

УДК 553.041

СЕЙСМОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗРЕЗА ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

© 2018 г. | А.Н. Дмитриевский^{1,2}, Н.А. Еремин^{1,2}, Н.А. Шабалин²¹РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Москва, Россия; a.dmitrievsky@ipng.ru²ФГБУН Институт проблем нефти и газа РАН, Москва, Россия; ermn@mail.ru; n1264012@yandex.ru

THE SEISMIC BEHAVIOUR OF THE SEDIMENTARY COVER SECTION IN THE ARCTIC ZONE OF THE SIBERIAN PLATFORM

© 2018 | A.N. Dmitrievsky^{1,2}, N.A. Eremin^{1,2}, N.A. Shabalin²¹Gubkin Russian State University of Oil and Gas (National Research University), Moscow, Russia; a.dmitrievsky@ipng.ru²Oil and Gas Research Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; ermn@mail.ru; n1264012@yandex.ru

Поступила 18.08.2017 г.

Принята к печати 12.12.2017 г.

Ключевые слова: *нефтегазовый потенциал; Сибирская платформа; Лено-Тунгусская нефтегазоносная провинция; арктический шельф; Анабаро-Ленский прогиб; Енисей-Хатангский прогиб; Анабаро-Хатангская седловина; плита моря Лаптевых; Хатангская впадина; нефтегазоносность; Енисей-Хатангская, Анабаро-Хатангская, Анабаро-Ленская нефтегазоносные области.*

В статье рассмотрена сейсмологическая характеристика разреза осадочного чехла арктической зоны Сибирской платформы. Сибирская платформа характеризуется крупной концентрацией ресурсов нефти и газа в южной и центральной частях платформы. Основная нефтегазоносная провинция Сибирской платформы — Лено-Тунгусская. Нефтематеринские толщи в Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции приурочены к рифейским, вендским, нижнесредне-кембрийским отложениям, в которых открыты крупные месторождения нефти и газа. В современных контурах Сибирская платформа на севере и северо-западе окаймлена Енисей-Хатангским региональным прогибом, восточная часть которого смыкается с Анабаро-Ленским прогибом, обрамляющим северо-восточную часть Сибирской платформы. Анализ имеющихся геологических и геофизических материалов показывает довольно высокие перспективы Анабаро-Ленского и Енисей-Хатангского прогибов на обнаружение крупных залежей углеводородов. Основные представления о геологическом строении и нефтегазоносности северной части Сибирской платформы и прилегающего шельфа окраинных морей Северного Ледовитого океана в настоящее время базируются на данных сейсморазведки методом общей глубинной точки, привязанных к глубоким параметрическим и поисковым скважинам. Представления о глубинном строении и нефтегазовом потенциале конкретных районов, выделении целевых перспективных нефтегазовых горизонтов могут претерпеть существенные изменения по мере усовершенствования сейсмического метода общей глубинной точки и программного обеспечения для обработки и интерпретации сейсмических данных.

Received 18.08.2017

Accepted for publication 12.12.2017

Key words: *petroleum potential; Siberian platform; Lena-Tunguska petroleum province; Arctic shelf; Anabar-Lena trough; Yenisei-Khatanga trough; Anabar-Khatanga saddle; Laptev sea plate; the Khatanga depression; oil and gas occurrence; oil production; gas production; the Yenisei-Khatanga oil and gas bearing area; the Anabar-Khatanga oil and gas bearing area; the Anabar-Lena oil and gas bearing area.*

In the article the seismic behaviour of sedimentary cover of the Arctic zone of the Siberian platform is discussed. Southern and central parts of the the Siberian platform are characterized by a high density of oil and gas resources. The major petroleum province of the Siberian Platform is the Lena-Tunguska petroleum province. Source rocks the Lena-Tunguska petroleum province are associated with the Riphean, Vendian, Lower-Middle Cambrian deposits, in which the major oil and gas fields are discovered. In its modern boundaries, the Siberian platform neighbours with the Yenisei-Khatanga regional trough in the north and north-west; the eastern part of the trough joins with the Anabar-Lena trough, framing the north-eastern part of the Siberian platform. Analysis of the available geological and geophysical materials shows a fairly high potential of the Anabar-Lena and Yenisei-Khatanga troughs for discovery of large hydrocarbon fields. The basic understanding of the geological and tectonic architecture and oil and gas occurrence in the northern part of the Siberian Platform and adjacent Arctic shelf are based today on CDP seismic data, tied to the existing deep stratigraphic and prospecting wells. Understanding of deep structure and petroleum potential of certain areas, allocation of target promising oil and gas bearing horizons can change dramatically according to advancement of seismic CDP technique and software for seismic data processing and interpretation seismic data is improved.

FORMATION AND LOCATION OF OIL AND GAS POOLS

За последние два года было опубликовано значительное число работ, посвященных проблемам геологического строения Сибирской платформы и соседним структурам [13–20, 36]. В работе [8] проанализировано состояние ресурсной базы углеводородов Арктической зоны Российской Федерации, в частности Гыдано-Хатангской нефтеперспективной зоны. Анализ геолого-геофизических данных позволил авторам работы [23] построить уточненную схему нефтегазогеологического районирования и привести оценку ресурсов УВ Сибирской платформы, включая такие составные части Лено-Тунгусской НПП, как Центральную-Тунгусскую, Непско-Ботуобинскую и Северо-Тунгусскую НГО. В статье [25] обобщены результаты региональных геофизических исследований последних лет на севере Приенисейской НПП, которые обеспечили изучение глубинного строения земной коры на всю ее мощность; мезозойских депрессий северной части Сибири, глубинной тектоники и перспективы нефтегазоносности региона.

В статье [2] представлены результаты современной комплексной интерпретации данных сейсморазведки, потенциальных полей, ГИС, стратиграфических, литофациальных, палеогеографических, геохимических материалов. Приведены описание и сравнительный анализ строения Балахнинского и Рассохинского валов, расположенных в центральной части Енисей-Хатангского бассейна. Комплексная интерпретация гравитационного и магнитного полей северного обрамления Сибирской платформы, включая Енисей-Хатангскую региональную структуру, была описана в работе [6]. Результаты научного проекта по геологическому изучению северного обрамления Сибирской платформы с использованием новой методики геолого-геофизического комплексного регионального изучения крупных территорий были представлены в работе [7].

Анализ современных сейсмических работ по федеральным программам (в том числе вновь построенные сейсмогеологические разрезы через зоны мегавалов Центрально-Таймырского желоба в Енисей-Хатангском региональном прогибе) представлен в работе [25]. В статье [4] описаны особенности новой тектонической модели Енисей-Хатангского регионального прогиба.

В статье [3] проведена интерпретация серии сейсмических профилей для Таймырского орогена и Енисей-Хатангского бассейна; обоснована тектоника и тектоностратиграфия Енисей-Хатангского и Хатангско-Ленского бассейнов. В статье [5] приведены результаты комплексной сейсмогеологической интерпретации данных бурения и новых материалов сейсморазведки северо-востока Западно-Сибирского и западной части Енисей-Хатангского бассейнов начиная с конца пермского времени.

В данной статье приведены результаты систематизации и анализа имеющихся в открытом доступе производственных отчетов организаций Главсевморпути, Мингео СССР и Минприроды РФ, Академии наук СССР и Академии наук РФ по геологическим исследованиям за период с 1928 по 2015 г. по представлению варианта обобщенной сейсмологической характеристики разреза осадочного чехла Енисей-Хатангской, Анабаро-Хатангской и Анабаро-Ленской нефтегазоносных областей [13–20, 22, 27, 34–36]. Для анализа установленных сейсмогеологических характеристик разреза исследуемого региона использованы результаты работ МОГТ, разрезы скважин, региональные представления о литолого-стратиграфическом расчленении осадочного чехла.

Верхнюю часть разреза слагают многолетне-мерзлые породы, мощность которых может достигать 500–800 м. Скорость распространения продольных колебаний в мерзлых породах колеблется от 3100 до 4400 м/с, а в зонах растепления, руслах рек, озер интервальные скорости не превышают 2000 м/с. По скорости распространения сейсмических волн геологический разрез в обобщенном виде подразделяется на пять сеймостратиграфических комплексов [33].

Мезо-кайнозойский терригенный комплекс — пластовая скорость волн увеличиваются в нем вниз по разрезу от 1,7–2,5 до 3,0–3,5 км/с. Суммированные эффективные средние скорости изменяются от 2,5 до 3,8 км/с.

Пермско-нижнетриасовый вулканогенно-терригенный — пластовая скорость варьирует от 3,5 до 4,5 км/с. Суммированные эффективные средние скорости изменяются от 3,2 до 5,0 км/с. Относительно резкое повышение скоростных характеристик, близких к нижележащим терригенно-карбонатным комплексам, связано с присутствием пластовых интрузий и даек долеритов.

Верхне-среднепалеозойский терригенно-карбонатный (предположительно соледержащий) — пластовая скорость изменяется от 4,8 до 5,8 км/с. Суммированные эффективные средние скорости распределяются в пределах 3,5–5,5 км/с.

Верхнепротерозой-кембрийский преимущественно карбонатный — пластовая скорость составляет от 5,1 до 5,6 км/с и более. Суммированные эффективные средние скорости от 3,5 до 5,8 км/с данного интервала разреза близки к скоростным характеристикам практически всего осадочного чехла, за исключением терригенной толщи мезозоя.

Поверхность фундамента (кристаллические и метаморфические образования) маркируется граничной скоростью 5,9–6,4 км/с и более. Резкий скачок пластовых скоростей соответствует увеличению суммированных эффективных средних скоростных характеристик пород кристаллического фундамента от 4,2 до 6,5 км/с.

Анабаро-Ленская нефтегазоносная область

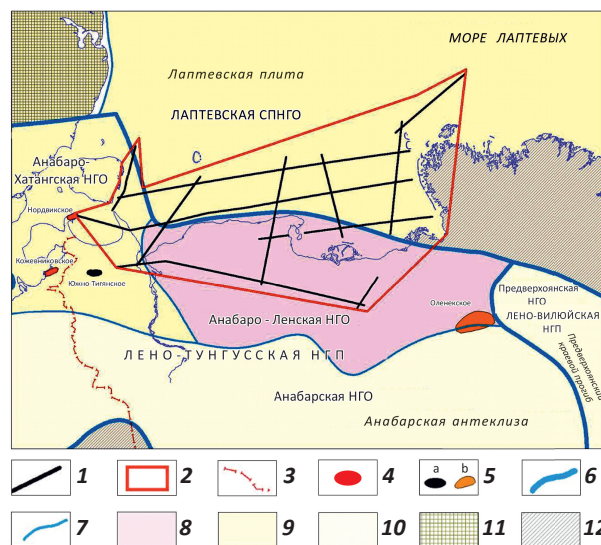
В границах Анабаро-Ленской НГО рассмотрены территории Анабаро-Ленского прогиба, Оленекской складчатой зоны, шельфа Анабарского и Оленекского заливов моря Лаптевых [2, 36], представленные на рис. 1.

Знания о сейсмогеологических условиях в Анабаро-Ленском прогибе базируются на сопоставлении временных разрезов профилей МОГТ, выполненных в последние годы, с данными вертикального сейсмического профилирования (ВСП) параметрической скв. Чарчыкская-П-1 и сейсмокаротажа разведочной скв. Улахан-Юряхская-Р-1. Наиболее полно скоростная характеристика разреза изучена в скв. Чарчыкская, вскрывшей отложения мезозоя, палеозоя и верхнего протерозоя на глубине 3100 м. По данным ВСП осадочная толща сложена семью пластами. На вертикальном годографе ВСП отчетливо выделяются группы волн Т1, Т3, Т4, Т6, соответствующие опорным горизонтам, уверенно прослеживаемым на территории Анабаро-Ленского прогиба. Волна Т1 соответствует горизонту Т-Р — кровля пермских — подошва триасовых отложений; волна Т3 — горизонту Р1 — подошве пермских отложений и/или границе предпермского регионального размыва. Волна Т4 — горизонту II (Е) — верхи кембрия, возможно пачка кавернозных доломитов. Волна Т6 — горизонту III в толще венд-рифейских осадков. Горизонты Р1, II (Е) и III — опорные для всей территории Анабаро-Ленского прогиба. Наряду с этим в различных районах прогиба регистрируются волны, соответствующие сейсмическим горизонтам: КВ — границе между кембрийскими и вендскими отложениями, Р2 — разделу между верхней и нижней пермью, Т — границе в толще триасовых отложений, волнам от границ в нижнем протерозое глубже сейсмического горизонта III. В западной и северо-западной частях Анабаро-Ленского прогиба между отражениями Р1 и II в среднепалеозойских отложениях прослеживаются интенсивные отраженные волны, вероятно соответствующие горизонтам, приуроченным к отсутствующим на юге и юго-востоке Анабаро-Ленского прогиба отложениям девона и карбона. Стратиграфическая привязка отражающих горизонтов Анабаро-Ленской НГО приведена в табл. 1.

В 2012 г. в процессе увязки новых сейсмических материалов и переинтерпретированных предшествующих сейсмических данных с уточненными стратиграфическими разбивками по параметрическим скважинам Усть-Оленекская-2370, Чарчыкская-1, Хастахская-930, Бурская-3410 и имеющейся по этим глубоким скважинам геолого-геофизической информации на временных разрезах более достоверно выделены реперные отражающие горизонты в палеозойских и протерозойских отложениях и определены следую-

Рис. 1. Фрагмент карты нефтегазоносности Российской Федерации и сопредельных стран СНГ [16] (категории перспективности представлены по карте нефтегазоносности РФ по состоянию на 01.01.2009 г.)

Fig. 1. Fragment of the hydrocarbon potential map of Russian Federation and the adjacent CIS countries [16] (prospectivity categories are shown according to the Russian Federation hydrocarbon potential map as on 01.01.2009)



1 — геофизические профили ГНЦ ФГУП «Южморгеология», ГК № 40/01/70-108; 2 — контур участка отчетных работ; 3 — граница между Красноярским краем и Республикой Саха (Якутия); 4 — нефтегазопроявления; 5 — месторождения: а — нефтяные, б — битумные; границы (6, 7): 6 — нефтегазоносных провинций, 7 — нефтегазоносных областей; категории перспективности (8–10): 8 — IV (30–50 тыс. т усл. топлива/км²), 9 — V (10–30 тыс. т усл. топлива/км²), 10 — низшая (ниже 10 тыс. т усл. топлива/км²); бесперспективные территории (11, 12): 11 — в районах выхода складчатого фундамента на поверхность, 12 — в районах с неглубоким (до 1 км) залеганием складчатого основания

1 — geophysical survey lines, JSC Yuzhmoregeologia, GC #40/01/70-108; 2 — contour of the study area; 3 — boundary between the Krasnoyarsk Krai and the Sakha (Yakutia) Republic; 4 — oil and gas shows; 5 — fields: a — oil, b — bitumen; boundaries of (6, 7): 6 — petroleum provinces, 7 — oil and gas bearing areas; prospectivity categories (8–10): 8 — IV (30–50 thousand tons of oil equivalent per km²), 9 — V (10–30 thousand tons of oil equivalent per km²), 10 — lowest (less than 10 thousand tons of oil equivalent per km²); unpromising areas (11, 12): 11 — in the areas of folded basement exposure, 12 — in the areas with shallow (less than 1 km) folded basement occurrence

щие сейсмогеологические комплексы: мезозойский, пермский, кембрийский, вендский и рифейский [31]. Клиноформы кембрийского комплекса на сейсмогеологическом разрезе по линии скважин Reg-1 – Бурская-1 – Reg-2 – Reg-3 – Хастахская – Чарчыкская-1 отражены на рис. 2 [38].

FORMATION AND LOCATION OF OIL AND GAS POOLS

Таблица 1. Стратиграфическая привязка отражающих горизонтов Анабаро-Ленской НГО

Table 1. Stratigraphic matching of reflecting horizons in the Lena-Anabar Petroleum Region

Скважина	Номер пласта	Интервал глубин, м	Мощность пласта, м	Пластовая скорость, м/с	Стратиграфическая привязка	Опорный горизонт	Глубина опорного горизонта, м	Примечания
Чарчкская-П-1	I	0–420	420	4180	Нижний мел		1240	Зона многолетней мерзлоты
Чарчкская-П	II	420–1260	840	3540	Мел, триас, юра	Подшова пласта, Т-0	1240	
Чарчкская-П	III	1260–1700	440	4230	Пермь			
Чарчкская-П	IV	1700–2140	440	5790	Пермь – кембрий	В кровле кембрия – подошве перми	1800–2100	
Чарчкская-П	V	2140–2550	410	6360	Кембрий			
Чарчкская-П	VI	2550–2800	250	4360	Кембрий			
Чарчкская-П	VII	2800–3100		6380	Кембрий – венд	В кровле КВ	2800	
Улахан-Юряхская-Р-1	I	500–1150		4000	Верхний мел – пермь	Т-II	320	Интервал до 500 м не прокартирован
Улахан-Юряхская-Р-1	II	1150–1760		4700	Нижняя пермь	Т2	1200	Скважина остановлена в породах нижней перми

Рис. 2. Клиноформы кембрийского комплекса на сейсмогеологическом разрезе Reg_9 по линии скважин Бурская-1 – Хахтакская-93-0 – Чарчкская-1 и профилям Reg_1, Reg_2 и Reg_3 [38]

Fig. 2. Clinoforms of the Cambrian sequence on seismic and geological cross-section Reg_9 along the wells Bursky-1 – Khastakhsky-93-0 – Charchiksky-1 and survey lines Reg_1, Reg_2, and Reg_3 [38]

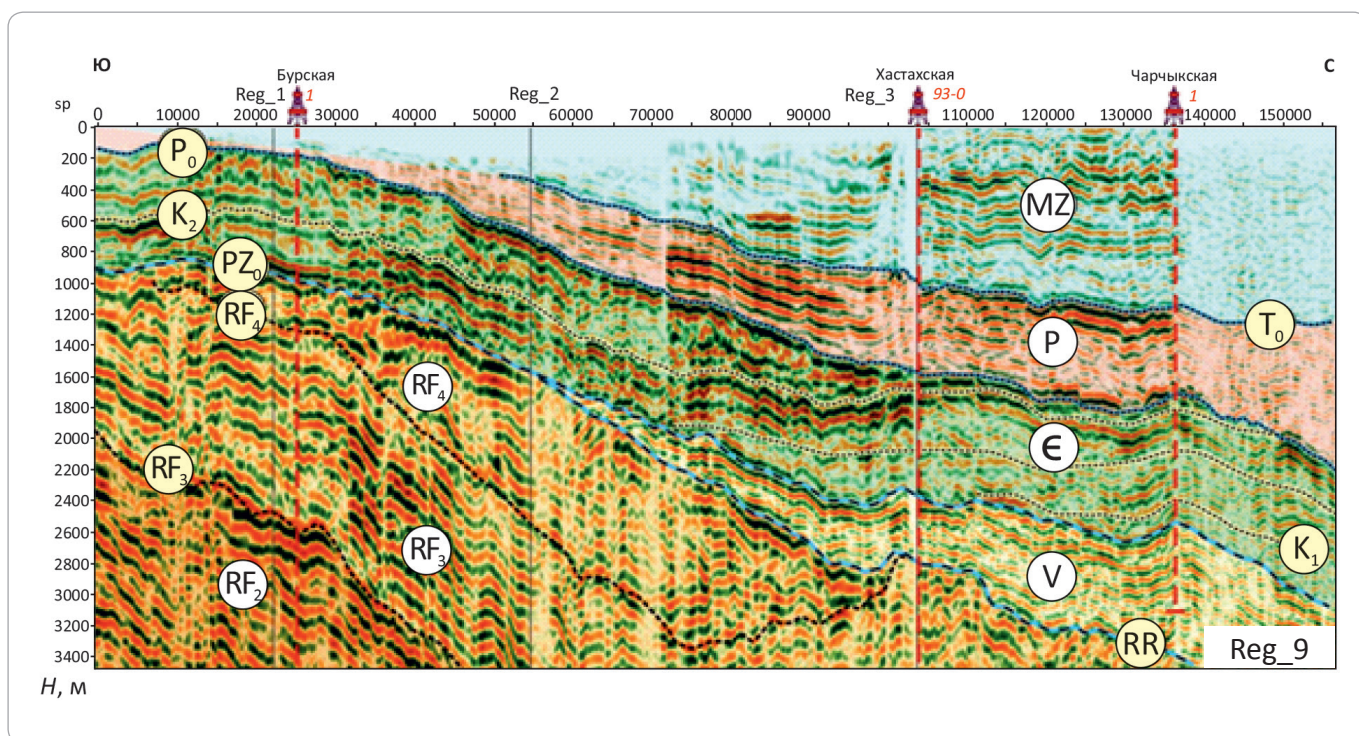
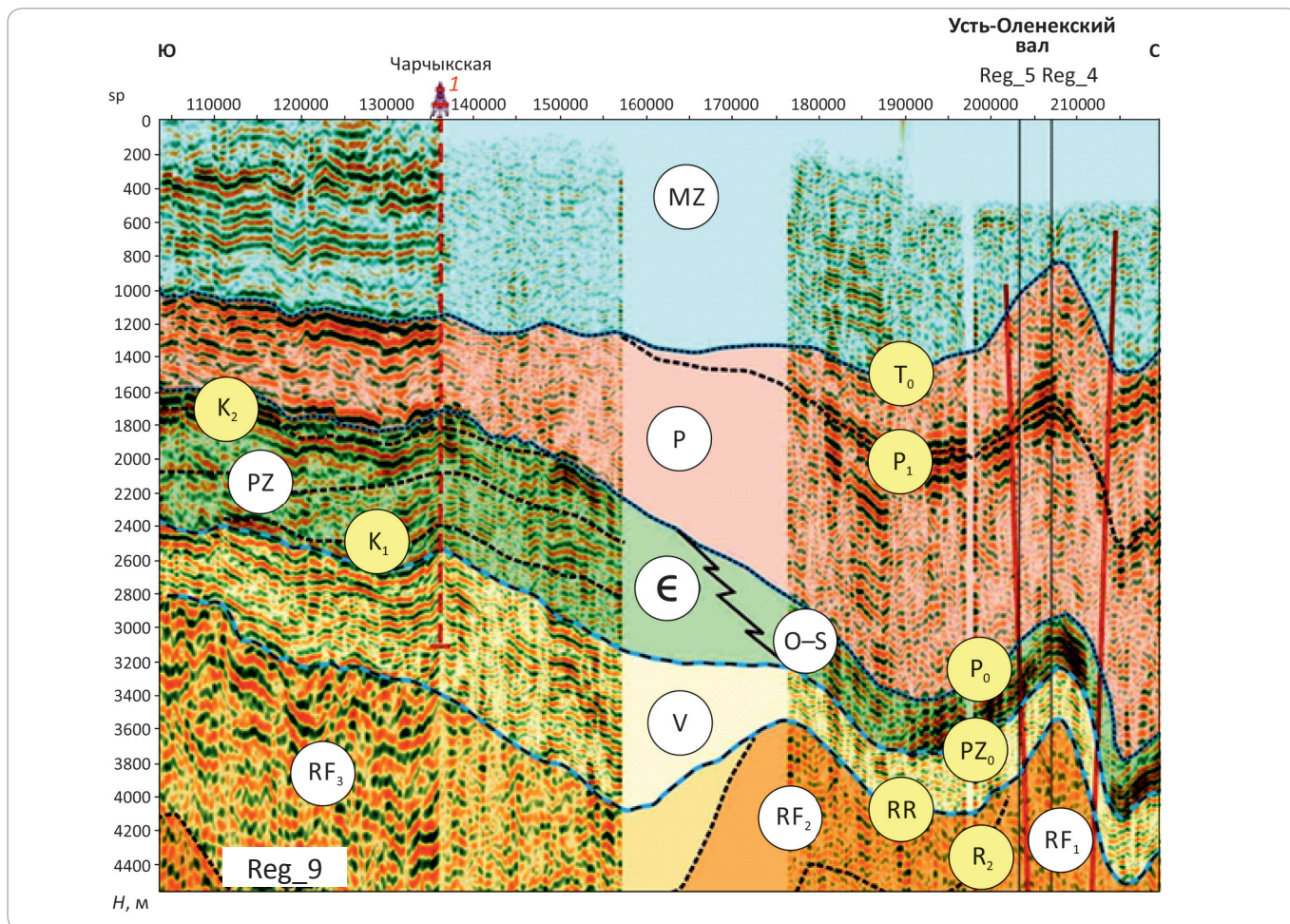


Рис. 3. Палеозойские (кембрийские и ордовик-силурийские) отложения на сейсмогеологическом разрезе Reg_9 по линии скв. Чарчыкская-1 – Reg_4 – Reg_5 [38]

Fig. 3. Palaeozoic (Cambrian and Ordovician-Silurian) formations on seismic and geological cross-section Reg_9 along the wells Charchiksky-1 – Reg_4 – Reg_5 [38]



Палеозойские (кембрийские и ордовик-силурийские) отложения на сейсмогеологическом разрезе по линии скв. Чарчыкская-1 – Reg_4 – Reg_5 приведены на рис. 3. Стратиграфическая приуроченность отражающих горизонтов: T_0 – подошва триаса; P_0 – подошва перми/граница регионального эрозионного среза; PZ_0 – подошва палеозоя/кровля венда; RR – кровля рифея; R_1 – R_4 – внутри рифея; R_0 – подошва платформенного рифея/кровля архея.

Мощность рифейских отложений превышает мощность всей вышележащей венд-мезозойской толщи пород. В составе рифейского комплекса можно выделить пять самостоятельных комплексов, которые контролируются отражающими горизонтами и имеют различные площади распространения. Мезозойский сейсмогеологический комплекс на временных разрезах контролируется отражающим горизонтом T_0 в подошве триаса. Мощность мезозойских отложений изменяется от 0 до 1645 м, регионально увеличиваясь в северном направлении. Резкое сокра-

щение мощности мезозоя наблюдается над Прончищевской, Аллахской и Усть-Оленекской структурами, на юге рассматриваемой территории комплекс полностью отсутствует.

Анабаро-Хатангская нефтегазоносная область

В границах Анабаро-Хатангской нефтегазоносной области рассматриваются территории Анабаро-Хатангской седловины и Хатангской впадины, шельфа Хатангского залива, моря Лаптевых. Сводный литолого-стратиграфический разрез Анабаро-Хатангской седловины по материалам бурения с дополнениями [12] приведен на рис. 4.

Анабаро-Хатангская седловина

К настоящему времени в геологическом разрезе Анабаро-Хатангской нефтегазоносной области в обобщенном виде выделяют пять сеймостратиграфических комплексов: мезо-кайнозойский терригенный; пермско-нижнетриасовый вулканогенно-терригенный;

FORMATION AND LOCATION OF OIL AND GAS POOLS

Рис. 4. Сводный литолого-стратиграфический разрез Анабаро-Хатангской седловины по материалам бурения с дополнениями [12]
 Fig. 4. Composite lithologic and stratigraphic section of the Anabar-Khatanga Saddle (on the basis of drilling data, complemented) [12]

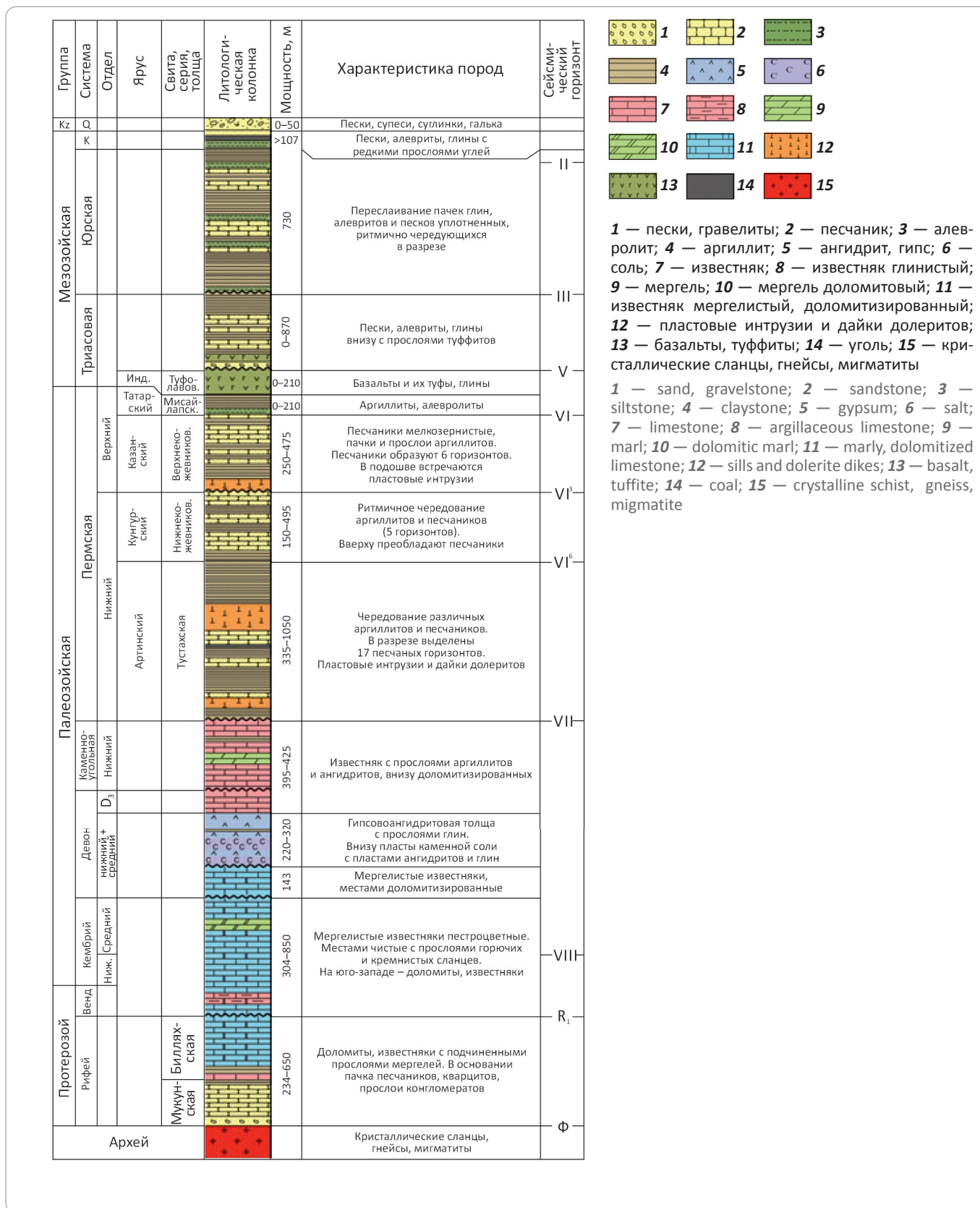
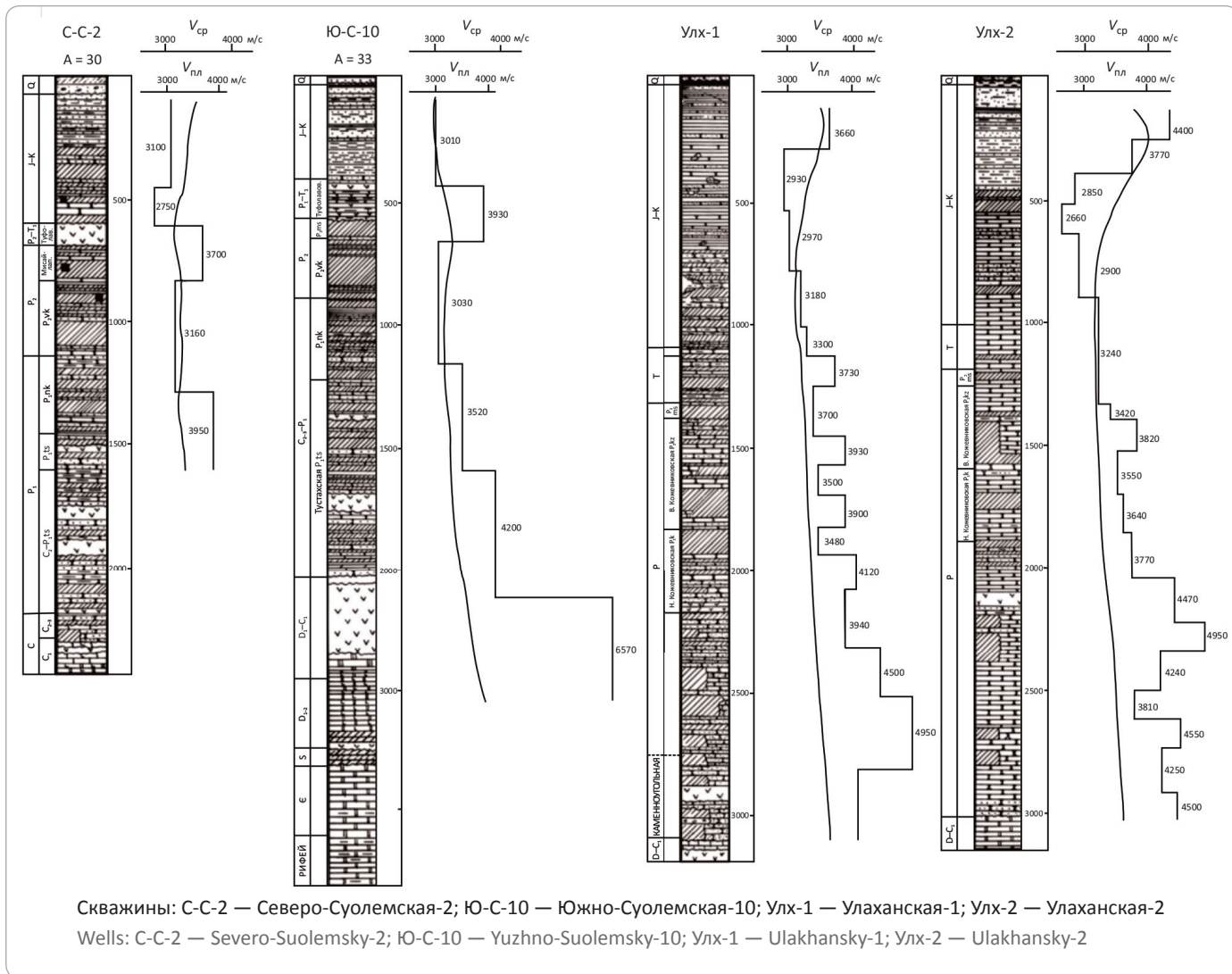


Рис. 5. Данные сейсмокаротажа глубоких скважин Анабаро-Хатангской седловины [32]
 Fig. 5. Check-shot data from the deep wells of the Anabar-Khatanga Saddle [32]



среднепалеозойский терригенно-карбонатный, соледержащий; верхнепротерозой-кембрийский преимущественно карбонатный и поверхность фундамента, представленная кристаллическими и метаморфическими образованиями. На границах комплексов скачки пластовых скоростей достигают 700–800 м/с. Отражающие горизонты имеют динамическую выразительность и региональное распространение. Данные сейсмокаротажа глубоких скважин Анабаро-Хатангской седловины (Северо-Суодемская-2, Южно-Суодемская-10, Улаханская-1 и Улаханская-2) представлены на рис. 5 [32]. Верхняя часть разреза имеет мощность 500–800 м и сложена многолетнемерзлыми породами.

Обобщенная сейсмическая характеристика отражающих горизонтов Анабаро-Хатангской седловины и их стратиграфическая привязка представлены в табл. 2 [32]. На Анабаро-Хатангской седловине в мезозойской части разреза в юрской толще прослежи-

вается один отражающий горизонт. В палеозойских отложениях выделены три горизонта, связанные с пермскими отложениями. Отражающий горизонт прослеживается по поверхности протерозойской толщи. С разной степенью достоверности в пределах седловины отбиваются следующие отражающие горизонты: Па — вблизи кровли верхней юры; Пб — кровля средней юры; Пв — подошва юрских отложений; V — кровля туфолавова свиты индского яруса нижнего триаса; VI — кровля верхней перми; VIa — кровля нижнекожевниковской свиты нижней перми; VIб — кровля тустахской свиты нижней перми; VII — кровля нижнекаменноугольных карбонатов; VIII — кровля кембрийского (нижнекембрийского) терригенно-карбонатного комплекса. Горизонт VIII — последняя устойчивая отражающая граница, глубже которой сейсмическая запись отличается преимущественно нерегулярным характером. В нижнем

FORMATION AND LOCATION OF OIL AND GAS POOLS

Таблица 2. Обобщенная сейсмическая характеристика отражающих горизонтов Анабаро-Хатангской седловины и их стратиграфическая привязка [32]**Table 2.** Integrated seismic characteristics of reflecting horizons in the Anabar-Khatanga Saddle and their stratigraphic matching [32]

Отражающие горизонты и их характеристика	Стратиграфическая привязка
IIa — 2-3-фазные; динамически слабо выражены, прослеживаются прерывисто	Вблизи подошвы яновстанской свиты (J_3), разделяет отложения мела и юры
III — 2-фазные; интенсивные отражения при наличии в разрезе триасовых эффузивов; динамически слабо выраженные отражения при наличии терригенного триаса, опорный	Вблизи подошвы юрских отложений, залегает со стратиграфическим несогласием на подстилающих осадках
V — 1-2-фазные; динамически слабо выражены, прослеживаются не повсеместно, иногда представляют эрозионную поверхность	Вблизи кровли эффузивно-туфолоавовой толщи (P_2); базальты и их туфы, глины
VI — 2- и 3-фазные; динамически выраженные с изменяющейся по латерали интенсивностью;	Вблизи кровли пермских отложений
VIa — 2- и 3-фазные; динамически выраженные с изменяющейся по латерали интенсивностью; несогласное залегание по отношению к вышележащим и нижележащим горизонтам; распространены локально	Вблизи кровли нижнекожевниковской свиты (P_{1nk})
VIb — 2-3-фазные; изменяющаяся по латерали динамическая интенсивность	Вблизи подошвы нижнекожевниковской свиты (P_{1nk})
VII — динамически выраженные многофазные интенсивные; опорный	Вблизи подошвы тустахской свиты нижней перми. Приурочен к границе раздела терригенной части разреза от карбонатно-терригенного разреза
VIII — 2-3-фазные; динамически выраженные интенсивные;	Вблизи кровли кембрийского терригенно-карбонатного комплекса
R — динамически выраженные многофазные; условный	Кровля рифейских образований (кровля карбонатной билляхской свиты)
Ф — условный горизонт. Разделяет отражающие горизонты рифейского комплекса и архейского фундамента. Прослеживается прерывисто, фрагментарно или не прослеживается	Поверхность кристаллического фундамента архей-раннепротерозойской консолидации

комплексе условно прослеживаются два прерывистых неустойчивых горизонта: R — поверхность рифейских пород и Ф — поверхность архей-нижепротерозойского кристаллического фундамента. Данные сейсмокаротажа глубоких скважин Анабаро-Хатангской седловины приведены на рис. 5.

Хатангский залив

Акватория Хатангского залива входит в Анабаро-Хатангскую НГО Лено-Тунгусской нефтегазодной провинции. В Анабаро-Хатангской нефтегазодной области выделяется важная с позиций нефтегазодности система погружающихся в залив валов (Журавлиного, Белогорского, Тигяно-Анабарского и др.). На рис. 6 приведена стратиграфическая привязка отражающих горизонтов к скв. Улаханская-2, восточный берег Хатангского залива [9].

На рис. 7 представлен сейсмический профиль по линии 3212205, восточная часть Енисей-Хатангского прогиба [32].

В осадочном разрезе района работ наиболее четко прослеживаются отражающие горизонты, характеризующие отложения: триаса — горизонт V; перми — горизонты VIb, VII; кембрия — горизонт VIII и увязанные с результатами сейсморазведки и бурения на западном побережье Хатангского залива.

Сейсмическая характеристика отражающих горизонтов и их стратиграфическая привязка приведены в табл. 3 [28].

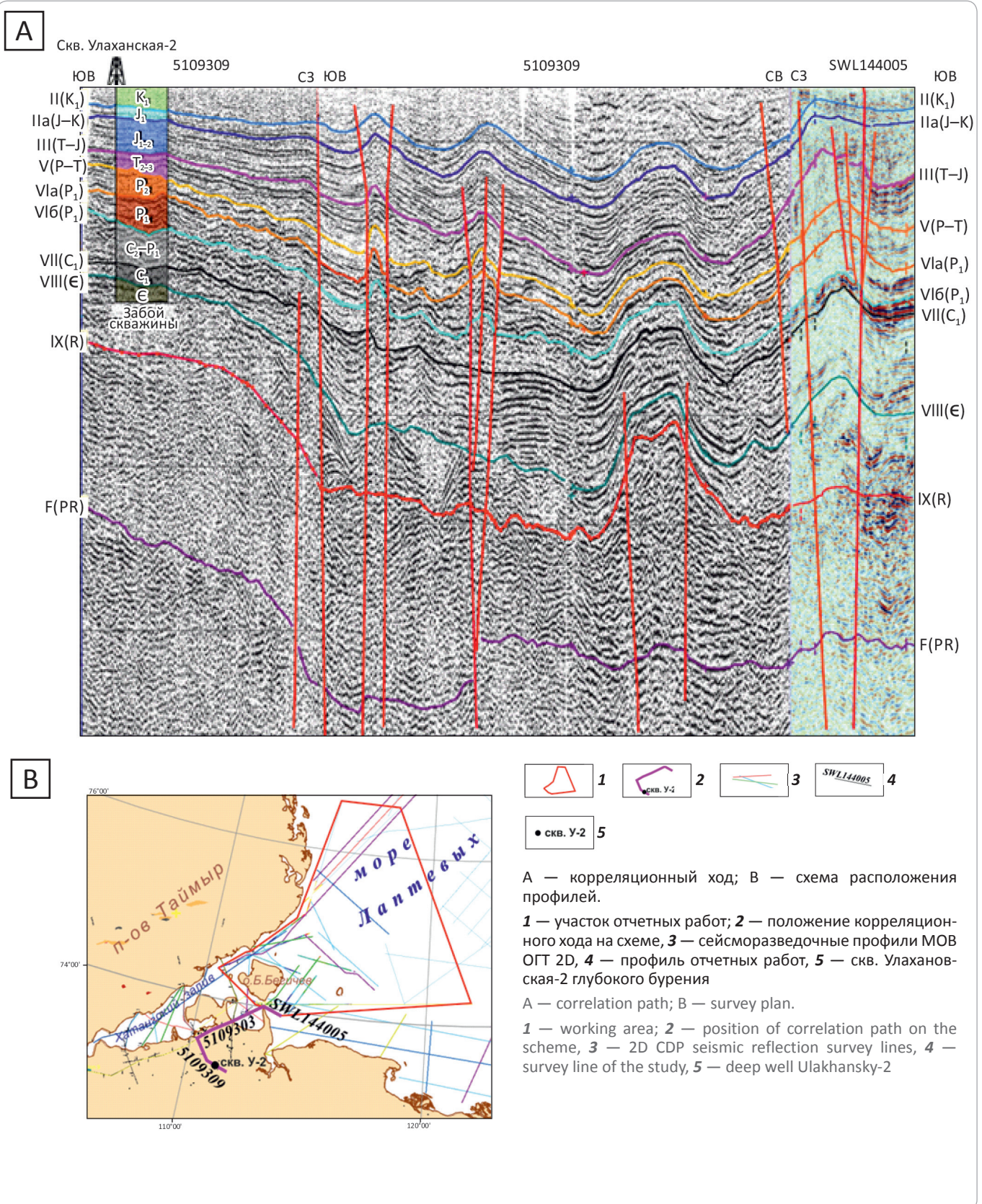
На рис. 8 показан временной разрез без и с интерпретацией по профилю 240802. В последнем случае выделен предполагаемый соляной шток структуры Новая на западном берегу Хатангского залива [32].

Юго-западная часть Лаптевоморской плиты

В осадочном чехле северо-западной части Сибирской плиты с различной степенью достоверности прослежено 10 отражающих горизонтов (ОГ): ОГ F(PR) — подошва чехла и ОГ IX (R), VIII (E), VII(C₁), VI₆(P₁), VI_a(P₁), V(P-T), III(T-J), II_a (J-K) и II (K₁) (рис. 8–10). Юго-западная часть Лаптевоморской плиты изучена по 8 отражающим горизонтам, из них в промежуточном структурном этаже выделены горизонты: F(PR), IX(R), VIII(E), а в осадочном чехле прослежены горизонты: II(MZ-PZ), L₁(K₂?-P₁), L₂(P₁-P₂), L₃(P₃-N₁) и L₄(N₁) [9]. На рис. 9 представлена характеристика волновой картины Лаптевоморской плиты и ее сочленения с Сибирской плитой по профилю SWL13-04 [9].

На рис. 10 выделены отражающие горизонты в зоне сочленения Сибирской и Лаптевоморской плит по результатам интерпретации профиля

Рис. 6. Стратиграфическая привязка отражающих горизонтов к скв. Улаханская-2 (восточный берег Хатангского залива) [9, 32]
 Fig. 6. Stratigraphic matching of reflecting horizons to the well Ulakhansky-2 (eastern coast of the Khatanga Bay) [9, 32]



FORMATION AND LOCATION OF OIL AND GAS POOLS

Рис. 7. Восточная часть Енисей-Хатангского прогиба. Сейсмический профиль по линии 3212205 [32]

Fig. 7. Eastern part of the Yenisei-Khatanga Trough. Seismic section along the line 3212205 [32]

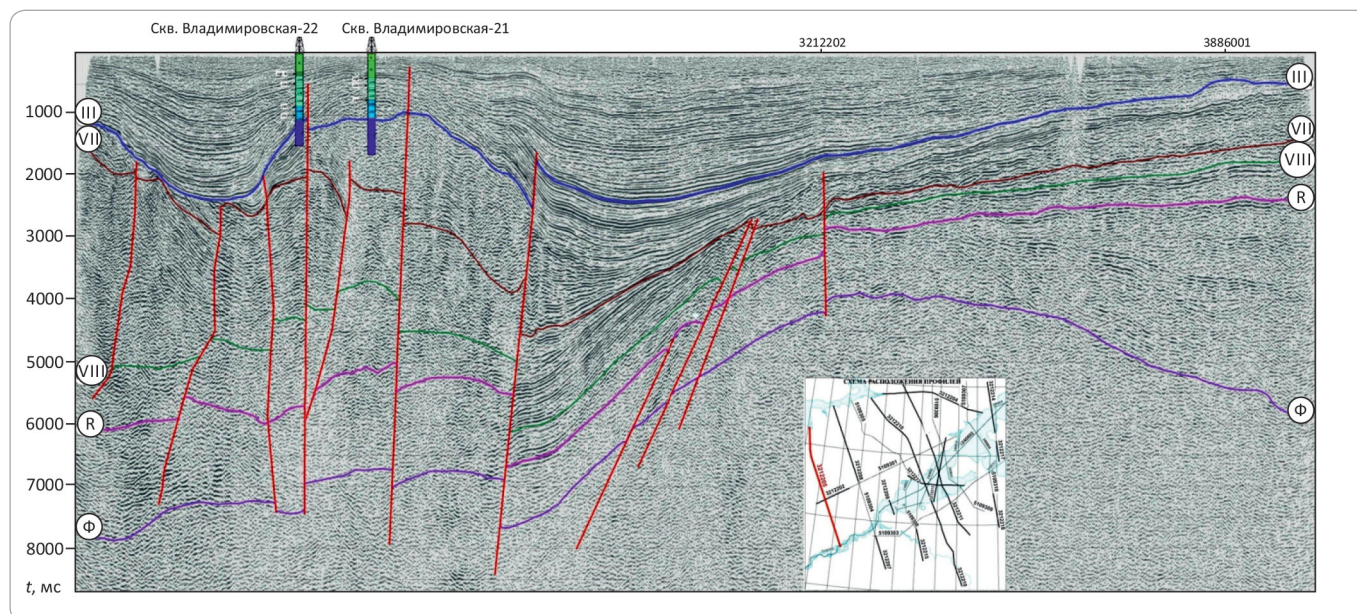


Таблица 3. Сейсмическая характеристика отражающих горизонтов и их стратиграфическая привязка [28]

Table 3. Seismic characteristics of reflecting horizons and their stratigraphic matching [28]

Отражающие горизонты и их характеристика	Стратиграфическая привязка
III — 2-фазное колебание; динамически выражен слабо	Подшва юрских отложений, залегающих со стратиграфическим несогласием на отложениях верхнего триаса
V — 2-фазное колебание; динамически выражен слабо, имеет признаки поверхности типа эрозионный срез; опорный горизонт	Кровля туфолавоваы толщи пермотриасового возраста (кровля туфолавоваы свиты индского яруса нижнего триаса)
VI — (A) 2-фазное колебание; динамически выражено; несогласное залегание по отношению к вышележащим и нижележащим горизонтам; распространен локально	Верхняя часть верхней перми (возможно, границы между туфолавоваы и терригенной толщами)
VI — (B) 2-3-фазное колебание; динамически хорошо выраженное; опорный горизонт	Верхняя часть тустахской свиты нижней перми (вероятно, граница между верхне- и нижнепермскими отложениями)
VII — 2-фазное колебание; динамически хорошо выражено; поверхность осложнена наложенным полем дифрагированных волн; опорный горизонт	Граница раздела пермских и каменноугольных терригенных отложений, обусловленная предпермским размывом (подшва тустахской свиты нижней перми)
VIII — 2-3-фазное колебание; наиболее динамически выраженное; повсеместно имеет признаки несогласия типа эрозионный срез; опорный горизонт	Кровля кембрийского терригенно-карбонатного комплекса
Ф — отражающие свойства варьируют по латерали, имеет блоковое строение	Поверхность кристаллического фундамента архей-раннепротерозойской консолидации

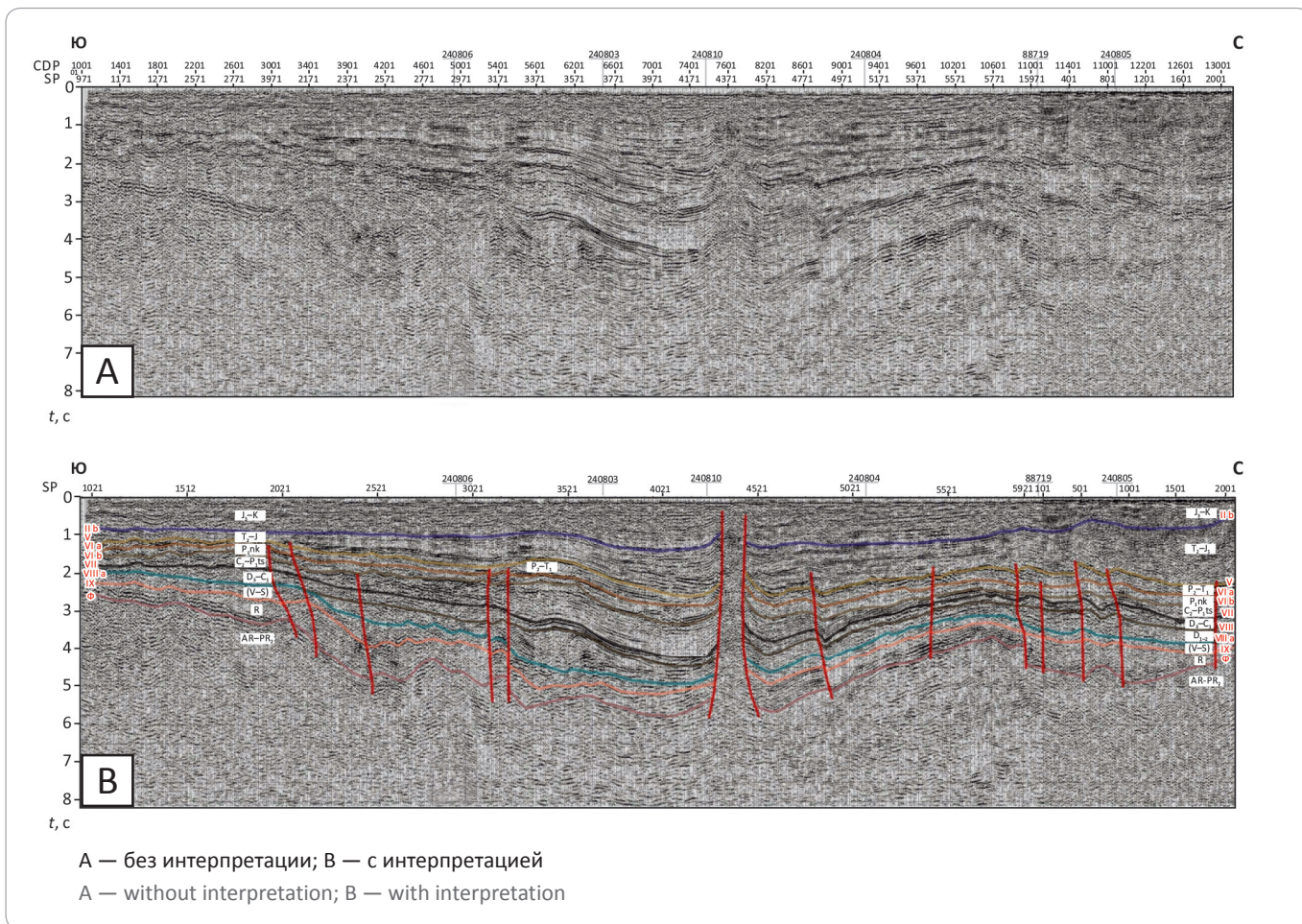
SWL13-03 [9]. На рис. 11 показаны отражающие горизонты в промежуточном структурном этапе и в осадочном чехле Лаптевоморской плиты на профиле SWL13-01 [9].

Енисей-Хатангская НГО

В границах Енисей-Хатангской НГО рассматривается территория Енисей-Хатангского регионально-го прогиба (правобережье р. Енисей) и Енисейского залива. Практически все открытые месторождения

углеводородного сырья Енисей-Хатангской нефтегазоносной области приурочены к терригенным отложениям мела, в меньшей степени — к средне- и частично — верхнеюрским отложениям. Относительно высокая степень изученности верхней части осадочного чехла объясняется, с одной стороны, неглубоким залеганием нефтегазоносных горизонтов (от 3 до 4 км), с другой — развитой инфраструктурой западной части НГО. Основные разведанные залежи связаны с клиноформным комплексом нижнехет-

Рис. 8. Временные разрезы по профилю 240802 (западный берег Хатангского залива, предполагаемый соляной шток структуры Новая) [32]
Fig. 8. Time sections along the seismic line 240802 (western coast of the Khatanga Bay; the assumed salt stock of the Novaya structure) [32]



ской и суходудинской свит неокома. Промышленная нефтегазоносность неокома ограничена региональным туронским флюидоупором. Сейсмогеологическая характеристика Енисей-Хатангского прогиба приведена в табл. 4 [20].

На рис. 12 показан стратифицированный каркасный региональный профиль Region 1 [26], а на рис. 13 — Reg 4. [26]

Енисейский залив расположен в зоне сочленения северо-восточных структур Западно-Сибирской плиты, северо-западной части Сибирской платформы и Таймырской складчатой системы (Горного Таймыра). Основные отражающие горизонты района Енисейского залива представлены в табл. 5.

Геологический разрез Енисейского залива по сейсмическому профилю 240706 приведен на рис. 12 [28].

Заключение

Единая номенклатура опорных/региональных сейсмических горизонтов в принятых стратиграфических схемах для арктической зоны Сибирской платформы к настоящему времени не разработана.

Верхнюю часть разреза слагают многолетнемерзлые породы мощностью 500–800 м. Пластовая скорость волн в мерзлых породах варьирует от 3100 до 4400 м/с, а в зонах растепления, руслах рек, озер интервальные скорости не превышают 2000 м/с. По скорости распространения сейсмических волн геологический разрез в обобщенном виде достаточно достоверно разделен на пять сеймостратиграфических комплексов.

Мезо-кайнозойский терригенный комплекс. Отражающие горизонты — I, II, пластовая скорость волн колеблется в нем от 1,7–2,5 до 3,0–3,5 км/с.

Пермоянжнетриасовый вулканогенно-терригенный. Отражающие горизонты — III–VI, пластовая скорость от 3,5 до 4,5 км/с.

Верхне-среднепалеозойский терригенно-карбонатный. Отражающие горизонты — VI, VIII, пластовая скорость изменяется от 4,8 до 5,8 км/с.

Верхнепротерозой-кембрийский преимущественно карбонатный. Отражающие горизонты — VI–VIII, пластовая скорость варьирует от 5,1 до 5,6 км/с и более.

FORMATION AND LOCATION OF OIL AND GAS POOLS

Рис. 9. Характеристика волновой картины Лаптевоморской плиты и ее сочленения с Сибирской плитой. Профиль SWL13-04 [9]
 Fig. 9. Wave pattern behaviour within the Laptevomorsky plate and its junction with the Siberian Plate. Line SWL13-04 [9]

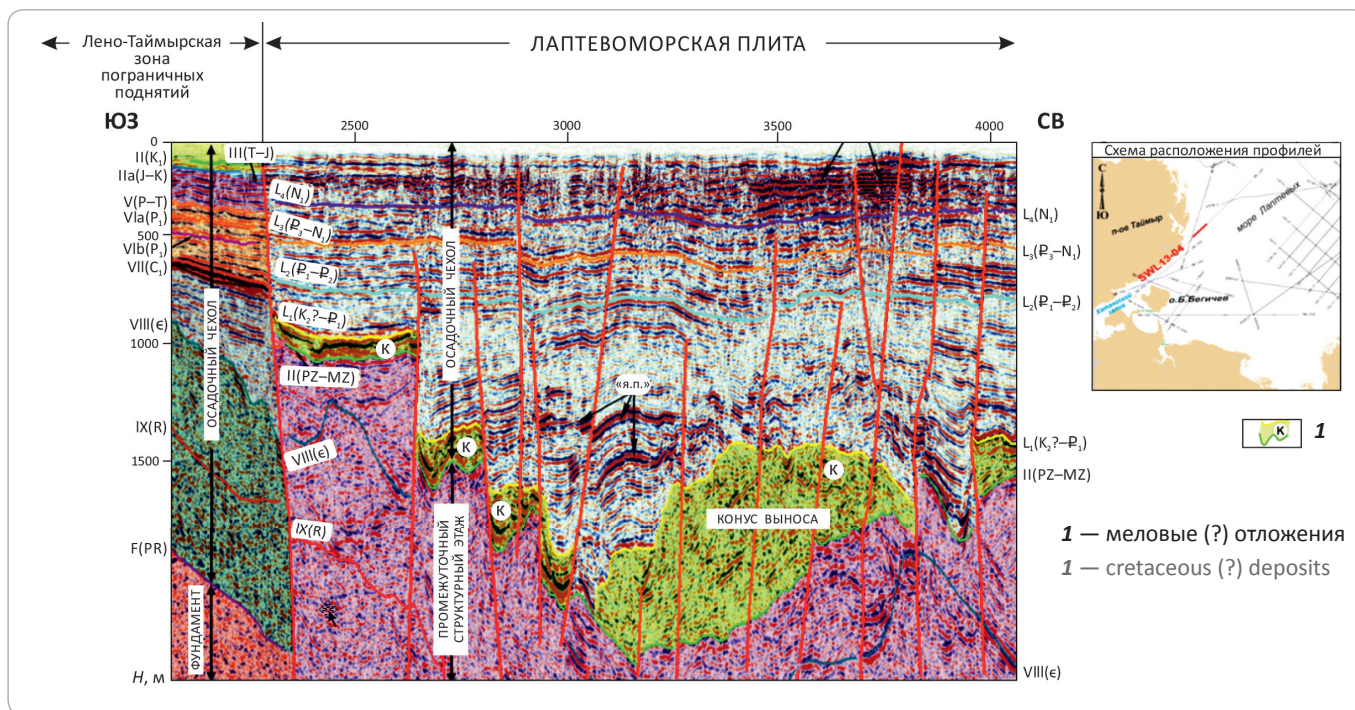


Рис. 10. Отражающие горизонты в зоне сочленения Сибирской и Лаптевоморской плит. Профиль SWL13-03 [9]
 Fig. 10. Reflecting horizons in the zone of Siberian and Laptevomorsky plates joint. Line SWL13-03 [9]

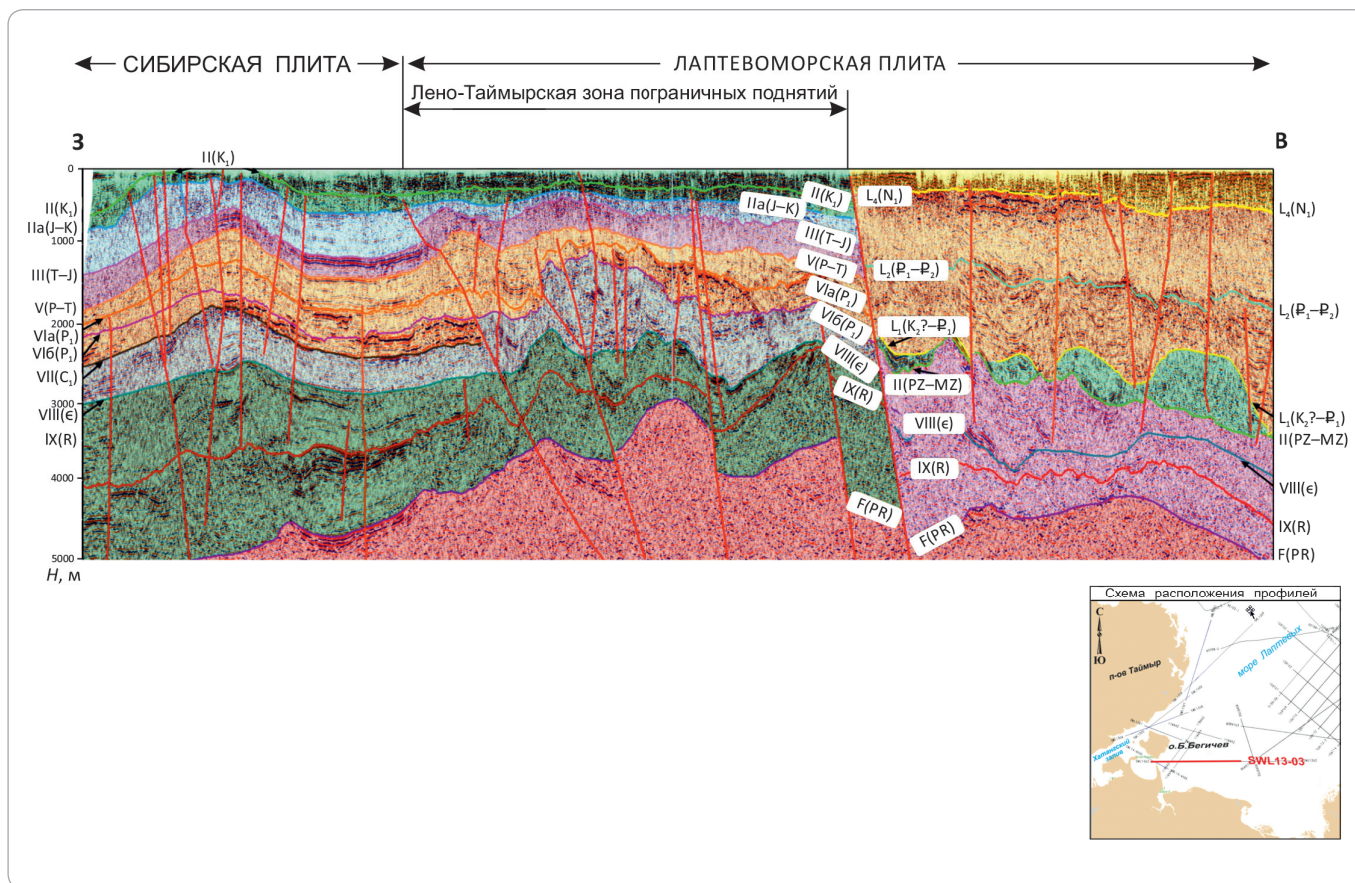


Рис. 11. Отражающие горизонты в промежуточном структурном этапе и осадочном чехле Лаптевоморской плиты. Профиль SWL13-01 [9]
Fig. 11. Reflecting horizons at the intermediate structural level and in sedimentary cover of the Laptevomorsky plate. Line SWL13-01 [9]

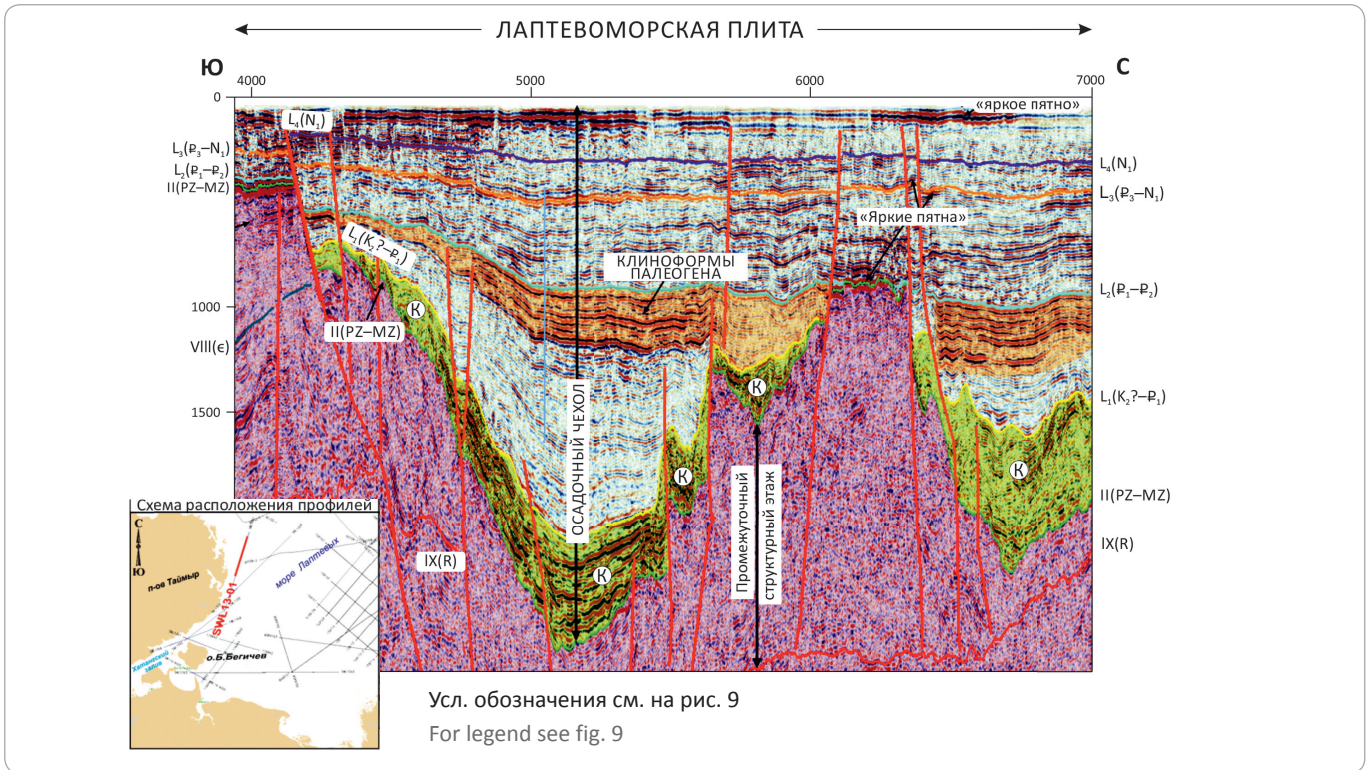


Таблица 4. Сейсмогеологическая характеристика Енисей-Хатангского прогиба [20]
Table 4. Geoseismic behaviour of the Yenisei-Khatanga Trough [20]

Группа	Система	Отдел	Свита, ярус	Литологическая характеристика	Мощность, м	Плотностная характеристика			Сейсмическая характеристика	
						Средняя	Средняя комплексов	Избыточная комплексов	V_p м/с	Отражающие горизонты
KZ	Четвертичная			Морские глины, пески, алевриты, галечники	200–500	1,9–2,2 / 2	2,2	-0,12	От 2600–3200 до 4000	
Мезозойская (MZ)	Меловая	Верхний	Кэптарская	Рыхлые песчано-глинистые породы с гравием	До 100–150	2,1	2,2	-0,12	От 2600–3200 до 4000	
	Меловая	Верхний	Танамская	Рыхлые песчано-глинистые породы с гравием	До 100–150	2,1	2,2	-0,12	От 2600–3200 до 4000	
	Меловая	Верхний	Мессояхская	Рыхлые песчано-глинистые породы с гравием	До 100–150	2,1	2,2	-0,12	От 2600–3200 до 4000	

FORMATION AND LOCATION OF OIL AND GAS POOLS

Таблица 4, продолжение
Table 4, cont.

Группа	Система	Отдел	Свита, ярус	Литологическая характеристика	Мощность, м	Плотностная характеристика			Сейсмическая характеристика	
						Средняя	Средняя комплексов	Избыточная комплексов	V_p , м/с	Отражающие горизонты
Мезозойская (MZ)	Меловая	Верхний	Насоновская	Пере- слаивание песков, песчаников, алевролитов, глин	До 500	2,1	2,2	-0,12	2100–2480	
	Меловая	Верхний	Дорожковская	Глины (флюидо- упорные)	44–120	2,1	2,2	-0,12	2260–2700	Ia
	Меловая	Верхний – нижний	Долганская	Пески, песчаники с прослоями глин	190–575	2,1	2,2	-0,12	2700–2870	
	Меловая	Нижний	Яковлевская	Глины и алевролиты с пластинами угля	148–559	2,1	2,2	-0,12	2800–3240	Ia'; Iб
	Меловая	Нижний	Малохетская	Песчаники, алевролиты, глины, бу- рые угли	195–529	2,04–2,4 / 2,22	2,2	-0,12	2800–3700	Iв
	Меловая	Нижний	Суходудинская	Алевролитоглинистые породы, песчаники	58–700	2,04–2,4 / 2,22	2,2	-0,12	3300–3710	Iг
	Меловая	Нижний	Нижнехетская	Глинистые алевролиты, песчаники	52–294	2,04–2,4 / 2,22	2,2	От -0,1 до -0,2	3420–4100	Г ₀
	Меловая – юрская	Нижний – верхний	Яновстанская	Аргиллиты с алевро- литами и песчаники	0–703	2,32		От -0,1 до -0,3	3500–3750	IIa
	Юрская	Верхний	Сиговская	Песчано- алевролиты	30–95	2,32		От -0,1 до -0,4	3500–3750	
	Юрская	Верхний	Точинская	Алевролитоглинистые отложения	16–58	2,32		От -0,1 до -0,5	3500–3750	
	Юрская	Средний	Мальшевская	Алевропито- песчаные отложения	500–1500	2,28–2,31 / 2,30		От -0,1 до -0,6	4000–5000 (глинистые отложения) / 3200–4000 (песчано- глинистые)	IIб
	Юрская	Средний	Леонтьевская	Глинисто- алевролитовые отложения	500–1500	2,46		От -0,1 до -0,7	4000–5000 (глинистые отложения) / 3200–4001 (песчано- глинистые)	
	Юрская	Средний	Вымская	Алевропито- песчаные отложения	500–1500	2,35		От -0,1 до -0,8	4000–5000 (глинистые отложения) / 3200–4002 (песчано- глинистые)	IIв

Таблица 4, продолжение
Table 4, cont.

Группа	Система	Отдел	Свита, ярус	Литологическая характеристика	Мощность, м	Плотностная характеристика			Сейсмическая характеристика	
						Средняя	Средняя комплексов	Избыточная комплексов	V_p м/с	Отражающие горизонты
Мезозойская (MZ)	Юрская	Средний	Лайдинская	Алевритоглинистые отложения	500–1500	2,49–2,52 / 2,51		От –0,1 до –0,9	4000–5000 (глинистые отложения) / 3200–4003 (песчаноглинистые)	
	Юрская	Средний – нижний	Джангодская	Песчаники, алевролиты с аргиллитами	500–1500 / 624–1174	2,57		От –0,08 до –0,13, ср. –0,1	4000–5000 (глинистые отложения) / 3200–4004 (песчаноглинистые)	IIг
	Юрская	Нижний	Левинская	Аргиллиты, алевролиты, песчаники	624–1174	2,58		От –0,08 до –0,13, ср. –0,1	4000–5000 (глинистые отложения) / 3200–4005 (песчаноглинистые)	
	Юрская	Нижний	Зимняя	Песчаники с гравелитами	624–1174	2,54–2,55 / 2,58		–0,73	4000–5000 (глинистые отложения) / 3200–4006 (песчаноглинистые)	III
	Триасовая	Верхний – средний – нижний		Песчаники, алевролиты, аргиллиты, туфы – базальты, туфобазальты, туфогенно-терригенные породы	От десятков до 2000–3000	2,42–2,57 / 2,69–2,73 (2,71)		–0,73	3280–3500 / 4310–5000	V
Палеозойская (PZ)	Пермская	Верхний	Мисайлапская	Песчаники, алевролиты, аргиллиты, угли и др.	От 300–400 до 2000–3000	2,35–2,45 / 2,4		От –0,18 до –0,44	3200–4300	
	Пермская	Верхний	Верхнекожевниковская	Песчаники, алевролиты, аргиллиты, угли и др.	От 300–400 до 2000–3000	2,35–2,45 / 2,4		От –0,18 до –0,44	3420–3800	
	Пермская	Нижний	Нижнекожевниковская	Песчаники, алевролиты, аргиллиты, угли и др.	От 300–400 до 2000–3000	2,35–2,45 / 2,4		От –0,18 до –0,44	3060–4240	VI
	Пермская	Нижний	Тухстахская	Песчаники, алевролиты, аргиллиты, угли и др.	От 300–400 до 2000–3000	2,35–2,45 / 2,4		От –0,18 до –0,44	4320–4800	VII

FORMATION AND LOCATION OF OIL AND GAS POOLS

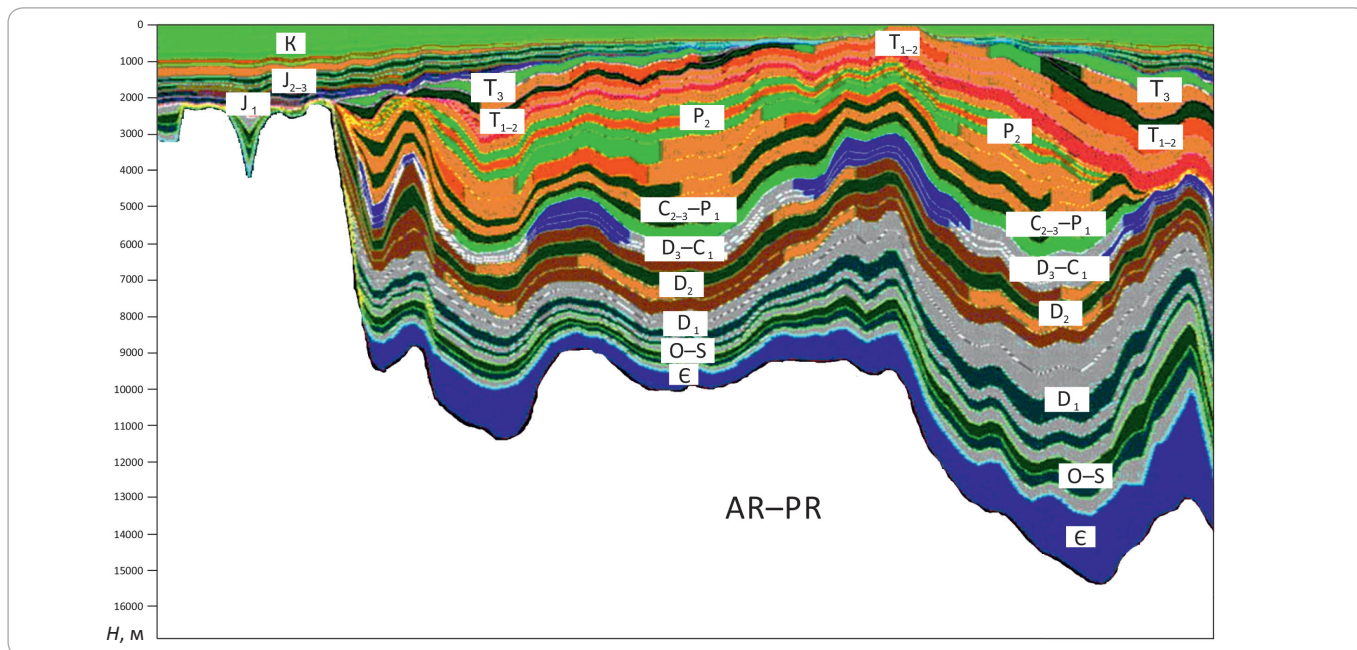
Таблица 4, окончание
Table 4, end.

Группа	Система	Отдел	Свита, ярус	Литологическая характеристика	Мощность, м	Плотностная характеристика			Сейсмическая характеристика	
						Средняя	Средняя комплексов	Избыточная комплексов	V_p м/с	Отражающие горизонты
Палеозойская (PZ)	Среднепалеозойская			Терригенно-галогенно-карбонатные отложения	До 300 / 450 и более	2,53–2,65 (2,6) / 2,21–2,55 (2,4)	2,68	От –0,18 до –0,44	4900–5900 / 5500–6000	
	Нижнепалеозойская			Терригенно-карбонатные отложения	600–1200(?)	2,63–2,78 / 2,7	2,68	От –0,18 до –0,44	4000–5000	VIII
Протерозойская (PR)				Терригенно-карбонатные отложения	До нескольких километров	2,7?	2,64	От –0,07 до –0,21	6000–6500	
Архейская (AR)				Кристаллические образования гранулитовой фации метаморфизированные	Более 10 км (?)	2,75–2,85	2,75–2,85	от –0,07 до –0,21	5000–6000	Ф

Таблица 5. Основные отражающие горизонты района Енисейского залива [19]
Table 5. Key reflecting horizons of the Yenisei Bay [19]

Горизонт	Возраст, млн лет
М — в кровле аптских отложений	112
К — в кровле неокомских отложений	145
IIa — в кровле верхней юры — подошва верхнеюрско-мелового терригенного комплекса (J_3 –K), кровля J_{2-3}	150
T_3 — в подошве среднеюрских отложений	178
T_4 — в нижнеюрском комплексе	
III — в подошве нижнеюрского комплекса	245
VIb — в подошве верхнепермско-триасового комплекса (P_2 –T)	270
VII — в кровле верхнедевон-нижнекаменноугольного комплекса (кровля D_3 – C_1)	318
В кровле нижне-среднедевонского комплекса (кровля D_{1-2})	385
В кровле силур-нижнедевонского комплекса (кровля S– D_1)	397
В кровле верхнекембрийско-ордовикского комплекса (кровля ϵ_3 –O)	443
В кровле венд-кембрийского комплекса (кровля V– ϵ_2)	416
В кровле рифейского комплекса (кровля R)	620
Поверхность фундамента	1600

Рис. 12. Геологический разрез района Енисейского залива по сейсмическому профилю 240706 [26]
Fig. 12. Geological cross-section of the Yenisei Bay along the seismic line 240706 [26]



Поверхность фундамента (кристаллические и метаморфические образования) маркируется граничной скоростью 5,9–6,4 км/с и более.

Региональное распространение вышеописанных отражающих горизонтов свидетельствует в пользу единого осадочного гипербассейна, существующего

с раннего рифея. По мере повышения глубинности сейсморазведки МОГТ, усовершенствования программных средств обработки и интерпретации сейсмических данных выделение перспективных на нефть и газ сейсмостратиграфических комплексов и представления о глубинном строении могут кардинально меняться.

Литература / References

1. Арчegov В.Б. Комплексный анализ критериев нефтегазоносности с целью выделения основных направлений и объектов нефтепоисковых работ в Анабаро-Ленском прогибе. – Ленинград: Изд-во ВНИГРИ, 1982.
 Archegov V.B. Integrated analysis of oil and gas occurrence criteria with a view to choose the main directions and areas of petroleum exploration in the Anabar-Lena trough. Leningrad: Izdatelstvo VNIIGRI; 1982.
2. Афанасенков А.П., Бондаренко М.Т., Киссин Ю.М., Тарасенко Е.М., Кондратьев И.К. О выявлении перспективных нефтегазоносных объектов под глубокое бурение по результатам региональных сейсмических исследований Енисей-Хатангского прогиба // Геология нефти и газа. – 2016. – № 3. – С. 44–54.
 Afanassenkov A.P., Bondarenko M.T., Kissin Yu.M., Tarasenko E.M., Kondratiev I.K. Identification of promising oil and gas bearing objects to drill on the results of regional seismic surveys in the Yenisei-Khatanga trough. *Geologiya nefi i gaza*. 2016;(3)44–54.
3. Афанасенков А.П., Никишин А.М., Унгер А.В., Бордунов С.И., Луговая О.В., Чикишев А.А., Яковишина Е.В. Тектоника и этапы геологической истории Енисей-Хатангского бассейна и сопряженного Таймырского орогена // Геотектоника. – 2016. – № 2. – С. 23–42.
 Afanassenkov A.P., Nikishin A.M., Unger A.V., Bordunov S.I., Lugovaya O.V., Chikishev A.A., Yakovishina E.V. Tectonics and geological history stages of the Yenisei-Khatanga basin and adjacent Taimyr orogeny. *Geotektonika*. 2016;(2):23–42.
4. Афанасенков А.П., Обухов А.Н., Чикишев А.А. К вопросу о рифтогенезе Енисей-Хатангского регионального прогиба / Отв. ред. А.В. Ступакова // В сб.: Новые идеи в геологии нефти и газа. – М.: Издательство «Перо», 2017. – С. 241–248.
 Afanassenkov A.P., Obukhov A.N., Chikishev A.A. Rifting in the Yenisei-Khatanga trough revisited. In: A.V. Stupakova, ed. *Novye idei v geologii nefi i gaza*. Moscow: Izdatelstvo «Pero»; 2017. P. 241–248.
5. Афанасенков А.П., Никишин А.М., Унгер А.В. Мезо-кайнозойская история развития севера Западной и Восточной Сибири на основе анализа сейсмических данных (Гыдан, Усть-Енисейский район) // Геология нефти и газа. – 2017. – № 1. – С. 34–42.
 Afanassenkov A.P., Nikishin A.M., Unger A.V. Mesozoic-Cenozoic history of Western and Eastern Siberia north evolution based on seismic data analysis (Gydan, Ust-Yenisei region). *Geologiya nefi i gaza*. 2017;(1):34–42.
6. Афанасенков А.П., Лыгин И.В., Обухов А.Н., Соколова Т.Б., Кузнецов К.М. Объемная реконструкция тектонических элементов Енисей-Хатангской рифтовой системы по результатам комплексной геолого-геофизической интерпретации // Геофизика. – 2017. – № 2. – С. 60–70.
 Afanassenkov A.P., Lygin I.V., Obukhov A.N., Sokolova T.B., Kuznetsov K.M. Spatial reconstruction of tectonic elements of the Yenisei-Khatanga rift system on the results of integrated geological and geophysical interpretation. *Geofizika*. 2017;(2):60–70.

FORMATION AND LOCATION OF OIL AND GAS POOLS

7. *Афанасенков А.П.* Оценка перспектив нефтегазоносности Енисей-Хатангского регионального прогиба на основе геолого-геофизического комплексирования данных / Отв. ред. А.В. Ступакова // В сб. : Новые идеи в геологии нефти и газа – М. : Издательство «Перо», 2017. – С. 20–25.

Afanasenkov A.P. Evaluation of petroleum potential in the Yenisei-Khatanga regional trough on the basis of geological and geophysical data integration. In: A.V. Stupakova, ed. *Novye idei v geologii nefiti i gaza*. Moscow: Izdatelstvo «Pero»; 2017. P. 20–25.

8. *Варламов А.И., Афанасенков А.П.* Ресурсный потенциал и перспективы освоения Арктической зоны Российской Федерации // Государственный аудит. Право. Экономика. – 2017. – № 1. – С. 79–87.

Varlamov A.I., Afanasenkov A.P. The resource potential and future development trends of the Russian Federation Arctic zone. *Gosudarstvennyy audit. Pravo. Ekonomika*. 2017;(1):79–87.

9. *Васильева Е.А.* Уточнение модели строения осадочных бассейнов Лаптевоморского шельфа и зоны их сочленения со структурами Сибирской платформы. – Мурманск : Изд-во АО «Севморнефтегеофизика», 2015.

Vasiljeva E.A. Updating the model of sedimentary basins structure in the Laptevomorsky shelf and zone of their junction with the Siberian Platform structures. Murmansk: Izdatelstvo AO "Sevmorneftegeofizika"; 2015.

10. *Вассоевич Н.Б. и др.* К проблеме нефтегазообразования в докембрийских отложениях // В сб. : Природа органического вещества современных и ископаемых осадков. – М. : Наука, 1973. – 264 с.

Vassoevich N.B. et al. Problem of oil and gas generation on the pre-Cambrian formations. *Priroda organicheskogo veshchestva sovremennykh i iskopaemykh osadkov*. M. : Nauka; 1973. 264 p.

11. *Герт А.А. и др.* Мониторинг и анализ результатов выполнения мероприятий Программы геологического изучения и представления в пользование месторождений углеводородного сырья восточной Сибири и Республики Саха (Якутия), рекомендации по корректировке и уточнению основных программных показателей и мероприятий. — Новосибирск : Изд-во СНИИГиМС, 2013.

Gert A.A. et al. Monitoring and analysis of the results of implementation of the Program for geological studies and granting the use of hydrocarbon fields in the eastern Siberia and the Sakha (Yakutia) Republic; recommendations on correction and updating the main program metrics and activities. Novosibirsk: Izdatelstvo SNIIGiMS; 2013.

12. *Горшков А.С.* Геофизические работы на Анабаро-Хатангской седловине с целью подготовки участков лицензирования. – Геленджик: Изд-во ФГУП «Южморгеология», 2012.

Gorshkov A.S. Geophysical surveys in the Anabar-Khatanga saddle with a view to get the sites ready for licensing. Gelendzhik: Izdatelstvo FGUP «Yuzhmoregeologiya»; 2012.

13. *Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А., Шабалин Н.А.* Углеводородный потенциал Енисей-Хатангской НГО в пределах Таймырского АО и степень его освоения: материалы второй конференции SPE по разработке месторождений в осложненных условиях в Арктике, (Москва, 15–17 октября 2013 г.). – М., 2013.

Dmitrievskiy A.N., Eremin N.A., Shabalin N.A. Hydrocarbon potential of the Enisei-Khatangsk Region with in the Taimyr Autonomous district (TAD) and the extent of its development. *The second SPE arctic and extreme environments technical. Conference and exhibition*. Moscow, 15–17 October 2013. Moscow; 2013. <http://dx.doi.org/10.2118/166815-MS>.

14. *Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А., Шабалин Н.А.* Перспективы создания норильского технохаба // Актуальные проблемы нефти и газа. – 2017. – Вып. 1. – С. 1–8.

Dmitrievskiy A.N., Eremin N.A., Shabalin N.A. Opportunities for the Norilsk industrial hub establishment. *Aktualnye problemy nefiti i gaza*. 2017;(1):1–8.

15. *Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А., Шабалин Н.А.* Состояние и перспективы традиционного и интеллектуального освоения углеводородных ресурсов Арктического шельфа // Деловой журнал Neftegaz.RU. – 2017. – № 1. – С. 32–41.

Dmitrievskiy A.N., Eremin N.A., Shabalin N.A. Current state and trends of the conventional intellectual development of hydrocarbon resources on the Arctic shelf. *Delovoy zhurnal Neftegaz.RU*. 2017;(1):32–41.

16. *Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А., Шабалин Н.А.* Углеводородный потенциал севера Сибирской платформы // Труды РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина. – 2017. – № 1. – С. 16–33.

Dmitrievskiy A.N., Eremin N.A., Shabalin N.A. Petroleum potential of the Arctic zone of Siberian Platform. *Trudy RGU nefiti i gaza (NIU) imeni I.M. Gubkina*. 2017;(1):16–33.

17. *Дмитриевский А.Н., Еремин Н.А., Шабалин Н.А.* Углеводородный потенциал Арктической зоны Сибирской платформы // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2018. – № 1. – С. 4–10.

Dmitrievskiy A.N., Eremin N.A., Shabalin N.A. Petroleum potential of the northern Siberian Platform. *Geologiya, geofizika i razrabotka neftyanykh i gazovykh mestorozhdeniy*. 2018;(1):4–10.

18. *Еремин Н.А., Кондратюк А.Т., Еремин А.Н.* Ресурсная база нефти и газа Арктического шельфа России // Актуальные проблемы нефти и газа. – 2010. – № 1 (1). – С. 1–15.

Eremin N.A., Kondratyuk A.T., Eremin A.N. Oil and gas resource base of the Russian Arctic shelf. *Aktualnye problemy nefiti i gaza*. 2010;1(1):1–15.

19. *Еремин Н.А., Шабалин Н.А.* Нефтегазовый потенциал северной части Сибирской платформы // Актуальные проблемы нефти и газа. – 2017. – № 4 (19). – С. 1–10. DOI: 10.29222/ipng.2078-5712.2017-19.art8.

Eremin N.A., Shabalin N.A. Petroleum potential of the northern part of the Siberian Platform. *Aktualnye problemy nefiti i gaza*. 2017;4(19):1–10. DOI: 10.29222/ipng.2078-5712.2017-19.art8.

20. *Казаис В.И., Кушнир Д.Г.* Углубленная переобработка и переинтерпретация сейсморазведочных работ МОГТ 2D прошлых лет на территории Пур-Тазовской (Красноярский край) и Енисей-Хатангской (Таймырский АО) нефтегазоносных областей в целях реализации концепции углеводородных генерационно-аккумуляционных систем. – Дудинка : Изд-во ОАО «Таймыргеофизика», 2008.

Kazais V.I., Kushnir D.G. Thorough reprocessing and re-interpretation of the historic 2D CDP seismic data over the Pur-Taz (Krasnoyarsk Region) and Yenisei-Khatanga (Taimyr Autonomous District) oil and gas bearing areas with a view to implement a concept of generation-and-accumulation hydrocarbon systems. Dudinka: Izdatelstvo ОАО «Taimyrgeofizika»; 2008.

21. *Каламкаргов Л.В.* Нефтегазоносные провинции и области России и зарубежных стран: уч. для вузов. – М. : Изд-во Нефть и газ РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2005. – 576 с.

Kalamkarov L.V. Petroleum provinces and regions of Russia and foreign countries: student's book. Moscow: Izdatelstvo Neft i gaz RGU nefiti i gaz im. I.M. Gubkina; 2005. 576 p.

22. Карта нефтегазоносности Сибирской платформы / Под ред. В.С. Старосельцева. – Новосибирск : Изд-во СНИИГГиМС, 2002.
Map of oil and gas occurrence over the Siberian Platform. In: V.S. Staroseltsev, ed. Novosibirsk: Izdatelstvo SNIIGGiMS; 2002.
23. Конторович А.Э., Бурштейн Л.М., Вальчак В.И. Губин И.А., Гордеева А.О., Кузнецова Е.Н., Конторович В.А., Моисеев С.А., Скузоватов М.Ю., Фомин А.М. Нефтегазогеологическое районирование Сибирской платформы (уточненная версия) // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2017. – Т. 2. – № 1. – С. 57–64.
Kontorovich A.E., Burshteyn L.M., Valchak V.I. Gubin I.A., Gordeeva A.O., Kuznetsova E.N., Kontorovich V.A., Moiseev S.A., Skuzovatov M.Yu., Fomin A.M. Siberian Platform: petroleum and geological zoning (updated). *Interekspo Geo-Sibir*. 2017;2(1):57–64.
24. Корнеев А.А., Афанасенков А.П., Любаев Р.Р., Обухов А.Н. О генезисе Рассохинско-Балахнинского мегавала Центрально-Таймырского желоба в Енисей-Хатангском региональном прогибе/ Отв. ред. А.В. Ступакова // В сб. : Новые идеи в геологии нефти и газа – М. : Издательство «Перо», 2017. – С. 147–152.
Korneev A.A., Afanasenkov A.P., Lyubaev R.R., Obukhov A.N. Genesis of the Rassokhinsky-Balakhninsky mega-swell of the Central-Taimyr trench within the Yenisei-Khatanga regional trough. In: A.V. Stupakova, ed. *Novye idei v geologii nefti i gaza*. Moscow: Izdatelstvo «Pero»; 2017. P. 147–152.
25. Кушнир Д.Г. Глубинное геологическое строение и перспективы нефтегазоносности приенисейской полосы Таймыра и Гыдана // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2016. – Т. 11. – № 1. – С.
Kushnir D.G. Deep geological structure and petroleum potential of the Yenisei streak of Taimyr and Gydan. *Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika*. 2016;11(1)
26. Ларичев А.И., Чеканов В.И. Создание современных моделей геологического строения продуктивных и перспективных комплексов Таймырского АО с целью определения приоритетных направлений ГРП на нефть и газ. – СПб. : Изд-во ВСЕГЕИ, 2007.
Larichev A.I., Chekanov V.I. Creation of modern geological models of productive and promising complexes in the Taimyr Autonomous District with a view to determine priorities in E&P for oil and gas. St. Petersburg: Izdatelstvo VSEGEI; 2007.
27. Ларичев А.И. и др. Разработка современной модели геологического строения и оценка перспектив нефтегазоносности палеозойских отложений Анабаро-Хатангской седловины и прилегающих территорий. – СПб. : Изд-во ВСЕГЕИ, 2011.
Larichev A.I. et al. Development of modern geological model and evaluation of petroleum potential of the Palaeozoic formations within the Anabar-Khatanga saddle and adjacent areas. St. Petersburg: Izdatelstvo VSEGEI; 2011.
28. Мейснер Л.Б. Изучение геологического строения и оценка перспектив нефтегазоносности недр Енисейского и Хатангского залювов. – Геленджик : Изд-во ФГУП «Южморгеология», 2010.
Meisner L.B. Studies of geological structure and assessment of petroleum potential of the subsurface within the Yenisei and Khatanga bays. Gelendzhik: Izdatelstvo FGUP FGUP "Uzhmorgeologiya"; 2010.
29. Мигурский Ф.А. и др. Оценка ресурсного потенциала нефтегазоносности Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции на основе моделирования процессов формирования залежей УВ и бассейнового моделирования. – Новосибирск : Изд-во СНИИГГиМС, 2010.
Migurskiy F.A. et al. Evaluation of the petroleum resources potential in the Lena-Tunguska petroleum province on the basis of modelling of HC deposits formation and basin modelling. Novosibirsk: Izdatelstvo SNIIGGiMS; 2010.
30. Нефтяные и газовые месторождения СССР. Кн. 2, Азиатская часть СССР. Справочник: В 2-х кн. // Под ред. С.П. Максимова. – М.: Недра, 1987. – 303 с.
Oil and gas fields of the USSR. Book 2, Asian part of the USSR. Reference manual: In 2 parts. In: S.P. Maksimov, ed. Moscow: Nedra; 1987. 303 p.
31. Прокопцева С.В. и др. Комплексные геолого-геофизические работы в области сочленения Лено-Тунгусской НГП и Лаптевской НГО. – Геленджик: Изд-во ФГУП «Южморгеология», 2014.
Prokoptseva S.V. et al. Integrated geological and geophysical works in the area of Lena-Tunguska Petroleum Province and Laptev Petroleum Region junction. Gelendzhik: Izdatelstvo FGUP Uzhmorgeologiya; 2014.
32. Савченко В.И. Комплексные геолого-геофизические работы на Анабаро-Хатангской седловине с целью уточнения геологического строения и перспектив нефтегазоносности. – Геленджик : Изд-во ФГУП Южморгеология, 2014.
Savchenko V.I. Integrated geological and geophysical works in the Anabar-Khatanga saddle with a view to clarify geological structure and petroleum potential. Gelendzhik: Izdatelstvo FGUP Uzhmorgeologiya; 2014.
33. Савченко В.И. и др. Уточнение модели строения осадочных бассейнов Лаптевоморского шельфа и зоны их сочленения со структурами Сибирской платформы. – Геленджик : ФГУП «Южморгеология», 2014.
Savchenko V.I. et al. Updating the model of sedimentary basins structure in the Laptevomorsky shelf and zone of their junction with the Siberian Platform structures. Gelendzhik: Izdatelstvo FGUP "Uzhmorgeologiya"; 2014.
34. Сидоренко Св.А. Органическое вещество и биолитогенные процессы в докембрии. – М. : Наука, 1991. – 104 с.
Sidorenko Sv.A. Organic matter and biolithogenic processes in the Pre-Cambrian. Moscow: Nauka; 1991. 104 p.
35. Трофимук А.А. Нефтегазоносность Сибирской платформы // Геология и геофизика. – 1960. – № 7. – С. 3–11.
Trofimuk A.A. Oil and gas occurrence in the Siberian Platform. *Geologiya i geofizika*. 1960;(7):3–11.
36. Ульмасвай Ф.С., Еремин Н.А., Шабалин Н.А., Сидоренко Св.А. Нефтегазовый потенциал Анабаро-Ленского прогиба // Деловой Журнал Neftegaz.Ru. – 2017. – № 1 – С. 46–52.
Ulmasvay F.S., Eremin N.A., Shabalin N.A., Sidorenko Sv.A. Petroleum potential of the Anabar-Lena trough. *Delovoy Zhurnal Neftegaz.Ru*. 2017;(1):46–52.
37. Унгер А.В., Никишин А.М., Кузляпина М.А., Афанасенков А.П. История формирования инверсионных мегавалов Енисей-Хатангского бассейна // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. – 2017. – Т. 2. – С. 8–15.
Unger A.V., Nikishin A.M., Kuzlyapina M.A., Afanasenkov A.P. History of inversion mega-swells formation in the Yenisei-Khatanga basin. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 4: Geologiya*. 2017;2:8–15.
38. Фомин А.М. Разработка элементов вероятностных моделей нефтегазовых генерационно-аккумуляционных систем района исследований на основе геолого-геохимических и геофизических данных. – Новосибирск : Изд-во СНИИГГиМСа, 2014.
Fomin A.M. Development of elements of petroleum generation-accumulation probabilistic models for the study area on the basis of geochemical and geophysical data. Novosibirsk: Izdatelstvo SNIIGGiMS; 2014.