbras.ru

Kalinina L.M.

Federal State Budgetary Scientific Institution Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences (IPGG SB RAS), Novosibirsk, Russia, KalininaLM@ipgg.sbras.ru

Kalinin A.Yu., Solovov M.V.

Federal State Budgetary Scientific Institution Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences (IPGG SB RAS); Novosibirsk State University (NSU), Novosibirsk, Russia, KalininAY@ipgg.sbras.ru, SolovovMV@ipgg.sbras.ru

STRUCTURAL FEATURES OF PETROLEUM BEARING PROSPRECTS BELONGING TO ANABAR-KHATANGA SADDLE (KHATANGA BAY OF THE LAPTEV SEA AND ADJACENT TERRITORIES) - EASTERN SIBERIA

The study is devoted to the structural characterization and analysis of petroleum potential of the Anabar-Khatanga saddle, which is located in the north-eastern part of the Krasnoyarsk Territory, north-western part of the Sakha (Yakutia) Republic and in the Khatanga Bay of the Laptev Sea. A complex analysis of seismic materials and drilling data was carried out, a set of seismogeological sections was created, and a set of structural maps and a tectonic scheme of the top Permian seismic marker were constructed. According to the results of the structural analysis, it was concluded that a large part of the Anabar-Khatanga saddle is occupied by major depressions of the Yenisei-Khatanga regional trough and the South-Laptev syncline; in the southern part of the region is located the superorder intermediate structure North-Siberian monocline.

The results of analytical researches showed that in the Anabar-Khatanga petroleum bearing area in the Permian and Devonian source rocks enriched with organic matter capable of generating significant amounts of hydrocarbons are developed, and in the Riphean, Lower-Middle Paleozoic, Permian and Mesozoic sections reservoir layers with good reservoir properties are identified. From the point of view of oil and gas perspective objects in the Anabar-Khatanga petroleum bearing area, the anticlinal structures associated with salt domes, lithological traps in the Permian and Mesozoic terrigenous sediments and reefogenic structures in Vendian-Cambrian and Devonian-Carboniferous carbonates are of interest.

Keywords: *petroleum potential, source rock, salt dome, seismogeological section, structural map, Anabar-Khatanga saddle, Khatanga bay of Laptev Sea, Eastern Siberia.*

References

Afanasenkov A.P., Nikishin A.M., Unger A.V., Bordunov S.I., Lugovaya O.V., Chikishev A.A., Yakovishina E.V. *Tektonika i etapy geologicheskoy istorii Enisey-Khatangskogo basseyna i sopryazhennogo Taymyrskogo orogena* [Tectonics and the stages of the geological history of the Yenisei-Khatanga basin and the adjacent Taimyr orogeny]. *Geotektonika*, 2016, no. 2, pp. 23-42.

Geologiya nefi i gaza Sibirskoy platformy [Geology of oil and gas of the Siberian platform]. Editors A.E. Kontorovich, V.S. Surkov, A.A. Trofimuk. Moscow: Nedra, 1981, 552 p.

Gramberg I.S. *Geokhimicheskie issledovaniya kak odin iz metodov poiskov geneticheskikh priznakov neftematerinskih tolshch (na primere arkticheskikh rayonov SSSR)* [Geochemical studies as one of the methods of searching for genetic signs of oil source strata (using the example of the Arctic regions of the USSR)]. *Neftegazonosnost' severa Sibiri*, 1958, vol. 92, pp. 171-182 (Trudy

Instituta geologii Arktiki).

Kalinko M.K. *Istoriya geologicheskogo razvitiya i perspektivy neftegazonosnosti Khatangskoy vpadiny* [History of geological development and oil and gas potential of the Khatanga depression]. Leningrad: Gostoptekhizdat, 1959, 360 p.

Kashirtsev V.A. *Organicheskaya geokhimiya naftidov vostoka Sibirskoy platformy* [Organic geochemistry of naftids of the Siberian platform east]. Yakutsk: YaF Izd-vo SO RAN, 2003, 160 p.

Kashirtsev V.A., Kim N.S., Fursenko E.A., Dzyuba O.S., Fomin A.N., Chalaya O.N. *Genezis neftey i nefteproyavleniy Anabaro-Khatangskoy sedloviny (Arkticheskiy sektor Sibirskoy platformy)* [Genesis of oils and oil shows of the Anabar-Khatanga saddle (Arctic sector of the Siberian platform)]. *Litologiya, petrografiya, mineralogiya, geokhimiya*, 2013, no. 13, pp. 54 - 63.

Kontorovich V.A., Kontorovich A.E., Gubin I.A., Zoteev A.M., Lapkovskiy V.V., Malyshev N.A., Solov'ev M.V., Fradkin G.S. *Strukturno-tektonicheskaya kharakteristika i model' geologicheskogo stroeniya neoproterozoysko-fanerozoyskikh otlozheniy Anabaro-Lenskoy zony* [Structural-tectonic characteristics and model of the geological structure of the Neoproterozoic-Phanerozoic deposits of the Anabar-Lena area]. *Geologiya i geofizika*, 2013, vol. 54, no. 8, pp. 1253-1274.

Solyanaya tektonika Sibirskoy platformy [Salt tectonics of the Siberian platform]. Editor Yu.A. Kosygin, Novosibirsk: Nauka», Sibirskoe otdelenie, 1973, 162 p.

Starosel'tsev V.S. *Tektonicheskoe i neftegazogeologicheskoe rayonirovanie yuzhnogo poberezh'ya i prilgayushchego shel'fa morya Laptevykh* [Tectonic and oil and gas geological zoning of the southern coast and adjacent shelf of the Laptev Sea]. *Geologiya i mineral'no-syr'evye resursy Sibiri*, 2012, no. 3(11), pp. 32–37.

Starosel'tsev V.S., Divina T.A. *Mekhanizm devonskogo solenakopleniya na severo-zapade Sibirskoy platformy* [The mechanism of Devonian salt accumulation in the north-west of the Siberian platform]. *Geologiya i mineral'no-syr'evye resursy Sibiri*, Novosibirsk, 2012, no.2 (10), pp. 88–95.

© Конторович В.А., Калинина Л.М., Калинин А.Ю., Соловьев М.В, 2019