

Неантиклинальные ловушки рифея и венда Тунгусской синеклизы на поисково-разведочном этапе

Юрова М.П.

Институт проблем нефти и газа РАН, Москва, Россия
mpyurova@mail.ru

Аннотация

В статье рассматривается один из перспективных нефтегазоносных районов Восточной Сибири — Тунгусская нефтегазоносная область (НГО). В истории формирования этого региона неоднократно проявлялся трапповый вулканизм (рифей, венд-кембрий, нижний палеозой, средний палеозой, верхний палеозой — триасовый и юрско-меловой периоды). В разрезе выделяются два структурных этажа: гранитоиды фундамента (архей — нижний палеозой) и рифей — фанерозойский осадочный чехол, которым в работе уделялось основное внимание. Выделены три зоны потенциальной нефтегазоносности рифейских, вендских и нижнекембрийских отложений. По результатам пробуренных скважин и сейсмических исследований Тунгусская синеклиза является в настоящее время наиболее перспективной территорией Восточной Сибири, в которой могут быть открыты неантиклинальные ловушки (тектонически и литологически экранированные).

Материалы и методы

Обобщение опубликованных геолого-геофизических материалов Тунгусской НГО Восточной Сибири. Использование данных сейсморазведки МОГТ, высокоточная гравиметрия, электро- и аэромагнитная разведка, данные по опорным поисково-разведочным скважинам.

Ключевые слова

Тунгусская синеклиза, Восточная Сибирь, рифей, венд, сейсмические исследования, опорные скважины, перспективные участки, неструктурные (литологически экранированные, тектонически экранированные) ловушки

Для цитирования

Юрова М.П. Неантиклинальные ловушки рифея и венда Тунгусской синеклизы на поисково-разведочном этапе // Экспозиция Нефть Газ. 2020. № 6. С **—**. DOI: 10.24411/2076-6785-2020-10118

Поступила в редакцию: 15.09.2020

GEOLOGY UDC 551 | Original Paper

Non-anticline traps of the Riphean and Vendian Tunguska syneclise at the search and exploration stage

Yurova M.P.

Oil and Gas Research Institute RAS, Moscow, Russia
mpyurova@mail.ru

Abstract

The article deals with one of the most promising oil and gas bearing areas of Eastern Siberia — the Tunguska oil and gas area. In the history of the formation of this region, trap volcanism was repeatedly manifested (Riphean, Vendian-Cambrian, lower Paleozoic, middle Paleozoic, upper Paleozoic-Triassic and Jurassic-Cretaceous periods). In the section, two structural floors are distinguished: the granitoids of the basement (Archean-lower Paleozoic) and the Riphean-Phanerozoic sedimentary cover, which were given the main attention in the work. Three zones of oil-and-gas potential of the Riphean, Vendian, and lower Cambrian deposits are identified. According to the results of drilled wells and seismic studies, the Tunguska syneclise is currently the most promising area in Eastern Siberia where non-anticline traps (tectonically and lithologically shielded) can be discovered.

Materials and methods

Generalization of published geological and geophysical materials of the Tunguska petroleum region of Eastern Siberia. The use of seismic survey, high-precision gravimetry, electro – and aeromagnetic data, information on stratigraphic wells.

For citation

Yurova M.P. Non-anticline traps of the Riphean and Vendian Tunguska syneclise at the search and exploration stage. Exposition Oil Gas, 2020, issue 6, P. **—**. (In Russ). DOI: 10.24411/2076-6785-2020-10118

Received: 15.09.2020

В период формирования чехла Сибирской платформы в ее пределах неоднократно проявлялся трапповый магматизм. Особенно интенсивно проявление магматизма отмечается в позднепермско-триасовое время. Основная масса его на Сибирской платформе сосредоточена в пределах Тунгусской синеклизы [1].

Для оценки перспектив нефтегазоносности значительную роль играет латеральное и вертикальное положение трапповой формации. При этом в разрезе осадочных отложений фиксируется изменение палеоструктурной обстановки, появление региональных несогласий [2].

В связи с этим обстоятельством в западной части Сибирской платформы, где траппы проявились с максимальной мощностью, выделяют шесть структурных ярусов: рифейский, венд-нижнепалеозойский, среднепалеозойский, верхнепалеозойский, триасовый, юрско-меловой [1]. В венд-нижнепалеозойский период западная часть Сибирской платформы имела наибольшее прогибание (более 4 км) [3]. В позднепалеозойское время происходит заложение и интенсивное формирование единой крупной области прогибания — Тунгусской синеклизы [1].

Согласно новой версии нефтегазогеологического районирования Сибирской платформы, базирующей на накопившемся геологическом материале изученности Тунгусской синеклизы [4], в статье рассматривается Центрально-Тунгусская нефтегазоносная область (восток Катангской и юго-запад Сюгджерской НГО), а также ее южная часть (территория севера Иркутской области) с интенсивным проявлением траппового вулканизма (туфогенные образования от раннего карбона до раннего триаса) [3]. Геологическое строение района довольно сложное. Установлено два основных структурных этажа: гранитоиды фундамента (архей — нижний протерозой) и рифей — фанерозойский осадочный чехол, состоящий из трех структурных ярусов: рифейского, венд-палеозойского и мезозойского. Архей — нижний протерозой (фундамент) представлен блоковым строением, сложной морфологией кровли и подошвы, различными древними породами (более 2,5 млрд лет).

В позднеархейских и раннепротерозойских этапах закладываются долгоживущие глубинные разломы, зоны смятия на границах с архейскими гранитоидами. Выше залегает осадочный чехол, представленный осадочными и вулканогенными породами на разных стратиграфических уровнях, разных этапах становления чехла. В тектоническом плане центральный район исследования расположен на сочленении северо-западного склона Непско-Ботубобинской антеклизы и юго-восточного борта Курейской антеклизы, разделенной Маркино-Чуньской моноклизой (рис. 1, 2) [5].

В южной части рассматриваемой территории пробурена одна параметрическая скважина Среднеочемская 251 (рис. 1), вскрывшая полный осадочный разрез до гранитоидов фундамента. В 30 км западнее на территории Красноярского края пробурена скв. Хошонская 256, также вскрывшая породы фундамента (рис. 1). Неполный разрез вскрыли скважины со стороны Республики Саха (Якутии): Северо-Джекиндинская 2 510

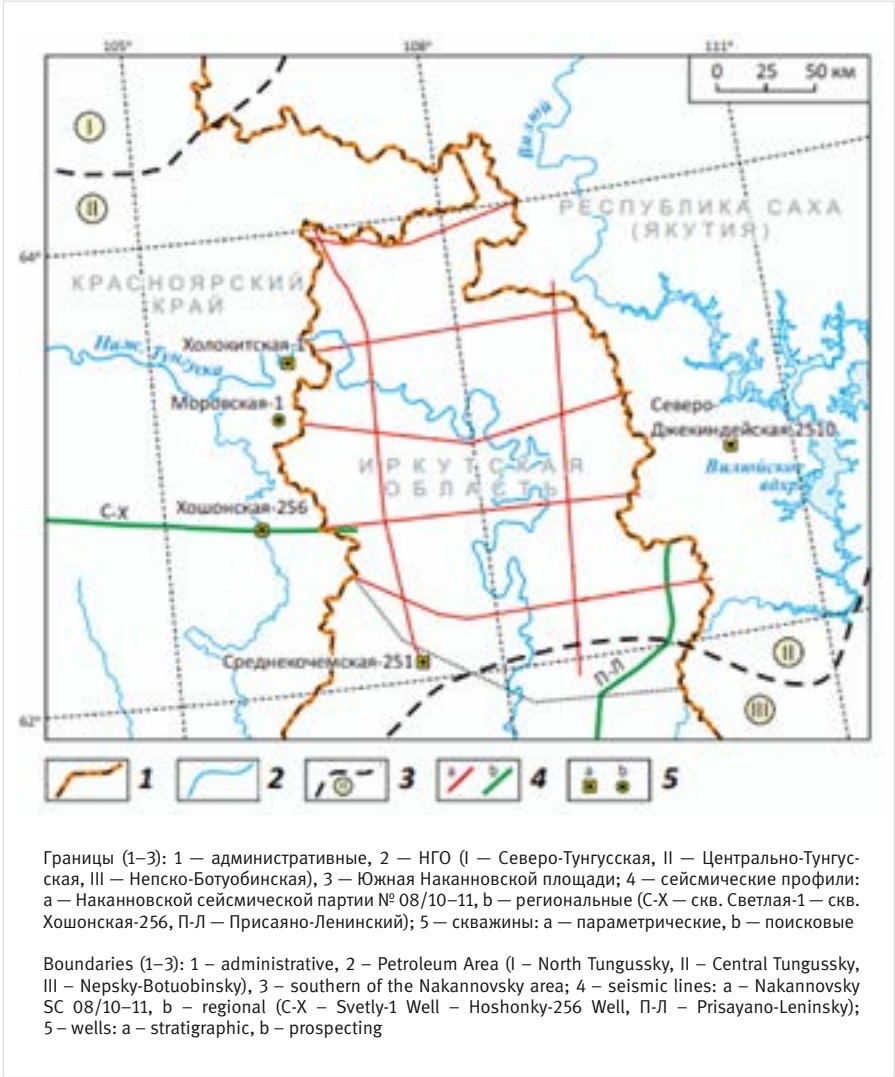


Рис. 1. Обзорная карта Наканновской площади [5]
Fig. 1. Overview map of Nakannovsky square [5]

и со стороны Красноярского края — Моровская 1 и Холокитская 1 — в 12 км от площади исследования. Эти скважины стали опорными для стратификации отражающих горизонтов (ОГ) (рис. 1, 2, 3) [5].

Перспективы нефтегазоносности в изучаемом районе связаны с рифейскими, вендскими и нижнекембрийскими нефтегазоносными комплексами (НГК). В связи с этим основное внимание уделялось изучению особенностей строения рифейского и фанерозойского комплексов региона. Проведенные ОАО «Якутскгеофизика» геофизические работы включали: сейсморазведочные работы МОГТ с кратностью 60, высокоточные гравиметрические наблюдения, электроразведку методом магнитотеллурических зондирования, аэромагнитную разведку. Сейсморазведочные работы выполнены импульсным источником (Енисей КЭМ-4). Применение невзрывного источника позволило получить полевой сейсмический материал для дальнейшей обработки и интерпретации. Основные результаты сейсморазведочных работ, проведенных на Наканновской площади, иллюстрируются обзорной картой, фрагментом тектонической карты, изопакитами и изохронами масштаба 1:500 000, геолого-геофизическим разрезом (рис. 1, 2, 3) [5].

Общая тенденция для структурных планов по ОГ, ОЧ, К, Т, КВ и Ф — моноκлиальное

погружение на северо-запад в сторону Курейской синеклизы (рис. 3). Это свидетельствует об унаследовании тектонического развития территории на протяжении венд-палеозойского этапа [5]. При моноκлиальном залегании предвендской эрозиейной поверхности и других структурных перспективах НГК можно предположить, что при наличии крупных разноориентированных разломов возможно наличие структурно-экранированных ловушек углеводородов (УВ) на моноκлиальном склоне Наканновской площади. В связи с этим наиболее вероятными факторами формирования залежей нефти и газа на рассматриваемой территории становятся тектонический и литологический факторы.

На рисунке 4 приведена карта перспектив Наканновской площади и рекомендации по дальнейшим геологоразведочным работам. На карте можно выделить ряд перспективных участков (рис. 4). Два из них представлены прогнозными структурно-тектоническими ловушками, а с учетом информации по аэрогеофизической съемке и неотектоническому анализу удалось наметить в пределах Наканновской площади зоны нефтегазоаккумуляции II порядка: Ириткинско-Панонгинскую, Таймуиринско-Чонскую и Южно-Наканновскую. Намечены лицензионные участки для дальнейшего геологического изучения и оценки нефтегазоносности, а

также проведение площадных сейсмических работ. Предлагается бурение пяти параметрических скважин для оценки перспектив нефтегазоносности рифейских, вендских, кембрийских и ордовикских отложений [5]. Первый — Ириткинский участок, ограниченный тектоническими нарушениями и замкнутым контуром продуктивности. Площадь участка составляет 1 040 км². Условный контур продуктивности принят на отметке -3 800 м. Второй участок — Панонгинский — расположен в юго-восточной части Ириткинской площади (1 574 км²). К юго-востоку от Панонгинского участка выделяется самый крупный — Могдинский — участок с предполагаемой структурно-тектонической ловушкой, высотой 200 м, приуроченной к рифейскому эрозионному выступу площадью 4 281 км². На юго-востоке Наканновской площади выделен Южно-Наканновский перспективный участок. Это наиболее повышенная часть перспективной территории с площадью 1 848 км².

Прогноз перспективных участков в венд-нижнекембрийских карбонатных отложениях основан на анализе структурного плана по ОГ11 и разломной тектонике района. Кроме того, нельзя не учитывать уже открытых (более 20) нефтегазовых залежей в аналогичных отложениях Непско-Ботубинского комплекса. В Ангара-Ленском районе в венд-нижнекембрийском отложениях открыто уникальное Ковыктинское газоконденсатное месторождение [6].

По комплексу геофизических методов осуществлена прогнозная поисковая интерпретация, выделены три зоны потенциальной нефтегазоносности: в рифейских и вендских терригенных, а также в венд-нижнекембрийских отложениях. При интерпретации использовался метод, основанный на принципе прямых аналогий с эталонами или схожими объектами других регионов. Было осуществлено соответствие геофизических полей эталонных объектов и метода распознавания образов. Использовались также

аэрогеофизическая съемка и неотектонический анализ, которые по комплексу методов смогли наметить нефтегазовые зоны II порядка в пределах Наканновской площади. На наиболее перспективных участках территории планируется провести сейсмические работы и пробурить пять параметрических скважин.

В настоящее время в южной части Тунгусской синеклизы (Южно-Тунгусская нефтегазоносная область) в пределах Танахи-Моктаконского нефтегазоносного района открыто четыре месторождения УВ в нижнем кембрии: Мактаконское, Таначинское (нефтегазовые), Нижне-Тунгусское и Усть-Дельтуниинское (газовые) [7].

В открытых месторождениях проблемы также присутствуют. Это связано с главной особенностью региона: высокой насыщенностью интрузиями базитовой магмы, что значительно осложняет не только разведку, но и разработку месторождений.

Магматизм оказал воздействие на качество и выдержанность коллекторских свойств. Траппы снижают информативность сейсморазведки, а глубокое бурение сопровождается техническими трудностями и высокой аварийностью. Кроме того, магматизм активизирует вторичные изменения коллекторов, а также изменяет фазовый состав сформированных дотрапповых внедрений в залежи. Рифогенные породы могут замещаться на плотные доломиты с примесью глин и сульфатов [5]. На рисунке 4 показаны открытые и предполагаемые газовые и нефтяные залежи Южно-Тунгусской НГО. На Моктаконском месторождении (открытом в 1987 г.) получен приток газа из таначинской свиты (ангинский ярус среднего кембрия), из абакунской свиты получен газ с конденсатом, из моктаконской свиты (нижний кембрий) получен приток нефти [7].

Структурный план по кровле таначинской свиты представлен монокиналиью (южное и юго-восточное направление), осложненной выступом в районе скважин Моктаконская 1 и 3. Разлом экранирует залежь с северо-запада. Из залежи абакунского горизонта получен газ с конденсатом (скв. Моктаконская 1). В остальных скважинах получены либо вода, либо вода с газом. Абакунский резервуар из локальных пластов-коллекторов (0,7–25 % пористости) разобран пластинами с низкой проницаемостью (<1 мД). Фильтрационно-емкостные свойства коллекторов в Катакунской площади изменяются в широких пределах (среднее значение пористости 4–9 %), дебиты нефти и воды сильно варьируют (2–269 куб/сутки), проницаемость меньше или равна 27,10 мкм². По результатам структурных построений залежь является пластово-сводовой, возможно, литологически экранированной, так как свойства пласта меняются от доломитов до известняков и глин [7].

Как показали предварительные сейсмические работы в пределах Наканновской площади, Тунгусская синеклиза является перспективным объектом венд-кембрийского нефтегазоносного комплекса Восточной Сибири.

Итоги

Проведенные в последнее время геофизические работы в Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции неслучайны.

Этот регион, включающий Непско-Ботубинскую антеклизу, имеет большой промышленный потенциал, связанный с венд-кембрийским нефтегазовым комплексом (20 крупнейших нефтяных, нефтегазовых и газоконденсатных месторождений). В Ангара-Ленском районе открыто 11 месторождений газа. Самое крупное и уникальное — Ковыктинское газоконденсатное месторождение, открытое в венд-кембрийском продуктивном комплексе. В аналогичных месторождениях заключены основные запасы гелия Восточной Сибири (Непско-Ботубинский, Ангара-Ленский и Катангский НГО) [6]. Главная доля геологических запасов гелия приходится на Ковыктинское, Чаяндинское и Собинское (Непско-Ботубинская антеклиза). Здесь осваивается уникальная газогелиевая сырьевая база, содержание гелия в газах на порядок выше, чем на Оренбургском газоконденсатном месторождении, где работает единственный в Европе и России гелиевый завод [6].

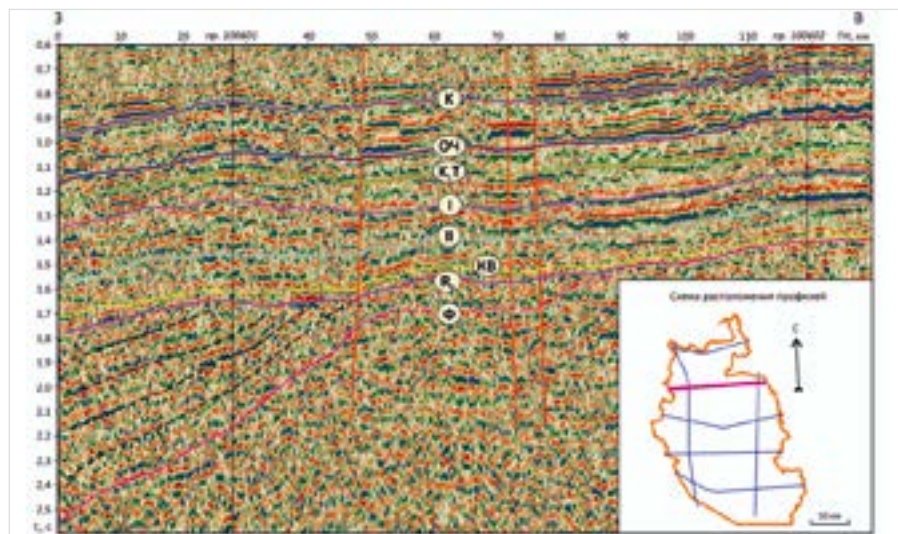
Неструктурные ловушки рифея и венда, открытые и предполагаемые в пределах Наканновской площади, являются лишь началом освоения огромных ресурсов УВ Восточной Сибири.

Выводы

Таким образом, из краткого обзора состояния изученности Тунгусской синеклизы, проведенных сейсмических работ и ранее пробуренных скважин можно сделать вывод о том, что по своим потенциальным возможностям Тунгусская НГО является одним из перспективных нефтегазовых объектов Восточной Сибири с богатыми запасами нефти и газа (в том числе гелия).

Литература

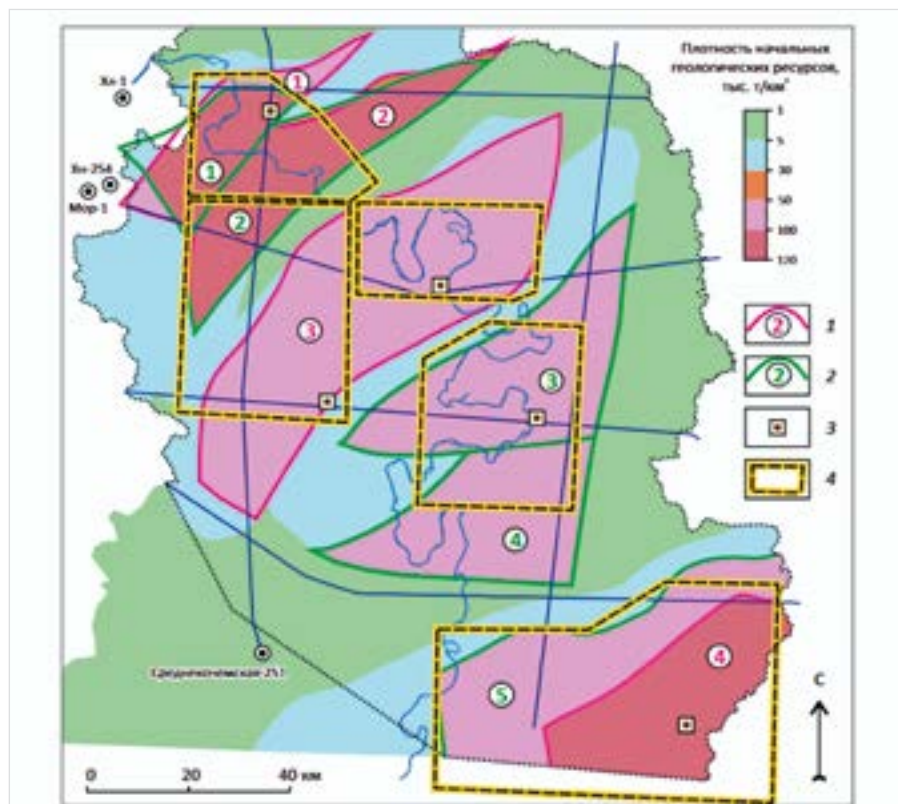
- Геология Сибирской платформы. М.: Недра, 1966. 447 с.
- Хоменко А.В. Основные черты размещения долеритов в чехле западной части Сибирской платформы // Новосибирск: Труды СНИИГГиМС, 1978. С. 148–155.
- Старосельцев В.С. Историко-тектоническое положение траппов Сибирской платформы. Новосибирск: Труды СНИИГГиМС, 1983. С. 88–97.
- Конторович А.Э., Старосельцев В.С., Сурков В.С. и др. Нефтегазоносные бассейны и регионы Сибири. Тунгусский бассейн. Новосибирск: ОИГГМ, СНИИГГиМС, 1994. 91 с.
- Поспеева Н.В., Ларичев А.И., Губин И.А., Севостьянов С.Ю. Выявление неантиклинальных ловушек в отложениях рифея и венда на севере Иркутской области по результатам интерпретации региональных сейсморазведочных данных (Центрально-Тунгусская нефтегазоносная область) // Геология нефти и газа. 2019. № 3. С. 47–56.
- Беленицкая Г.А. Соли Земли: тектонические, кинематические и магматические аспекты геологической истории. М.: ГЕОС, 2020. 605 с.
- Кузнецова Е.Н., Гордеева А.О., Константинова Л.Н., Глинских В.Н., Губин И.А. Модели строения месторождений нефти и газа Южно-Тунгусской нефтегазоносной области // Геология нефти и газа. 2014. № 1. С. 91–100.



Индексы кровли отражающих горизонтов: К — чарской свиты E_1 , O4 — олекминской свиты E_1 , K1T — толбачанской свиты E_1 , II — билирской свиты E_1 , KB — терригенного комплекса венда, R0 — рифея, Ф — фундамента

Symbols for tops of reflection horizons: K — Charsky Fm E_1 , O4 — Olekminsky Fm E_1 , K1T — Tolbachansky Fm E_1 , II — Bilirsky Fm E_1 , KB — Vendian terrigenous sequence, R0 — Riphean, Ф — basement

Рис. 3. Фрагмент временного разреза по сейсмическому профилю 100606 [5]
Fig. 3. Fragment of a time section along the seismic profile 100606 [5]



Границы перспективных участков (1, 2): 1 — выделенных в рифейских и вендских терригенных отложениях (1 — Ириткинский, 2 — Панонгинский, 3 — Могдинский, 4 — Южно-Наканновский), 2 — выделенных в венд-нижнекембрийских отложениях (1 — Ириткинский, 2 — Панонгинский, 3 — Северо-Таймуринский, 4 — Чонский, 5 — Южно-Наканновский); 3 — точки заложения параметрических скважин; 4 — контуры первоочередных участков для проведения площадных сейсмических работ

Boundaries of promising areas (1, 2): 1 — identified in Riphean and Vendian series (1 — Iritkinsky, 2 — Panonginsky, 3 — Mogdinsky, 4 — South Nakannovsky), 2 — identified in Vendian-Lower Cambrian series (1 — Iritkinsky, 2 — Panonginsky, 3 — North Taimurinsky, 4 — Chonsky, 5 — South Nakannovsky); 3 — stratigraphic well locations; 4 — outlines of priority areas for areal seismic surveys

Рис. 4. Карта перспектив нефтегазоносности Наканновской площади и рекомендации по дальнейшей геолого-разведочным работам [5]
Fig. 4. Map of oil and gas potential of the Nakannovsky area and recommendations for further geological exploration [5]

Results

Recent geophysical works in the Leno-Tunguska oil and gas province is not accidental. This region, which includes the Nepa-Botuobin Anticline, has a large industrial potential associated with the Vendian-Cambrian oil and gas complex (20 major oil, gas and gas condensate fields). Eleven gas fields have been discovered in the Angaro-Lensky district. The largest and most unique is the Kovyktinskoe gas condensate field, discovered in the Vend-Cambrian productive complex. Similar deposits contain the main helium reserves of Eastern Siberia (Nepa-Botuobin, Angaro-Lensky, and Katanga petroleum areas) [6]. A major share of geological helium reserves accounted for Kovyktinskoe, Chayandinskoe and Sobinskskoe (Nepa-Botuobin Anticline). A unique gas-helium raw material

base is being developed here, the helium content in the gases is an order of magnitude higher than at the Orenburg gas condensate field, where the only helium plant in Europe and Russia operates [6]. The non-structural Riphean and Vendian traps discovered and proposed within the Nakkanovskaya area are only the beginning of the development of huge resources in Eastern Siberia.

Conclusions

Thus, from a brief review of the state of knowledge of the Tunguska syncline, conducted seismic works and previously drilled wells, it can be concluded that the Tunguska petroleum area is one of the most promising oil and gas facilities in Eastern Siberia with rich oil and gas reserves (including helium).

Reference

1. Geology of the Siberian Platform. Moscow: Nedra, 1966, 447 p. (In Russ).	4. Kontorovich A.E., Staroseltsev V.S., Surkov V.S. and other. Oil and gas basins and regions of Siberia. Tunguska basin. Novosibirsk: OIGGM, SNIIGGiMS, 1994, 91 p. (In Russ).	(Central Tunguska oil and gas region). Geology Oil and Gas. 2019, issue 3. P. 47–56. (In Russ).
2. Khomenko A.V. The main features of the distribution of dolerites in the cover of the western part of the Siberian platform. Novosibirsk: Trudy SNIIGGiMS, 1978, P. 148–155. (In Russ).	5. Pospeeva N.V., Larichev A.I., Gubin I.A., Sevostyanov S.Yu. Identification of non-anticlinal traps in the sediments of the Riphean and Vendian in the north of the Irkutsk region based on the results of the interpretation of regional seismic data	6. Belenitskaya G.A. Salts of the Earth: Tectonic, Kinematic and Magmatic Aspects of Geological History. Moscow: GEOS, 2020, 605 p. (In Russ).
3. Staroseltsev B.C. Historical and tectonic position of the traps of the Siberian platform. Tectonics of oil and gas deposits of the Siberian platform. Novosibirsk: Trudy		7. Kuznetsova E.N., Gordeeva A.O., Konstantinova L.N., Glinskikh V.N., Gubin I.A. Model of structure of oil and gas fields within South-Tungus oil-and-gas bearing. Oil and gas Geology, 2014, issue 1, P. 91–100. (In Russ).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ | INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Юрова Маргарита Павловна , к.г.-м.г.н., вед. науч. сотр., Институт проблем нефти и газа РАН, Москва, Россия Для контактов: mpyurova@mail.ru	Yurova Margarita Pavlovna , leading researcher, candidate of geological and mineralogical sciences, Oil and Gas Research Institute RAS, Moscow, Russia Corresponding author: mpyurova@mail.ru
--	--