



ГЕОЛОГИЯ И МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВЫЕ РЕСУРСЫ СИБИРИ

ЕЖЕКВАРТАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

№ 2(38) ♦ 2019
Апрель –
июнь

Главный редактор –

д. г.-м. н. А. И. Варламов (Москва)

Редакционная коллегия

Свиный В. Ф., отв. редактор, зам. гл.

редактора (Новосибирск)

Бакиев С., д.г.-м.н., проф. (Ташкент,
Узбекистан)

Брехунцов А. М., д.г.-м.н. (Тюмень)

Герт А. А., д.э.н. (Новосибирск)

Добрецов Н. Л., акад. РАН (Новоси-
бирск)

Ельцов И. Н., д.т.н., проф. (Новосибирск)

Жаркова В., д.ф.-м.н., проф. (Ньюкасл,
Великобритания)

Зайнидинов Х., д.т.н. (Ташкент, Узбе-
кистан)

Конторович А. Э., акад. РАН (Новоси-
бирск)

Кулешов В. В., акад. РАН (Новоси-
бирск)

Мельников Н. В., д.г.-м.н. (Новоси-
бирск)

Николаев А. В., чл.-кор. РАН (Москва)

Похиленко Н. П., акад. РАН (Новоси-
бирск)

Птицын А. Б., д.г.-м.н. (Чита)

Сейфуль-Мулюков Р. Б., д.г.-м.н., проф.
(Москва)

Старосельцев В. С., д.г.-м.н., проф.,
зам. гл. редактора (Новосибирск)

Старосельцев К. В., к.г.-м.н., отв. се-
кретарь (Новосибирск)

Тригубович Г. М., д.т.н., проф., зам. гл.
редактора (Новосибирск)

Шин Е. Ч., проф. (Инчхон, Республика
Корея)

Элов М. И., акад. РАН (Новосибирск)

Редакционный совет

Алексеев Г. Ф., к.т.н. (Кемерово)

Будников И. В., к.г.-м.н. (Новосибирск)

Васильев В. И., к.г.-м.н. (Иркутск)

Гермаханов А. А. (Новосибирск)

Девятов В. П., д.г.-м.н. (Новосибирск)

Ефимов А. С. (Новосибирск)

Жуков К. А., к.э.н. (Новосибирск)

Комаров А. В. (Томск)

Конторович В. А., чл.-кор. РАН (Новоси-
бирск)

Ларичев А. И., к.г.-м.н. (Санкт-
Петербург)

Мигурский А. В., д.г.-м.н. (Новоси-
бирск)

Рыльков С. А., к.г.-м.н. (Екатеринбург)

Сальников А. С., д.г.-м.н. (Новоси-
бирск)

Смирнов Е. В., к.г.-м.н. (Новосибирск)

Смирнов М. Ю., к.г.-м.н. (Москва)

Филипцов Ю. А., д.г.-м.н. (Красноярск)

Черных А. И., к.г.-м.н. (Москва)

Шиганова О. В., к.г.-м.н. (Новосибирск)

Шпильман А. В., к.г.-м.н. (Тюмень)

Шурыгин Б. Н., чл.-кор. РАН (Новоси-
бирск)

Редакция

Воронина Т. А.

Изотова Е. С.

Першина М. В.

Содержание

Региональная геология, стратиграфия, тектоника

Б. М. Попов. Биостратиграфические данные по остракодам из опорных разрезов среднего и верхнего девона окраин Кузнецкого бассейна (юго-восток Западной Сибири) 3

В. Г. Князев, С. В. Меледина, А. С. Алифиров. Монографическое описание среднекембрийского рода *Protolongaeviceras* 16

Нефтегазовая геология

В. С. Старосельцев. Прогноз разнородных погребенных объектов на севере Тунгусской синеклизы 24

А. В. Мигурский. Геодинамика юга Сибирской платформы и нефтегазоносность 35

А. П. Афанасенков, А. К. Битнер, А. П. Романов, Ю. В. Шеходанова, В. И. Казаис, Д. Г. Кушнир, С. Л. Каламкаргов. О перспективах нефтегазоносности доюрских отложений Горного Таймыра на основе геолого-геохимических исследований 51

Н. В. Мельников. Перспективы нефтегазоносности Тэтэринской зоны Катангской НГО 65

Минералогия, рудные и нерудные месторождения

А. Р. Горбунова, Я. М. Гутак. Особенности геологического строения северо-западной (присалаирской) части Кузбасса на примере угольного разреза Вахрушевский 77

И. В. Гаськов. Гидротермальные зоны минерализации как возможные источники россыпного золота Булуктай-Харацайского рудного узла (Джидинский рудный район Бурятии) 82

Литология, петрография, минералогия, геохимия

В. А. Бобров, В. В. Будашкина, М. С. Мельгунов, Г. А. Леонова, А. Е. Мальцев. Природные и техногенные радиоизотопы и микроэлементы в разрезе торфяной залежи верхового болота Дулиха (Прибайкалье): ретроспективные оценки атмосферного поступления минерального вещества 93

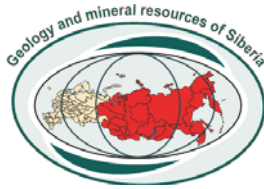
Страницы истории

А. И. Емельянов. От Геолкома до Мингео (фрагменты из книги «Летопись камня») 103

Персоналии

Памяти Геннадия Васильевича Ведерникова 110

Наши авторы 111



GEOLOGY AND MINERAL RESOURCES OF SIBERIA

QUARTERLY SCIENTIFIC AND TECHNICAL JOURNAL

N2(38) ♦ 2019
April –
June

Editor

DSc A.I.Varlamov (Moscow)

Editorial board:

Svinyin V.F., executive editor, associated editor, Novosibirsk
Bakiev S., DSc (Tashkent, Uzbekistan)
Brekhtunsov A.M., DSc (Tyumen)
Gert A.A., DSc (Novosibirsk)
Dobretsov N.L., acad. RAS (Novosibirsk)
Eltsov I.N., DSc., prof. (Novosibirsk)
Eпов M.I., acad. RAS (Novosibirsk)
Kontorovich A.E., acad. RAS (Novosibirsk)
Kuleshov V.V., acad. RAS (Novosibirsk)
Melnikov N.V., DSc (Novosibirsk)
Nikolaev A.V., corr. memb. RAS (Moscow)
Pokhilenko N.P., acad. RAS (Novosibirsk)
Ptitsyn A.B., DSc (Chita)
Seiful'-Mulyukov R.B., DSc, prof. (Moscow)
Shin E.Ch., PhD, Prof. (Incheon, Republic of Korea)
Staroseltsev K.V., PhD, executive secretary (Novosibirsk)
Staroseltsev V.S., DSc, prof., associated editor (Novosibirsk)
Trigubovich G.M., DSc, prof., associated editor (Novosibirsk)
Zainitdinov Kh., DSc (Tashkent, Uzbekistan)
Zharkova V., DSc, prof. (Newcastle, United Kingdom)

Editorial council:

Alekseev G.F., PhD (Kemerovo)
Budnikov I.V., PhD (Novosibirsk)
Chernykh A.I., PhD (Moscow)
Devyatov V.P., DSc (Novosibirsk)
Efimov A.S. (Novosibirsk)
Filipsov Yu.A., DSc (Krasnoyarsk)
Germakhanov A.A. (Novosibirsk)
Komarov A.V. (Tomsk)
Kontorovich V.A., corr. memb. RAS (Novosibirsk)
Larichev A.I., PhD (St. Petersburg)
Migurskiy A.V., DSc (Novosibirsk)
Rylkov S.A., PhD (Ekaterinburg)
Shiganova O.V., PhD (Novosibirsk)
Shpilman A.C., PhD (Tyumen)
Shurygin B.N., corr. memb. RAS (Novosibirsk)
Smirnov E.V., PhD (Novosibirsk)
Smirnov M.Yu., PhD (Moscow)
Vasilyev V.I., PhD (Irkutsk)
Zhukov K.A., PhD (Novosibirsk)

Editorial staff

Voronina T.A.
Izotova E.S.
Pershina M.V.

Content

Regional Geology, Stratigraphy, Tectonics

- B. M. Popov.* Biostratigraphic data on ostracodes from reference sections of the Middle and Upper Devonian of the Kuznetsk basin margins (southeast-east of West Siberia) 3
V. G. Knyazev, S. V. Meledina, A. S. Alifirov. Monographic description of the new middle callovian genus *Protolongaeviceras* 16

Petroleum Geology

- V. S. Staroseltsev.* Forecast of heterogenous subsurface features in the north of the Tunguska Syncline 24
A. V. Migurskiy. Geodynamics of the south of the Siberian Platform and oil-and-gas content 35
A. P. Afanasev, A. K. Bitner, A. P. Romanov, Yu. V. Shekhodanova, V. I. Kazais, D. G. Kushnir, S. L. Kalamkarov. On the petroleum potential prospects of the Gorny Taymyr pre-jurassic deposits based on geological and geochemical studies 51
N. V. Melnikov. Petroleum potential of the Tetera Zone of the Katanga petroleum region 65

Minerogenesis, ore and non-metallic deposits

- A. R. Gorbunova, Ya. M. Gutak.* Geological aspects of the north-western (presalair) part of Kuzbass using the example of the Vakhrushevskiy strip mining of coal 77
I. V. Gaskov. Hydrothermal zones of mineralization as possible sources of gold placers of the Buluktay-Kharatsayskiy ore cluster (Dzhida ore district of Buryatia) 82

Lithology, Petrography, Mineralogy, Geochemistry

- V. A. Bobrov, V. V. Budashkina, M. S. Melgunov, G. A. Leonova, A. E. Maltsev.* Natural and technogenic radioisotopes and microelements in the section of peat accumulation of the Dulikha peat bog (Cisbaikalia): retrodictions of atmospheric inputs of mineral matter 93

Pages of Our History

- A. I. Emelyanov.* From Geolkom to Mingeo (chapters from "Chronicle of the Stone") 103

Personalia

- In memoriam of Gennadiy Vedernikov 110
Our authots 112



БИОСТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ПО ОСТРАКОДАМ ИЗ ОПОРНЫХ РАЗРЕЗОВ СРЕДНЕГО И ВЕРХНЕГО ДЕВОНА ОКРАИН КУЗНЕЦКОГО БАСЕЙНА (ЮГО-ВОСТОК ЗАПАДНОЙ СИБИРИ)

Б. М. Попов

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, Новосибирск, Россия

Приведены результаты биостратиграфических исследований остракод из эталонных разрезов среднего и верхнего девона трех структурно-фациальных подрайонов окраин Кузнецкого бассейна. Остракоды всегда имели важное значение для биостратиграфических построений, особенно в «закрытых» нефтегазоносных регионах. Объемы керна из скважин, вскрывших палеозойские отложения в Западной Сибири, весьма незначительны. Поэтому разработка биостратиграфической основы по остракодам, увязанной с находками макрофауны (брахиоподами, аммоноидеями), возможна лишь по результатам исследований хорошо обнаженных, стратиграфически наиболее полных естественных выходов ее складчатого обрамления. Выбранные разрезы являются стратотипическими для региональных горизонтов (вассинского) и свит (изылинской, вассинской, шубкинской, яя-петропавловской). Несмотря на многолетнее изучение остракод верхнего девона Кузбасса, их биостратиграфический потенциал не раскрыт до конца. Монографические исследования остракод среднего и верхнего девона из опорных разрезов указанного района позволили нам установить их наиболее полный таксономический состав. Стратиграфический анализ распределения остракод дал возможность выделить пять биостратонов в ранге слоев с фауной. В связи с особенностями таксономического состава они имеют разный корреляционный потенциал.

Ключевые слова: остракоды, биостратиграфия, девонская система, живетский ярус, франский ярус, Кузнецкий бассейн, Западная Сибирь.

BIOSTRATIGRAPHIC DATA ON OSTRACODES FROM REFERENCE SECTIONS OF THE MIDDLE AND UPPER DEVONIAN OF THE KUZNETSK BASIN MARGINS (SOUTHEAST-EAST OF WEST SIBERIA)

B. M. Popov

A.A.Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics of SB RAS, Novosibirsk, Russia

The paper presents the results of biostratigraphic studies of ostracodes from reference sections of Middle and Upper Devonian of three structural-facies subdistricts (SFSD) of the Kuznetsk Basin margins. Ostracodes have always been important for biostratigraphic constructions, especially for “closed” oil and gas regions. Considering that the core volumes being lifted from the wells drilled in the Paleozoic in West Siberia are very insignificant, the development of a biostratigraphic basis for the ostracodes associated with the macrofauna finds (brachiopods, ammonoids) is only possible by researching well-exposed, stratigraphically most complete, natural outcrops of its fold margins in the south-east of West Siberia. The sections selected for the study are stratotypical for a number of regional horizons (Vassinsky) and formations (Izylinskaya, Vassinskaya, Shubkinskaya, Yaya-Petropavlovskaya). Despite long-term studies of the Upper Devonian ostracodes of Kuzbass, their biostratigraphic potential has not been fully disclosed before. So, the ostracod complexes were included in the characteristics of local and regional stratigraphic subdivisions; however, no own biostratons were identified for this group. Conducted monographic studies of the ostracodes of Middle and Upper Devonian from the reference sections of the Kuznetsk Basin margins have revealed their most complete taxonomic composition. A stratigraphic analysis of the ostracode distribution has allowed us to identify five biostratons in the rank of layers with fauna. Due to characteristics of the taxonomic composition, the established ostracode layers have different correlation potential.

Keywords: ostracodes, biostratigraphy, Devonian system, Givetian stage, Frasnian stage, Kuznetsk Basin, West Siberia.

DOI 10.20403/2078-0575-2019-2-3-15

Девонская система на окраинах Кузнецкого бассейна представлена всеми тремя отделами, каждый хорошо охарактеризован конодонтами, брахиоподами, остракодами, фораминиферами, строматопороидеями, кораллами, аммоноидеями и позвоночными. По фациальному характеру отложения указанного района значительно отличаются друг от друга [25]. Разрезы здесь очень важны для стратиграфии верхнедевонских отложений всего Западно-Сибирского региона.

Интерес к остракодам обусловлен многими факторами, например, мелким размером их раковин и створок (от 1 см до 0,1 мм), благодаря чему из сравнительно небольшого образца можно получить достаточно представительные коллекции. Также важно повсеместное распространение остракод в терригенных и карбонатных породах.

Остракоды являются одной из основных групп ископаемых, с помощью которых проводят детальное зональное расчленение палеозоя. Такое расчле-

нение разработано для нижнего девона западной части Алтае-Саянской складчатой области [16], для нижнего и части среднего девона Урала [23], девона Восточно-Европейской платформы [17, 26–28] и Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции [15].

Исследованием остракод из девонских разрезов юго-востока Западной Сибири занимаются с середины XX в. Большой вклад в их изучение внесли Е. Н. Поленова и Н. К. Бахарев. Их основные работы посвящены монографическому описанию остракод и разработке зональных шкал для нижнего и среднего девона [3–5, 12, 15]. В верхнем девоне комплексы остракод входили в характеристику местных и региональных стратиграфических подразделений [4, 6, 7, 32, 40], однако собственных биостратонов по этой группе не выделялось.

Рассматриваемые опорные разрезы среднего и верхнего девона расположены в трех структурно-фациальных подрайонах (СФПР) окраин Кузнецкого бассейна: Изылинском (р. Изылы), Зарубинском (Соломинский карьер) и Яя-Барзасском (р. Яя) (рис. 1), изученных сотрудниками ИНГГ СО РАН Е. А. Елкиным, Н. К. Бахаревым, Н. Г. Изох, И. Г. Тимохиной и А. Ю. Языковым. При составлении детальных описаний был проведен послойный отбор образцов на разные группы фауны (брахиоподы, остракоды, фораминиферы, конодонты). Результаты приведены в серии публикаций [7, 11, 34–36, 44, 45]. Литологические колонки разрезов в данной статье составлены по полевым описаниям Е. А. Елкина, Н. К. Бахарева и А. Ю. Языкова.

При изучении упомянутых разрезов получены представительные выборки остракод: более 2500 экземпляров их раковин и створок, полученных примерно из 150 образцов. Коллекция остракод была собрана и предварительно определена

Н. К. Бахаревым [40]. В процессе изучения эта коллекция была пересмотрена, уточнен ее таксономический состав. Она хранится в лаборатории микропалеонтологии № 324 ИНГГ СО РАН, под № ОКБ-3.

Методы исследования

Образцы из разрезов отбирались в ходе полевых работ; основная часть – в полевые сезоны 1990–2014 гг., в 2016 г. – лишь дополнительно из некоторых разрезов. Следующим этапом было получение микрофаунистических остатков из образца. Автор обработал 25 образцов с применением двух химических методов: разрушение породы в гипосульфите натрия и растворение в слабом растворе уксусной кислоты.

Метод разрушения образцов в гипосульфите натрия ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) эффективен для мергелей, глинистых известняков, алевролитов, аргиллитов. Раздробленный образец засыпается гипосульфитом натрия, нагревается до расплавления, после чего охлаждается самостоятельно. При охлаждении гипосульфит натрия кристаллизуется и, расширяясь, разрывает породу. Этот процесс продлевается многократно вплоть до полного разрушения породы на мелкие кусочки. После этого образец промывается, сушится и потом разделяется на фракции с помощью специальных сит разных размеров. Достоинством данного метода является полный выход отпрепарированных раковин и створок из породы, главным недостатком – длительность (от нескольких недель до нескольких месяцев) [2, 9].

Растворение в уксусной кислоте (CH_3COOH) применяется, когда вмещающие породы содержат кремневые раковины остракод. Образцы предварительно промываются, складываются в специально подготовленные емкости и заливаются кислотой нужной концентрации (5–10 %). Каждый день кислота сливается, образец промывается под струей воды, образовавшийся осадок сушится и разделяется на фракции. Кремневые раковины выделяются из пород практически неповрежденными и сохраняют мелкие морфологические детали. Это достоинство метода, а недостаток – длительность обработки плотных пород (от нескольких недель до нескольких месяцев), при этом не всегда раковины остракод кремневые и часто при использовании метода нарушается структура или растворяются морфологические элементы [2, 9, 38].

Первый метод применялся при обработке образцов из разрезов на р. Яя (фран – фамен), второй – для разрезов на р. Изылы (живет – фран) и в Соломинском карьере (фран).

После дезинтеграции пород выделенные остракоды были перенесены в камеры Франке, затем отобраны экземпляры для дальнейших исследований: фотографирования на электронном сканирующем и оптическом микроскопах. Анализ полученных разными методами изображений поз-

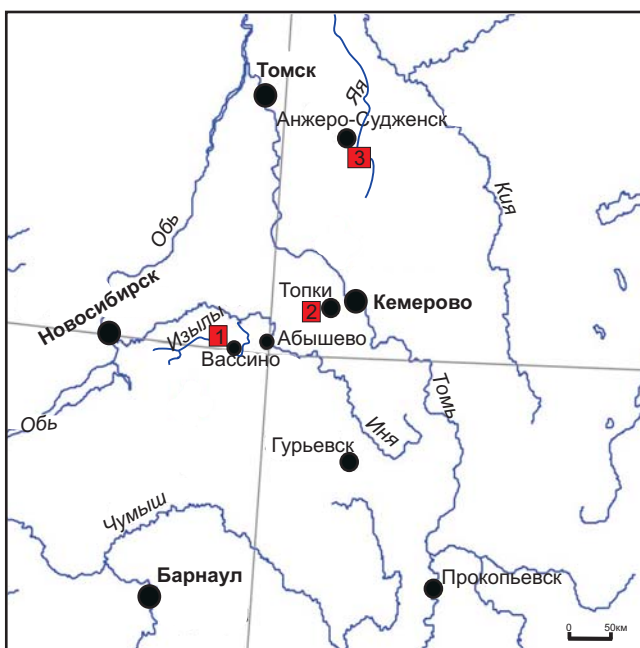


Рис. 1. Географическое положение изученных разрезов: 1 – р. Изылы, 2 – Соломинский карьер, 3 – р. Яя

воляет более точно выявить особенности морфологии элементов и структуры раковин.

В дальнейшем на основе полученных определений остракод из разрезов был проведен биостратиграфический анализ.

Особенности вертикального и латерального распространения остракод в среднем и верхнем девоне

Распределение остракод в изученных разрезах среднего и верхнего девона трех СФПР на рассматриваемой территории достаточно неравномерно как по встречаемости экземпляров в разрезе, так и по таксономическому разнообразию и специфике таксономического состава комплексов.

Изылинский СФПР

На р. Изылы (рис. 1, 2) в семи разрезах вскрыты изылинская, вассинская и шубкинская свиты (верхи живета – фран) [7].

Изылинская свита трансгрессивно залегает на эффузивных блоках буготакской свиты верхнего живета [11] и содержит комплекс остракод: *Fabalicypriis holushurmensis holushurmensis* (Pol.), *Coeloenellina cavitata* Rozhd., *Phlyctiscapha alta* Mosk. и *Illtivella bicornis* (Sch.). Первые два вида впервые были описаны из бийского горизонта (нижний эйфель), третий – из колвинского горизонта (верхний эйфель), а последний – из морсовского горизонта (эйфель) [10, 14, 20, 29]. Кроме того, найден вид *Marginia sculpta multicostata* Pol., имеющий узкое вертикальное распространение и встречающийся исключительно в живетском ярусе среднего девона [10]. Все эти виды характеризуются широким географическим развитием, они установлены не только в Кузнецком бассейне, но и на востоке Восточно-Европейской платформы и западном склоне Урала [10]. В то же время виды *Bairdia carinata* Pol. и *Bairdiocypris accuratus* Pol. распространены на изучаемой территории локально, ранее они описывались только из лебедянских слоев (верхний живет) среднего девона [12].

Виды *Bairdia carinata* Pol., *Fabalicypriis holshurmensis holshurmensis* (Pol.) и *Coeloenellina cavitata* Rozhd. характерны не только для изылинского комплекса, но и для вышележащих вассинского и шубкинских комплексов остракод (средний и верхний фран). Вид *Bairdiocypris accuratus* Pol. определен только в изылинской и вассинской свитах.

Комплексы остракод вассинской свиты характеризуются появлением *Uchtovia cyrllinae* Pol., *Microcheilinella peculiaris* Rozhd., *Fellerites petchoricus* Mosk. и *Bairdia vassinoensis* Pol. Вид *Bairdia vassinoensis* Pol. ранее определялся в шубкинских слоях (верхний фран) [12].

Вид *Fellerites petchoricus* Mosk., судя по публикациям [10], ранее описывался исключительно из эйфельского яруса среднего девона, а в изучаемом регионе – начиная со среднего франа; *Uchtovia cyr-*

linae Pol. описан лишь в пределах Кузнецкого бассейна [12].

Для комплекса остракод шубкинской свиты характерно появление *Pribylites domanicus* Aver. и исчезновение *Bairdiocypris accuratus* Pol. Вид *Pribylites domanicus* Aver. имеет широкое латеральное распространение и типичен для доманикового горизонта (средний фран) Волго-Уральского субрегиона [1, 18].

Виды *Fellerites petchoricus* Mosk., *Coeloenellina cavitata* Rozhd., *Uchtovia cyrllinae* Pol., *Knoxella beiskiensis* Pol., *Microcheilinella peculiaris* Rozhd., *Bairdia vassinoensis* Pol., *Bairdia carinata* Pol. и *Fabalicypriis holushurmensis holushurmensis* (Pol.) известны из нижележащего вассинского комплекса.

Зарубинский СФПР

Глубокинская (средний фран) и соломинская (верхний фран) свиты вскрыты в бортах Соломинского карьера (Соломинское месторождение известняков и глин), расположенного в районе г. Топки (см. рис. 1, 2) [40]. Свита содержит непредставительный комплекс остракод. Известные в нем формы прослеживаются и в верхнем фране (соломинская свита). Вид *Bairdia laminose* Rozhd. ранее был известен из саргаевских слоев нижнефранского подъяруса [18].

В верхнем фране (соломинская свита) в большом количестве встречены представители четырех видов: *Amphissites irinae* Gleb. et Zasp., *A. klarae* Eg., *Hollinella valentinae* Eg. и *Bairdia laminose* Rozhd. Первые три вида ранее были описаны из сирачойского горизонта верхнего франа [8]. Латеральное распространение всех видов соломинского комплекса широкое (Урал, Восточно-Европейская платформа) [8], за исключением *Bairdiocypris accuratus* Pol., который встречен только в Кузнецком бассейне [12].

Яя-Барзасский СФПР

На левом берегу р. Яя (см. рис. 1, 2) обнажены разрезы, отнесенные к франским (яя-петропавловская, сергиевская и кельбесская свиты) и фаменским (пещеркинская и подонинская свиты) ярусам [34, 40, 44, 45].

Комплекс остракод нижней части яя-петропавловской свиты (верхи нижнего – низы среднего франа) имеет узкое вертикальное распространение. В верхах свиты (средний фран) отмечается смена таксономического состава в комплексах остракод. Лишь три вида встречаются одновременно в двух комплексах остракод яя-петропавловской свиты (см. рис. 2): *Bairdia kynovensis* Rozhd., *Uchtovia cyrllinae* Pol. и *Microcheilinella peculiaris* Rozhd. et Netch.

Вид *Bairdia vassinoensis* Pol. в разрезах по р. Яя встречен на том же стратиграфическом уровне, что и на р. Изылы; *Uchtovia cyrllinae* Pol. и *Moorites vassinovensis* Pol. ранее определялись из

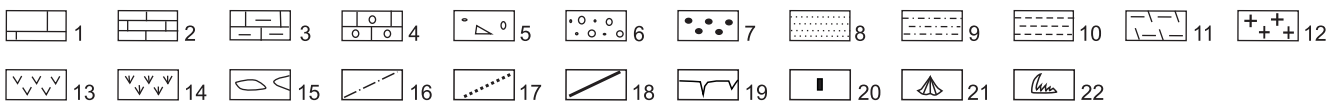
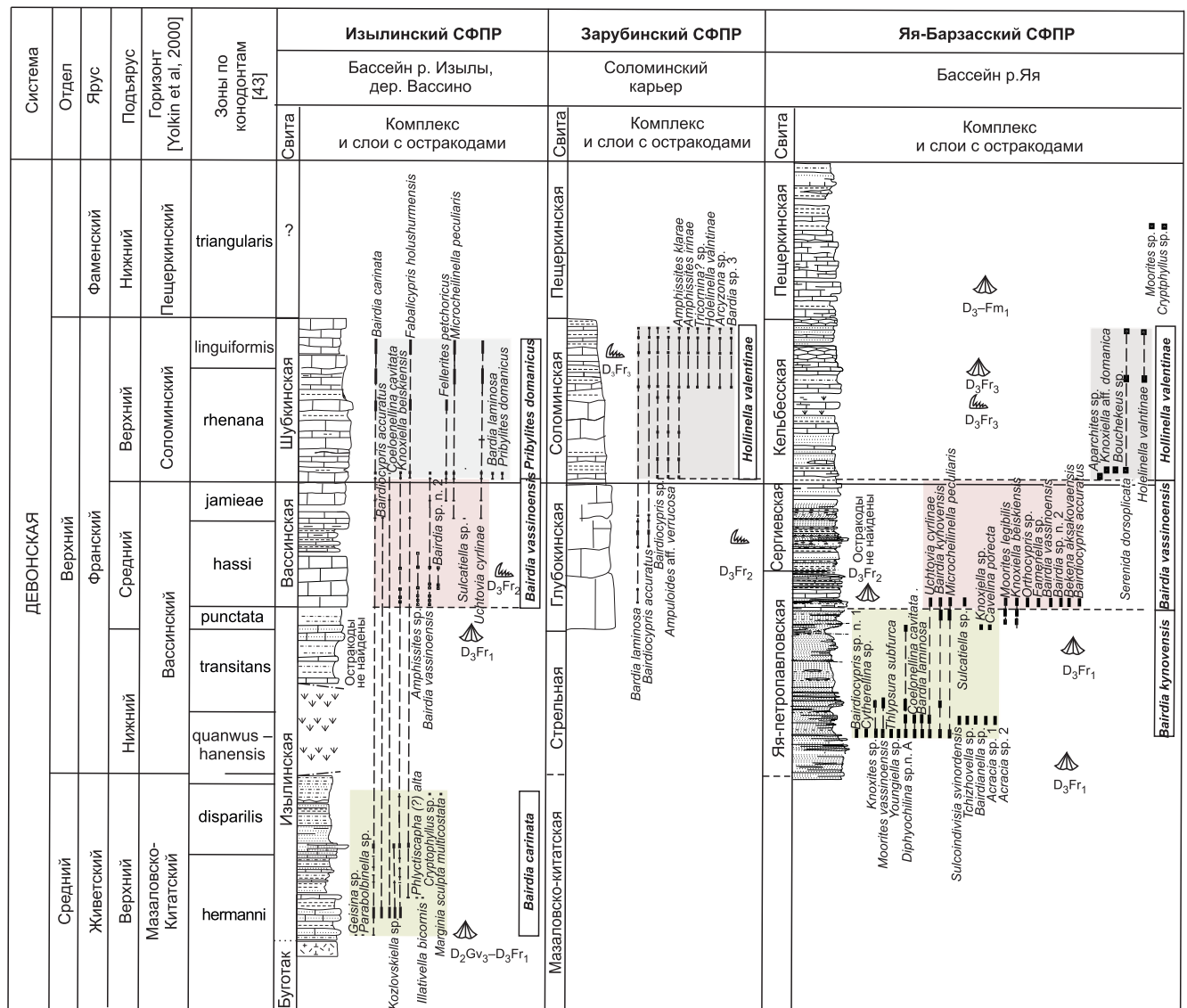


Рис. 2. Схема сопоставления разрезов среднего и верхнего девона структурно-фациальных подрайонов окраин Кузнецкого бассейна с выделенными слоями с фауной (литологические колонки по [40] с дополнениями)

Известняк: 1 – массивный, 2 – тонкий, 3 – глинистый, 4 – ракушняковый; 5 – карбонатные конкреции; 6 – конгломерат; 7 – гравелит; 8 – песчаник; 9 – алевролит; 10 – аргиллит; 11 – кремнистые пеллеты; 12 – липарит-порфиры; 13 – диабазы; 14 – задернованный интервал; 15 – линзы; 16 – разломы; 17 – линия корреляции; 18 – границы между региональными стратиграфическими подразделениями; 19 – эрозионные поверхности; 20 – местонахождение вида; 21 – брахиоподы; 22 – конодонты

яя-петропавловской (нижний фран) и шубкинской (верхний фран) свит [12].

Вид *Moorites legibillis* Pol. описан из керлегешских (нижний живет), сафоновских (средний живет) слоев северо-восточного Салаира и лебедянских (верхний живет) слоев северной окраины Кузбасса и из бейской свиты (верхний живет) Минусинской котловины [12]. В разрезах по р. Яя он приурочен к низам среднего франа (верхи яя-петропавловской свиты) (см. рис. 2). Вид *Knoxella beiskiensis* Pol. впервые найден в бейской свите Южно-Минусинской и Северо-Минусинской котловин [12]; *Cavellina por-*

recta Pol. описан из остракодовых слоев нижнего девона на р. Томь-Чумыш [12]. В изученном разрезе эти виды известны лишь в низах среднего франа (см. рис. 2). Вид *Bairdia kynovensis* Rozhd. описан из кыновского горизонта, в современном понимании относящегося к нижнему франу [22], и широко развит в саргаевском горизонте (нижний фран), из которого описан также *Bairdia laminosa* Rozhd. [18, 19]. Вид *Bekena aksakovaensis* Rozhd. впервые описан в евлановско-ливенском горизонте (верхний фран) Башкирии [18]; *Microcheilinella peculiaris* Rozhd. – в саргаевском горизонте (нижний фран)

Урала и Восточно-Европейской платформы [18]; *Sulcoindevisia svinordensis* Eg. – в семилукском горизонте (низы среднего франа) Восточно-Европейской платформы [8].

В вышележащей сергиевской свите остракоды не обнаружены, а уже в кельбесской свите (верхний фран) комплекс остракод полностью обновляется. Значительно снижается таксономическое разнообразие по сравнению с низами среднего франа. Встреченный в нем вид *Knoxiella* aff. *domanica* Rozhd. ранее описан из доманикового (средний фран) и мендымского (верхний фран) горизонтов Башкирии [18]. Вид *Hollinella valentinae* Eg. выделен в северо-восточных районах европейской части РФ в сирачойском горизонте (верхний фран) [8]. Вид *Serenida dorsoplicata* Cas. описан из низов среднего франа (конодонтовая зона *Palmatolepis punctata*) Дьявольских гор (Невада, США) [41].

Слои с остракодами

Средний и верхний девон трех СФП окраин Кузнецкого бассейна представлен богатыми и разнообразными комплексами остракод. Последова-

тельная их смена позволила определить стратиграфическую приуроченность остракод (от верхней части живета до фамена) и на данном этапе выделить биостратоны в ранге слоев с остракодами (рис. 2, 3).

Слои с *Bairdia carinata*

Вид - индекс: *Bairdia carinata* Polenova, 1960 (см. таблицу, фиг. 1, 2).

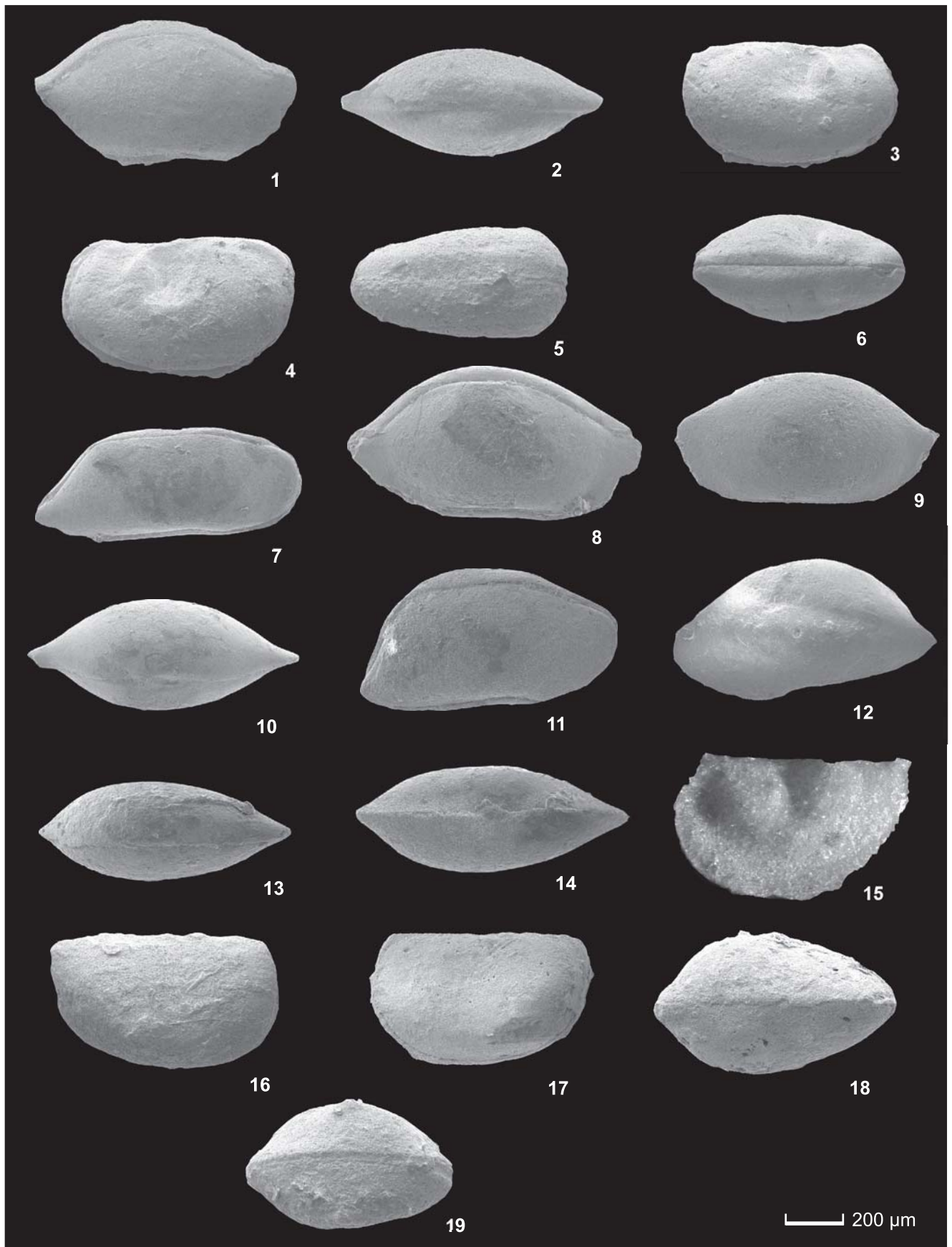
Характерные остракоды: *Bairdiocypris accuratus* Pol., *Coeloenellina cavitata* Rozhd., *Bairdia carinata* Pol., *Knoxiella beiskiensis* Pol. (см. фиг. 3–6), *Phlyctiscapha alta* Mosk., *Fabalicypis holushurmensis holushurmensis* (Pol.), *Illtivella bicornis* (Sch.) и *Marginia sculpta multicosata* Pol.

Границы: нижняя проводится по появлению вида-индекса и характерного комплекса остракод; верхняя остракодами не охарактеризована (см. рис. 2).

Типовой разрез: Изылинский СФП, разрезы Б-061 (слои 1–7, мощность 13 м), Б-062 (слои 1–14, мощность 40 м), нижняя часть изылинской свиты, левый берег р. Изылы, район дер. Вассино (см. рис. 2).

Система	Отдел	Ярус	Подъярус	Горизонт по [44]	Западная часть Алтае-Саянской области		Восточно-Европейская платформа			
					Слои с остракодами		Региональные биостратиграфические подразделения по остракодам			
					Предлагаемая схема		[17, 26, 28]	Тимано-Печорский субрегион	Волго-Уральский субрегион	
ДЕВОНСКАЯ	Верхний Франский	Средний	Верхний	Соломинский	<i>Hollinella valentinae</i>	<i>Pribylites domanicus</i>	<i>Entomoprimitia</i> (E.) <i>splendens</i> – <i>Ellesmerina gosseleti</i>	<i>Gipsella polkvoii</i> – <i>Evlanella ljaschenkoi</i>	<i>Entomoprimitia</i> (E.) <i>splendens</i> – <i>Ellesmerina gosseleti</i>	
							<i>Entomoprimitia</i> (E.) <i>sartenaeri</i> – <i>Donellina grandis</i>	<i>Schweyerina normalis</i> – <i>Bicornellina bolchovitinovae</i>	<i>Entomoprimitia</i> (E.) <i>sartenaeri</i> – <i>Donellina grandis</i>	
					<i>Bertilonella reichi</i> – <i>Ent. (E.) splendens</i>	<i>N. foveatisulcatus</i>				
					<i>Bairdia vassinoensis</i>	<i>Richteria distincta</i> – <i>Mossolovella philippovae</i>	<i>Richteria distincta</i> – <i>Nehdentomis foveatisulcatus</i>	<i>Richteria distincta</i> – <i>Mossolovella philippovae</i>		
					<i>Bairdia kynovensis</i>	<i>Franklinella jaregae</i> – <i>Cavellina chvorostanensis</i>	<i>Cavellina chvorostanensis</i> <i>Richteria scabrosa</i>	<i>Franklinella jaregae</i> – <i>Cavellina chvorostanensis</i>		
	Средний Живетский	Верхний	Мазаловско-китатский			?		<i>Cavellina devoniana</i>	<i>Cavellina devoniana</i>	<i>Cavellina devoniana</i>
								<i>Ornatella multiplex</i>	Не установлены	<i>Ornatella multiplex</i>
								?		Не установлены
								<i>Selebratina curta</i> – <i>Bairdiocypris plicatilis</i>	<i>Svantovites posneri</i>	

Рис. 3. Биостратиграфическая схема среднего – верхнего девона окраин Кузнецкого бассейна по остракодам



Географическое распространение: Кузнецкий бассейн, западная окраина, р. Изылы, район дер. Вассино.

Стратиграфическое положение: *Phlyctiscapha alta* Mosk., *Illtivella bicornis* (Sch.) и *Mar-*

ginia sculpta multicostata Pol. ранее были встречены в восточной и северо-восточной частях Восточно-Европейской платформы в среднем девоне [10]; *Marginia sculpta multicostata* Pol. известен в ее восточной части, только в верхней части верхнего жи-

Фиг. 1, 2. *Bairdia carinata* Polenova, 1960

1 – экз. № 768 (обр. Б-066–3/5), вид со стороны правой створки; 2 – экз. № 766 (обр. Б-066–3/5), вид со стороны спинного края. Западная окраина Кузнецкого бассейна, район дер. Вассино, правый берег р. Изылы, шубкинская свита, франкий ярус, верхний девон

Фиг. 3–6. *Knoxiella beiskiensis* Polenova, 1960

3 – экз. № 614 (обр. Б-066–3/4), вид со стороны левой створки; 4 – экз. № 615 (обр. Б-066–3/4), вид со стороны правой створки; 5 – экз. № 616 (обр. Б-066–3/4), вид со стороны брюшного края; 6 – экз. № 617 (обр. Б-066–3/4), вид со стороны спинного края. Западная окраина Кузнецкого бассейна, район дер. Вассино, правый берег р. Изылы, шубкинская свита, франкий ярус, верхний девон

Фиг. 7. *Bairdia kynovensisa* Rozhdestvenskaja, 1959

7 – экз. № 433 (обр. БЯ-9013–3/1), вид со стороны правой створки. Левый берег р. Яя, яя-петропавловская свита, франкий ярус, верхний девон

Фиг. 8–10. *Bairdia laminosa* Rozhdestvenskaja, 1972

8 – экз. № 429 (обр. БЯ-9013–3/1), вид со стороны правой створки; 9 – экз. № 430 (обр. БЯ-9013–3/1), вид со стороны левой створки; 10 – экз. № 432 (обр. БЯ-9013–3/1), вид со стороны спинного края. Левый берег р. Яя, яя-петропавловская свита, франкий ярус, верхний девон

Фиг. 11–14. *Bairdia vassinoensis* Polenova, 1960

11 – экз. № 501 (обр. БЯ-9013–11), вид со стороны правой створки; 12 – экз. № 504 (обр. БЯ-9013–11), вид со стороны левой створки; 13 – экз. № 502 (обр. БЯ-9013–11), вид со стороны спинного края. 14 – экз. № 503 (обр. БЯ-9013–11), вид со стороны брюшного края. Левый берег р. Яя, яя-петропавловская свита, франкий ярус, верхний девон

Фиг. 15. *Hollinella valintinae* Egorov, 1953

15 – экз. № 0717h (обр. И-0717–2а), вид со стороны правой створки. Северо-западная окраина Кузнецкого бассейна, карьер Соломинского месторождения известняков и глин, г. Топки, соломинская свита, франкий ярус, верхний девон.

Фиг. 16–19. *Pribylites domanicus* Averjanov, 1968

16 – экз. № 610 (обр. Б-066–3/4), вид со стороны левой створки; 17 – экз. № 686 (обр. Б-066–3/1), вид со стороны левой створки; 18 – экз. № 612 (обр. Б-066–3/4), вид со стороны спинного края; 19 – экз. № 611 (обр. Б-066–3/4), вид со стороны брюшного края. Западная окраина Кузнецкого бассейна, район дер. Вассино, правый берег р. Изылы шубкинская свита, франкий ярус, верхний девон

вета [10, 13]. Следовательно, стратиграфический диапазон по остракодам принимается как верхняя часть верхнего живета (см. рис. 2). Таким образом, выделенные слои с *Bairdia carinata* соответствуют слоям с *Svantovites posneri* Тимано-Печорского субрегиона (см. рис. 3).

Виды *Bairdia carinata* Pol., *Bairdiocypris accuratus* Pol., *Knoxiella beiskiensis* Pol., *Coeloenellina cavitata* Rozhd. и *Fabalyocypris holushurmensis holushurmensis* (Pol.) в описываемом районе типичны не только для живетского яруса, но также встречаются во франском, а *Fabalyocypris holushurmensis holushurmensis* (Pol.), *Coeloenellina cavitata* Rozhd. и *Illtivella bicornis* (Sch.) первоначально были описаны в эйфельском.

В нижней части слоев были определены брахиоподы живета – нижнего франа [7]. Данные макрофлоры и дисперсных миоспор из нижней части изылинской свиты свидетельствуют о ее позднеживетском возрасте [31].

Слои с *Bairdia kynovensisa*

Вид-индекс: *Bairdia kynovensisa* Rozhdestvenskaja, 1959 (см. таблицу, фиг. 7).

Характерные остракоды: *Bairdia laminosa* Rozhd. (см. фиг. 8–10), *Bairdia kynovensisa* Rozhd., *Uchtovia cyrlinae* Pol., *Moorites vassinovensis* Pol., *Sulcoindevisia svinordensis* Eg., *Microcheilinella peculiaris* Rozhd. et Netch., *Bairdia vassinoensis* Pol. (см. фиг. 11–14), *Moorites legibillis* Pol. и *Thlyspura subfurca* Pol.

Г р а н и ц ы : нижняя проводится по появлению вида-индекса и характерному комплексу остракодов; верхняя – по обновлению комплекса (см. рис. 2).

Типовой разрез: Яя-Барзасский СФПР, разрез Я-9013 (слои 1–11, мощность 126 м), яя-петропавловская свита, левый берег р. Яя (см. рис. 2).

Географическое распространение: Кузнецкий бассейн, северо-восточная окраина, левый берег р. Яя.

Стратиграфическое положение: слои с *Bairdia kynovensisa* распространены с нижнего франа по средний (см.рис. 2). Комплексы остракодов встречены совместно с многочисленными нижнефранскими брахиоподами [40].

З а м е ч а н и е : в региональной стратиграфической схеме девона Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции выделены слои с *Bairdia kynovensisa*, которые характеризуют среднюю и верхнюю часть живетского яруса [15]. Западносибирский комплекс остракодов отличается от кузбасского своим таксономическим составом, но имеет общий вид-индекс.

Следует отметить, что стратиграфическое положение *Bairdia kynovensisa* в Западно-Сибирской нефтегазовой провинции обосновывалось тем, что этот вид встречен в толщах кыновского горизонта Башкирии, Оренбургской области и Южного Урала, который относился к живету [21], хотя на Южном Урале данный вид встречен только в саргаевском го-



ризонте (нижний фран) [18, 19]. В настоящее время кыновский горизонт Волго-Уральского субрегиона, заменен на тиманский, соответствующий нижнему франу [17, 22]. В основании тиманского горизонта выделены слои с остракодами *Ornatella multiplex*, в которых впервые и появляется характерный вид *Bairdia kynovensis* [17, 22].

Таким образом, стратиграфическое положение комплекса остракод Западно-Сибирской нефтегазовой провинции, относимых к живетскому ярусу [15], нуждается в дополнительном исследовании и дальнейшем уточнении.

Слои с *Bairdia vassinoensis*

Вид-индекс: *Bairdia vassinoensis* Polenova, 1960 (см. таблицу, фиг. 11–14).

Характерные остракоды: *Knoxia la beiskiensis* Pol. (см. фиг. 3–6), *Uchtovia cyrilinea* Polenova, *Microcheilinella peculiaris* Rozhd., *Fellerites petchoricus* Mosk., *Bairdia vassinoensis* Pol. (см. фиг. 11–14), *Bairdia laminosa* Pol. (см. фиг. 8–10), *Coeloenellina cavitata* Rozhd., *Bairdia carinata* Pol. (см. фиг. 1, 2), *Fabalicypriis holushurmensis holushurmensis* (Pol.), *Bairdiocypris accuratus* Pol., *Bekena aksakovaensis* Rozhd., *Moorites legibillis* Pol. и *Knoxia la beiskiensis* Pol.

Границы: нижняя проводится по появлению вида-индекса и характерного комплекса остракод; верхняя – по его обновлению (см. рис. 2).

Типовой разрез: Изылинский СФПР, разрез Б-064 (слой 9, мощность 4,6 м), Б-065 (слои 1–4, мощность 15,1 м), Б-066 (слои 1, 2, мощность 7,5 м), вассинская свита, левый и правый берега р. Изылы, район дер. Вассино (см. рис. 2).

Географическое распространение: Кузнецкий бассейн, западная окраина, левый и правый берега р. Изылы, район дер. Вассино; северо-восточная окраина, левый берег р. Яя.

Стратиграфическое положение: слои с *Bairdia vassinoensis* соответствуют средней части франского яруса (см. рис. 2); нижняя часть слоев с остракодами – конодонтовой зоне *hassi* [7, 43]; брахиоподы из разреза Я-9013 определены как среднефранские [40].

Замечание: в разрезе Я-9013 верхняя часть среднего франа остракодами не охарактеризована; верхняя граница слоев с *Bairdia vassinoensis* рассматривается как нижняя граница слоев с *Hollinella valentinae* (верхний фран).

Слои с *Hollinella valentinae*

Вид-индекс: *Hollinella valentinae* Egorov, 1953 (см. таблицу, фиг. 15).

Характерные остракоды: *Hollinella valentinae* Eg., *Bairdia laminose* Rozhd. (см. фиг. 8–10), *Amphissites clarae* Eg., *Amphissites irinae* Gleb. et Zasp., *Knoxia la aff. domanica* Rozhd. и *Serenida dorshiplicata* Gasier et Ole.

Границы: нижняя проводится по появлению характерного комплекса остракод (см. рис. 2), положение верхней не изучено.

Типовой разрез: Зарубинский СФПР, разрез Б-081 (слои 4, 5, мощность 9 м), соломинская свита, Соломинский карьер (см. рис. 2).

Географическое распространение: Кузнецкий бассейн северо-западная окраина, Соломинский карьер (Соломинское месторождение известняков и глин) вблизи г. Топки; северо-восточная окраина, левый берег р. Яя.

Стратиграфическое положение: соответствует верхней части франского яруса (см. рис. 2). Слои с остракодами содержат комплекс конодонтов, который отвечает верхней части франского яруса (разрезы Б-081, Е-9014), а также комплекс верхнефранских брахиопод (разрезы Б-081, Е-9014) [40, 44, 45].

Слои с *Pribylites domanicus*

Вид-индекс: *Pribylites domanicus* Averjanov, 1968 (см. таблицу, фиг. 11–14).

Характерные остракоды: *Fellerites petchoricus* Mosk., *Coeloenellina cavitata* Rozhd., *Uchtovia cyrilinea* Pol., *Knoxia la beiskiensis* Pol. (см. фиг. 3–6), *Microcheilinella peculiaris* Rozhd., *Bairdia vassinoensis* Pol. (см. фиг. 11–14), *Bairdia carinata* Pol. (см. фиг. 1, 2), *Fabalicypriis holuschurmensis holuschurmensis* (Pol.) и *Pribylites domanicus* Aver.

Границы: нижняя определяется по появлению вида-индекса (см. рис. 2), положение верхней не изучено.

Типовой разрез: Изылинский СФПР, разрез Б-066 (слои 3–7, мощность 17 м), Б-068 (слой 3, мощность 2,1 м), Б-069 (слои 1–3, мощность 6,1 м), шубкинская свита, левый и правый берега р. Изылы (см. рис. 2).

Географическое распространение: Кузнецкий бассейн, западная окраина, правый и левый берега р. Изылы.

Стратиграфическое положение: верхняя часть франского яруса (см. рис. 2).

Замечание: виды *Fellerites petchoricus* Mosk., *Coeloenellina cavitata* Rozhd., *Uchtovia cyrilinea* Polenova, *Knoxia la beiskiensis* Pol., *Microcheilinella peculiaris* Rozhd., *Bairdia vassinoensis* Pol. (см. фиг. 11–14), *Bairdia carinata* Pol. (см. фиг. 1, 2) и *Fabalicypriis holuschurmensis holuschurmensis* (Pol.) известны из среднего франа.

Существенные различия таксономического состава комплексов остракод верхнего девона разрезов р. Яя, Соломинского карьера и р. Изылы соответственно не позволяют проследить на этой территории слои с *Hollinella valentinae*. На этом основании этого здесь обособлены локальные слои с *Pribylites domanicus*.

Выводы

Изучены остракоды из опорных разрезов среднего и верхнего девона трех СФПР окраин Кузнецкого бассейна: Изылинском (р. Изылы, разрезы Б-061,



Б-062, Б-064, Б-065, Б-066, Б-068, Б-069), Зарубинском (Соломинский карьер, разрезы Б-081, И-0717) и Яя-Барзасском (р. Яя, разрезы Я-9013, Е-9014) (см. рис. 1). Особенности распределения остракод в этом регионе позволили провести биостратиграфический анализ и впервые выделить пять биостратонов в ранге слоев с фауной. Установленные биостратоны (слои с остракодами) по своей природе ближе всего соответствуют зоне комплексного обоснования, интервал-зоне и зоне совместного распространения таксонов [24].

Слои с *Bairdia carinata* встречены только в Изылинском СФПР в нижней части одноименной свиты. Изучение остракод позволило уточнить стратиграфическое положение нижней части изылинской свиты – верхняя часть верхнего живета. Ранее считалось, что это низы нижнего франа [40]. Вид *Marginia sculpta multicostata* Pol. из комплекса этих слоев является космополитной формой и встречается в верхней части живета в Тимано-Печорском субрегионе [10], Эйфельских горах и Бергишер-Ланд в Германии [33, 37], Мон-Дор во Франции [42], северо-западной и арктической части Канады [39]. Другие виды (*Phlyctiscapha alta* Mosk., *Illtivella bicornis* (Sch.), *Fabalicypriis holushurmensis holushurmensis* (Pol.) и *Coeloenellina cavitata* Rozhd.) комплекса остракод с *Bairdia carinata* характерны для эйфеля и живета (средний девон) Тимано-Печорского субрегиона [10].

В Зарубинском СФПР выделен один биостратон – слои с *Hollinella valentinae*, который был прослежен и в Яя-Барзасском СФПР.

Для Яя-Барзасского СФПР в бассейне р. Яя типична последовательность, состоящая из трех биостратонов. Слои с *Bairdia kynovensis* характеризуют нижнефранскую часть разреза и основание среднего франа. Перекрывающие их слои с *Bairdia vassinensis* соответствуют среднему и низам верхнего франа. Их удалось проследить в двух районах – в бассейнах рек Изылы и Яя. Слои с *Hollinella valentinae* завершают разрез франского яруса на р. Яя.

Следует отметить, что вид-индекс нижнефранских слоев с *Bairdia kynovensis* в разрезах Восточно-Европейской платформы характерен для биостратонов *Cavellina devoniana* и *Ornatella multiplex*, отвечающих нижнему франу [17, 22] (см. рис. 3).

Слои с *Pribylites domanicus* по стратиграфическому положению соответствуют слоям с *Hollinella valentinae*, но выделены из-за существенного различия таксономического состава синхронных разрезов (см. рис. 2).

Автор выражает благодарность за предоставленный материал, ценные советы и помощь в написании статьи заведующему лабораторией микропалеонтологии ИНГГ СО РАН, д. г.-м. н. Б. Л. Никитенко, к. г.-м. н. Н. Г. Изох; а кроме того, автор благодарит Л. Г. Перегоедова и к. г.-м. н. Н. И. Савину за ценные рекомендации, способствовавшие улучшению рукописи.

Работа выполнена в рамках программы ФНИ (проект IX.126.1.4.) и IGCP-652.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Аверьянов В. Н.** Новые позднедевонские палеокопиды востока Русской платформы // Новые виды древних растений и беспозвоночных СССР. Ч. 2. – М.: Недра, 1968. – 235 с.
2. **Анастасиева С. А.** Методика извлечения микрофоссилий из плотных известняков на примере каменноугольных остракод // Новости палеонтологии и стратиграфии. Прил. к журн. «Геология и геофизика». – 2008. – № 10, 11. – С. 76–77.
3. **Бахарев Н. К.** Живетские остракоды Салаира // Микрофауна фанерозоя Сибири и смежных регионов. – Новосибирск: Наука, 1985. – С. 35–48.
4. **Бахарев Н. К.** Остракоды девона Салаира и Кузбасса // Новости палеонтологии и стратиграфии. Прил. к журн. «Геология и геофизика». – 2008. – № 10. – С. 76–77; № 11. – С. 85–87.
5. **Бахарев Н. К., Базарова Л. С.** Силурийские и девонские остракоды рода *Miraculum*: новые виды, филозоны // Новости палеонтологии и стратиграфии. Прил. к журн. «Геология и геофизика». – 2005. – № 6–7. – С. 75–88.
6. **Био- и литостратиграфическая характеристика изылинского горизонта (девон, западная окраина Кузнецкого бассейна) / А. Ю. Язиков, Н. К. Бахарев, Н. Г. Изох и др. // Региональная стратиграфия позднего докембрия и палеозоя Сибири. – Новосибирск: СНИИГиМС, 2013. – С. 146–155.**
7. **Брахиоподы, остракоды и конодонты изылинского горизонта (верхний девон окраин Кузнецкого бассейна) / А. Ю. Язиков, Н. К. Бахарев, Н. Г. Изох, Т. А. Щербаненко // Интерэкспо Гео-Сибирь-2012: VIII Междунар. конф. «Недропользование. Горное дело. Новые направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых» (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск: СГГА, 2012. – С. 47–50.**
8. **Егоров В. Г.** Остракоды франского яруса Русской платформы. –Л.; М.: Гостоптехиздат, 1953. – 136 с.
9. **Занина И. Е., Поленова Е. Н.** Методика изучения ископаемого материала // Основы палеонтологии. Т. 8. Членистоногие – трилобитообразные и ракообразные. – М., 1960. – С. 291–292.
10. **Москаленко М. Н.** Среднедевонские остракоды Тимано-Печорской провинции. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2001. – 230 с.
11. **О возрасте Буготакской свиты Колывань-Томской складчатой зоны по палеонтологическим данным / А. Ю. Язиков, Н. Г. Изох, В. А. Широких, В. А. Кутюлин // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2015. XI Междунар. науч. конгр. (Новосибирск, 13–25 апреля 2015 г.): Междунар. науч. конф. «Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых. Геоэкология». Т. 1. – Новосибирск: СГГА, 2015. – С. 212–216.**



12. **Поленова Е. Н.** Девонские остракоды Кузнецкого бассейна и Минусинской котловины. – Л.: Гостехиздат, 1960. – 168 с.
13. **Поленова Е. Н.** Остракоды верхней части живетского яруса Русской платформы // Микрофауна СССР. Сб. V. Фораминиферы и остракоды ордовика и девона Русской платформы. – Л.: Гостехиздат, 1952. – С. 65–156.
14. **Поленова Е. Н.** Фораминиферы, радиолярии и остракоды девона Волго-Уральской области. – Л.: Гостехиздат, 1955. – С. 191–317.
15. **Региональная** стратиграфическая схема девонских образований Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции / под ред. В. И. Краснова. – Новосибирск: СНИИГГИМС, 2012. – 43 с.
16. **Решение** Всесоюзного совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем докембрия, палеозоя и четвертичной системы Средней Сибири. – Новосибирск: СНИИГГИМС, 1982. – 129 с.
17. **Решение** Межведомственного регионального стратиграфического совещания по среднему и верхнему палеозою Русской платформы с региональными стратиграфическими схемами. – Л.: ВСЕГЕИ, 1990. – 39 с.
18. **Рождественская А. А.** Остракоды верхнего девона Башкирии. – М.: Наука, 1972. – 195 с.
19. **Рождественская А. А.** Остракоды терригенной толщи девона Западной Башкирии и их стратиграфическое значение. Материалы по палеонтологии и стратиграфии девонских и более древних отложений Башкирии. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 163 с.
20. **Рождественская А. А.** Среднедевонские остракоды западного склона Южного Урала и платформенной части Башкирии // Брахиоподы, остракоды и споры среднего и верхнего девона Башкирии. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. – С. 167–350.
21. **Савина Н. И.** Остракоды среднего и верхнего девона центральной части Западной Сибири // Биостратиграфия, палеогеография и события в девоне и раннем карбоне: матер. Междунар. конф., посвящ. памяти Е. А. Елкина (Уфа, Новосибирск, 20 июля – 10 авг., 2011 г.). – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2011. – С. 141–143.
22. **Стратиграфическая** схема верхнедевонских отложений Волго-Уральского субрегиона: объяснительная записка / под ред. Н. К. Фортунатова, С. М. Шик. – М.: ВНИГНИ, 2016. – 72 с.
23. **Стратиграфические** схемы Урала (докембрий, палеозой). – Екатеринбург: ОАО УГСЭ, 1993. – 151 с.
24. **Стратиграфический** кодекс России. Изд. третье. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2006. – 96 с.
25. **Стратиграфия** СССР. Девонская система / под ред. М. А. Ржонсницкой, Д. В. Наливкина. – М.: Недра, 1973. – 376 с.
26. **Чижова В. А.** О методах и результатах изучения нефтегазоносных рифогенных и клиноформных образований Камско-Кинельской системы впадин // Сб. науч. тр. ВНИИнефть. – 2002. – № 128. – С. 51–100.
27. **Чижова В. А.** Хронозональная биостратиграфия при поисках и разведке литолого-стратиграфических ловушек нефти и газа. Повышение эффективности разработки нефтяных месторождений // Сб. науч. тр. ВНИИнефть. – 2012. – № 147. – С. 104–126.
28. **Чижова В. А.** Хронозональная корреляция разнофациальных отложений фаменского яруса девона Тимано-Печорской и Волго-Уральской нефтегазоносных провинций // Сб. науч. тр. ВНИИнефть. – 2005. – № 132. – С. 159–178.
29. **Шевцов С. И.** Новые виды девонских остракод Татарской АССР и Кировской области // Фауна палеозоя Волго-Уральской нефтегазоносной провинции. – М.: ВНИГНИ, 1964. – С. 248–268.
30. **Юдина Ю. А., Москаленко М. Н.** Опорные разрезы франского яруса Южного Тимана // Путеводитель полевой экскурсии международной подкомиссии по стратиграфии девона (Ухта, 15–22 июля 1994 г.). – Ухта, 1994. – 79 с.
31. **Юрина А. Л., Орлова О. А., Раскатова М. Г.** О возрасте изылинской свиты (западная окраина Кузнецкого бассейна) по палеоботаническим данным (макрофлоре и миоспорам) // Общая стратиграфическая шкала и методические проблемы разработки региональных стратиграфических шкал России. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2016. – С. 190–192.
32. **Bakharev N. K.** Middle and Upper Devonian ostracods from the Salair and Kuznetsk Basin: taxonomic composition and stratigraphic distribution // Field Excursion Guidebook. Intern. conf. «Biostratigraphy, paleogeography and events in Devonian and Lower Carboniferous». – Novosibirsk: Publishing House of SB RAS, 2011. – P. 25–26
33. **Becker G.** Paleocopida (Ostracoda) aus dem Mitteldevon der Sotener Mulde (N-Eifel) // Senck. Lethaea. – 1964. – Vol. 1, no. 45. – P. 43–113.
34. **Devonian** sea-level fluctuations on the southwestern margin of the Siberian continent / E. A. Yolkin, R. T. Gratsianova, N. K. Bakharev, et al. // Courier Forschungsinstitut Senckenberg. – 1997. – No. 199. – P. 83–98.
35. **Devonian** standard boundaries within the shelf belt of the Siberian Old Continent (southern part of western Siberia, Mongolia, Russian Far East) and in the South Tien Shan / E. A. Yolkin, R. T. Gratsianova, N. G. Izokh, et al. // Courier Forschungsinstitut Senckenberg. – 2000. – No. 225. – P. 303–318.
36. **Izokh N. G.** Biodiversity of Devonian conodonts from the West Siberia // Berichte des Institutes für Erdwissenschaften Karl-Franzens-Universität Graz. IGCP 596 Opening Meeting (Graz, 19–24th September 2011): Abstract Volume, 2011. – P. 49–51.
37. **Groos H.** Mitteldevonische Ostracoden zwischen Ruhr und Sieg (Rheinisches Schiefergebirge) // Gotting. Ceol. Paleont. – 1969. – No. 1. – 110 s.
38. **Lethiers F., Crasquin-Soleau S.** Comment extraire les microfossiles à tests calcitiques des roches



calcaires dures // Rev. Micropaléontologie. – 1988. – Vol. 1 (31). – P. 56–61.

39. **McGill P.** Comparison of a middle Givetian ostracode fauna from Carcajou Ridge, Northwest Territories Canada, with similar faunas from Europe // Int. Sympos. Devon. System. Calgary. – 1967. – No. 2. – P. 1069–1085.

40. **Middle-Upper Devonian and Lower Carboniferous biostratigraphy of the Kuznetsk basin / N. K. Bakharev, N. G. Izokh, O. T. Obut, J. A. Talent // Field Excursion Guidebook. Intern. conf. «Biostratigraphy, paleogeography and events in Devonian and Lower Carboniferous». – Novosibirsk: Publishing House of SB RAS, 2011. – 98 p.**

41. **Ostracods and facies of the Early and Middle Frasnian at Devils Gate in Nevada: relationship to the Alamo Event / J.-G. Casier, I. Berra, E. Olempska, et al. // Acta Palaeontologica Polonica. – 2016. – No. 51 (4). – P. 813–828.**

42. **Ostracods, rock facies and magnetic susceptibility records from the stratotype of the Terres d’Haur Formation (Givetian) at the Mont d’Haur (Givet, France) / J.-G. Casier, X. Devleeschouwer, J. Moreau, et al. // Bulletin de l’Institut royal des Sciences naturelles de Belgique. – Brussels: Sciences de la Terre, 2011. – No. 81. – P. 97–128.**

43. **The Geologic Time Scale 2012. 2-volume set / F. M. Gradstein, J. G. Ogg, M. D. Schmitz, G. M. Ogg. – Elsevier Science Ltd., 2012. – 1176 p.**

44. **Yazikov A. Y., Izokh N. G., Shcherbanenko T. A.** Brachiopods and conodonts from the Frasnian/Famenian boundary strata in the Upper Devonian Yaya section (North-Western margin of the Kuznetsk Basin, Barzas Region) // Field Excursion Guidebook. Intern. conf. «Biostratigraphy, paleogeography and events in Devonian and Lower Carboniferous». – Novosibirsk: Publishing House of SB RAS, 2011. – P. 169–172.

45. **Yazikov A. Y., Shcherbanenko T. A.** Brachiopods from Upper Devonian sections along the Yaya River (North-East margin of the Kuznetsk Basin, Barzas region) // Field Excursion Guidebook. Intern. conf. «Biostratigraphy, paleogeography and events in Devonian and Lower Carboniferous». – Novosibirsk: Publishing House of SB RAS, 2011. – P. 173–179.

REFERENCES

1. Averyanov B.N. [New Late Devonian paleokopids in the east of the Russian Platform]. *Novye vidy drevnikh rasteniy i bespozvonochnykh SSSR, ch. 2* [New species of ancient plants and invertebrates of the USSR, Part 2]. Moscow, Nedra Publ., 1968. 235 p. (In Russ.).

2. Anastasyeva S.A. [Method for extracting microfossils from dense limestone using coal ostracodes as an example]. *Novosti paleontologii i stratigrafii, prilozhenie k zhurnalu «Geologiya i geofizika» – News of paleontology and stratigraphy, a supplement to the “Geology and Geophysics” journal*. Novosibirsk, SB RAS Publ., 2008, nos. 10, 11, pp. 76–77. (In Russ.).

3. Bakharev N.K. [Givetian ostracodes of Salair]. *Mikrofauna fanerozooya Sibiri i smezhnykh regionov* [Phanerozoic microfauna of Siberia and adjacent regions]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1985, pp. 35–48. (In Russ.).

4. Bakharev N.K. [Ostracodes of the Devonian Salair and Kuzbass]. *Novosti paleontologii i stratigrafii, prilozhenie k zhurnalu «Geologiya i geofizika»* [News of paleontology and stratigraphy, a supplement to the “Geology and Geophysics” journal]. Novosibirsk, SB RAS Publ., 2008, nos. 10, 11, pp. 76–77, 85–87. (In Russ.).

5. Bakharev N.K., Bazarova L.S. [Silurian and Devonian ostracodes of the Miraculum genus: new species, phylozones]. *Novosti paleontologii i stratigrafii, prilozhenie k zhurnalu «Geologiya i geofizika»* [News of paleontology and stratigraphy, a supplement to the “Geology and Geophysics” journal]. Novosibirsk, SB RAS Publ., 2005, nos. 6, 7, pp. 75–88. (In Russ.).

6. Yazikov A.Yu., Bakharev N.K., Izokh N.G., et al. [Bio- and lithostratigraphic characteristics of the Izylinsky Horizon (Devonian, western margin of the Kuznetsk Basin)]. *Regional’naya stratigrafiya pozdnego dokembriya i paleozoya Sibiri* [Regional stratigraphy of the Late Precambrian and Paleozoic of Siberia]. Novosibirsk, SNIIGGiMS Publ., 2013, pp. 146–155. (In Russ.).

7. Yazikov A.Yu., Bakharev N. K., Izokh N. G., Shcherbanenko T. A. [Brachiopods, ostracodes and conodonts of the Izylinsky Horizon (Upper Devonian of the Kuznetsk Basin outskirts)]. *Interexpo Geo-Sibir’-2012: VIII Mezhdunarodnaya konferentsiya “Nedropol’zovanie. Gornoe delo. Novye napravleniya i tekhnologii poiska, razvedki i razrabotki mestorozhdeniy poleznykh iskopaemykh” (Novosibirsk, 10–20 aprelya 2012 g.)* [Interexpo Geo-Siberia-2012: VIII International Conference “Subsoil Use. Mining. New Trends and Technologies for Prospecting, Exploration and Development of Mineral Deposits” (Novosibirsk, April 10–20, 2012)]. Novosibirsk, SGGa Publ., 2012, pp. 47–50. (In Russ.).

8. Egorov V.G. *Ostrakody franskogo yarusa Russkoy platformy* [Ostracodes of the Frasnian stage of the Russian Platform]. Leningrad, Gostoptekhizdat Publ., 1953. 136 p. (In Russ.).

9. Zanina I.E., Polenova E.N. *Metodika izucheniya iskopaemogo materiala. Osnovy paleontologii. Chlenistonogie – trilobitoobraznye i rakoobraznye* [Methods of studying fossil material. Foundations of paleontology. Arthropoda – Trilobitomorpha and Crustacea]. Moscow, 1960, pp. 291–292. (In Russ.).

10. Moskalenko M. N. *Srednedevonskie ostrakody Timano-Pechorskoy provintsii* [Middle Devonian Ostracodes of the Timan-Pechora Province]. Saint Petersburg, VSEGEI Publ., 2001. 230 p. (In Russ.).

11. Yazikov A.Iu., Izokh N.G., Shirokikh V.A., Kutoilin V.A. [About the age of the Bugotakskaya Formation of the Kolyvan-Tomsk folded zone according to paleontological data]. *Interexpo GEO-Sibir’-2015. XI Mezhdunarodnaya konferentsiya “Nedropol’zovanie. Gornoe delo. Novye napravleniya i tekhnologii poiska, razvedki i razrabotki mestorozhdeniy poleznykh iskopaemykh” (Novosibirsk, 10–20 aprelya 2015 g.)* [Interexpo GEO-Siberia-2015: XI International Conference “Subsoil Use. Mining. New Trends and Technologies for Prospecting, Exploration and Development of Mineral Deposits” (Novosibirsk, April 10–20, 2015)]. Novosibirsk, SGGa Publ., 2015, pp. 11–12. (In Russ.).



- dunar. nauch. kongr. (g. Novosibirsk, 13–25 aprelya 2015 g.): Mezhdunar. nauch. konf. "Nedropol'zovanie. Gornoe delo. Napravleniya i tekhnologii poiska, razvedki i razrabotki mestorozhdeniy poleznykh iskopaemykh. Geoekologiya". T. 1 [Interexpo GEO-Siberia-2015. XI Intern. scientific cong. (Novosibirsk, April 13–25, 2015): Intern. scientific conf. "Subsoil use. Mining. Directions and technologies of prospecting, exploration and development of mineral deposits. Geocology". vol. 1]. Novosibirsk, SGGGA Publ., 2015, pp. 212–216. (In Russ.).
12. Polenova E.N. *Devonskie ostrakody Kuznetskogo basseyna i Minusinskoy kotloviny* [Devonian ostracodes of the Kuznetsk Basin and Minusinsk depression]. Leningrad, Gostoptekhizdat Publ., 1960. 168 p. (In Russ.).
13. Polenova E.N. [Ostracodes of the upper part of the Givetian stage of the Russian platform]. *Mikrofauna SSSR. Tom V* [Microfauna of the USSR. Vol. V]. Leningrad, Gostoptekhizdat Publ., 1952, pp. 65–156. (In Russ.).
14. Polenova E.N. *Foraminifery, radiolyarii i ostrakody devona Volgo-Ural'skoy oblasti* [Devonian foraminifera, radiolarians, and ostracodes of the Volga-Ural region]. Leningrad, Gostoptekhizdat Publ., 1955, pp. 191–317. (In Russ.).
15. *Regional'naya stratigraficheskaya skhema devonskikh obrazovaniy Zapadno-Sibirskoy neftegazonosnoy provintsii* [Regional stratigraphic chart of the Devonian formations of the West Siberian petroleum province]. Novosibirsk, SNIIGiMS Publ., 2012. 42 p. (In Russ.).
16. *Reshenie Vsesoyuznogo soveshchaniya po razrabotke unifikirovannykh stratigraficheskikh skhem dokembriya, paleozoya i chetvertichnoy sistemy Sredney Sibiri* [Decision of the All-Union Conference on the development of unified stratigraphic charts of Precambrian, Paleozoic and Quaternary systems of Central Siberia]. Novosibirsk, SNIIGiMS Publ., 1982. 129 p. (In Russ.).
17. *Reshenie Mezhdokumentstvennogo regional'nogo stratigraficheskogo soveshchaniya po srednemu i verkhnemu paleozoyu Russkoy platformy s regional'nymi stratigraficheskimi skhemami* [Decision of the Interdepartmental Regional Stratigraphic Meeting on Middle and Upper Paleozoic of the Russian Platform with Regional Stratigraphic Charts]. Leningrad, VSEGEI Publ., 1990. 39 p. (In Russ.).
18. Rozhdestvenskaya A. A. *Ostrakody verkhnego devona Bashkirii* [Upper Devonian Ostracodes of Bashkiria]. Moscow, Nauka Publ., 1972. 195 p. (In Russ.).
19. Rozhdestvenskaya A. A. *Ostrakody terrigennoy toshchi devona Zapadnoy Bashkirii i ikh stratigraficheskoe znachenie. Materialy po paleontologii i stratigrafii devonskikh i bolee drevnikh otlozheniy Bashkirii* [Ostracodes of the Devonian terrigenous strata of Western Bashkiria and their stratigraphic significance. Materials on paleontology and stratigraphy of Devonian and more ancient deposits of Bashkiria]. Moscow, AS USSR Publ., 1959. 163 p. (In Russ.).
20. Rozhdestvenskaya A. A. *Srednedevonskie ostrakody zapadnogo sklona Yuzhnogo Urala i platformennoy chasti Bashkirii. Brachiopody, ostrakody i spory srednego i verkhnego devona Bashkirii* [Middle Devonian ostracodes of the western slope of the Southern Urals and the platform part of Bashkiria. Brachiopods, ostracodes and spores of Middle and Upper Devonian of Bashkiria]. Moscow, AS USSR Publ., 1962, pp. 167–350.
21. Savina N.I. [Ostracodes of Middle and Upper Devonian of the central part of West Siberia. Biostratigraphy, paleogeography and events in Devonian and Early Carboniferous]. *Mater. Mezhdunar. konf., posvyashch. pamyati E. A. Elkina* [Materials International. conf., dedicated the memory of E. A. Yolkin]. Novosibirsk, SB RAS Publ., 2011, pp. 141–143. (In Russ.).
22. *Stratigraficheskaya skhema verkhnedevonskikh otlozheniy Volgo-Ural'skogo subregiona. Ob'yasnitel'naya zapiska* [Stratigraphic chart of Upper Devonian deposits of the Volga-Ural subregion. Explanatory note]. Moscow, VNIGNI Publ., 2016. 72 p. (In Russ.).
23. *Stratigraficheskie skhemy Urala (dokembriy, paleozoy)* [Stratigraphic charts of the Urals (Precambrian, Paleozoic)]. Ekaterinburg, UGSE Publ., 1993. 151 p. (In Russ.).
24. *Stratigraficheskiy kodeks Rossii. Izdanie tret'e* [Stratigraphic code of Russia. Third Edition]. Saint Petersburg, VSEGEI Publ., 2006. 96 p. (In Russ.).
25. *Stratigrafiya SSSR. Devonskaya sistema* [Stratigraphy of the USSR. Devonian system]. Eds. M.A.Rzhonsnitskaya, D.V.Nalivkin. Moscow, Nedra Publ., 1973. 376 p. (In Russ.).
26. Chizhova V.A. [On the methods and results of studying oil and gas reef and clinoform formations of the Kama-Kinel depression system]. *Sb. nauch. tr. VNIIneft'* [Collection of scientific papers of VNIIneft']. Moscow, VNIIneft Publ., 2002, no. 128, pp. 51–100. (In Russ.).
27. Chizhova V.A. [Chronozonal biostratigraphy in prospecting and exploration for lithologic and stratigraphic oil and gas traps. Improving the efficiency of oil field development]. *Sb. nauch. tr. VNIIneft'* [Collection of scientific papers of VNIIneft']. Moscow, VNIIneft Publ., 2012, no. 147, pp. 104–126. (In Russ.).
28. Chizhova V.A. [Chronozonal correlation of different facies deposits of the Famienian stage of Devonian in the Timan-Pechora and Volga-Ural petroleum provinces]. *Sb. nauch. tr. VNIIneft'* [Collection of scientific papers of VNIIneft']. Moscow, VNIIneft Publ., 2005, no. 132, pp. 159–178. (In Russ.).
29. Shevtsov S.I. [New species of the Devonian ostracodes of the Tatar Autonomous Soviet Socialist Republic and the Kirov Region]. *Fauna paleozoya Volgo-Ural'skoy neftegazonosnoy provintsii* [Paleozoic fauna of the Volga-Ural petroleum province]. Moscow, VNIGNI Publ., 1964, pp. 248–268. (In Russ.).
30. Yudina Yu.A., Moskalenko M. N. [Reference sections of the Frasnian stage of Southern Timan]. *Putevoditel' polevoy ekskursii mezhdunarodnoy podkomissii po stratigrafii devona. (Ukhta, 15–22 iyulya*



1994 g. Ukhta) [Field Excursion Guidebook of the International subcommittee on the Devonian stratigraphy. (Ukhta, July 15–22, 1994)]. Ukhta, 1994. 79 p. (In Russ.).

31. Yurina A.L., Orlova O.A., Raskatova M.G. [About the age of the Izylinskaya Formation (western outskirts of the Kuznetsk Basin) according to paleobotanical data (macroflora and myospores)]. *Obshchaya stratigraficheskaya shkala i metodicheskie problemy razrabotki regional'nykh stratigraficheskikh shkal Rossii* [General stratigraphic scale and methodological problems of developing regional stratigraphic scales of Russia]. Saint Petersburg, VSEGEI Publ., 2016, pp. 190–192. (In Russ.).

32. Bakharev N.K. Middle and Upper Devonian ostracods from the Salair and Kuznetsk Basin: taxonomic composition and stratigraphic distribution. *Field Excursion Guidebook. Intern. conf. «Biostratigraphy, paleogeography and events in Devonian and Lower Carboniferous»*. Novosibirsk. Publishing House of SB RAS, 2011, pp. 25–26.

33. Becker G. Paleocopida (Ostracoda) aus dem Mitteldevon der Sotener Mulde (N-Eifel). *Senck. Le-thaea*, 1964, vol. 1, no. 45, pp. 43–113.

34. Yolkin E.A., Gratsianova R.T., Bakharev N.K., et al. Devonian sea-level fluctuations on the south-western margin of the Siberian continent. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 1997, no. 199, pp. 83–98.

35. Yolkin E.A., Gratsianova R.T., Izokh N.G., et al. Devonian standard boundaries within the shelf belt of the Siberian Old Continent (southern part of Western Siberia, Mongolia, Russian Far East) and in the South Tien Shan. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 2000, no. 225, pp. 303–318.

36. Izokh N.G. Biodiversity of Devonian conodonts from the West Siberia. *Berichte des Institutes für Erdwissenschaften Karl-Franzens-Universität Graz. IGCP 596 Opening Meeting (Graz, 19–24th September 2011): Abstract Volume*, 2011, pp. 49–51.

37. Groos H. Mitteldevonische Ostracoden zwischen Ruhr und Sieg (Rectreinisches Schiefergebirge). *Gotting. Ceol. Paleont.*, 1969, no. 1. 110 S.

38. Lethiers F., Crasquin-Soleau S. Comment extraire les microfossiles à tests calcitiques des roches

calcaires dures. *Rev. Micropaléontologie*, 1988, vol. 1 (31), pp. 56–61.

39. McGill P. Comparison of a middle Givetian ostracode fauna from Carcajou Ridge, Northwest Territories Canada, with similar faunas from Europe. *Int. Sympos. Devon. System. Calgary*, 1967, no. 2, pp. 1069–1085.

40. Bakharev N.K., Izokh N.G., Obut O.T., Talent J.A. Middle-Upper Devonian and Lower Carboniferous biostratigraphy of the Kuznetsk basin. *Field Excursion Guidebook. Intern. conf. «Biostratigraphy, paleogeography and events in Devonian and Lower Carboniferous»*, Novosibirsk, Publishing House of SB RAS, 2011. 98 p.

41. Casier J.-G., Berra I., Olempska E., et al. Ostracods and facies of the Early and Middle Frasnian at Devils Gate in Nevada: relationship to the Alamo Event. *Acta Palaeontologica Polonica*, 2016, no. 51 (4), pp. 813–828.

42. Casier J.-G., Devleeschouwer X., Moreau J., et al. Ostracods, rock facies and magnetic susceptibility records from the stratotype of the Terres d'Haus Formation (Givetian) at the Mont d'Haus (Givet, France). *Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique*. Brussels, Sciences de la Terre, 2011, no. 81, pp. 97–128.

43. Gradstein F.M., Ogg J.G., Schmitz M.D., Ogg G.M. The Geologic Time Scale 2012. 2-volume set. Elsevier Science Ltd., 2012. 1176 p.

44. Yazikov A.Yu., Izokh N.G., Shcherbanenko T.A. Brachiopods and conodonts from the Frasnian/Famennian boundary strata in the Upper Devonian Yaya section (North-Western margin of the Kuznetsk Basin, Barzas Region). *Field Excursion Guidebook. Intern. conf. «Biostratigraphy, paleogeography and events in Devonian and Lower Carboniferous»*. Novosibirsk, Publishing House of SB RAS, 2011, pp. 169–172.

45. Yazikov A.Yu., Shcherbanenko T.A. Brachiopods from Upper Devonian sections along the Yaya River (North-East margin of the Kuznetsk Basin, Barzas region). *Field Excursion Guidebook. Intern. conf. «Biostratigraphy, paleogeography and events in Devonian and Lower Carboniferous»*. Novosibirsk, Publishing House of SB RAS, 2011, pp. 173–179.

© Б. М. Попов, 2019



УДК 564.53:551.762.23

МОНОГРАФИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ СРЕДНЕКЕЛЛОВЕЙСКОГО РОДА *PROTOLONGAEVICERAS*

В. Г. Князев¹, С. В. Меледина², А. С. Алифиров²¹Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН, Якутск, Россия; ²Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, Новосибирск, Россия

Описан новый среднекелловейский аммонитовый род *Protolongaeviceras*. В одной из филетических ветвей *Cadoceratinae* (*Cardioceratidae*) по морфологическим особенностям раковины в онтогенезе он помещен между нижнекелловейским родом *Cadoceras* и верхнекелловейским *Longaeviceras*. Род установлен в Сибири (о. Большой Бегичев), а также в европейской части России (р. Сысола) и в Оренбуржье (р. Сухая Песчанка), откуда ранее был описан в составе рода *Cadoceras*. Типовым видом нового рода является *S. (Streptocadoceras) arcticoides* Kiselev et Meledina, отождествленный с одной из двух ранее выделявшихся видовых морф и переведенный в *Protolongaeviceras*. Вторая морфа рассматривается как один из видов рода *Rondiceras*.

Ключевые слова: аммониты, *Cardioceratidae*, келловей, север Сибири/

MONOGRAPHIC DESCRIPTION OF THE MIDDLE CALLOVIAN GENUS *PROTOLONGAEVICERAS*

V. G. Knyazev¹, S. V. Meledina², A. S. Alifirov²¹Diamond and Precious Metal Geology Institute, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Yakutsk, Russia; ²A.A.Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, Novosibirsk, Russia

A new Middle Callovian ammonite genus of *Protolongaeviceras* is described, which is placed in one of the phyletic branches of the *Cadoceratinae* (*Cardioceratidae*) between the Lower Callovian genus of *Cadoceras* and Upper Callovian *Longaeviceras* by morphological features of the shell in ontogenesis. The genus is established in Siberia (Bolshoi Begichev Island), as well as in European Russia (the Sysola River), Orenburg Region (the Sukhaya Peschanka River), from where it was previously described as part of the *Cadoceras* genus. A type species of the new genus is *S. (Streptocadoceras) arcticoides* Kiselev et Meledina, identified with one of the two previously recognized species morphs and transformed into *Protolongaeviceras*. A second morph is regarded as one of the species of the *Rondiceras* genus.

Keywords: Ammonites, *Cardioceratidae*, Callovian, north of Siberia.

DOI 10.20403/2078-0575-2019-2-16-23

Современные представления о родовом составе бат-келловейских аммонитов радикально изменились. Вместо традиционно определявшегося ранее рода *Cadoceras* Fischer, 1882 авторы принимают роды: *Catacadoceras* (Bodylevskiy, 1960) (верхний бат – нижний келловей); *Paracadoceras* Crickmay, 1930 (верхний бат – средний келловей); *Cadochamoussetia* Mitter, 1999 (нижний келловей); *Rondiceras* Troizkaya, 1955 (средний келловей); *Stenocadoceras* (Imray, 1953) (средний келловей); *Bryocadoceras* (Meledina, 1977) (? верхний бат – средний келловей); *Streptocadoceras* (Meledina, 1977) (нижний – средний келловей) и *Protolongaeviceras* Knyazev, Meledina, Alifirov (средний келловей). К роду *Cadoceras* (*Cardioceratidae*, *Ammonoidea*) отнесены виды, весьма различающиеся по морфологии раковины [20]. Неоднократно предпринимались попытки объединения морфологически сходных между собой видов в отдельные группы внутри рода или самостоятельные подроды с указанием типовых видов [2, 4, 6, 10–14, 18, 20, 23, 24 и др.]. Используемые в упомянутых работах таксономические подразделения рода *Cadoceras* существенно разнятся и подлежат корректировке и унификации. Ранее

авторы использовали родовое название *Cadoceras* в соответствии с толкованием его в работе [20]. Ревизия бат-келловейских кардиоцератид Сибири с целью модернизации зональной аммонитовой шкалы привела к уточнению представлений о ранге, видовом объеме и филетических связях подразделений бывшего рода *Cadoceras*. Представительная коллекция бат-келловейских аммонитов, собранная авторами за последние десятилетия из опорных разрезов Сибири, а также новые палеонтологические и стратиграфические данные по европейской части России позволили рассмотреть спорные вопросы систематики келловейских кардиоцератид с установлением нового таксона родового ранга.

К новому роду *Protolongaeviceras* отнесена группа видов с характерной только для них формой раковины и типом скульптуры ранних оборотов. Близкие параметры наблюдаются у верхнекелловейского рода *Longaeviceras* (трактовка рода по [10, 11, 20]); при этом взрослая раковина кадиконической формы неотличима от рода *Cadoceras*, в рамках которого эти виды рассматривались ранее [1]. Переходные черты между *Cadoceras* и *Longaeviceras* были отмечены

В. И. Бодылевским [2] у сибирского вида *C. innocentii* Bodylevskiy из среднего келловей. Сходный вид, бесспорно принадлежащий к той же группе, – описанный в Центральной России *Cadoceras (Streptocadoceras) arcticoides* Kiselev et Meledina. Морфологические особенности раковины в онтогенезе проявляются у этого вида столь выразительно, что изначально позволили предполагать его авторам не видовой, а надвидовой его статус [7]. Сейчас достаточно материала, чтобы установить новый род *Protolongaeviceras* с типовым видом *Pr. arcticoides* (Kiselev et Meledina). К новому роду отнесены также аляскинский вид *Pr. pomeroyense* (Imlay) [24], сибирские виды *Pr. innocentii* (Bodylevskiy) [2] и *Pr. declinatum* (Voronez) [3], канадско-арктический? *Pr. arcticum* (Frebald) [22] и некоторые другие.

Далее приведено описание нового рода и его типового вида (см. таблицу).

Семейство Cardioceratidae Siemiradzki, 1891

Подсемейство Cadoceratinae Hyatt, 1900

Род *Protolongaeviceras*

Knyazev, Meledina et Alifirov, 2019

Ammonites: d'Orbigny, 1845, с. 439 (pars) [27]; R. Douville, 1911, с. 214 (pars) [21]; *Ammonites (Cadoceras)*: Newton, Teall, 1897, с. 496 (pars) [26]; *Amaltheus*: Никитин, 1878, с. 52 (pars) [15]; *Stephanoceras*: Никитин, 1881, с. 87 (pars) [17]; *Cadoceras*: Никитин, 1884, с. 68 (pars) [16]; Помреки, 1898, с. 80 (pars) [28]; Саонов, 1957, с. 112 (pars) [19]; Бодылевский, 1960, с. 75 (pars) [2]; Иванов, 1960, с. 386 (pars) [5]; Воронец, 1962, с. 57 (pars) [3]; Frebold, 1964, с. 12 (pars) [22]; Page, 1994, с. 128 (pars) [28]; Киселев, Погов, 2019 [25]; *Cadoceras (Stenocadoceras)* pars: Imlay, 1953, с. 92 [24]; *Cadoceras (Streptocadoceras)*: Киселев, Меледина, 2004, с. 164 [7]; Киселев, 2006 [6]; *Protolongaeviceras*: Князев, Меледина, Алифиров, 2018, с. 59 [8]

Название рода от *lat. proto* – первоначальный, предшествующий.

Типовой вид – *Cadoceras (Streptocadoceras) arcticoides* (Kiselev et Meledina), европейская часть России, правый берег р. Волга под Рыбинском (район с. Переборы); средний келловей, зона *Kosmoceras jason* [7].

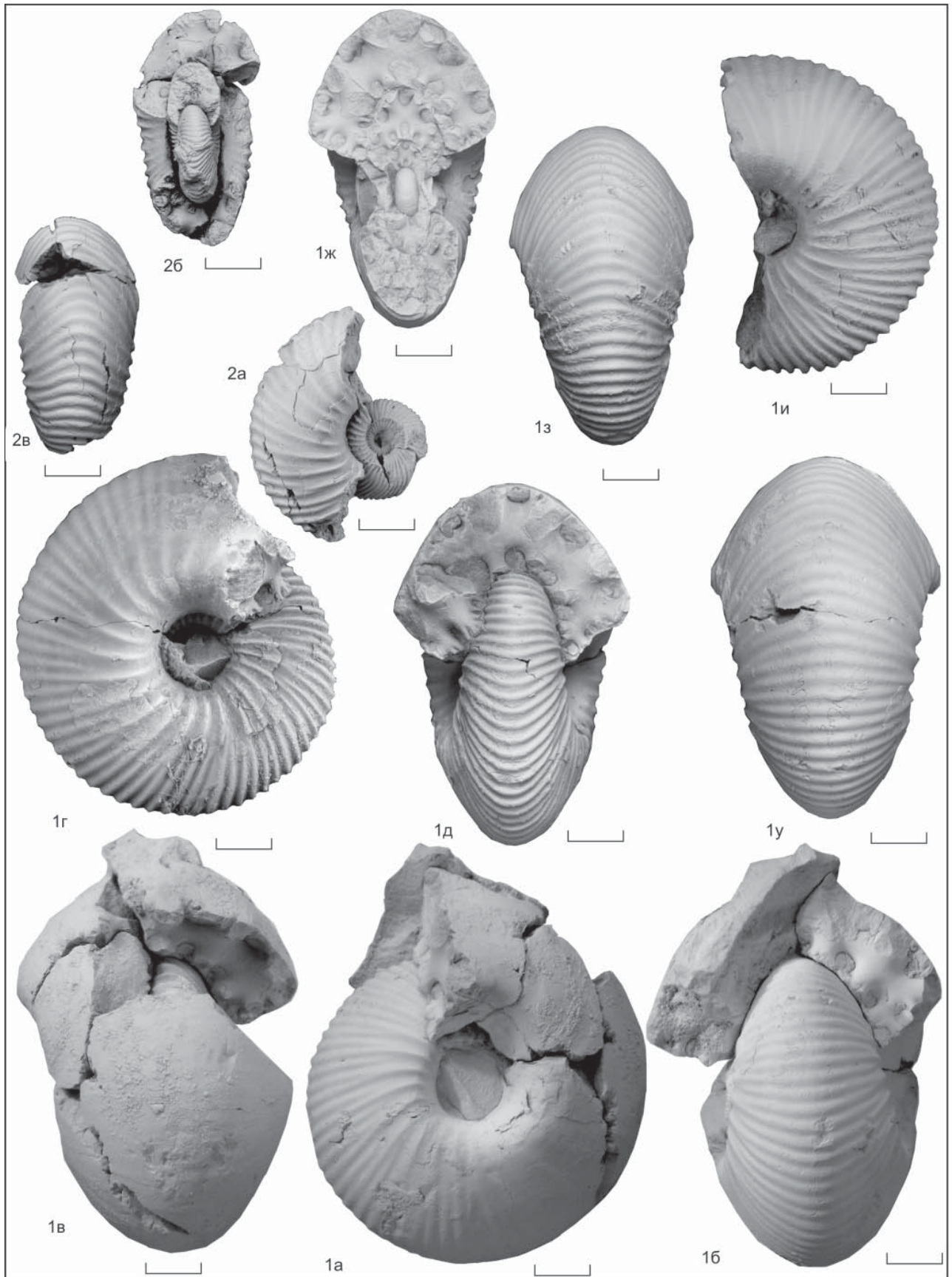
Диаметр раковины крупные – диаметр (Д) до 80 мм. Форма раковины изменяется в онтогенезе от уплощенной инволютной с субтреугольным поперечным сечением на оборотах при Д 45–50 мм до умеренно кадиконической с округленно-субтрапециевидным поперечным сечением при большем диаметре. Ребра рельефные, преимущественно двураздельные, редко вставные, коэффициент ветвления (КВ) около 2, слабо синусоидально изогнутые, приподнимающиеся на умбональном перегибе в виде острых бугорков, а на вентральной стороне выгибающиеся в сторону устья. В процессе роста раковины ребра сглаживаются и сохраняются лишь приумбональные бугорки вплоть до конца жилой камеры.

Видовой состав. Наряду с типовым видом в состав рода включены: *Protolongaeviceras innocentii* (Bodyl.) [2, с. 76, табл. 5, фиг. 2, а, б]; *Pr. declinatum* (Voron.) [3, с. 57, табл. 24, фиг. 2, а, б; табл. 27, фиг. 1, а–в], *Pr. pomeroyense* [24, с. 92; табл. 45, фиг. 1–3; табл. 46, фиг. 2]; *Pr. tcheffkini* [26, с. 439, табл. 35, фиг. 13–14; 21, с. 214, фиг. С, Са]; ?*Pr. arcticum* [22, с. 12, табл. 12, фиг. 1; табл. 13, фиг. 1; табл. 17, фиг. 2; табл. 20, фиг. 2)]. Представители рода *Protolongaeviceras* распространены в среднекелловейском подъярусе Центральной России (зоны *Kosmoceras jason* и *Erymnoceras coronatum*), севера Средней Сибири (зона *Rondiceras milashevici*, *Protolongaeviceras arcticoides* и зона *Rondiceras nikolaevi*, *Stenocadoceras stenoloboide* [9], Южной Аляски (зона *Cadoceras (Stenocadoceras) stenoloboide*) и Арктической Канады (слои с *Cadoceras (Stenocadoceras) canadense*).

Сравнение и замечания. Род *Protolongaeviceras* схож с родами *Cadoceras* и *Rondiceras* на последних оборотах раковины. У всех трех родов взрослая раковина имеет форму кадикона¹ и более или менее сглаженную скульптуру. Отличие от рода *Cadoceras* проявляется на внутренних оборотах в форме сечения: округленного у *Cadoceras*, субтреугольного у нового рода. На последних оборотах у *Cadoceras* скульптура исчезает, раковина становится гладкой; у *Protolongaeviceras* на жилой камере сохраняются отчетливые приумбональные бугорки. От *Rondiceras* новый род отличается формой ребер на внутренних оборотах: трех-четырёх отдельных тонких многочисленных полого-дугобразных у *Rondiceras*; рельефных двураздельных и простых, полого-синусоидальных, относительно редких у *Protolongaeviceras*. Сглаживание ребер у *Rondiceras* начинается от умбонального перегиба, у *Protolongaeviceras*, напротив, от сифональной стороны. У рода *Rondiceras* внутренние обороты линзовидной формы с высоким приотстранным поперечным сечением; у нового рода сечение округленно-треугольное, более широкое.

От рода *Streptocadoceras*, ранее рассматривавшегося в ранге подрода [10], к которому первоначально относился типовой вид *Pr. arcticoides*, новый род *Protolongaeviceras* отличается целым рядом признаков. По-разному изменяется форма раковины в онтогенезе: у *Protolongaeviceras* раковина от уплощенной превращается в кадиконическую, сечение оборотов изменяется от округленно-треугольного до субтрапециевидного; у *Streptocadoceras* форма раковины кадиконическая с закругленно-прямоугольным сечением на всех стадиях роста. Различаются сравниваемые роды и по характеру скульптуры. Для

¹Кадикон – форма раковины кардиоцератид: толщина значительно превышающая высоту, по терминологии, принятой в [20].



Protolongaeviceras arcticoides (Kiselev et Meledina, 2004) [7], нат. вел.: 1 – экз. 2060/30: а – вид сбоку, б – поперечное сечение, в – вид с вентральной стороны; г–е – экз. тот же (без внешнего полуоборота): г – вид сбоку, д – поперечное сечение, е – вид с вентральной стороны; ж–и – экз. тот же, ж – вид сбоку, з – поперечное сечение, и – вид с вентральной стороны. Север Сибири, о. Большой Бегичев, обн. 503, сл. 7, основание, средний келловей, зона *Protolongaeviceras arcticoides*; 2 – экз. 2060/31: а – вид сбоку, б – поперечное сечение, в – вид с вентральной стороны; местонахождение и возраст те же. Размер масштабной линейки 10 мм

Protolongaeviceras характерен резкий изгиб ребер на вентральной стороне и сохранение четких приумбональных бугорков на жилой камере. У *Streptocadoceras* вентральный изгиб слабый, приумбональные бугорки в форме запятой на жилой камере отсутствуют. Отличительная особенность раковин этого рода – наличие следов временных устьев, чего нет у *Protolongaeviceras*.

Замечания. Морфологические черты фрагмоконов раковины у среднекелловейского рода *Protolongaeviceras* ближе всего соответствуют ранним оборотам раковины верхнекелловейского рода *Longaeviceras*, с которым авторы связывают происхождение *Protolongaeviceras*. Предком нового рода послужил род *Cadoceras*, вероятнее всего нижнекелловейский вид *C. durum*. Этот вид отличается закругленно-приостренным сечением внутренних оборотов, что не совсем обычно для *Cadoceras*. В качестве возможного синонима *C. durum* рассмотрен вид *Cadoceras (Paracadoceras) recidivum* Kiselev, при описании которого Д. Н. Киселевым отмечены его морфологическое сходство и стратиграфическая одновозрастность (нижнекелловейская зона *enodatum*) с *C. durum*.

Protolongaeviceras arcticoides
(Kiselev et Meledina, 2004)

Таблица, фиг. 1, 2

Stephanoceras compressum: Никитин, 1881, с. 90, табл. 3, фиг. 26, 27 [17]; *Cadoceras compressum*: Page, 1994, с. 128, табл. 17, фиг. 3 [28]; *Cadoceras tcheffkini*: Никитин, 1884, с. 68, табл. 3, фиг. 15 [16]; Newton, Teall, 1897, табл. 39, фиг. 4, 10 [26]; Pompeckj, 1898, с. 80, табл. 2, фиг. 7 [29]; Сазонов, 1957, с. 112, табл. 8, фиг. 4 [19]; Иванов, 1960, с. 386, табл. 1, фиг. 8. [5]; *Cadoceras aff. tcheffkini*: Бодылевский, 1960, с. 75, табл. 5, фиг. 3. [2]; *Cadoceras (Streptocadoceras) arcticoides*: Киселев, Меледина, 2004, с. 164, табл. 1, фиг. 1–6; табл. 2, фиг. 7–9 [7]; Киселев, 2006, табл. 3, фиг. 11, 12 [6]; Киселев, Рогов, 2019, табл. 4, фиг. 3, 4 [25].

Голотип. Экз. № 2/52. Геологический музей им. А. Н. Иванова, Ярославльское ГПУ, европейская часть России, правый берег р. Волга под Рыбинском (район с. Переборы); средний келловей, зона *Kosmoceras jason* [7].

Описание. Форма раковины изменяется в процессе роста от уплощенной инволютной с субтреугольным сечением оборотов (Д до 30 мм) до умеренно широкой кадиконической с округло-трапециевидным сечением (рис. 1). Ребра высокие слабо синусоидальные двураздельные и простые (КВ ≈ 2), сильно выгибаются вперед на вентральной стороне, а вдоль умбонального перегиба образуют гребневидные бугорки. Ребра постепенно исчезают, тогда как слабо выраженные бугорки переходят на жилую камеру. Умбо чашеобразное, на 5–6 оборотах расширяется, а при превращении раковины в кадикон (при Д ≈ 50 мм) сужается и приобретает вид кратера с округленным краем. Жилая камера не менее полуоборота.

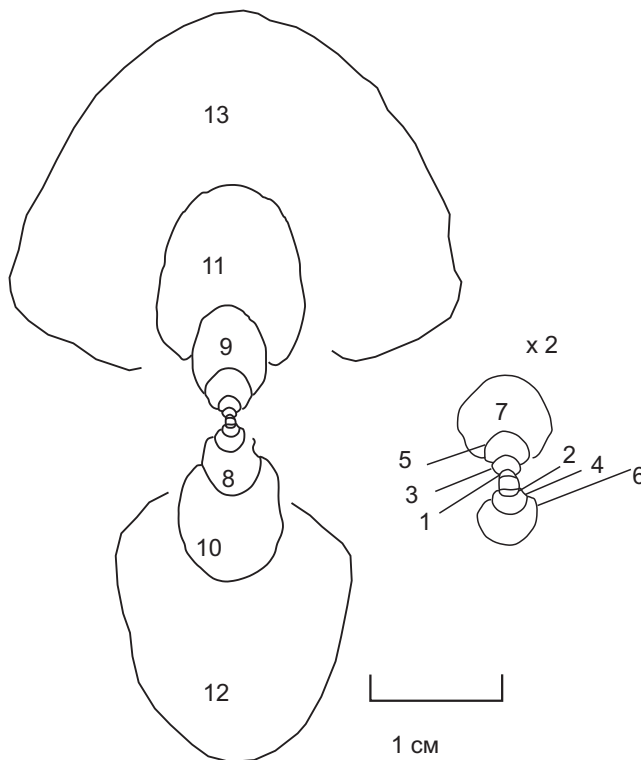


Рис. 1. Поперечное сечение *Protolongaeviceras arcticoides* (Kiselev et Meledina). Внутренние обороты (с 1 по 7 – полуобороты) показаны с увеличением в 2 раза. До 11-го полуоборота (Д 29,2 мм) – экз. № 2060/31, 12–13-й полуобороты – экз. № 2060/30 (Д 57,3 мм)

Размеры и отношения (Д – диаметр, Ш – ширина, В – высота, У – диаметр умбо, все – в мм)

№ обр.	№ оборота	Д	Ш	В	У	Ш/Д	В/Д	Ш/В	У/Д
2060/30	7	76,25	48,6	32,3	15,8	63,7	42,4	150,5	20,72
		57,3	33,9	27,1	10,88	59,2	47,3	125,1	18,99
2060/31	6	42,7	19,2	19,7	10,15	45,0	46,1	97,5	23,77
		29,2	11,1	13,2	6,8	38,0	45,2	84,1	23,29
	5	20,2	8	8,8	5,09	39,6	43,6	90,9	25,20
		13,75	5,53	6,13	3,08	40,2	44,6	90,2	22,40
	4	9,7	4,65	4,66	–	47,9	48,0	99,8	–
		5,97	3,14	2,78	–	52,6	46,6	112,9	–
	3	4,34	2,36	1,84	–	54,4	42,4	128,3	–
		3,06	1,7	1,38	–	55,6	45,1	123,2	–
	2	2,21	1,2	0,98	–	54,3	44,3	122,4	–
		1,5	1	0,75	–	66,7	50,0	133,3	–
1	0,9	0,85	0,55	–	94,4	61,1	154,5	–	
	0,5	0,7	0,3	–	140,0	60,0	233,3	–	

Ребра на ранних стадиях роста простые двураздельные редко вставные, грубые ($KB \approx 2$), с резким угловатым изгибом вперед на вентральной стороне, где они утолщаются. На умбональной стенке ребра отклоняются назад, а при переходе на боковые стороны плавно изогнуты и наклонены вперед. Вдоль умбонального перегиба образованы высокие гребневидные бугорки. Ребристость исчезает при D 55–65 мм; бугорки сохраняются вплоть до начала жилой камеры. Лопастная линия приведена на рис. 2.

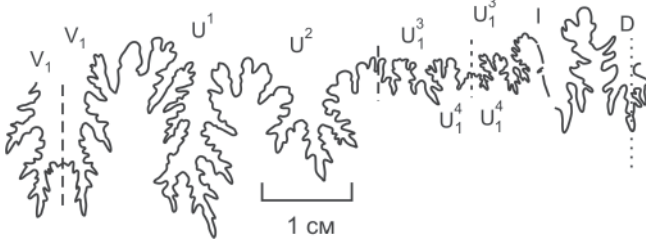


Рис. 2. Лопастная линия *Protolongaeviceras arcticoides* (Kiselev et Meledina). Экз. № 2060/30, D 65 мм; лопасти: V – вентральная, U – умбональная, I – внутренняя, D – дорсальная; U_1^4/U_1^4 – умбональный шов

Сравнение и замечания. В первоначальном описании вида [7] отмечалась значительная вариабельность его скульптуры, поэтому в ряду изменчивости были выделены две морфы: 1) формы со слабо дифференцированными грубыми простыми двураздельными реже простыми ребрами ($KB \approx 2$), сохраняющимися наряду с грубыми бугорками до последних оборотов; 2) формы с тонкими густыми двух- и трехраздельными ребрами ($KB > 2,5$), ранее сглаживавшиеся, вследствие чего на взрослых оборотах сохраняются только относительно мелкие приумбональные бугорки.

Эти морфы трактуются нами теперь как самостоятельные виды. В работе Д. Н. Киселева и С. В. Мелединой [7] приведен голотип вида из разреза под Рыбинском. Как и образец с р. Сысола (табл. 2, фиг. 7–9), он представляет собой первую морфу, за которой сохраняется видовое название *arcticoides*. Представители вида с о. Большой Бегичев (Сибирь) принадлежат к этой морфе.

Вторая морфа густоребристая. По особенностям ребристости сравнивалась с *Rondiceras*, однако отмечались и отличия от этого вида, подробно описанные Д. Н. Киселевым и С. В. Мелединой [7]. Авторы данной статьи отождествляют густоребристую морфу с одним из видов в составе рода *Rondiceras*, возможно новым.

Сохраняется неясность в толковании диагноза вида *Pr. tcheffkini*. Часто относимые к данному виду экземпляры существенно отличаются от его лектотипа, предложенного В. В. Миттой [12] и приведенного в работах [21, 27]. Лектотип вида, как и некоторые экземпляры под тем же названием, нами рассматриваются в рамках нового рода *Protolongaeviceras* (см. синонимизику). Другие аммониты, определенные как вид *tcheffkini*, подлежат ревизии. Так, крупные

раковины «*Rondiceras*» *tcheffkini* [12, табл. 50, фиг. 1, 4а, б; табл. 51, фиг. 1, 4, а, б] переопределены нами в *R. milashevici* на основании особенностей строения раковины и скульптуры на внутренних оборотах, которые вскрыты на данных экземплярах.

Одновременно с видом «*Cadoceras*» *arcticoides* описан вид *Longaeviceras praestenolobum* Kiselev et Meledina из Центральной России (сборы Д. Н. Киселева) и из Оренбуржья на р. Сухая Песчанка (сборы С. В. Мелединой). В работе [7, табл. 1, фиг. 7, 8, 11] приведено изображение крупной гладкой раковины *L. praestenolobum* с р. Сухая Песчанка. Однако выяснилось, что на всех предыдущих оборотах отчетливо выражены приумбональные бугорки, чего не бывает у *Longaeviceras*. Слабая дифференциация ребер, присутствие одиночных ребер, низкий коэффициент ветвления также отличают обсуждаемые формы от данного рода. Есть и другие отличия. В коллекции С. В. Мелединой имеются экземпляры разной размерности, также обладающие бугорчатым приумбональным перегибом, округло-треугольной формой сечения внутренних оборотов и стилем ребристости, что указывает на их принадлежность к роду *Protolongaeviceras*, а не *Longaeviceras* (рис. 3). Эти экземпляры с р. Сухая Песчанка переопределены нами в *Protolongaeviceras* cf. *pomeroyense* (Imlay), но особенно они похожи на сибирский вид *Pr. declinatum* (Voron.), отличительными чертами которого являются толстые редкие ребра и высокие приумбональные бугорки, сохраняющиеся на жилой камере. Изящно ребристые формы из этого разреза определены нами как *R. nikolaevi* (Bodyl.).

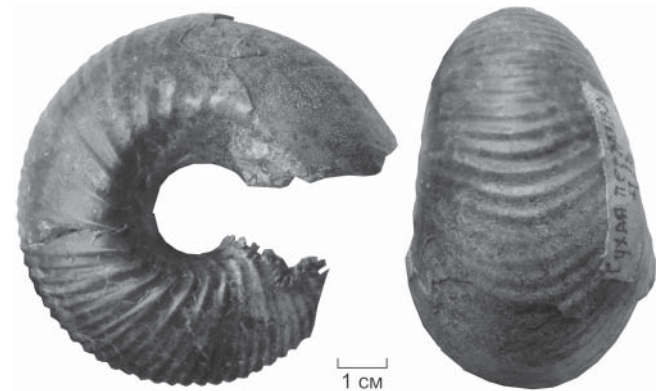


Рис. 3. *Protolongaeviceras* cf. *pomeroyense* (Imlay). Экз. № 2060/50, юг европейской части России, р. Сухая Песчанка (приток р. Урал), обн. 4, слой 3 (коллекция С. В. Мелединой)

Вид *Pr. arcticoides* (Kis. et Meled.) отличается от *Pr. pomeroyense* (Imlay) более густыми и тонкими ребрами: 43/20 ($KB = 2,1$) против 40/17 ($KB = 2,3$), а также меньшим диаметром приумбональной воронки.

От вида *Pr. innocentii* (Bodyl.) описываемый вид отличается менее частыми и тонкими ребрами и более мелкими бугорками на приумбональном пере-



гибе. По данным В. И. Бодылевского [2, с. 76], на последнем обороте (64/24) $KV = 2,78$. У *Pr. innocentii* наиболее резкий выгиб ребер на вентральной стороне, чем у других видов.

Вид *Pr. arcticoides* из зоны *jason* среднего келловея европейской части России и ее сибирского аналога (зона *milaschevici, arcticoides*) в роде *Protolongaeviceras* наиболее древний. Стратиграфически сменяющие его виды *Pr. innocentii*, *Pr. declinatatum* и *Pr. pomeroysense* из верхней зоны среднего келловея (два первых – сибирские, третий – аляскинский) отличаются особенно ярко выраженным морфологическим сходством на внутренних оборотах раковины с родом *Longaeviceras* и поэтому могут рассматриваться как возможные его предки.

М а т е р и а л . Три экземпляра с о-ва Большой Бегичев (обн. 503, сл. 7, основание), один из которых представлен хорошо сохранившимся фрагментом. Средний келловей, зона *Rondiceras milaschevici, Protolongaeviceras arcticoides* [9]. Кроме того, при первоначальном описании данного вида С. В. Мелединой были изучены 80 экземпляров с Русской платформы.

Выводы

Впервые на севере Сибири в составе подсемейства *Cadoceratinae* установлен новый среднекелловейский род *Protolongaeviceras*, представляющий собой связующее звено между раннекелловейским родом *Cadoceras* Fischer и позднекелловейским родом *Longaeviceras* Buckman. Онто-филогенетическое изучение представителей этого рода позволило выявить морфологические особенности, подтверждающие их родовой статус. В состав нового рода включен ряд среднекелловейских видов аммонитов подсемейства *Cadoceratinae*, которые формируют специфическую эволюционную линию, отчетливо прослеживаемую в пределах Панбореальной надобласти. Выделение этого рода способствует проведению детальной корреляции среднекелловейских отложений.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 19-05-00130), а также является частью проекта ФНИ № 0331-2019-0004.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алифиров А. С., Князев В. Г., Меледина С. В. К систематике и филогении позднебатских – среднекелловейских *Cardioceratidae* (Ammonoidea) // Интегративная палеонтология: перспективы развития для геологических целей: матер. LXIII сес. Палеонт. об-ва при РАН. – СПб., 2017. – С. 12–15.
2. Бодылевский В. И. Келловейские аммониты Северной Сибири // Зап. Горн. ин-та. – 1960. – Т. 37. – С. 49–82.
3. Воронец Н. С. Стратиграфия и головоногие моллюски юрских и нижнемеловых отложений Лено-Анабарского района // Тр. Ин-та геологии Арктики. – 1962. – Т. 110. – С. 236 с.

4. Гуляев Д. Б. Эволюция и стратиграфическое значение среднеюрского бореального рода *Paracadoceras* (Cardioceratidae, Ammonoidea) // Современные проблемы изучения головоногих моллюсков. Морфология, систематика, эволюция, экология и биостратиграфия. Вып. 2. – М.: ПИН РАН, 2009. – С. 41–46.

5. Иванов А. Н. О неотеническом происхождении келловейских аммонитов рода *Pseudocadoceras* // Сб. трудов по геологии и палеонтологии. – Сыктывкар: Коми филиал АН СССР, 1960. – С. 378–392.

6. Киселев Д. Н. Аммониты и биостратиграфия келловейских отложений (р. Сысола у с. Вотча, Русская платформа) // Новости палеонтологии и стратиграфии. Вып. 9. Прил. к журн. «Геология и геофизика». – 2006. – Т. 47. – С. 47–69.

7. Киселев Д. Н., Меледина С. В. Аммонитовые комплексы и биогоризонты подзоны *Kosmoceras jason* (средний келловей) на Русской платформе // Новости палеонтологии и стратиграфии. Вып. 6–7. Прил. к журн. «Геология и геофизика». – 2004. – Т. 45. – С. 157–169.

8. Князев В. Г., Меледина С. В., Алифиров А. С. *Protolongaeviceras* – новый среднекелловейский род семейства *Cardioceratidae* // Фундаментальная и прикладная палеонтология: матер. LXIII сес. Палеонт. об-ва при РАН (2–6 апреля 2018 г., Санкт-Петербург). – СПб., 2018. – С. 59–60.

9. Князев В. Г., Меледина С. В., Алифиров А. С. Средний келловей Сибири: Аммониты и зональное деление // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2020. – (В печати).

10. Меледина С. В. Аммониты и зональная стратиграфия келловея Сибири. – М.: Наука, 1977. – 289 с.

11. Меледина С. В. Бореальная средняя юра России. – Новосибирск: Наука, 1994. – 184 с.

12. Митта В. В. Аммониты и биостратиграфия нижнего келловея Русской платформы // Бюл. коллекционного фонда ВНИГНИ. – 2000. – № 3. – 144 с.

13. Митта В. В. К филогении среднеюрских *Arctoccephalitinae* и *Cadoceratinae* (Cardioceratidae, Ammonoidea) // Современные проблемы изучения головоногих моллюсков. Морфология, систематика, эволюция, экология и биостратиграфия. Вып. 4. – М.: ПИН РАН, 2015. – С. 31–36.

14. Митта В. В. О филогении ранних *Cardioceratidae* (Ammonoidea) и среднеюрских представителей *Cadoceratinae* на рубеже бата и келловея // Палеонтологический журнал. – 2016. – № 4. – С. 42–51.

15. Никитин С. Н. Аммониты группы *Amaltheus funiferus* Phillips. – М.: Изд. МОИП, 1878. – 79 с.

16. Никитин С. Н. Общая геологическая карта России. Лист 56 // Тр. Геолкома. – 1884. – Т. 1, № 2. – 135 с.

17. Никитин С. Н. Юрские образования между Рыбинском, Мологой и Мышкиным // Матер. Геолкома. – 1881. – Т. 1, № 2. – 131 с.

18. Репин Ю. С. Новости аммонитологии Печорской юры // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – СПб.: ВНИГРИ, 2008. – С. 1–15.

19. Сазонов Н. Т. Юрские отложения центральных областей Русской платформы. – Л.: Гостопиздат, 1957. – 154 с.

20. Arkell W. J. Jurassic Ammonitina // Treatise in invertebrate paleontology, pt. L. – New-York, Lawrence, Kansas, 1957. – P. 232–344.

21. Douvillé R. Ammonites *Tchefkini* d'Orbigny, 1845 // Paleontologia Universalis. Inter. Geol. Congress. – 1911. – P. 214.

22. Frebold H. The Jurassic faunas of the Canadian Arctic. Cadoceratinae // Geol. Surv. of Canada. – 1964. – Bull. 119. – 27 p.

23. Howarth M. K. Systematic descriptions of the Stephanoceratoidea and Spiroceratoidea // Treatise Online. – 2017. – Part L, Revised, Vol. 3B, Chapter 6: 84:1–101, 66 fig.

24. Imlay R. W. Callovian (Jurassic) ammonites from the United States and Alaska. Pt. 2. Alasca Peninsula and Cook Inlet regions // US Geol. Surv. Prof. Pap. – 1953. – No. 249-B. – P. 41–108.

25. Kiselev D. N., Rogov M. A. Detailed biostratigraphy of the Middle Callovian – Lowest Oxfordian in the Mikhaylov reference section (Ryazan region, European part of Russia) by ammonites // Volumina Jurassica. – 2018. – Vol. XVI. – P. 73–186.

26. Newton E. T., Teall J. J. Notes on collection of rocks and fossils from Franz Josef Land, made by the Jackson-Hermesworth Expedition during during 1894–1896 // Quarterly Journ. of the Geol. Soc. London. – 1897. – Vol. 53 – P. 477–518.

27. D'Orbigny A. Mollusques. Système Jurassique (Étage Oxfordien). Terrain secondaire // Géologie de la Russie d'Europe et des montagnes de l'Oural. Vol. II. Paléontologie. – Paris, 1845. – P. 419–511.

28. Page K. N. Ammonites // Fossils of the Oxford Clay. Paleont. Assoc. – London, 1991. – P. 87–143.

29. Pompeckj J. Jurassic fauna of Cape Flora. The Norwegian North Polar Expedition. 1893–1894. Scientific results. Vol. 1. – Christiania, 1898–1900. – 95 p.

REFERENCES

1. Alifirov A.S., Knyazev V.G., Meledina S.V. [To the systematics and phylogeny of the Late Bathonian – Middle Callovian *Cardioceratidae* (Ammonoidea)]. *Integrativnaya paleontologiya: perspektivy razvitiya dlya geologicheskikh tseley. Mater. LXIII sessii Paleont. obshchestva pri RAN* [Integrative paleontology: development prospects for geological purposes. Proc. LXIII session of Paleont. Society at the Russian Academy of Sciences]. Saint Petersburg, 2017, pp. 12–15. (In Russ.).

2. Bodylevskiy V.I. [Callovian ammonites of Northern Siberia]. *Zapiski Gornogo Instituta*, 1960, vol. 37, pp. 49–82. (In Russ.).

3. Voronets N.S. [Stratigraphy and cephalopods of the Jurassic and Lower Cretaceous sediments of the Lena-

Anabar Region]. *Tr. In-ta geol. Arktiki* [Proc. of the Institute of Arctic Geology], 1962, vol. 110. 236 p. (In Russ.).

4. Gulyaev D.B. [Evolution and stratigraphic significance of the Middle Jurassic boreal genus of *Paracadoceras* (*Cardioceratidae*, *Ammonoidea*)]. *Sovremennye problemy izucheniya golovonogikh mollyuskov. Morfologiya, sistematika, evolyutsiya, ekologiya i biostratigrafiya* [Modern problems of studying cephalopods. Morphology, taxonomy, evolution, ecology and biostratigraphy]. Moscow, PIN RAN Publ., 2009, no. 2, pp. 41–46. (In Russ.).

5. Ivanov A.N. [On the neothenic origin of Callovian ammonites of the *Pseudocadoceras* genus]. *Sb. trudov po geologii i paleontologii. Syktyvkar: Komi filial AN SSSR* [Collection of works on geology and paleontology. Syktyvkar]. Syktyvkar, Komi branch of the AS USSR Publ., 1960, pp. 378–392. (In Russ.).

6. Kiselev D.N. [Ammonites and biostratigraphy of Callovian deposits (River Sysola near the village of Votcha, Russian Platform)]. *Novosti paleontologii i stratigrafii. Prilozhenie k zhurnalu «Geologiya i geofizika» – News of paleontology and stratigraphy, Supplement to the “Geology and Geophysics” journal*, 2006, no. 9, pp. 47–69. (In Russ.).

7. Kiselev D.N., Meledina S.V. [Ammonite complexes and biological horizons of the *Kosmoceras jason* subzone (middle Callovian) on the Russian Platform]. *Novosti paleontologii i stratigrafii. Prilozhenie k zhurnalu «Geologiya i geofizika» – News of paleontology and stratigraphy, Supplement to the “Geology and Geophysics” journal*, 2004, vol. 45, pp. 157–169. (In Russ.).

8. Knyazev V.G., Meledina S.V., Alifirov A.S. [*Protolongaeviceras* is a new Middle Callovian genus of the *Cardioceratidae* family]. *Fundamental'naya i prikladnaya paleontologiya. Materialy LXIII sessii Paleontologicheskogo obshchestva pri RAN (2–6 aprelya 2018 g., Sankt-Peterburg)* [Fundamental and applied paleontology. Proceedings of LXIII session of the Paleontological Society at the Russian Academy of Sciences (April 2–6, 2018, St. Petersburg)]. Saint Petersburg, 2018, pp. 59–60. (In Russ.).

9. Knyazev V.G., Meledina S.V., Alifirov A.S. [Middle Callovian of Siberia: Ammonites and zonal division]. *Stratigrafiya. Geologicheskaya korrelyatsiya – Stratigraphy and Geological Correlation*, 2020, in print. (In Russ.).

10. Meledina S.V. *Ammonity i zonal'naya stratigrafiya kelloveya Sibiri* [Ammonites and Zonal Callovian Stratigraphy of Siberia]. Moscow, Nauka Publ., 1977. 289 p. (In Russ.).

11. Meledina S.V. *Boreal'naya srednyaya yura Rossii* [Boreal Middle Jurassic of Russia]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1994. 184 p. (In Russ.).

12. Mitta V.V. [Ammonites and Biostratigraphy of Lower Callovian of the Russian Platform]. *Byulleten kollektzionnogo fonda VNIGNI*, 2000, no. 3. 144 p. (In Russ.).

13. Mitta V.V. [To the phylogeny of Middle Jurassic *Arctocephalitinae* and *Cadoceratinae* (*Cardioceratidae*,



Ammonoidea)]. *Sovremennye problemy izucheniya golovonogikh mollyuskov. Morfologiya, sistematika, evolyutsiya, ekologiya i biostratigrafiya* [Modern problems of studying cephalopods. Morphology, taxonomy, evolution, ecology and biostratigraphy]. Moscow, PIN RAN Publ., 2015, issue 4, pp. 31–36. (In Russ.).

14. Mitta V.V. On the phylogeny of early Cardioceratae (Ammonoidea) and Cadoceratinae from central Russia at the of Bathonian and Callovian boundary. *Paleontological Journal*, 2016, no. 4, pp. 42–51.

15. Nikitin S.N. *Ammonity gruppy Amaltheus funiferus Phillips* [Ammonites of the Amaltheus funiferus Phillips group]. Moscow, MOIP Publ., 1878. 79 p. (In Russ.).

16. Nikitin S.N. [General geological map of Russia. Sheet 56]. *Tr. Geolkom* [Proceedings of Geolkom]. 1884, vol. 1, no. 2. 135 p. (In Russ.).

17. Nikitin S.N. [Jurassic formations between Rybinsk, Mologa and Myshkin]. *Materialy Geolkom* [Proceedings of Geolkom], 1881, vol. 1, no. 2. 131 p. (In Russ.).

18. Repin Yu.S. [Ammonitology news of the Pechora Jurassic]. *Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika – Oil and gas geology. Theory and practice*, 2008, pp. 1–15. (In Russ.).

19. Sazonov N.T. *Yurskie otlozheniya tsentral'nykh oblastey Russkoy platformy* [Jurassic deposits of the central Russian Platform]. Leningrad, Gostopizdat Publ., 1957. 154 p. (In Russ.).

20. Arkell W.J. Jurassic Ammonitina. *Treatise in invertebrate paleontology, pt. L*, New-York, Lawrence, Kansas, 1957, pp. 232–344.

21. Douvillé R. Ammonites *Tchefkini* d'Orbigny, 1845. *Paleontologia Universalis. Inter. Geol. Congress*, 1911, p. 214.

22. Frebald H. The Jurassic faunas of the Canadian Arctic. Cadoceratinae. *Geol. Surv. of Canada*, 1964, Bull. 119. 27 p.

23. Howarth M.K. Systematic descriptions of the Stephanoceratoidea and Spiroceratoidea. *Treatise Online*, 2017, Part L, Revised, Vol. 3B, Chapter 6: 84:1–101, 66 fig.

24. Imlay R.W. Callovian (Jurassic) ammonites from the United States and Alasca. Pt. 2. Alasca Peninsula and Cook Inlet regions. *US Geol. Surv. Prof. Pap.*, 1953, no. 249-B, pp. 41–108.

25. Kiselev D.N., Rogov M.A. Detailed biostratigraphy of the Middle Callovian – lowest Oxfordian in the Mikhaylov reference section (Ryazan region, European part of Russia) by ammonites. *Volumina Jurassica*, 2018, vol. XVI, pp. 73–186.

26. Newton E.T., Teall J.J. Notes on collection of rocks and fossils from Franz Josef Land, made by the Jackson-Hermesworth Expedition during during 1894–1896. *Quarterly Journ. of the Geol. Soc. London*, 1897, vol. 53. pp. 477–518.

27. D'Orbigny A. Mollusques. Système Jurassique (Étage Oxfordien). Terrain secondaire. *Géologie de la Russie d'Europe et des montagnes de l'Oural. Vol. II. Paléontologie*, Paris, 1845, pp. 419–511.

28. Page K.N. Ammonites. *Fossils of the Oxford Clay. Paleont. Assoc.*, London, 1991, pp. 87–143.

29. Pompeckj J. Jurassic fauna of Cape Flora. The Norwegian North Polar Expedition. 1893–1894. Scientific results. Vol. 1. Christiania, 1898–1900. 95 p.

© В. Г. Князев, С. В. Меледина, А. С. Алифиров, 2019



УДК 551.243:(553.98.041+553.3'3/9'.041)(571.5–17)

ПРОГНОЗ РАЗНОРОДНЫХ ПОГРЕБЕННЫХ ОБЪЕКТОВ НА СЕВЕРЕ ТУНГУССКОЙ СИНЕКЛИЗЫ

В. С. Старосельцев

Сибирский НИИ геологии, геофизики и минерального сырья, Новосибирск, Россия

Проанализированы особенности проявления глубинных разломов в земной коре платформенных регионов от поверхности Мохоровича до дневной поверхности. Изучен характер изменения конфигурации разрывных нарушений. Показано, что на основе определения детальной структуры приповерхностных и корневых зон региональных глубинных разломов в определенных ситуациях можно прогнозировать наличие месторождений полезных ископаемых. В качестве примера выделен ряд участков, перспективных на обнаружение углеводородных скоплений и рудоносных интрузий. Крупные скопления УВ могут быть обнаружены на севере Тунгусской синеклизы в пределах Верхнекотуйского куполовидного поднятия, Хантайского структурного мыса, Верхнехугдякитского поднятия, к которым они могли поступать из Верхнекетской котловины Ламско-Хантайского мегапрогиба, периодически подпитываемого из Енисей-Хатангского регионального прогиба. Также вероятно открытие новых месторождений полиметаллических руд на северо-западе Хараелахской мульды.

Ключевые слова: крупные скопления углеводородов, полиметаллических руд, тектоническое обоснование их формирования.

FORECAST OF HETEROGENOUS SUBSURFACE FEATURES IN THE NORTH OF THE TUNGUSKA SYNECLISE

V. S. Staroseltsev

Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources, Novosibirsk, Russia

The article analyzes manifestation peculiarities of deep faults in the Earth's crust of platform regions from the Moho discontinuity to the ground surface. The nature of change in the configuration of disjunctive dislocations has been studied. It is shown that it is possible to predict the presence of mineral deposits on the basis of revealing the detailed structure of the near-surface and root zones of regional deep faults in certain situations. As an example, a number of areas promising for discovery of hydrocarbon accumulations and ore-bearing intrusions are singled out. Major hydrocarbon accumulations can be found in the north of the Tunguska syncline within the Upper Kotuy dome, Khantayskiy nose, Upper Khugdyakit uplift, to which they can come from the Verkhneketskaya hollow of the Lama-Khantayskiy megatrough, periodically replenished from the Yenisey-Khatanga regional trough. The discovery of new deposits of polymetallic ores in the northwest of the Kharaelakh trough is also likely.

Keywords: large hydrocarbon accumulations, polymetallic ores, tectonic substantiation of their formation.

DOI 10.20403/2078-0575-2019-2-24-34

Цель данной работы – обоснование целесообразности увеличения объемов геолого-разведочных работ в северных районах Тунгусской синеклизы в связи с возможностью обнаружения там крупных скоплений углеводородов (УВ) и полиметаллических руд. Выводы сделаны на основе анализа тектонических факторов с учетом влияния условий осадконакопления, траппового магматизма, возможных источников и путей миграций УВ.

В. И. Шаровым [11, 12] был поднят вопрос о характере проявления крупных разломов регионального масштаба, которые на глубине начинают разветвляться на веерообразные пучки, создавая целое облако нарушенных трещинами зон, влияющих на прослеживание разломов на глубины вплоть до перехода в мантию. Этот вопрос стал толчком для анализа морфологии и закономерностей их выражения в связи с прогнозом рудных и углеводородных месторождений. Ранее обычно считалось, что региональные разломы продолжают и в мантии в виде единых крупных разрывов, являющихся, по

существу, составляющими каркаса глубинных границ разноустроенных блоков литосферы. После публикации [12] стало очевидно продолжение земной коры и подстилающих горизонтов мантии, от которых могло зависеть распределение в их пределах источников и конкретных зон концентрации полезных ископаемых.

Полевые экспериментальные работы по прослеживанию разломов в кристаллической среде с помощью нетрадиционной методики МОВ позволили получить материалы об особенностях проявления тектонических разрывов в земной коре на различных глубинных уровнях.

Основное отличие примененной методики заключается в использовании сейсмогеологической модели среды. В ней глубинные разломы рассматриваются как сложно построенные неоднородные зоны не только в земной коре, но и в значительной части мантии, которые характеризуются в среднем пониженными значениями скорости прохождения упругих волн, высоким поглощением упругой энер-

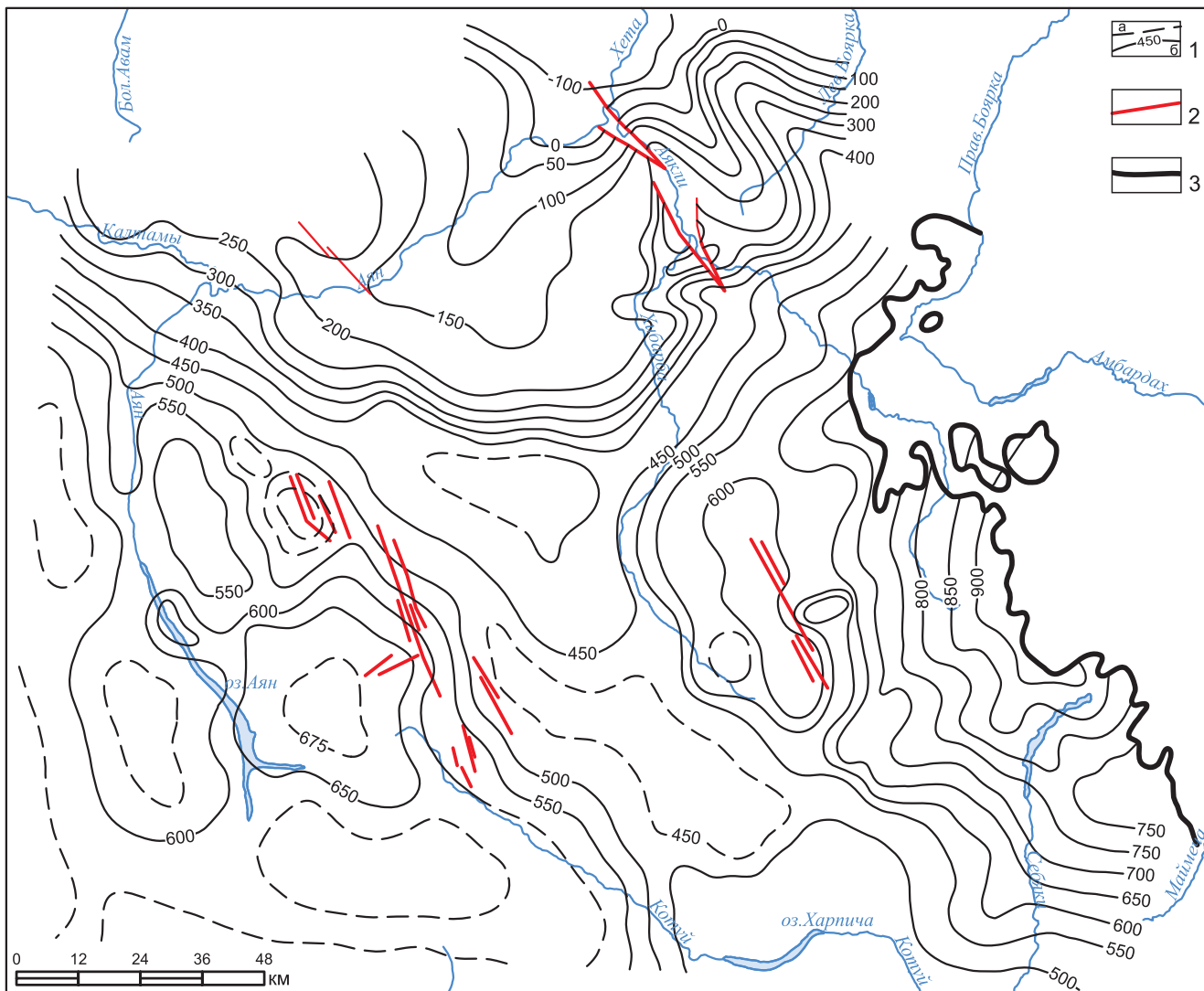


Рис. 1. Структурная карта северо-восточной части Тунгусской синеклизы по надаянскому покрову базальтов (сост. В. С. Старосельцев, Т. А. Дивина, В. Ю. Тезиков по материалам СНИИГГиМС, 2002 г.)

1 – изогипсы надаянского покрова базальтов (а – предполагаемые, б – уверенные); 2 – разрывные нарушения; 3 – границы распространения паторанской серии

гии и аномальной плотностью. Относительно высокая контрастность физических свойств пород в этих зонах сравнительно с вмещающей средой создает возможность прослеживания разломов в сейсмическом диапазоне частот в виде отражающих пластов, поддающихся количественному изучению (определение углов падения, мощности, области развития).

В процессе исследования использовались также материалы структурного картирования надаянского маркирующего покрова базальтов в бассейне верхнего течения р. Котуй.

Специалистами СНИИГГиМС и ПГО «Енисей-нефтегазгеология» в 1960-е и 1990-е гг. и начале 2000-х гг. комплексно обоснованы гигантские (по 1–2 млрд т извлекаемых преимущественно жидких УВ) объекты на севере Тунгусской синеклизы [1, 8, 10]: Хантайский и Верхнехугдякитский, которые могут быть дополнены еще одним, возможно более крупным? объектом – Верхнекотуйским (или Южно-Аянским).

В 2002 г. под руководством и при непосредственном участии автора была составлена структурная карта северо-восточной части Тунгусской синеклизы по надаянскому маркирующему покрову базальтов (рис. 1). На ней в верховьях р. Котуй на юго-восточном побережье оз. Аян находится куполовидное поднятие площадью более 20×30 км и амплитудой более 80 м. Оно расположено в непосредственной близости от Верхнекетской котловины Ламско-Хантайского мегапрогиба, в который в значительных объемах могли поступать углеводороды из Енисей-Хатангского регионального прогиба. В целом тектоническая позиция Верхнекотуйского куполовидного поднятия относительно окружающих зон прогибания, генерирующих большие объемы углеводородов, была более перспективной, чем у Верхнехугдякитского поднятия, где потенциальные ресурсы извлекаемых преимущественно жидких УВ составляют более 2 млрд м³.

В Лено-Тунгусской нефтегазоносной провинции (НГП), где уже открыто более 25 месторож-



дений углеводородов (в том числе Юрубченское, Куюмбинское, Талаканское, Ковыктинское и Чаяндинское), северная часть Тунгусской синеклизы особенно интересна. Отличаясь суровым климатом и расчлененным рельефом столовых гор, сложенных вулканогенными нижнетриасовыми породами основного состава, она крайне слабо изучена геолого-геофизическими методами. В результате оценка перспектив ее нефтегазоносности крайне низка – около 20 тыс. т/км², хотя по комплексу геолого-геофизических данных здесь на площади 500–2500 км² уже намечены скопления преимущественно жидких УВ с объемом извлечения 1–2 млрд т, т. е. плотность составляет 0,8–2,0 млн т/км². Пример такого несоответствия региональных оценок масштабу индивидуальных скоплений в Лено-Тунгусской НГП хорошо известен – Ковыктинское газовое месторождение с промышленными запасами более 2 трлн м³ в пределах Ангаро-Ленской региональной ступени, где до открытия месторождения суммарные ресурсы оценивались в 2,8 трлн м³.

Что же позволяет высоко оценивать перспективы нефтегазоносности севера Тунгусской синеклизы? Во-первых, это огромные толщины его осадочного выполнения, которые по данным редкой сети региональных сейсмических профилей достигают 8–10 км в осложняющих его крупных (первого порядка) отрицательных структурах и 3,5–5 км – в положительных (см. рис. 1). Во-вторых, по региональному плану северная часть Тунгусской синеклизы подобна северной части Западно-Сибирской мегасинеклизы, выполненной мезозойскими терригенными отложениями, хотя последняя больше лишь в 2,0–2,5 раза. Общеизвестно, что именно в центральной и северной частях мегасинеклизы и были открыты основные нефтяные и газовые гиганты. Подобные закономерности распределения богатейших скоплений УВ наблюдаются во многих нефтегазоперспективных осадочных бассейнах мира.

Многие исследователи считают, что перспективы нефтегазоносности севера Тунгусской синеклизы существенно понижены за счет отрицательного влияния больших объемов внедрившихся интрузивных трапповых тел, но в действительности роль их невелика. Об этом свидетельствуют результаты бурения здесь глубоких скважин, пусть даже и единичных (Ледянской, Чиридинской, Южно-Пясинской, Кыстыхтакской). Суммарная толщина вскрываемого ими разреза – до 4–4,5 км, а количество трапповых интрузий – всего 7–8 %. Такое соотношение характерно даже для Южно-Пясинской глубокой скважины, пробуренной в центре Норильско-Талнахского рудного узла с мощными дифференцированными интрузиями. Это объясняется тем, что она по разрезу расположена ниже стратиграфического интервала, перспективного для внедрения рудоносных интрузий.

Подобная роль трапповых интрузий в осадочном выполнении севера Тунгусской синеклизы объясняется, вероятнее всего, широким распространением в его пределах комплекса базальтовых покровов суммарной толщиной до 2,5–3,5 км. В период их образования эта территория испытывала устойчивое погружение, компенсируемое не внедрением трапповых интрузий, а излиянием базальтовой лавы на поверхность. Об этом однозначно свидетельствуют некоторые особенности строения нижнетриасового базальтового комплекса изучаемого региона: 1) в его строении участвует несколько регионально выдержанных по толщине и положению в разрезе туфогенно-осадочных горизонтов с параллельно-слоистой текстурой, сформированной в водной среде обширного бассейна, расположенного близко к палеобазису эрозии; 2) между самими базальтовыми покровами отсутствуют признаки возвышенного палеорельефа.

Можно предположить, что такая палеотектоническая обстановка проявления траппового магматизма предопределяла его эффузивный, а не интрузивный характер. За пределами базальтового поля количество трапповых интрузий в осадочном разрезе достигает 35–40 %, что позволило П. Е. Оффману еще в конце 1950-х гг. выделить пояс В. А. Обручева, серьгообразно обрамляющий базальтовые поля.

Естественно, возникает вопрос, как могло повлиять на нефтегазоносность столь интенсивное (до 2,5–3,0 км) погружение осадочных пород в период формирования базальтового комплекса. Вероятно, большую роль могла сыграть продолжительность такого погружения. Как показывает анализ геологических данных по северо-западу базальтового плато (Норильский рудный район), к югу от Таймырской складчатой области его возраст, скорее всего, не превышал 1 млн лет. Палеонтологически в Норильском районе доказано, что базальтовый комплекс начал формироваться в самом конце перми после накопления пограничной с триасом амбарнинской свиты [4]. На Таймыре же базальтовый комплекс в Фадьюкудинском грабене перекрывают конгломераты с индской фауной [8].

О кратковременности накопления базальтового комплекса свидетельствует практическая непрерывность излияния базальтовой лавы, что не оставляло времени для формирования эрозионного рельефа между базальтовыми покровами. Следовательно, погружение подстилающих осадочных пород не должно было привести к существующему возрастанию их катагенеза, так как вскоре после завершения траппового магматизма северная часть Тунгусской синеклизы (как и практически все базальтовые поля аналогичных областей – бассейн Параны в Южной Америке, Карру на юге Африки, Декан в Индии) испытала резкий подъем с формированием базальтовых плато. Механизм такого подъема можно объяснить всплыванием относительно легких пород основания земной коры, по-

груженными во время траппового магматизма в освободившиеся его очаги [7] более тяжелой верхней мантии.

Отличительной чертой палеозойской палеогеографии севера Тунгусской синеклизы на фоне остальной территории Лено-Тунгусской НГП является уникальная устойчивость компенсированного осадками прогибания в венд-пермское время. Перерывы в осадконакоплении были кратковременными и практически не изменяли ее зонального структурного плана за исключением позднепалеозойского (среднекаменноугольно-пермского) времени. Последнее характеризовалось активизацией дифференцированных структуроформирующих тектонических движений, которые привели к формированию в ее бортовых (северо-западных и северо-восточных) зонах относительно контрастных поднятий с углами наклона крыльев до 2–3°. Сразу же после завершения относительно кратковременного раннетриасового траппового магматизма формирование таких поднятий продолжалось с некоторым разворотом их ориентировки против часовой стрелки и увеличением углов наклона крыльев до 10–15°.

На северо-западе Тунгусской синеклизы такие движения привели к существенному изменению направления миграции активно формирующихся углеводородных флюидов с господствовавшего со среднего кембрия до раннего триаса юго-восточного на северо-западное. Важно подчеркнуть, что активное формирование позднепалеозойско-посттрапповых относительно контрастных структур происходило над субмеридиональными зонами рифейских глубоких прогибов – рифтогенного на северо-востоке и перикратонного на северо-западе Хараелаха [9].

Следовательно, в образовании углеводородов длительное время могли участвовать как венд-палеозойские, так и рифейские отложения, что в конечном итоге могло предопределить высокие перспективы их нефтегазоносности.

Уместно заметить, что по комплексу геолого-геофизических данных именно на северо-западе и северо-востоке Тунгусской синеклизы уже прогнозируются уникальные месторождения преимущественно жидких УВ [1, 2, 3, 10] – Хантайское и Верхнехугдякитское с объемом извлекаемых ресурсов 1 и 2 млрд т УУВ соответственно.

Есть все основания полагать, что и во внутренних районах севера Тунгусской синеклизы будет выявлено не одно богатое скопление нефти и газа. Такие выводы базируются на целом ряде геолого-геофизических особенностей региона, главные из которых последовательно рассмотрены далее.

Прежде всего, это огромный объем осадочно-го выполнения севера Тунгусской синеклизы: горизонты, как обогащенные органическим веществом, так и обладающие хорошими коллекторскими и экранирующими свойствами. К первым, преимущественно

обогащенным ОВ сапропелевого типа, прежде всего относятся ранне-среднекембрийские отложения куонамской и шумнинской свит. Территория их распространения на севере Тунгусской синеклизы пока точно не установлена.

Отложения куонамской свиты вскрыты лишь Чиридинской параметрической скв. 271 и прослежены на юг на расстоянии около 150 км по региональному сейсмическому профилю «Алтай – Северная Земля» вплоть до середины пути к глубокой Кочемской скважине. К сожалению, пока нет информации об их распространении на запад и север Тунгусской синеклизы. Породы шумнинской свиты известны лишь в естественных обнажениях и отдельных скважинах на северо-западной окраине Тунгусской синеклизы.

Кроме того, относительно обогащены органическим веществом граптолитовые сланцы и карбонаты нижнего силура, карбонаты юктинской и каларгонской свит девона.

Котуйская зона удалена от системы ВСТО, но приближена к Хатангскому заливу на трассе Северного морского пути и, соответственно, пригодна не только для энергетического обеспечения его прямых функций, но и для комплексного освоения расположенных рядом месторождений стратегически важных твердых полезных ископаемых.

Неоднородности геологической среды оказывают заметное влияние на линеаментную сеть, формирующуюся на поверхности под влиянием тектонических напряжений. Это касается как ее плотности, так и ориентировки. Накопленный опыт позволяет в качестве примера привести результаты совместных исследований автора и М. И. Муратова линеаментной сети части бассейна Амадеус на Австралийской платформе. Карта изолиний удель-

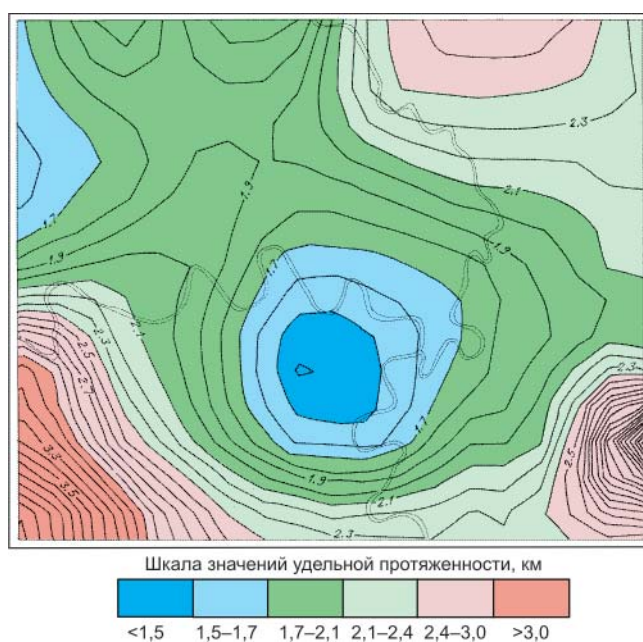


Рис. 2. Карта изолиний удельной протяженности линеаментов ($\Sigma l/n$, км) в бассейне Амадеус на Австралийской платформе

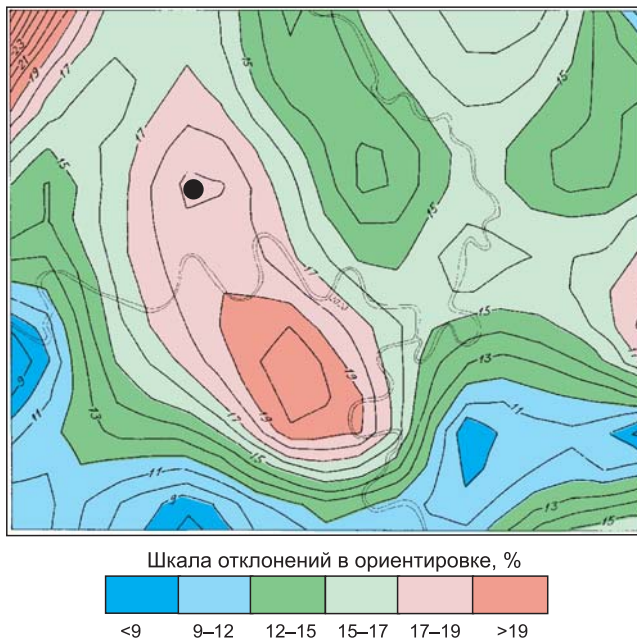


Рис. 3. Карта изолиний ($\Sigma O/\Sigma I, \%$) отклонений в ориентировке линеаментов от пиков розы-диаграммы в бассейне Амадеус на Австралийской платформе (черный кружок – фонтан нефти с газом с глубины 2300 м)

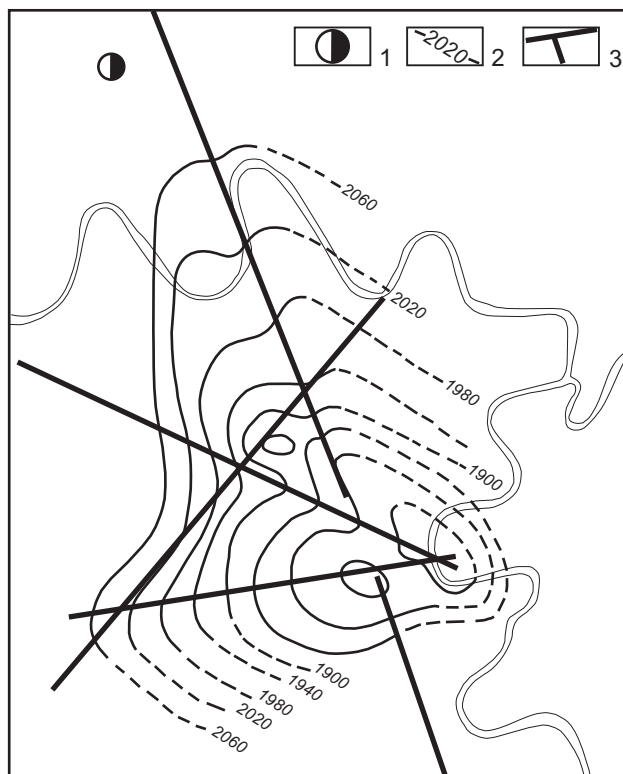


Рис. 4. Структурная карта опорного сейсмического горизонта

1 – фонтан нефти с газом с глубины 2300 м; 2 – изогипсы опорного сейсмического горизонта (H); 3 – линии сейсмических профилей

ной протяженности линеаментов рассматриваемой территории отражена на рис. 2, на котором отчетливо выделяется аномалия низких ее значений (до 1,5–1,7 км). Практически точно ей отвечает положительная аномалия отклонений в ориентиров-

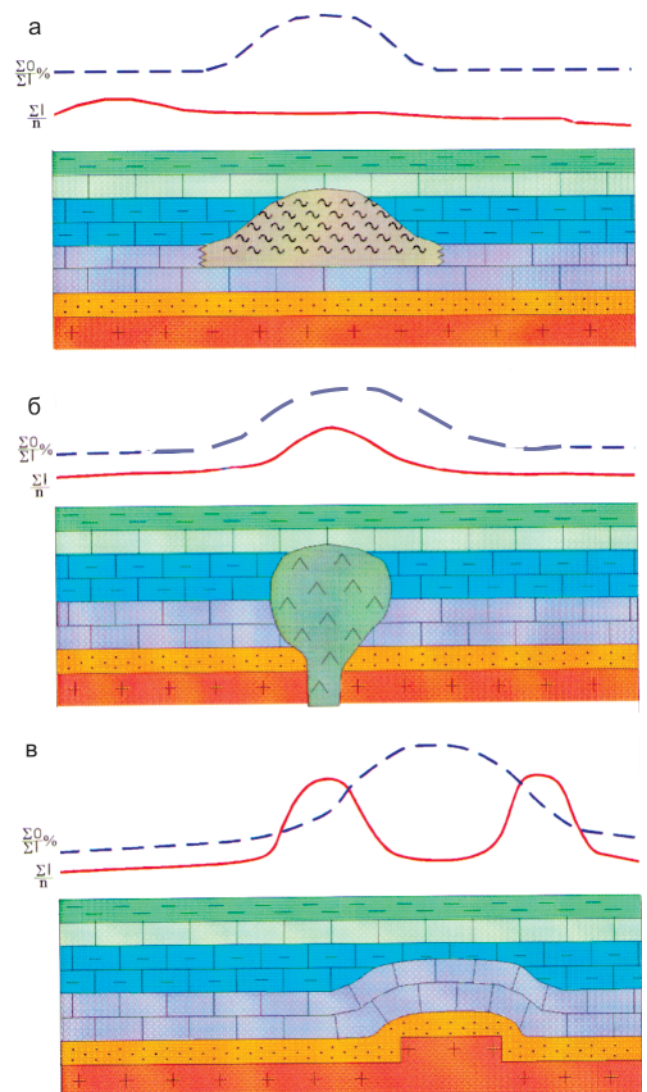


Рис. 5. Модели изменения кривых удельной протяженности и отклонений в ориентировке линеаментов над различными объектами

а – рифовый массив, б – интрузивный хонолит, в – тектоническое поднятие

ке линеаментов от пиков розы-диаграммы (рис. 3). Структурная карта опорного сейсмического горизонта, построенная по совокупности опорных сейсмических профилей, приведена на рис. 4, на котором также показано местоположение единственной параметрической скважины. Она была пробурена после завершения сейсморазведочных работ компанией Pacific Oil & Gas. Из нее впервые за 10 лет на этой площади был получен приток нефти с газом, за что австралийские специалисты выразили в печати благодарность российским специалистам.

Изучая характеристики удельной протяженности и отклонений в ориентировке линеаментов над различными по генезису объектами на глубине на материалах Сибирской платформы, в различных частях которой, кроме погребенных поднятий тектонической природы, автор выявил и изучил интрузивные батолиты и рифовые массивы, наметил определенные сочетания характеристик линеаментной сети.

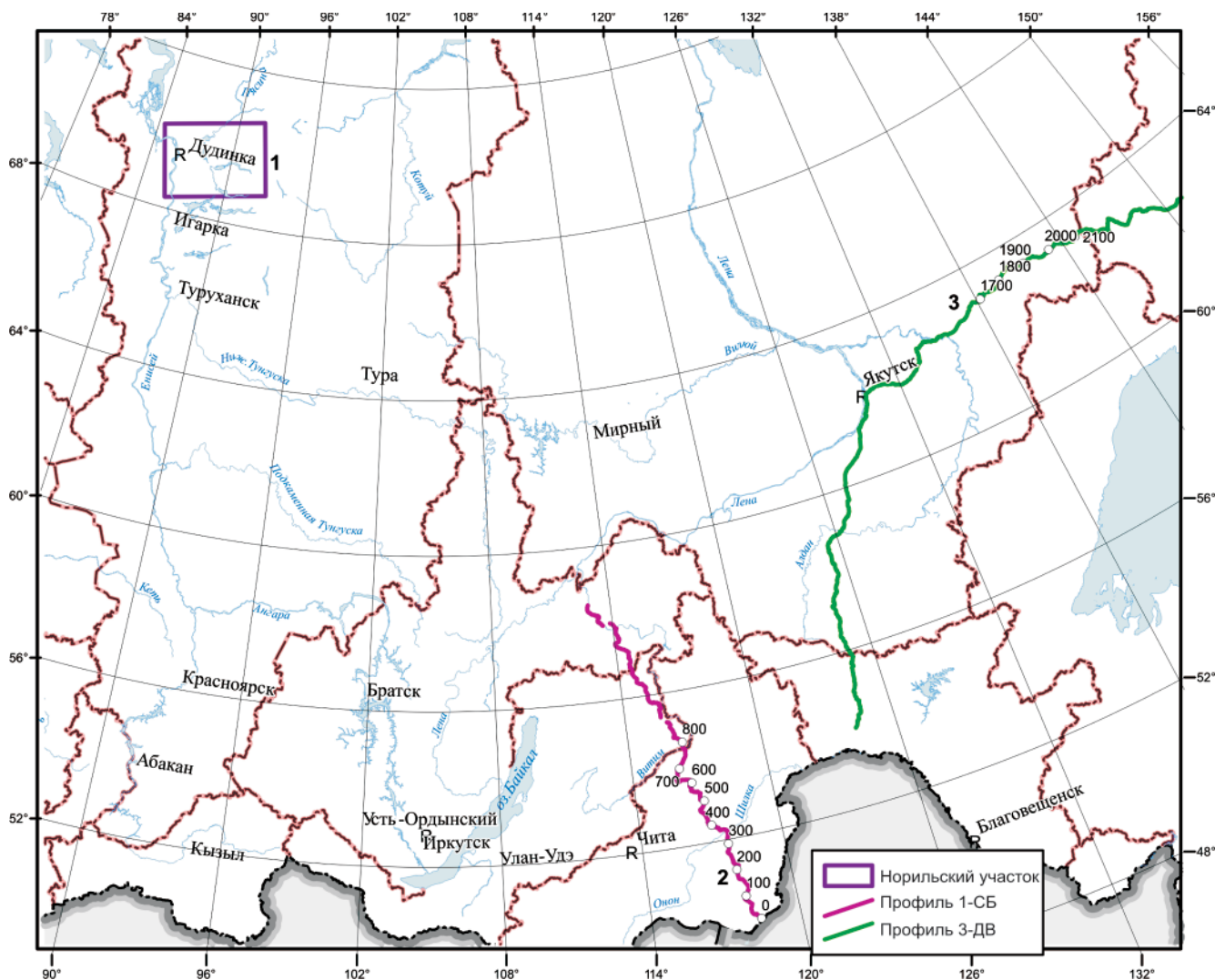


Рис. 6. Обзорная карта расположения изученных участков

Анализ рис. 5 показывает, что сочетание удельной протяженности и отклонений в ориентировке линеаментов над различными по природе объектами однозначно позволяет прогнозировать их типы.

Следующим ярким проявлением сложности протяженного поля дизъюнктивных нарушений является глубинная геолого-геофизическая модель земной коры и верхней мантии по опорному геолого-геофизическому профилю 3-ДВ на юго-востоке Сибирской платформы (рис. 6–8).

Весьма перспективным для обнаружения крупного скопления УВ может оказаться участок этого профиля вблизи ПК 1820 км. Именно здесь на фоне увеличения теплового потока из мантии (см. рис. 6, 7) в палеозойских отложениях уже на глубинах 4–5 км фиксируется отчетливо выраженная антиклинальная складка, потенциально благоприятная для формирования крупного углеводородного скопления. На участке шириной около 20 км (между ПК 1800 и 1850 км) можно предварительно выполнить прогноз конфигураций погребенного поднятия по совокупности тектонических линеаментов, дешифрованных по аэрофотоснимкам, используя разработанный в СНИИГГиМС

способ. Кроме того, для подтверждения существования скопления углеводородов на этом участке необходимо газогидрохимическое опробование поверхностных вод. Обработка фрагмента этого профиля в интервале 1500–1600 км с помощью системы РЕАПАК под руководством Д. И. Рудницкой (см. рис. 6, 8) позволяет наметить участок, весьма перспективный на обнаружение крупного углеводородного объекта [5].

Здесь для закрепления сделанного прогноза также целесообразно провести прогноз контуров погребенного поднятия по результатам дешифрирования аэрофотоснимков и газогидрогеохимическое опробование поверхностных водотоков источников грунтовых вод.

Весьма интересны для рассматриваемой проблемы проявления сдвиговой тектоники земной коры Забайкалья в разрезе сейсмического профиля 1-СБ [3]. Веерообразное раскрытие вверх по разрезу (рис. 6, 9) большинства крупных разломов, особенно в интервале глубин 10–50 км, не оставляет сомнений в существовании закономерного процесса ветвления глубинных разломов в этом направлении.

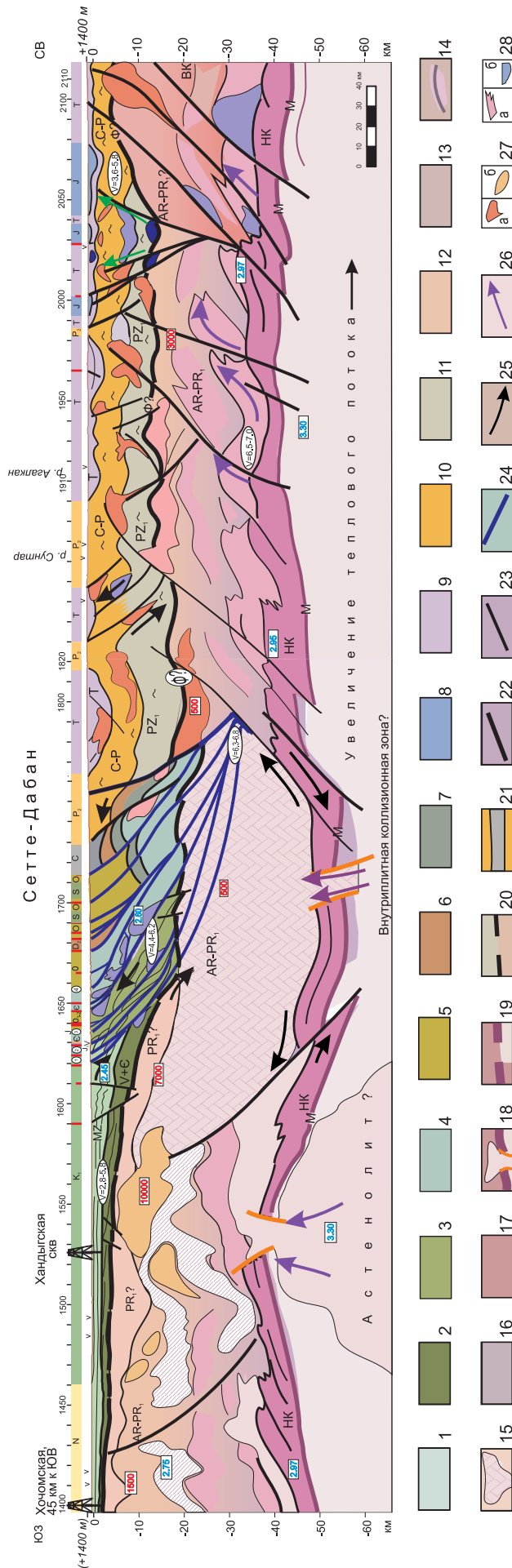


Рис. 7. Профиль 3-ДВ (северо-западный участок). Глубинная геолого-геофизическая модель земной коры и верхней мантии (Н. Г. Заможняя, 2013)

Сибирская платформа, осадочный чехол: 1 – нерасчлененные мезозойские отложения, 2 – нерасчлененные венд-кембрийские отложения; *Сетте-Дабанская складчатая-надвиговая зона*, осадочные образования: 3 – нерасчлененные венд-кембрий-ордовикские, 4 – нерасчлененные кембрий-ордовикские, 5 – нерасчлененные ордовик-силурийские, 6 – девонские, 7 – силурийские; *Верхояно-Колымская складчатая область*, осадочно-вулканогенные образования: 8 – юрские, 9 – триасовые, 10 – пермо-карбонные нерасчлененные, 11 – нижнепалеозойские нерасчлененные; *кристаллическая кора и верхняя мантия*: 12 – предположительно нижнепротерозойские образования, 13 – предположительно архейско-нижнепротерозойские образования, 14 – области повышенной расчлененности в кристаллической коре, 15 – гомогенные базифицированные области в кристаллической коре, 16 – зона полной переработки кристаллической коры, 17 – нижняя кора, 18 – верхняя мантия и участки проникновения ее в кору; *региональные отражающие границы*: 19 – основные сдвиго-надвиговые дислокации Сетте-Дабанской складчатой-надвиговой зоны; направления движений: 20 – разломы разного ранга: 22 – мантийные, 23 – коровые, 24 – основные сдвиго-надвиговые дислокации Сетте-Дабанской складчатой-надвиговой зоны; направления движений: 25 – блоков, 26 – коромантийных масс; интрузии состава предположительно: 27 – кислого (а), щелочного (б); 28 – основного (б)

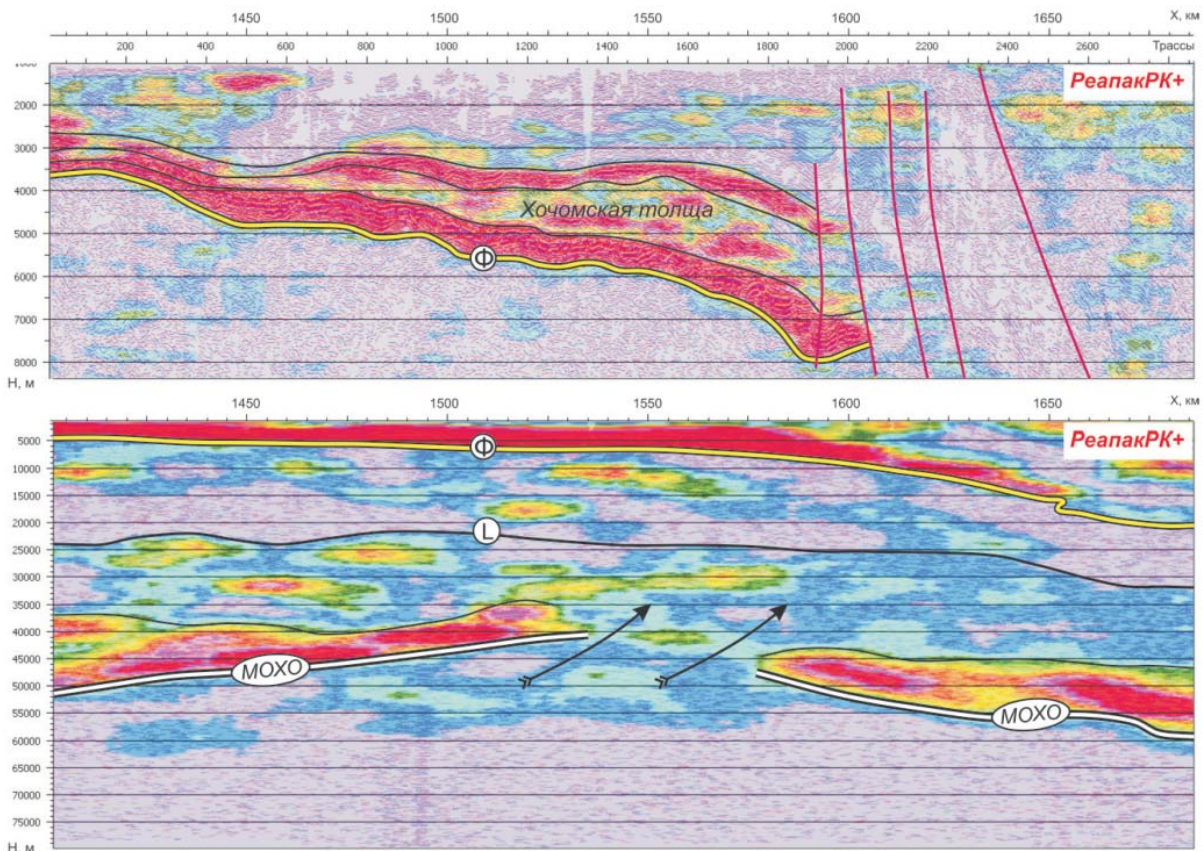


Рис. 8. Сопоставление строения осадочного чехла и нижней земной коры в северо-восточной части Предсеттедабанского прогиба. Фрагмент профиля 3-ДВ

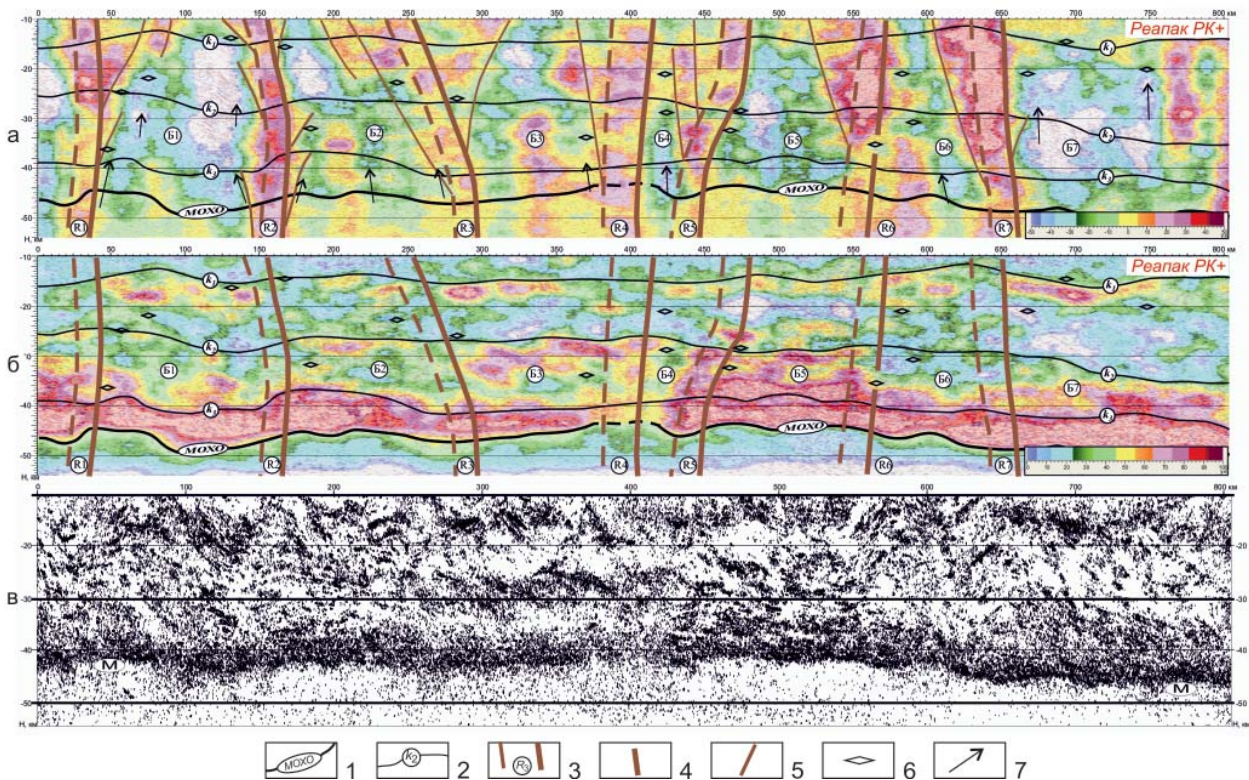


Рис. 9. Сейсотектоническая модель земной коры Забайкалья, профиль 1-СБ: поля наклонов отражателей в интервалах 10–54 км (а); поле отражения энергии в интервалах 10–54 км (б); исходный разрез ОГТ в интервале 10–54 км (в)

1 – подошва земной коры; 2 – внутрикоровые границы слоев; 3 – шовная зона разлома с горизонтальным смещением; 4 – ось шовной зоны; 5 – оперяющие разломы; 6 – магматические камеры – глубинные аналоги пулл-апартов; 7 – возможные пути продвижения магматического вещества

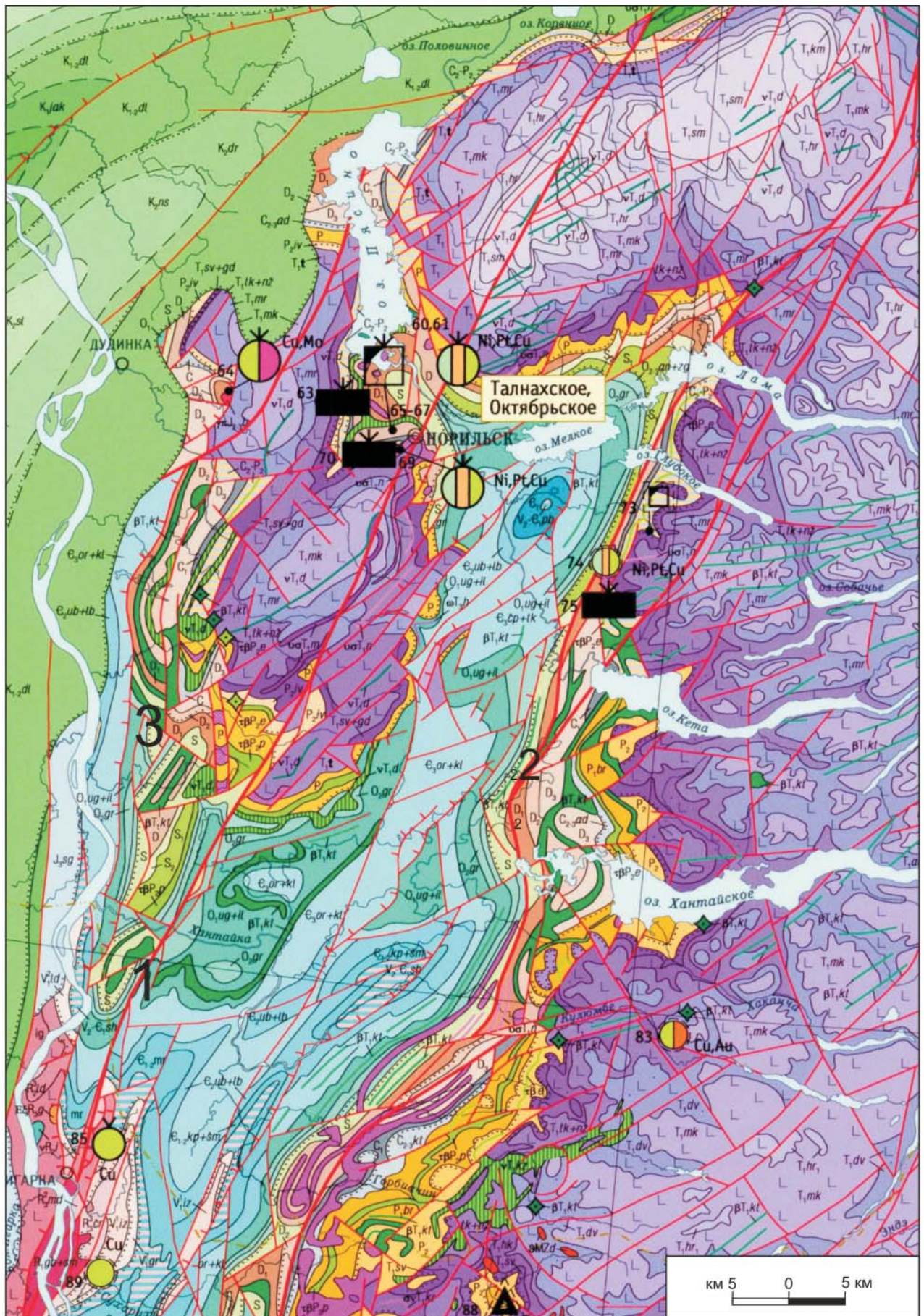


Рис. 10. Рудоконтролирующие разломы Норильского района: 1 – Норильско-Хараелахский, 2 – Имангдино-Летнинский, 3 – Боганидско-Далдыканский

Усл. обозн. стандартные для мелкомасштабных геологических карт



Наряду с указанным процессом существуют и приповерхностные процессы растяжения земной коры, которые обуславливают формирование поверхностных клиновидных грабенов значительной вертикальной амплитуды. Один из примеров таких дизъюнктивных структур автор наблюдал на р. Сухая Тунгуска ниже ее правого притока р. Дьявольская. На правом берегу р. Сухая Тунгуска отмечаются жилы черных смолистых битумов толщиной 30–50 см, а напротив на левом берегу в поле силурийских преимущественно карбонатных горизонтов, переслаивающихся с терригенно-карбонатными, фиксируется клиновидный грабен, представленный блоком мелкозернистых порфировых раннетриасовых базальтов, которые восточнее в толще триасового структурного яруса Тунгусской синеклизы образуют маркирующие покровы. Амплитуда опускания этого клиновидного грабена может достигать 1,5–2 км.

Особого внимания на Сибирской платформе заслуживает интрузивный хонолит, приуроченный к северной части Хараелахских гор, где на глубинах около 2 км может залегать месторождение с медно-никелево-платиновым оруденением, еще более богатое, чем Талнахско-Октябрьское. Для его оконтуривания и изучения необходим комплекс электроразведочных и наземных геологических и геохимических работ, по результатам которых может быть обоснована сеть поисково-разведочных скважин.

В начале производственной (при открытии Талнахско-Октябрьского медно-никелево-платинового месторождения в Норильском районе) [6], а затем и в научной деятельности автору неоднократно приходилось вплотную заниматься полевыми и камеральными исследованиями особенностей проявления разрывных нарушений (см. рис. 1).

На рис. 10 приведены рудоконтролирующие разломы Норильского района согласно «Карте полезных ископаемых Красноярского края, республик Хакасия и Тыва» м-ба 1:1 500 000, построенной в 2005 г. под ред. М. Л. Кавицкого. В действительности поверхностных ветвей глубинных разломов существенно больше. Ярким примером может служить юго-западная окраина Хараелахских гор, в недрах которой расположено Талнахско-Октябрьское месторождение. После картирования этого участка на поверхности было выделено огромное количество объединенных в пучки разрывных нарушений с амплитудой первые десятки – сотни метров. Был сделан вывод о расположении не только вблизи поверхности уникального Талнахско-Октябрьского месторождения, послужившего источником ледниковых рудных валунов, но и его продолжения на большую глубину под нарушенные многочисленными крупноамплитудными разрывами поднятия рельефа, что полностью подтвердилось в результате последующего бурения многочисленных колонковых скважин.

Более богатым, чем Талнахско-Октябрьское, может оказаться месторождение медно-никелево-платиновых руд вблизи северного фаса базальтового плато на северном продолжении Норильско-Хараелахского рудоконтролирующего разлома. Работы, проведенные на этом перспективном участке норильскими геологами, пока не дали положительных результатов. Наиболее вероятное место его расположения, судя по выполненному нами прогнозу с использованием статистических показателей линейной сети, приурочено к бассейну среднего течения р. Икэн. В случае подтверждения указанного прогноза резервный фонд уникальных месторождений Российской Федерации мог бы быть существенно пополнен.

Приведенные примеры свидетельствуют о большом разнообразии условий формирования ветвей расходящихся вверх разломов, тщательный анализ которых может позволить намечать наиболее вероятные направления поиска и обнаружения месторождений полезных ископаемых.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **О структурах** района Хантайского озера в связи с поисками нефти и газа / В. С. Старосельцев, Б. В. Олейников, Г. В. Козлов, Т. А. Дивина // Геология и геофизика. – 1968. – Т. 9. – С. 116–119.
2. **Предпосылки** обнаружения гигантского скопления нефти на северо-востоке Тунгусской синеклизы / В. С. Старосельцев, Т. А. Дивина, В. И. Вожов, Г. Н. Кулиш // Нефтегазоносные бассейны Западно-Тихоокеанского региона и сопредельных платформ: сравнительная геология, ресурсы и перспективы освоения: Первая международная конференция, 21–26 апреля 1996 г. – СПб., 1998. – С. 127–132.
3. **Рудницкая Д. И., Сальников А. С., Старосельцев В. С.** Проявление сдвиговой тектоники земной коры Забайкалья на полях сейсмического профиля 1-СБ // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2016. – № 2 (26). – С. 3–9.
4. **Старосельцев В. С.** Влияние посттрапповых тектонических движений на миграцию углеводородов в Тунгусской синеклизе // Геология и геофизика. – 1978. – № 9. – С. 49–58.
5. **Старосельцев В. С.** Геолого-геофизические предпосылки юго-восточного продолжения Сибирской платформы // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2015. – № 4 (24). – С. 3–10.
6. **Старосельцев В. С.** Как открывали Талнахско-Октябрьское месторождение // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2015. – № 4 (24). – С. 110–115.
7. **Старосельцев В. С.** Тектоника базальтовых плато и нефтегазоносность подстилающих отложений. – М.: Недра, 1985. – С. 56–64.
8. **Старосельцев В. С., Дивина Т. А.** Перспективы обнаружения крупных скоплений углеводородов на северо-западе Сибирской платформы // Приоритетные направления поисков крупных и уникальных



месторождений нефти и газа. – М.: Геоинформмарк, 2004. – С. 118–125.

9. Старосельцев В. С., Лебедев В. М. О перикратонном опускании на северо-западе Сибирской платформы // Материалы по региональной геологии Сибири. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 1967. – С. 88–92.

10. Строение осадочного чехла Хантайского выступа с оценкой ресурсов углеводородов кембрийских и ордовикско-силурийских отложений / В. А. Тимофеев, В. С. Старосельцев, В. И. Вальчак, Н. И. Бобров // Перспективы развития нефтегазодобывающего комплекса Красноярского края: матер. науч.-практ. конф., 20–23 ноября 2007 г. – Красноярск, 2007. – С. 51–57.

11. Шаров В. И. Разломы и природа сейсмических границ в разрезе континентальной коры // Сов. геология. – 1984. – № 1. – С. 111–120.

12. Шаров В. И., Гречишников Г. А. О поведении тектонических разрывов на различных глубинных уровнях земной коры по данным метода отраженных волн (МОВ) // Докл. АН СССР. – 1982. – Т. 263, № 2. – С. 412–416.

REFERENCES

1. Staroseltsev V.S., Oleynikov B.V., Kozlov G.V., Divina T.A. [On structures of Lake Khantayskoye locality in connection with petroleum exploration]. *Geologiya i geofizika*, 1968, vol. 9, pp. 116–119. (In Russ.).

2. Staroseltsev V.S., Divina T.A., Vozhov V.I., Kulish G.N. [Geological prerequisites for the giant petroleum accumulation discovery in the north-east of the Tunguska syncline]. *Neftegazonosnye basseyny Zapadno-Tikhookeanskogo regiona i sopredel'nykh platform: sravnitel'naya geologiya, resursy i perspektivy osvoeniya (Pervaya mezhdunarodnaya konferentsiya, 21–26 aprelya, 1996)* [Petroleum basins of the Western-Pacific region and adjacent platforms: comparative geology, resources and exploration potential (First International Conference, 21–26th of April, 1996)]. Saint Petersburg, 1998, pp. 127–132. (In Russ.).

3. Rudnitskaya D.I., Salnikov A.S., Staroseltsev V.S. [Manifestation of the pull-apart tectonics of the Earth's crust in Transbaikalia identified from seismic profile 1-SB]. *Geologiya i mineral'nye resursy Sibiri – Geology and Mineral Resources of Siberia*, 2016, no. 2 (26), pp. 3–9. (In Russ.).

4. Staroseltsev V.S. [Influence of post-trappean tectonic movements on the migration of hydrocarbons

in the Tunguska syncline]. *Geologiya i geofizika*, 1978, no. 9, pp. 49–58. (In Russ.).

5. Staroseltsev V.S. [Geological and geophysical prerequisites for the south-eastern continuation of the Siberian Platform]. *Geologiya i mineral'no-syr'evye resursy Sibiri – Geology and mineral resources of Siberia*, 2015, no. 4, pp. 3–10. (In Russ.).

6. Staroseltsev V.S. [How the Talnakhsko-Oktyabr'skoye field was discovered]. *Geologiya i mineral'no-syr'evye resursy Sibiri – Geology and mineral resources of Siberia*, 2015, no. 4, pp. 110–115. (In Russ.).

7. Staroseltsev V.S. *Tektonika basaltovykh plato i neftegazonosnost' podstilayushchikh otlozheniy*. [Tectonics of basalt plateaus and petroleum potential of underlying strata]. Moscow, Nedra Publ., 1985, pp. 56–64. (In Russ.).

8. Staroseltsev V.S., Divina T.A. [Prospects for the large hydrocarbon accumulations discovery in the north-west of the Siberian Platform]. *Prioritetnye napravleniya poiskov krupnykh i unikal'nykh mestorozhdeniy nefti i gaza* [High-priority directions of prospecting for large and unique oil and gas fields]. Moscow, Geoinformmark Publ., 2004, pp. 118–125. (In Russ.).

9. Staroseltsev V.S., Lebedev V.M. [On pericratonic subsidence in the north-west of the Siberian Platform]. *Materialy po regional'noy geologii Sibiri* [Materials on regional geology of Siberia]. Novosibirsk, SNIIGGiMS Publ., 1967, vol. 57, pp. 88–92. (In Russ.).

10. Timofeev V.A., Staroseltsev V.S., Valchak V.I., Bobrov N.I. [Structure of sedimentary cover in the Khatanga ledge region and appraisal of hydrocarbon resources in the Cambrian and Ordovician-Silurian deposits]. *Perspektivy razvitiya neftegazodobyvayushchego kompleksa Krasnoyarskogo kraya (Materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii 20–23 noyabrya 2007 goda)* [Petroleum production industry development outlook in the Krasnoyarsk Territory (Proc. Research and Practice Conference, 20–23rd November 2007)]. Krasnoyarsk, 2007, pp. 51–57. (In Russ.).

11. Sharov V.I. [Faults and the nature of seismic boundaries in section of the continental crust]. *Sovetskaya geologiya*, 1984, no. 1, pp. 12–120. (In Russ.).

12. Sharov V.I., Grechishnikov G.A. [On behavior of tectonic faults at various deep levels of the Earth's crust based on seismic reflection method (RM) data]. *Doklady AN SSSR*, 1982, vol. 263, no. 2, pp. 412–416. (In Russ.).

© В. С. Старосельцев, 2019



ГЕОДИНАМИКА ЮГА СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ И НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ

А. В. Мигурский

Сибирский НИИ геологии, геофизики и минерального сырья, Новосибирск, Россия

К числу главных факторов в эволюции нафтидогенеза относятся геодинамические процессы. Особенно ярко это выражено на примере Сибирской платформы, пережившей семь планетарных геодинамических активизаций: карелиды (1,9–1,7 млрд лет), спаявшие крупнейшие мегаблоки (террейны) в единый кратон; байкалиды (поздний неопротерозой), преобразовавшие южное обрамление платформы; карелиды (поздний силур – ранний девон), сформировавшие Предпатомский складчато-надвиговый пояс; ранние (средний девон – ранний карбон) и поздние герциниды (средний карбон – ранний триас), воздействие которых привело к возникновению Вилюйской рифтовой системы, Вилюйской и Тунгусской синеклиз, мощным проявлениям траппового магматизма и сопутствующих складчатых зон; мезозойды (средний триас – мел), сформировавшие Вилюйскую синеклизу, Ангаро-Вилюйский прогиб, Присаяно-Прибайкальский складчато-надвиговый пояс и ареалы карбонатитового, субщелочных интрузий, железорудных трубок взрыва. В кайнозое юг Сибирской платформы затронут формированием Байкальского сводового поднятия. Все перечисленные структурные нарушения в различной степени воздействовали на генезис углеводородов, миграционные процессы, формирование, разрушение и перераспределение месторождений нефти и газа.

Ключевые слова: Сибирская платформа, геодинамические активизации нефтегазоносность.

GEODYNAMICS OF THE SOUTH OF THE SIBERIAN PLATFORM AND OIL-AND-GAS POTENTIAL

A. V. Migurskiy

Siberian Research institute of geology, geophysics and mineral resources, Novosibirsk, Russia

Geodynamic processes are among the main factors in the evolution of naphthidogenesis. This is especially clearly illustrated by the example of the Siberian Platform, which has experienced seven planetary geodynamic activations. These are the Karelids (1.9–1.7 billion years old), which soldered the largest megablocks (terrane) into a single craton, Baikalids (Late Neoproterozoic) having transformed the southern framing of the platform, Caledonides (Late Silurian – Early Devonian), which formed the Pred-Patom fold-thrust belt, early (Middle Devonian – Early Carboniferous) and late Herzenides (Middle Carboniferous – Early Triassic), the impact of which led to the emergence of the Vilyui Rift System, the Vilyui and Tunguska synclises, great shows of trap magmatism and associated fold zones, the Mesozooids (Middle Triassic – Cretaceous), which formed the Vilyui syncline, Angara-Vilyui trough, Prisaian-Pribaikal fold-thrust belt and geographical ranges of carbonatite, subalkalic intrusions, iron breccia pipes. In Cenozoic, the south of the Siberian Platform was affected by the formation of the Baikal arched uplift. All the listed structural failures affected the genesis of hydrocarbons, migration, formation, destruction and redistribution of oil and gas fields in varying degrees.

Keywords: Siberian platform, geodynamic activation, oil and gas potential.

DOI 10.20403/2078-0575-2019-2-35-50

На юге Сибирской платформы выделяются структурные элементы карельского, байкальского, каледонского, ранне- и позднегерцинского и мезозойского возрастов. Вещественно они представлены породами фундамента, рифейским, венд-силурийским, среднедевонско-нижнекаменноугольным, среднекаменноугольно-пермским и мезозойским мегакомплексам [18, 39]. В их пределах картируются относительно жесткие блоки и мобильные участки. Жесткие блоки относительно приподняты, слабо деформированы на протяжении всей истории развития. Мобильные участки преимущественно депрессиями и по динамике формирования разделяются на четыре типа, развивающиеся в обстановке растяжения (рифты, грабены, сбросы), сжатия (складчато-надвиговые пояса, шарьяжи, взбросы, надвиги), сдвига, инъективных процессов.

Размеры и положение в плане и по разрезу жестких блоков и мобильных участков во времени могут меняться (рис. 1). В связи с этим методической основой построения палео- и современных геодинамических карт и разрезов является выделение контуров жестких блоков, мобильных зон с характеристикой их динамики развития в конкретные периоды. Набор палеогеодинамических карт и разрезов призван продемонстрировать характер изменения размеров, масштабов перемещения жестких блоков и смену геодинамических обстановок в мобильных участках.

В настоящее время крупнейшие структуры фундамента выделяются в качестве супертеррейнов (провинций), разделенных на террейны различных генезисов [33, 39]. Выделяется пять тектонических провинций – Тунгусская, Анабарская, Оленекская, Алданская и Становая. Они разделены протяжен-

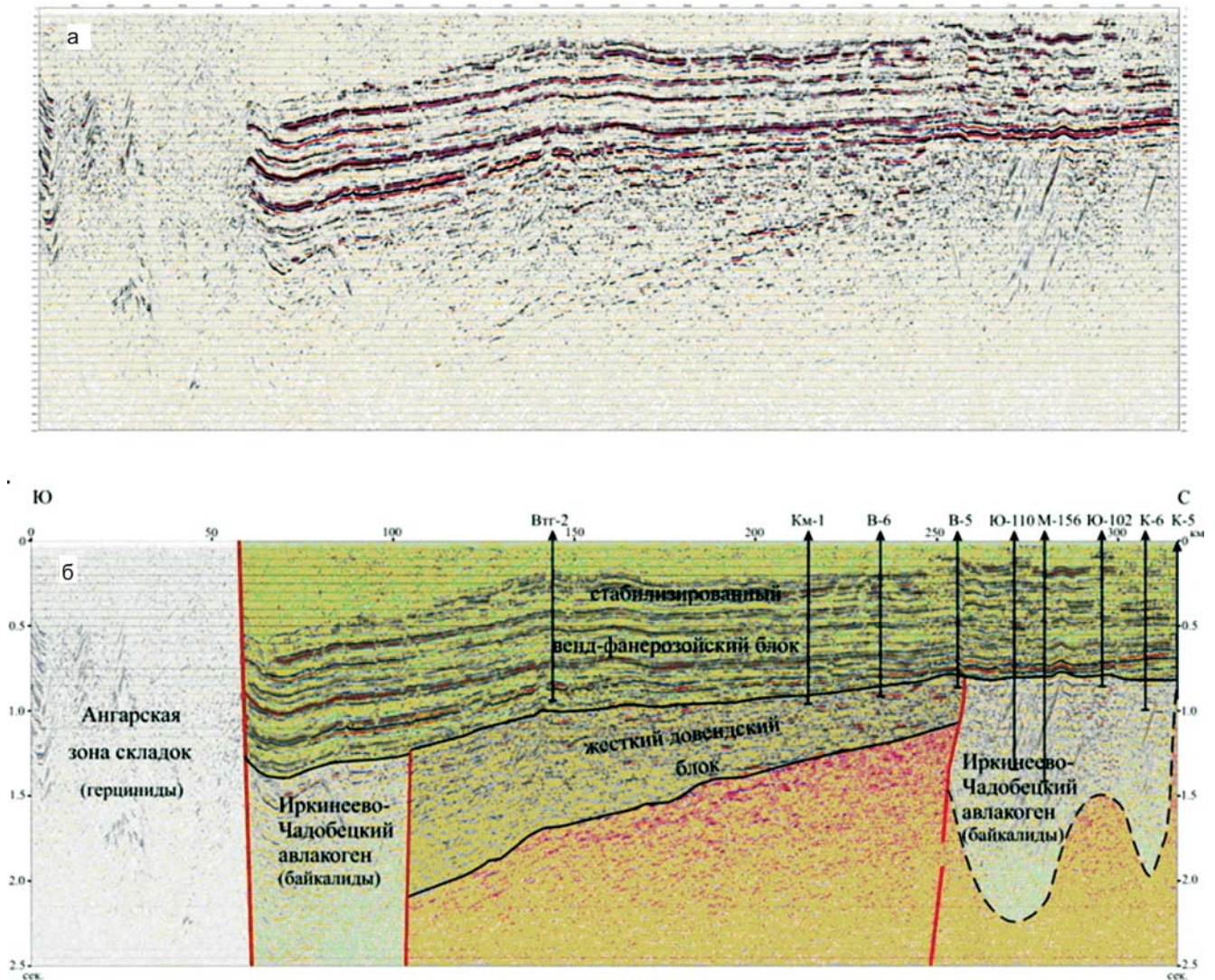


Рис. 1. Соотношение разновозрастных структурных элементов в субмеридиональном сечении юга Байкинской тектоники: а – комбинированный сейсмический разрез в обработке А. В. Исаева, б – его интерпретация (составил А. В. Мигурский). Скважины: Vtg – Верхнетайгинская, Km – Камовская, B – Вэдрэшевские, Ю – Юрубченские, M – Мадриная, K – Куюмбинские

ными шовными зонами коллизионной природы шириной до 30 км. По мнению О. М. Розена, Сибирский кратон «сформировался в позднем палеопротерозое, в интервале 2,0–1,8 млрд лет назад» [33, 34, с. 113] и с этого времени вел себя как единая жесткая глыба.

Однако как жесткая глыба Сибирская платформа проявлялась только на протяжении мезопротерозоя и в раннем неопротерозое [8, 41].

Подвижность отдельных блоков Сибирской платформы в неогее впервые отметили А. Н. Храмов и др. На Сибирской платформе «существовало четыре разобщенных блока: Алданский, Анабарский, Западно-Байкальский и Северо-Байкальский... В начале раннего палеозоя эти блоки сблизались и в середине кембрия спаялись байкальским орогенезом, образовав Сибирскую плиту, которая с конца кембрия стала единым блоком» [29, с. 295].

Идея движения блоков Сибирской платформы в посткембрийское время принадлежит Е. Л. Гуревичу: «...Палеомагнитные полюсы для ордовика

разреза р. Мойеро лежат восточнее (приблизительно на 20°) соответствующих полюсов юга Сибирской платформы. Это можно объяснить... взаимным поворотом блоков на соответствующий угол в последующие эпохи» [4, с. 41].

В. Э. Павлов, П. Ю. Петров [28] несоответствия в положении магнитных полюсов для отложений рифея и нижнего палеозоя северной и южной частей платформы объяснили вращением Анабарского блока против часовой стрелки относительно Алданского на 20–25° в постсилурийское время. Это вращение они связывали с образованием Вилюйского авлакогена. Принято, что полюс вращения плечей авлакогена расположен на западе Сунтарского свода ($\lambda = 117^\circ$, $\phi = 62^\circ$).

Л. Кокс и Т. Торсвик [42] подтвердили расхождение магнитных полюсов для отложений рифея и нижнего палеозоя северной и южной частей Сибирской платформы, но отметили, что при расположении полюса их вращения на востоке Березовской впадины ($\lambda = 120^\circ$, $\phi = 60^\circ$) угол расхождения этих

частей для рифейских пород древнее 1 млрд лет составляет 23°, а для толщ нижнего палеозоя – 13°. Это свидетельствует о повышенной мобильности мегаблоков Сибирской платформы и в неопротерозое и среднем палеозое.

Байкальский тектогенез

Однозначные структурные перестройки на юге Сибирской платформы фиксируются с середины неопротерозоя в интервале 800–600 млн лет. По ее южной периферии формируются рои даек, свидетельствующие о преобладании режима растяжения [5, 10, 41]. Между Ангаро-Анабарским и Алданским мегаблоками развивается Патомско-Вилюйский прогиб рифтовой природы (рис. 2) с аномально большой толщиной верхнерифейских и нижневендских отложений, с типичными рифтовыми ступенями, блоковыми структурами, сбросами амплитудой до сотен метров. Эти структурные элементы фиксируются на сейсмических разрезах, подтверждены бурением в Талакан-Пеледуйском районе [19, 25].

Важной чертой рассматриваемой структуры является небольшая Паршинско-Талаканская рифтовая ветвь, ориентированная в северо-западном направ-

лении. На ее продолжении фиксируется сгущение микрограбенов, прослеживаемых до Верхнечонского и Вакунайского газонефтяных месторождений, возможно и далее.

На территории современных Вилючанской седловины и Сунтарского свода рифт осложнен диагональным к его простираению Вилючано-Сунтарским горстовидным поднятием, на котором отсутствуют отложения рифея. По косому положению к оси рифта поднятие напоминает Данакильский горст в Афарском треугольнике Восточно-Африканской рифтовой системы, остров Ольхон на Байкале.

Образование Патомско-Вилюйского рифта сопровождалось вращением Алданского мегаблока по часовой стрелке на 10° относительно Ангаро-Анабарского мегаблока [42].

На юго-западе Сибирской платформы жесткие Байкинский, Богучано-Манзинский блоки, Деланинский микроблок, ограничивающие Иркинеево-Чадобецкий палеорифт, начинают перемещаться относительно друг друга с элементами сближения и, возможно, вращения. Амплитуды относительных перемещений достигают десятков километров [26]. Рифейские отложения у границ сближающихся

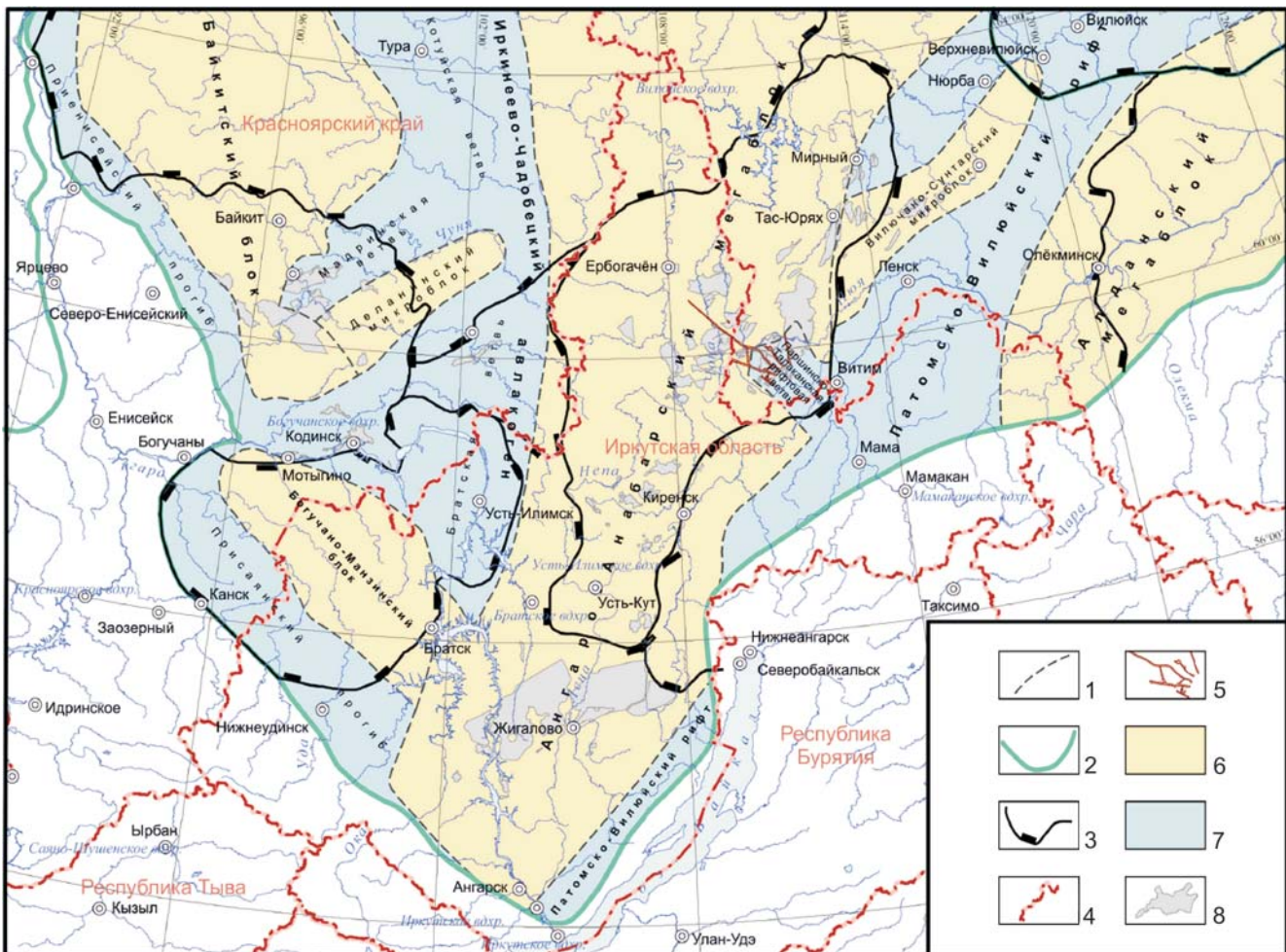


Рис. 2. Неопротерозойская геодинамическая карта юга Лено-Тунгусской НПП

Границы: 1 – палеогеодинамических структур, 2 – Лено-Тунгусской НПП, 3 – современных надпорядковых структур по кровле венда, 4 – административные; 5 – микрограбены; структуры: 6 – жесткие, 7 – мобильные; 8 – месторождения УВ

блоков подвергаются повышенной деформированности.

Неопротерозой сыграл важнейшую роль в нефтидогенезе юга Сибирской платформы. Главным, несомненно, было накопление мощных нефтематеринских толщ в окраинно- и внутриплатформенных депрессиях. В них возникли палеоочаги генерации УВ. К началу венда в Патомско-Вилуйском и Иркинеево-Чадобецком прогибах сформировались нефтегазоносные области, вероятно, содержавшие крупные скопления УВ.

С венда до силура (600–400 млн лет) длился этап тектонической стабилизации. Это период формирования главной части осадочного чехла Сибирской платформы, когда возникли основные горизонты коллекторов и соленосных толщ венда и нижнего кембрия – эффективные покровы. В осадочном чехле на территориях во многие сотни тысяч квадратных километров формируются выдержанные пласты пород (осинский пласт, булайская свита и др.) с очень слабыми изменениями толщин. Отмечаемые иногда аномальные раздувы карбонатных

пластов имеют седиментационную природу и не сопровождаются тектоническими дислокациями. Начиная с усольского времени на крайнем востоке исследуемого региона формируется Западно-Якутский барьерный риф, вытянутый в северо-западном направлении от бассейна р. Синяя до приустьевой части р. Марха.

Каледонский тектогенез

Рубеж силура – девона (около 400 млн лет) является переломным в развитии рассматриваемой площади [17]. Мощные процессы сжатия в Байкало-Патомской области сопровождались интенсивным метаморфизмом [16]. На смежной территории сформировался Предпатомский складчато-надвиговый пояс шириной около 200 км и протяженностью свыше 1000 км (рис. 3). В южной половине Лено-Тунгусской НГП на протяжении позднего силура и раннего девона полностью прекратились седиментационные процессы.

Складчато-надвиговые дислокации делят осадочный чехол на авто- и аллохтонную части. Раздел

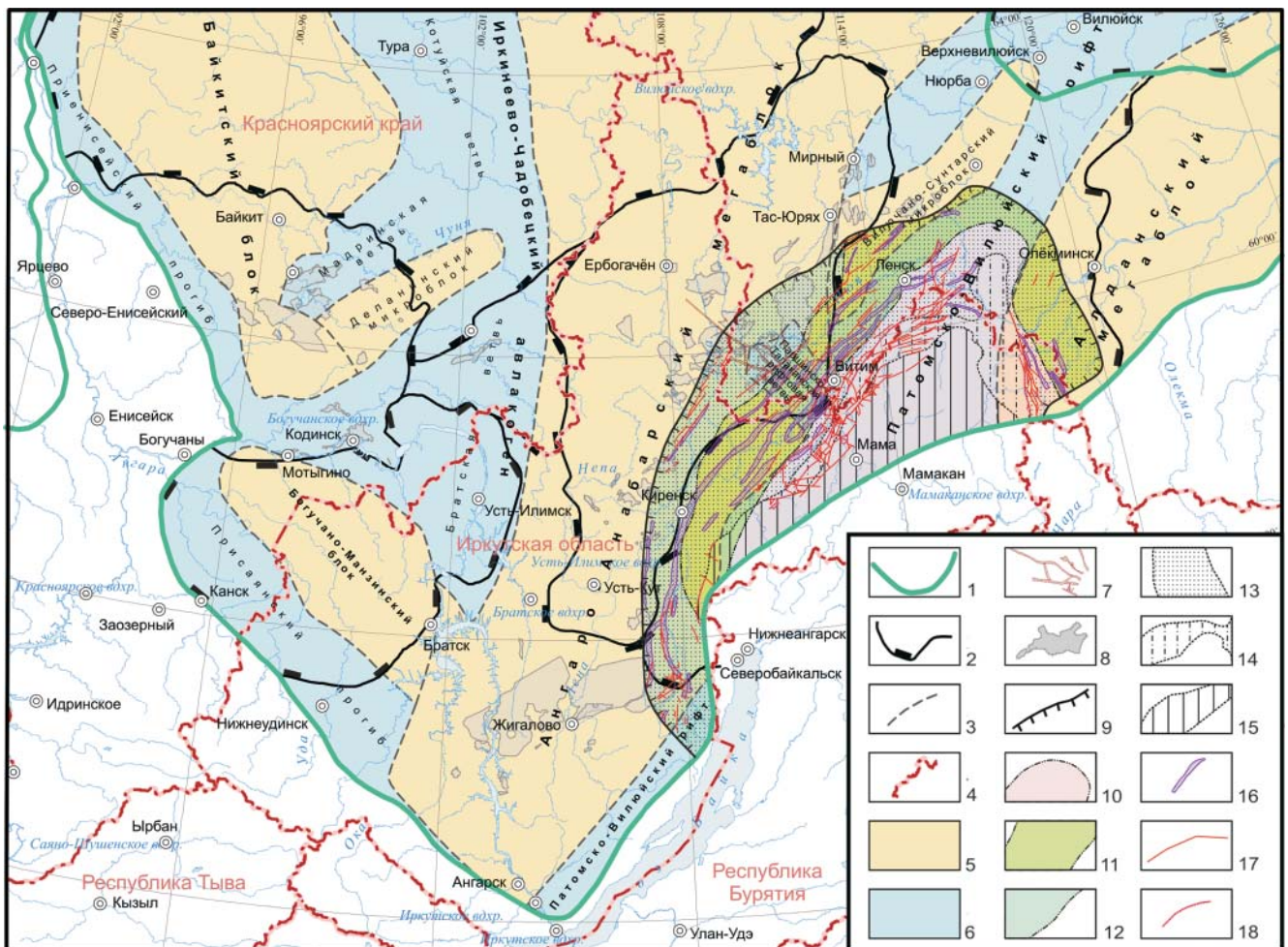


Рис. 3. Каледонская геодинамическая карта юга Лено-Тунгусской НГП

Границы: 1 – Лено-Тунгусской НГП, 2 – современных надпорядковых структур по кровле венда, 3 – неопротерозойских структурных элементов, 4 – административные; неопротерозойские структуры: 5 – жесткие, 6 – мобильные; 7 – микрограбены; 8 – месторождения УВ; 9 – фронт аллохтона; положения детачмента на уровнях: 10 – рифея, 11 – венда, 12 – нижнего кембрия; зоны аллохтона: 13 – складчато-надвиговая, 14 – чешуйчато-надвиговая, 15 – покровов фундамента; 16 – основные линейные дислокации аллохтона; разломы: 17 – основные, 18 – второстепенные

проходит по нижнему срыву (детachment), который ступенчато стратиграфически и гипсометрически повышается от внутренних частей нагорья к фронту складчато-надвигового пояса. Самое глубокое (более 3 км) положение detachment фиксируется в пределах Байкало-Патомского нагорья. Здесь он находится в отложениях рифея. Ближе к долине р. Лена detachment переходит в соленосные отложения торсальской пачки бюксской свиты венда. С этой пачкой связано положение detachment на основной по площади части Предпатомского складчато-надвигового пояса. Переход нижнего срыва аллохтона с вендского уровня в соленосные отложения нижнего кембрия осуществляется вдоль границы выклинивания торсальских солей.

Амплитуды горизонтального смещения аллохтона достигают десятков километров [7, 24]. Формирование Предпатомского складчато-надвигового пояса завершает каледонский тектогенез. Основные черты строения структур сжатия изложены в работах В. Л. Масайтиса и др. [17], А. В. Мигурского, В. С. Старосельцева [24], В. В. Гайдука, А. В. Прокопьева [2] и других исследователей.

К началу каледонского тектогенеза основная часть рифейских образований прошла главные зоны нефте- и газообразования, а самая верхняя еще находилась в них, как и породы венда. Перемещения покровов сопровождалось разрушениями и перераспределениями первичных залежей УВ. В условиях высокой тектонической активности, повышенной миграционной способности флюидов, возникающие ловушки складчато-надвиговой природы заполнялись УВ, видимо, сразу после становления [3]. В процессе шарьяжеобразования флюиды отжимались в сторону фронтальной части складчато-надвиговых дислокаций (рис. 4).

Для условий юга платформы наиболее объемные ловушки прогнозируются в карбонатной толще венда и нижнебельской подсвите. Их мощность достигает 250–300 м. Близость карбонатов венда к нефтематеринским толщам рифея – венда делает их более предпочтительными объектами для поисков нефти и газа по сравнению с нижнебельской подсвитой.

В настоящее время в аллохтоне открыты Пилюдинское, Отрадинское месторождения УВ, в первых скважинах на Люринской и Люблинской площадях получены промышленные притоки газа.

Раннегерцинский тектогенез

Раннегерцинский тектогенез проявился в формировании рифтовых депрессий – Вилюйской, Сетте-Дабанской и Кютюнгдинской [1, 14, 15, 39]. Они расположены радиально по отношению к дугообразному Западно-Верхоянскому сектору Верхоянского складчато-надвигового пояса. Это привело ряд исследователей [11, 43] к мысли о связи рифтов с мантийным плюмом, расположенным в 180 км северо-восточнее Китчанских структур.

В западной части Вилюйской рифтовой системы возникли две контрастные впадины Кемпендэйская и Ыгыаттинская, разделенные Сунтарским сводом (рис. 5). На ее плечах и в центре сформировались пояса трапповых даек – Вилюйско-Мархинский, Чаро-Синский и Контайско-Джербинский [1, 17]. Надо отметить, что Вилюйско-Мархинский и Чаро-Синский пояса расходятся в восточно-северо-восточном направлении под углом 12°. Прирост ширины расхождения поясов даек у восточно-северо-восточного их окончания достигает 70 км. В этом же направлении увеличивается продуктивность сопутствующего магматизма [37].

Пояса среднепалеозойских даек на юго-западе заканчиваются недалеко от широты 60°, южнее которой появляются многочисленные пластовые интрузии долеритов также среднепалеозойского возраста. Максимальное содержание силлов западнее Уринского структурного мыса «устанавливается на правобережье р. Лена между устьями рек Халаманда и Бол. Патом» [17, с. 64], а восточнее – в Березовской впадине [40].

Смена поясов даек полями силлов в плане свидетельствует о смене режима растяжения сжатием [23]. Линия между окончаниями даек и полями силлов является переходной от обстановки растяжения к сжатию. Именно на этой линии или близко к ней должна располагаться ось вращения Алданского мегаблока.

Для уточнения распределения напряжений во время формирования Вилюйской рифтовой системы ключевое значение имеют Уринское поднятие и Жуинское чешуйчато-надвиговое осложнение. По данным С. В. Руженцева, Чжан Бу-чуня [35], В. Л. Масайтиса и др. [17], Уринское поднятие возникло позже линейных дислокаций Предпатомского регионального прогиба. На эти дислокации также наложено Жуинское чешуйчато-надвиговое осложнение. Уринское поднятие и Жуинское осложнение объединены в Уринско-Жуинскую складчато-чешуйчатую зону, скорее всего синхронную Вилюйскому рифтогенезу, о чем свидетельствует увеличение напряженности дислокаций с севера на юг – от Уринского поднятия к Жуинскому осложнению [30]. Это согласуется с ростом напряжений сжатия при вращении Алданского мегаблока по часовой стрелке с удалением от нейтральной линии на юг, отвечает результатам построений в работе [42] и подтверждает относительные перемещения с элементами вращения Ангаро-Анабарского и Алданского мегаблоков в неопротерозое и среднем палеозое.

Со становлением Вилюйского рифта, как уже отмечалось, некоторые палеомагнитологи [28] связывают основное вращение (до 20–30°) Анабарского мегаблока (против часовой стрелки) относительно Алданского в среднем палеозое. В более поздней работе В. Э. Павлова с соавторами [44] наряду с вращениями мегаблоков подсчитаны амплитуды

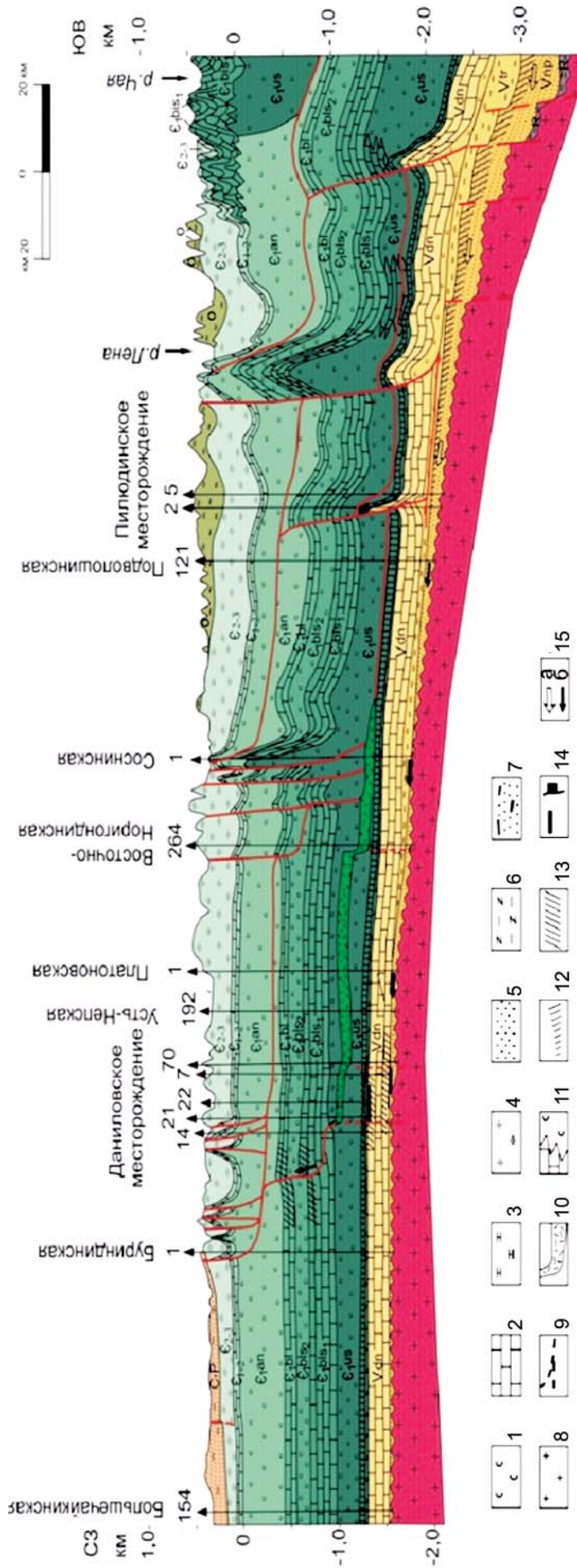


Рис. 4. Схема миграции УВ в районе развития складчато-надвиговых дислокаций Предпатомского регионального прогиба и смежной Нелско-Ботубинской антеклизы [23].
 Породы преимущественно: 1 – соленосные, 2 – карбонатные, 3 – терригенно-терригенные, 4 – карбонатно-терригенные, 5 – терригенные, 6 – сульфатно-карбонатно-терригенные, 7 – угленосные; 8 – фундамент; 9 – разрывы; 10 – траппы; 11 – выщелачивание или отжатие солей; 12 – нефтематеринские отложения (область питания УВ); 13 – повышенная битуминозность пород (зона аккумуляции и частичной разгрузки УВ); 14 – залежи УВ; 15 – направленность и интенсивность миграции УВ: повышенная (а), пониженная (б)

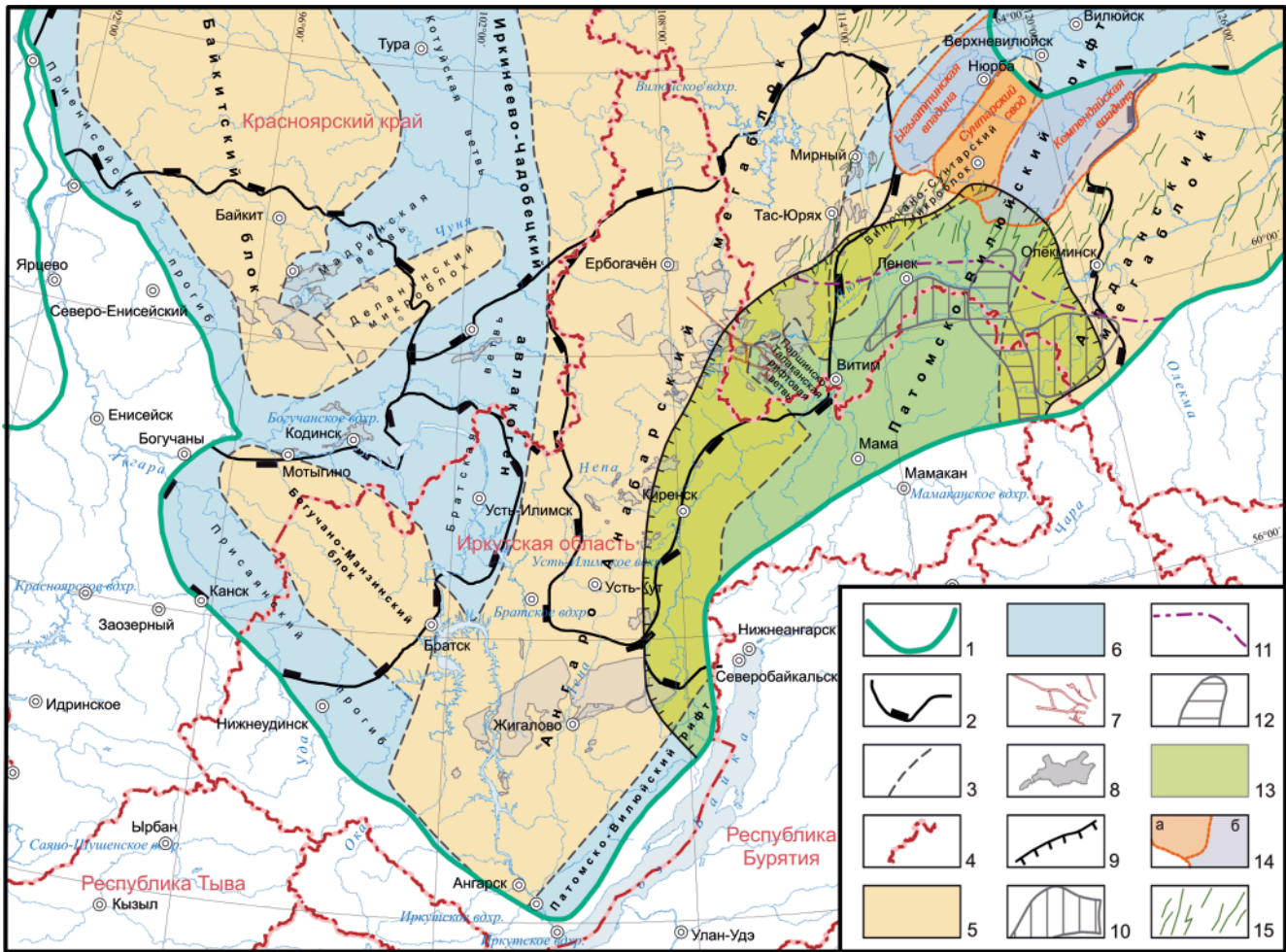


Рис. 5. Раннегерцинская геодинамическая карта юга Лено-Тунгусской НПП

Границы: 1 – Лено-Тунгусской НПП, 2 – современных надпорядковых структур по кровле венда, 3 – неопротерозойских структурных элементов, 4 – административные; неопротерозойские структуры: 5 – жесткие, 6 – мобильные; 7 – микрограбены; 8 – месторождения УВ; 9 – фронт аллохтона; 10 – поля силлов; 11 – линия раздела областей растяжения и сжатия; 12 – Уринско-Жуинская складчато-чешуйчатая зона; 13 – Предпатомский складчато-надвиговый пояс; 14 – раннегерцинские поднятия (а), депрессии (б); 15 – трапповые дайки

их раздвижения в районах профилей ГСЗ «Кимберлит» и «Кратон» – 45 и 230 км соответственно.

Оценка растяжения земной коры Вилюйского рифта в среднем палеозое без учета вращательных движений его плечей проведена О. П. Полянским и др. [32]. Ими принята толщина коры перед средним палеозоем в пределах рифта и на его плечах 42 км, ширина области рифтогенеза – 300 км. В результате растяжение составило 60 км.

Анализируя величины растяжения Вилюйского бассейна в работах В. Э. Павлова и др. [44], О. П. Полянского и др. [32], следует отметить недоучет неопротерозойских дислокаций, в результате которых, несомненно, толщина земной коры на исследуемой территории сокращалась. Также эти модели резко отличаются принятыми размерами областей растяжения. Кроме того, В. Э. Павлов с соавторами говорят об области растяжения от центра вращения, но не упоминают синхронной области сжатия с другой стороны, которая установлена у центра вращения в модели [42]. Амплитуда расширения Вилюйского рифта в приустьевой части р. Вилюй в 230 км также

весьма сомнительна: она составляет более половины ширины рифта и в 3 с лишним раза превышает расхождение Вилюйско-Мархинского и Чаро-Синского дайковых поясов. Видимо, расхождения бортов Вилюйского рифта в низовьях р. Вилюй на 70 км целесообразно принять за основу. До 6 % амплитуды растяжения приходится на дайковые пояса [32].

Раздвиг рифта в районе барьерного рифа томмотско-атдабанского века в средней части исследуемой территории составил 30–40 км. Это привело к расчленению цельного барьерного рифа на изолированные блоки с зияниями между ними. Причем масштабы зияний между отдельными массивами нарастают с юго-запада на северо-восток. Понимание этого крайне важно при интерпретации сейсмических материалов и данных по нефтегазоносности Вилюйской рифтовой системы.

Процесс вращения крупных блоков Земли не уникален. В настоящее время он происходит в Восточно-Африканской рифтовой системе [12, 13]. По подсчетам В. Г. Казьмина [9], угол поворота между Аравией и Африкой (Нубийская плита) составил 4,7°,

а между Аравией и Сомали – $4,9^\circ$. Поскольку развитие Восточно-Африканских рифтов продолжается, можно предполагать, что эти углы между перечисленными плитами будут близки к величине вращения плеч Патомско-Вилюйского авлакогена.

Позднегерцинский тектогенез

В позднем палеозое началось формирование осадочного чехла Вилюйской и Тунгусской синеклиз. В пределах Вилюйской синеклизы накапливалась первая половина верхоянского (верхний карбон – пермь) комплекса пород со стороны Верхоянья. Эти

отложения проникали до Сунтарского свода. Максимальные (более 3,5 км) их толщины зафиксированы на Средневилюйской площади.

Развитие Тунгусской синеклизы привело к ее наложению на северо-запад Непско-Ботуобинской антеклизы и его погружению и смещению палеошарнира антеклизы к юго-востоку на расстояние до 100–200 км.

Формирование Тунгусской синеклизы сопровождалось мощнейшим трапповым магматизмом на рубеже пермо-триаса, который коренным образом повлиял на развитие всей биосферы Земли и был

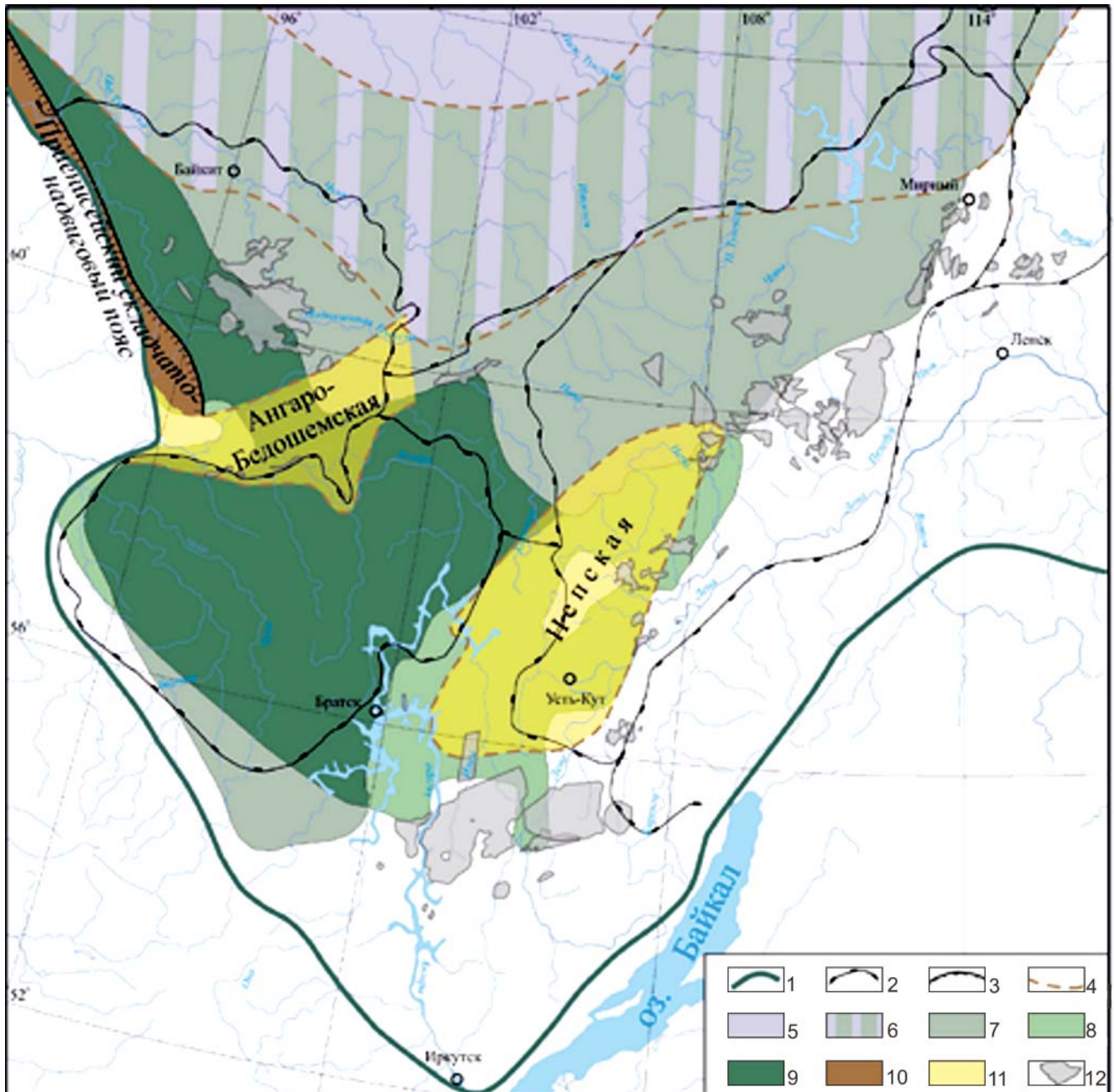


Рис. 6. Районирование траппового магматизма и складчатости позднегерцинского тектогенеза

Границы: 1 – Лено-Тунгусской НПП, 2 – основных надпорядковых структур по отложениям венда, 3 – зоны складчатости, синхронные трапповому магматизму, 4 – зон траппового магматизма; основные области траппового магматизма: 5 – преимущественно эффузивная, 6 – пояс С. Обручева, 7 – поле верхних пластовых интрузий, 8 – Усольский силл; 9 – наложение на Усольский силл поля верхних пластовых интрузий; 10 – окраинно-платформенные складчато-надвиговые дислокации; 11 – внутриплатформенные зоны складок; 12 – месторождения УВ

следствием развития в недрах Земли суперплюма на обширнейшей территории от Монголии до Баренцева моря [6].

Поле распространения траппов четко разделяется на северную, южную и центральную области (рис. 6). Первая расположена севернее верховьев р. Таймура и представлена преимущественно базальтовыми покровами. Во второй, находящейся южнее бассейна р. Чуня, доминируют интрузии пластовой формы. Между ними располагается зона с распространением дайковых тел незакономерной ориентировки, часто извилистой или кольцевой формы, палеовулканов, с высоким содержанием пирокластики. Ранее эта зона в несколько суженных размерах выделялась П. Е. Оффманом [27] под названием «пояс С. Обручева».

Морфология траппов зависит от строения осадочного чехла, распределения в нем геостатических напряжений. Появление эффузивной зоны траппов, скорее всего, связано с преобладанием растягивающих напряжений. Это подтверждается ее приуроченностью к максимальным глубинам погружения фундамента в Тунгусской синеклизе и вытянутостью пояса даек вдоль ее северо-восточного борта.

Доминирование пластовых интрузий в южной зоне однозначно свидетельствует об условиях горизонтального сжатия [21]. Пояс С. Обручева, насыщенный неправильными, извилистыми дайками, представляет собой переходную зону между обстановками тектонического растяжения (Тунгусская синеклиза севернее пояса С. Обручева) и сжатия (более южные районы). Следовательно, траппы внедряются не только при растяжении, как это следует из преобладающих представлений, но и при сжатии.

Синхронно или близко по времени трапповому магматизму возникли Приенисейский складчато-надвиговый пояс, Ангаро-Бедошемская и Непская зоны складчатости (см. рис. 6). Приенисейский складчато-надвиговый пояс закартирован вдоль северо-северо-западного фаса Енисейского кряжа. В сечении трансекта «Батолит» он представлен интенсивно нарушенными надвигами отложениями чехла платформы в интервале 118–131 км [31]. С учетом косоугольного сечения трансектом складчато-надвигового пояса его поперечная ширина составляет 10 км, а южнее широты 60° увеличивается до 50 км (рис. 7). На юге пояс ограничивается Ангаро-Бедошемской зоной складчатости.

Возраст Приенисейского складчато-надвигового пояса принят как позднегерцинский в связи с вовлечением в дислоцированность отложений карбона и части поверхностных трапповых тел и наложением на него ангаро-бедошемских дислокаций.

Ширина пояса складчато-надвиговых дислокаций порядка 10 км больших возражений не вызывает [38]. Его расширение до 50 км обосновывается впервые, поэтому приведем фактический материал в пользу данных представлений. На сейсмических профилях 8611489 и 313091 картируются антикли-

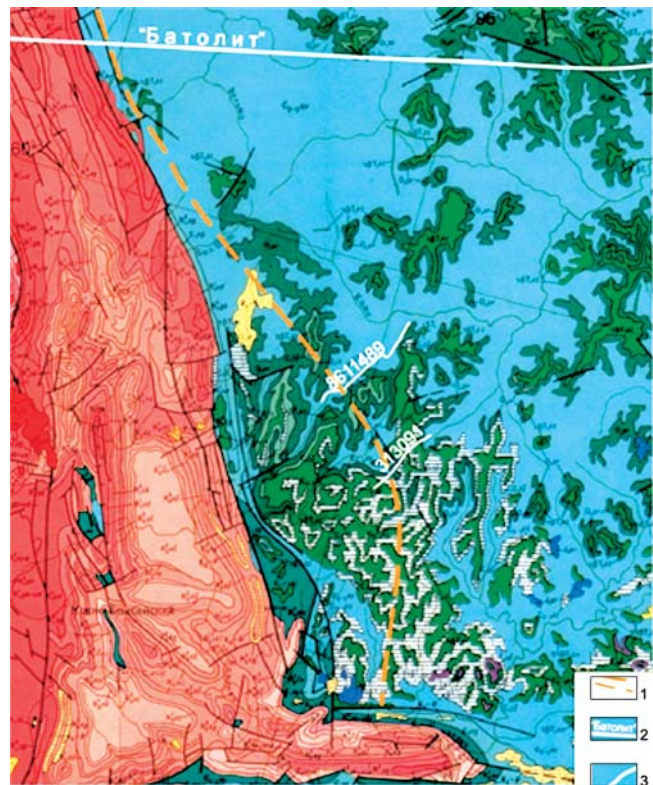


Рис. 7. Положение фронта Приенисейского складчато-надвигового пояса в его южной части

1 – линия фронта; 2 – трансект «Батолит»; 3 – сейсмические профили с номерами

нальные перегибы в надсоленосных отложениях осадочного чехла над моноклинальным залеганием венда и рифея (рис. 8) – полная аналогия с валлообразными структурами Предпатомского складчато-надвигового пояса. Логичность объединения этих антиклиналей в единую структуру вытекает из близости ее простирания к фаса Енисейского кряжа и цепочки разрывов аналогичного простирания, выделенных на геологической карте в 5 км северо-восточнее шарнира намечаемой валлообразной структуры. В такой интерпретации отмеченная цепочка разрывов – это вероятный выход detachмента на дневную поверхность.

Ангаро-Бедошемские дислокации выделены нами на юге Байкитской антеклизы. Они развиты от Иркинеевского структурного мыса на западе до Берямбинского куполовидного поднятия на востоке и Бедошемского вала на северо-востоке. В эту же зону включено и Чадобецкое куполовидное поднятие. Перечисленные структуры полностью расположены в пределах Иркинеево-Чадобецкого авлакогена, что свидетельствует об унаследованности мобильных структур во времени.

Непская зона складчатости расположена в юго-западной части Непско-Ботубобинской антеклизы западнее Предпатомского складчато-надвигового пояса каледонского возраста (см. рис. 1). Ее положение в пространстве и во времени обнаруживает связь со строением Усольского силла. Эта связь заключается:

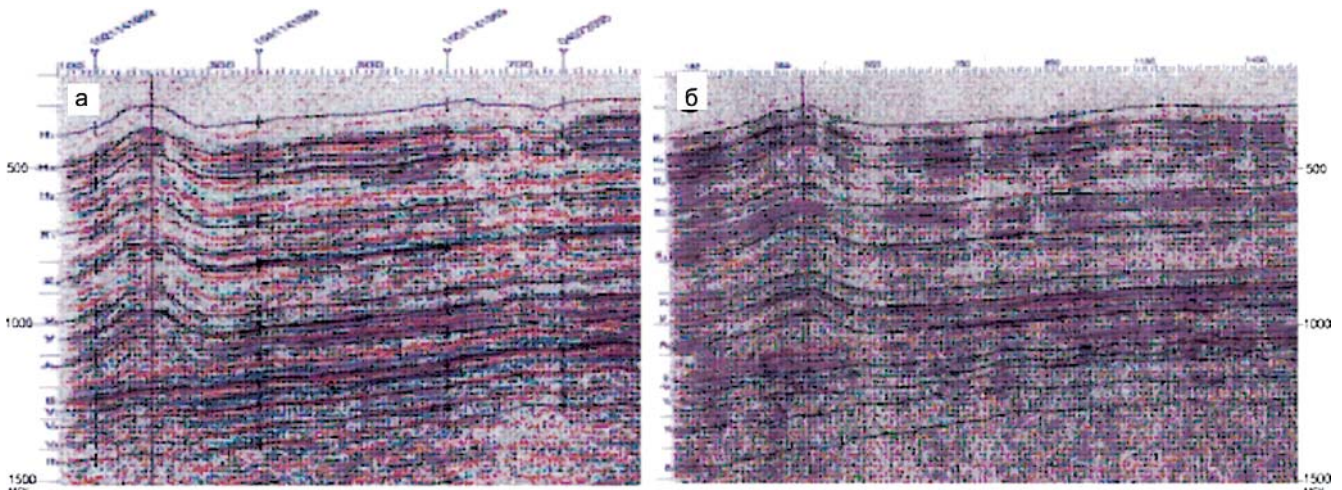


Рис. 8. Фронтальная часть Приенисейского складчато-надвигового пояса на профилях 8611489 (а), 313091 (б)

– в залегании корней дислокаций над силлом; на территории локализации силла в усольской свите линейные складки затрагивают верхнюю часть усольской свиты (Илимская, Касаткинская, Дулисьминская и другие площади), при залегании силла в бельской и ангарской свитах корни непских дислокаций не опускаются ниже этих свит (Кийская, Даниловская площади);

– в синхронности формирования Усольского силла и Непской зоны дислокаций – на рубеже перми и триаса;

– в увеличении контрастности, напряженности, количества линейных структур вблизи границ выклинивания силла (Марковская, Верхнетирская, Непская и другие площади) и вблизи рампов – ступенчатых переходов силла с одного стратиграфического уровня на другой (Каймоновский, Литвинцевский валы), являющихся зонами выклинивания по отношению к отдельным уровням локализации силла.

Определяющим процессом в этой связи, более вероятно, был магматизм. Он привел к резкому изменению геодинамической напряженности осадочного чехла и срыву по магматическому расплаву над интрузивной толщью с ее смятием в складки. Движение оползающей части чехла происходило в направлении преобладающих наклонов силла и палеорельефа дневной поверхности – к западу [22].

Таким образом, Непская зона дислокаций имеет чисто гравитационную природу, относится к навешенным образованиям, что коренным образом отличает ее от складчато-надвиговых поясов, развивающихся по периферии платформ и уходящих корнями в глубины земной коры в смежных складчатых областях. Это объясняет расположенность Непской зоны целиком в пределах Ангаро-Анабарского жесткого мегаблока.

Пластовые трапповые интрузии, развитые в осадочной толще исследуемого региона образуют два обширных поля – Усольский силл, фиксируемый в венде и низах кембрия, и поле развития более верхних интрузий (от бельской свиты нижне-

го кембрия до ордовика и силура) (см. рис. 6). Их становление происходило, когда уже существовали скопления нефти и газа, поэтому проблема влияния на них возникающих крупных трапповых полей весьма интересна. В силу большей приближенности Усольского силла к продуктивным горизонтам, он интенсивнее влиял на нефтегазоносность [20, 21].

Надо сказать, что региональная граница выклинивания Усольского силла контролировалась шарнирными перегибами Байкитской и Непско-Ботуобинской антеклиз. Фиксируется также его выклинивание вдоль юго-юго-восточных склонов Собинско-Тэтэрского выступа, Чадобецкого куполовидного поднятия, Иркинеевского структурного мыса. В некоторых случаях срыв надтрапповой толщи по расплаву приводил к увеличению ее толщины на участках сгуживания и к созданию окон отсутствия интрузий в региональном поле распространения пластовых тел. Весьма показателен в этом плане район верховьев рек Непы, Нижняя Тунгуска, Кута и Большая Тира (см. рис. 6).

Подобные окна в районах распространения крупных пластовых интрузий траппов могут представлять интерес в нефтегазопоисковом отношении, поскольку отжатие УВ в направлении пониженного барического воздействия магматического расплава здесь должно проявляться максимально. Как пример такого отжатия, вероятно, можно привести открытые в последнее десятилетие Ичодинское, Токминское, Большетирское месторождения УВ, расположенные внутри или на границе окна в поле Усольского силла.

Мезозойский тектогенез

Крупнейшие структуры мезозоя – Вилюйская синеклиза, наращивающий ее к юго-западу Ангаро-Вилюйский прогиб и обособленная Присаянская впадина. Выполнены они терригенными отложениями с содержанием углей, иногда в промышленном объеме. Максимальные толщины (до 4 км) мезозоя фиксируются в Вилюйской синеклизе. В пределах Ангаро-Вилюйского прогиба Приса-

янской впадины эти толщины редко превышают 0,5 км. Долгомостовская (Ангаро-Вилуйский прогиб) и Присяянская впадины расположены вплотную к Канскому и Шарыжалгайскому выступам фундамента Сибирской платформы, надвинутым на ее осадочный чехол.

Вилуйская синеклиза, по сути, наследует Вилуйский среднепалеозойский рифт в расширенном объеме. Ангаро-Вилуйский прогиб имеет повышенные толщины юрско-меловых пород также в Ковинской, Мурско-Чунской и Долгомостовской впадинах, выделяемых по подстилающим отложениям.

Контрастные дислокации мезозоя проявились в виде Присяяно-Прибайкальского складчато-надвигового пояса, интрузий карбонатитовой магмы, развитию вулканических трубок взрыва часто с железорудной минерализацией и внедрении карбонатитов, кимберлитов, ультраосновных субщелочных тел Чадобецкого и Хушминского комплексов (рис. 9).

Присяяно-Прибайкальский складчато-надвиговой пояс делится на три основных сегмента – Та-

сеевский, Присяянский и Прибайкальский. Первый состоит из валообразных структур (Унжинско-Кокуйская, Троицко-Михайловская и др.), развитых на западе Присяяно-Енисейской синеклизы. Судя по вовлечению в дислоцированность нижнемеловых отложений, они имеют постранимеловый возраст. Ширина дислоцированных пород достигает 60 км.

Тасеевскому сегменту складок по возрасту близок известный Ангарский надвиг, роль которого в тектонике юга Сибирской платформы широко обсуждалась геологической общественностью (М. М. Тетяев, В. А. Обручев и др.). В его зоне отмечается залегание кристаллических сланцев архея на дислоцированных породах юры. Фронтальная часть прослежена на десятки километров, в основном в северо-западном направлении – вдоль контакта архея Шарыжалгайской глыбы с палеозойскими отложениями осадочного чехла. Применение специальных тектонофизических исследований [36] позволило определить амплитуду Ангарского надвига 10–15 км.

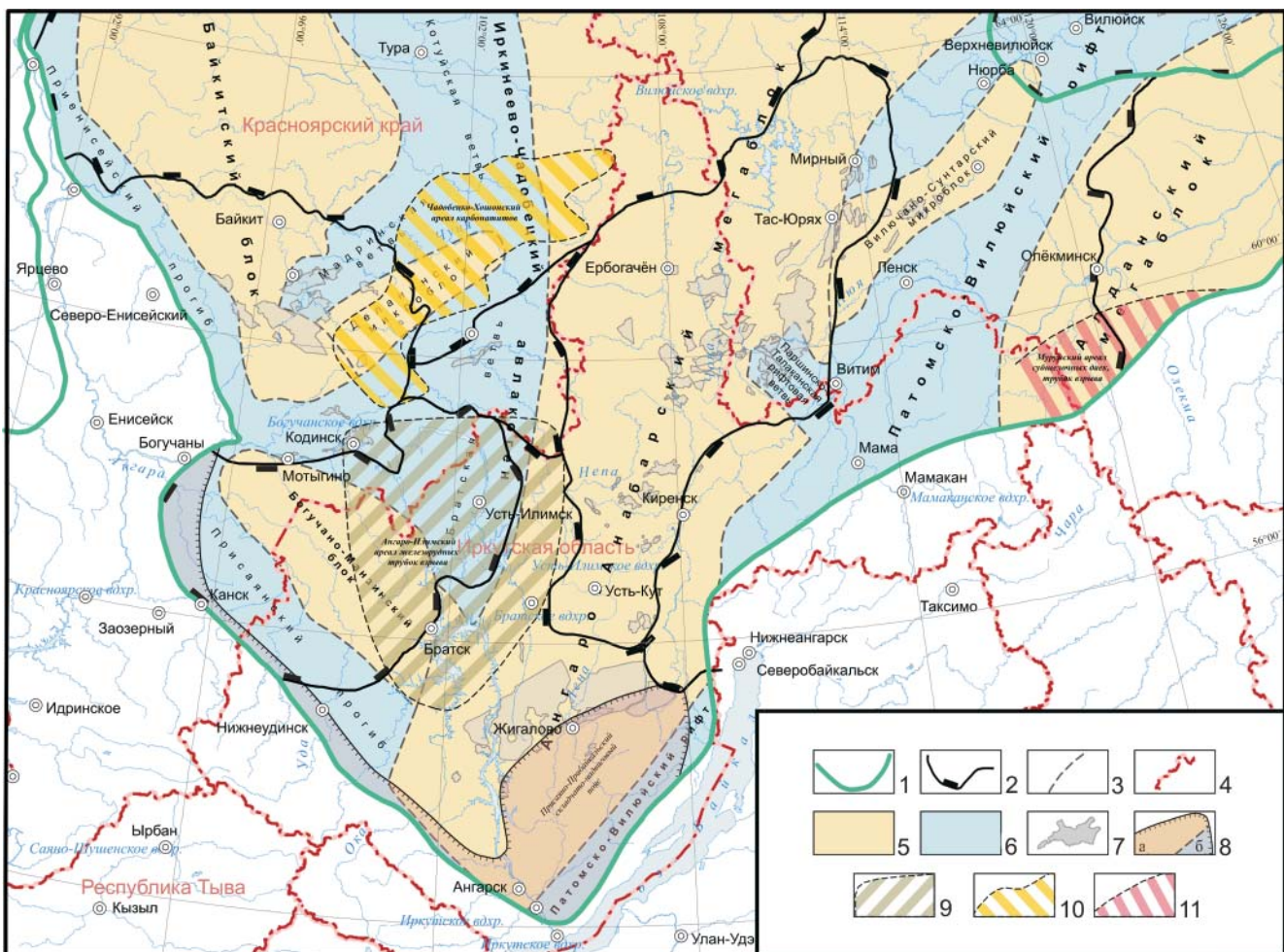


Рис. 9. Мезозойская геодинамическая карта юга Лено-Тунгусской НГП

Границы: 1 – Лено-Тунгусской НГП, 2 – современных надпорядковых структур по кровле венда, 3 – неопротерозойских структурных элементов, 4 – административные; неопротерозойские структуры: 5 – жесткие, 6 – мобильные; 7 – месторождения УВ; 8 – складчато-надвиговые пояса, наложенные на жесткие блоки (а), мобильные зоны (б); ареалы магматических тел: 9 – железорудных трубок взрыва, 10 – карбонатитов, 11 – субщелочных интрузий, трубок взрыва

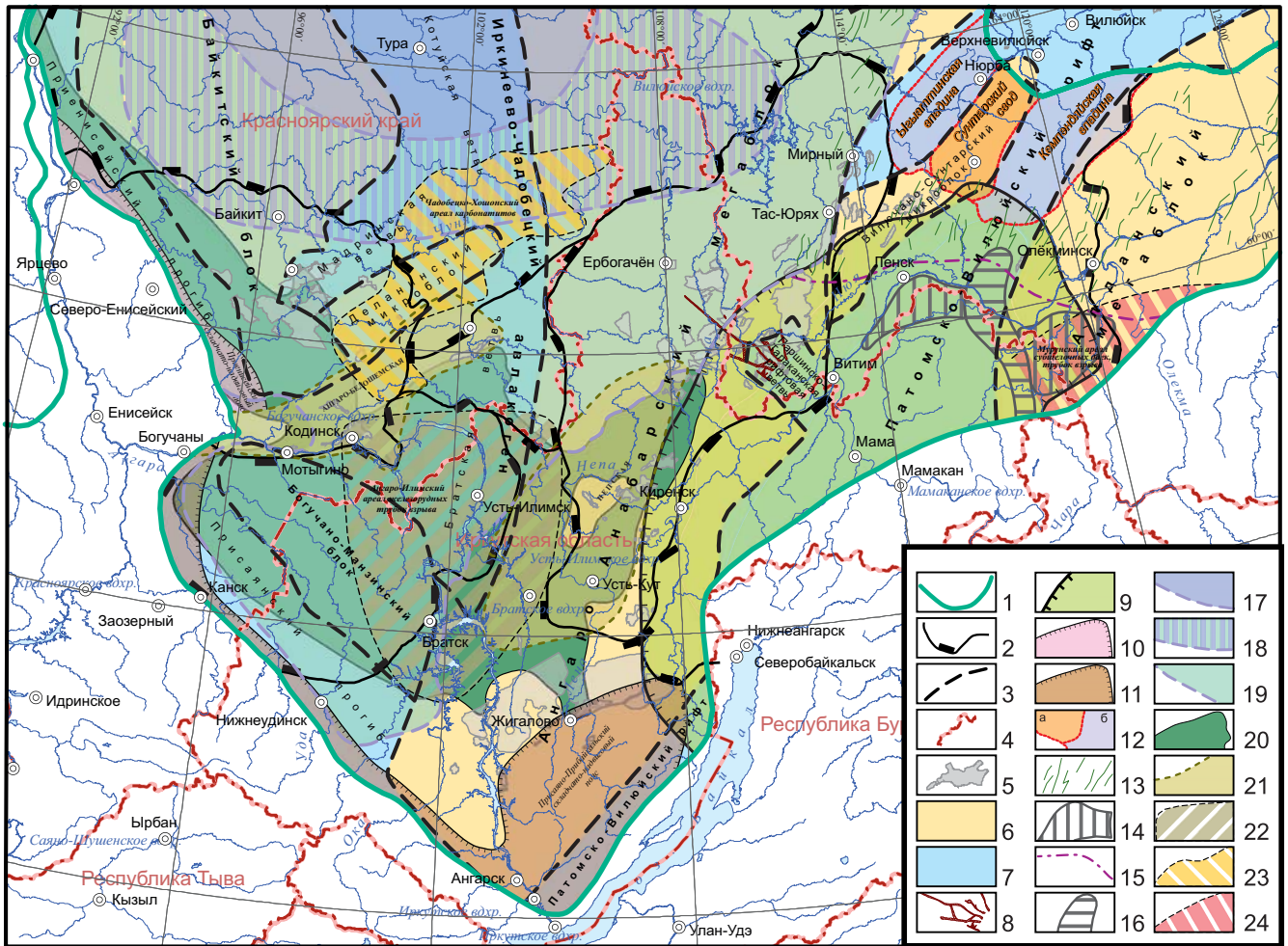


Рис. 10. Итоговая геодинамическая карта юга Лено-Тунгусской НГП

Границы: 1 – Лено-Тунгусской НГП, 2 – современных надпорядковых структур по кровле венда, 3 – неопротерозойских структурных элементов, 4 – административные; 5 – месторождения УВ; неопротерозойские структуры: 6 – жесткие, 7 – мобильные, 8 – микрогравены; складчато-надвиговые пояса: 9 – каледонский, 10 – позднегерцинский, 11 – мезозойский; 12 – раннегерцинские поднятия (а), впадины (б); раннегерцинский магматизм: 13 – пояса даек, 14 – район доминирования силлов; 15 – линия раздела областей растяжения и сжатия; 16 – Уринско-Жуинская складчато-чешуйчатая зона; позднегерцинские структуры: 17 – поле преимущественно эффузивных траппов, 18 – пояс С. Обручева, 19 – область доминирования силлов, 20 – Уольский силл, 21 – зоны складчатости, синхронные трапповому магматизму; ареалы мезозойского магматизма: 22 – железорудных трубок взрыва, 23 – карбонатитов, 24 – субщелочных даек, трубок взрыва

В Присянском сегменте широко развиты взброснадвиги, вытянутые вдоль фаса Саянских гор. Это свидетельствует об их развитии в обстановке сжатия.

Более масштабен Прибайкальский сегмент складчато-надвигового пояса. Он охватывает территорию от Ангарского надвига на юге до Аkitканского хребта на северо-востоке и от Приморского хребта на юго-востоке до Жигаловского вала на северо-западе. Его протяженность 420 км, ширина 200 км. Возраст Прибайкальского сегмента принят как мезозойский на основании постепенности перехода Ангарского надвига в прибайкальские линейные дислокации и переработке субмеридиональных каледонских структур (Хандинский, Киренгский валы) в верховьях р. Киренга.

Главными структурами Прибайкальского сегмента являются Божеханский и Жигаловский валы, между которыми выделяются более мелкие склад-

чато-надвиговые осложнения. Протяженность обоих валов около 200 км, ширина 10–15 км, амплитуда по кровле усольской свиты до 700 м

Геодинамические активизации в мезозое проявились и в виде магматических процессов насыщения обширных областей мелкими интрузиями (штоки, дайки) карбонатитового состава (Чадобецко-Хшонский ареал), железорудными трубками взрыва (Ангаро-Илимский ареал) и мелкими гипабиссальными интрузивами субщелочных пород, известково-щелочных гранитоидов (Мурунский ареал) (см. рис. 9). Их влияние на нефтегазоносность практически не изучено.

Специальное исследование воздействия на нефтегазоносность необходимо провести для Чадобецко-Хшонского ареала карбонатитов. Повышенная по сравнению с основной магмой температура и пониженная вязкость карбонатитового расплава при внедрении в осадочный чехол, несомненно,



оказывали более масштабные метаморфические и метасоматические преобразования вмещающих осадочных пород. Но пока эта проблема совершенно не исследована.

Мурунский ареал выделен на юге Березовской впадины и смежной территории Алданской антеклизы (см. рис. 9). В нем присутствуют редкие мелкие интрузии, дайки субщелочных пород, трубки взрыва, которые не могли оказывать заметного воздействия на нефтегазоносность. Поэтому этот ареал не входит в число первоочередных для более детального изучения.

Наложение мезозойского тектогенеза на каркас более древних тектонических структур подводит итог геодинамическому развитию юга Лено-Тунгусской НГП (рис. 10), поскольку явных более поздних неотектонических активизаций здесь не зафиксировано.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Гайдук В. В.** Вилкойская среднепалеозойская рифтовая система. – Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1988. – 127 с.
2. **Гайдук В. В., Прокопьев А. В.** Методы изучения складчато-надвиговых поясов. – Новосибирск: Наука, 1999. – 160 с.
3. **Глобальные** закономерности нефтегазоносности докембрия Земли / А. Э. Конторович, А. А. Трофимук, А. К. Башарин и др. // Геология и геофизика. – 1996. – Т. 37, № 8. – С. 6–42.
4. **Гуревич Е. Л.** Палеомагнетизм ордовикских отложений в разрезе на р. Мойеро // Палеомагнитные методы в стратиграфии. – Л., 1984. – С. 35–41.
5. **Дайковые** рои южного фланга Сибирского кратона – индикаторы распада суперконтинента Родиния / Е. В. Скляр, Д. П. Гладкочуб, А. М. Мазукабзов и др. // Геотектоника. – 2000. – № 6. – С. 59–75.
6. **Добрецов Н. Л.** Пермотриасовый магматизм в Евразии как отражение суперплюма // Докл. АН СССР. – 1997. – Т. 354, № 2. – С. 220–223.
7. **Докембрий** Патомского нагорья / А. И. Иванов, В. И. Лившиц, О. В. Перевалов и др. – М.: Недра, 1995. – 352 с.
8. **Зоненшайн Л. П., Кузьмин М. И., Натопов Л. М.** Тектоника литосферных плит территории СССР: в 2 кн. – М.: Недра, 1990. – Кн. 1. – 328 с.; кн. 2. – 334 с.
9. **Казьмин В. Г.** Рифтовые структуры Восточной Африки – раскол континента и зарождение океана. – М.: Наука, 1987. – 205 с.
10. **Комплексы-индикаторы** процессов растяжения на юге Сибирского кратона в докембрии / Д. П. Гладкочуб, Т. В. Донская, А. М. Мазукабзов и др. // Геология и геофизика. – 2007. – № 1. – С. 22–41.
11. **Кузьмин М. И., Ярмолюк В. В.** Мантийные плюмы северо-восточной Азии и их роль в формировании эндогенных месторождений // Геология и геофизика. – 2014. – № 2. – С. 153–184.
12. **Лаутон А. С.** Структурные взаимоотношения Аденского залива, Красного моря и депрессии Афар в Эфиопии // Система рифтов Земли. – М.: Мир, 1970. – С. 61–73.
13. **Ле Пишон К., Франшто Ж., Боннин Ж.** Тектоника плит. – М.: Мир, 1977. – 288 с.
14. **Левашов К. К.** Среднепалеозойская рифтовая зона Сетте-Дабана // Докл. АН СССР. – 1974. – Т. 219, № 3. – С. 689–692.
15. **Левашов К. К.** Среднепалеозойская рифтовая система востока Сибирской платформы // Советская геология. – 1975. – № 10. – С. 49–58.
16. **Мануйлова М. М.** Геология и геохронология докембрия Байкальской горной области и проблема байкалит // Геология и геофизика, 1991. – № 9. – С. 58–67.
17. **Масайтис В. Л., Михайлов М. В., Селивановская Т. В.** Вулканизм и тектоника Патомско-Вилкойского среднепалеозойского авлакогена. – М.: Недра, 1975. – 183 с.
18. **Мегакомплексы** и глубинная структура земной коры нефтегазоносных провинций Сибирской платформы / М. П. Гришин, В. С. Старосельцев, В. С. Сурков и др. – М.: Недра, 1987. – 204 с.
19. **Мигурский А. В.** Виргации дислокаций и прогноз погребенных поднятий в зоне сочленения Сибирской платформы с Байкало-Патомским нагорьем // Фундаментальные проблемы геологии и тектоники Северной Евразии: тез. докл. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2001. – С. 42–44.
20. **Мигурский А. В.** Динамическое воздействие траппового магматизма на нефтегазоносность Непско-Ботуобинской антеклизы // Тектонические критерии прогноза нефтегазоносности Сибирской платформы. – Новосибирск: СНИИГГИМС, 1986. – С. 26–34.
21. **Мигурский А. В.** Масштабные латеральные перемещения пород и флюидов на Сибирской платформе // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2010. – № 1. – С. 53–57.
22. **Мигурский А. В.** Трапповый магматизм и непские дислокации // Тектоника нефтегазоносных областей Сибири. – Новосибирск, СНИИГГИМС, 1983. – С. 97–103.
23. **Мигурский А. В., Старосельцев В. С.** Зоны разломов – естественные насосы природных флюидов // Отечественная геология. – 2000. – № 1. – С. 56–59.
24. **Мигурский А. В., Старосельцев В. С.** Шарьяжное строение зоны сочленения Сибирской платформы с Байкало-Патомским нагорьем // Советская геология. – 1989. – № 7. – С. 9–15.
25. **Мигурский А. В., Ефимов А. С., Старосельцев В. С.** Новые направления нефтегазопроисковых работ в Предпатомском региональном прогибе (Сибирская платформа) // Геология нефти и газа. – 2012. – № 1. – С. 19–27.
26. **Новая** модель строения земной коры юга Сибирской платформы по данным глубинного



сейсмопрофилирования МОГТ / А. В. Мигурский, М. И. Баранова, В. И. Вальчак и др. // Модели земной коры и верхней мантии по результатам глубинного сейсмопрофилирования: матер. Междунар. науч.-практ. сем. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2007. – С. 94–98.

27. **Оффман П. Е.** Тектоника и вулканические трубки центральной части Сибирской платформы // Тектоника СССР. Т. IV. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – С. 5–339.

28. **Павлов В. Э., Петров П. Ю.** Палеомагнетизм рифейских отложений Иркинеевского поднятия Енисейского кряжа – новый довод в пользу единства Сибирской платформы в среднем рифее // Физика Земли. – 1997. – № 6. – С. 42–55.

29. **Палеомагнитология** / А. Н. Храмов, Г. И. Гончаров, Р. А. Комиссарова и др. – Л.: Недра, 1982. – 312 с.

30. **Петров М. М., Александров А. Р., Сивцев А. И.** Надвиговые дислокации в Березовской впадине // Нефтегазовое дело. – 2012. – № 4. – С. 502–513. – Точка доступа: <http://www.ogbus.ru>.

31. **Приоритетные** направления работ на нефть и газ в Восточной Сибири на основе результатов обработки опорных и региональных геофизических профилей / Н. А. Горюнов, В. И. Вальчак, А. А. Евграфов и др. // Комплексирование геолого-геофизических методов при обосновании нефтегазопоисковых объектов на Сибирской платформе (в Восточной Сибири и республике Саха (Якутия)): матер. науч.-практ. конф. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 2009. – С. 226–234.

32. **Рифтогенная** природа формирования Вилюйского бассейна (Восточная Сибирь) на основе реконструкций осадконакопления и механико-математических моделей / О. П. Полянский, А. В. Прокопьев, А. В. Бабищев и др. // Геология и геофизика. – 2013. – № 2. – С. 163–183.

33. **Розен О. М.** Сибирский кратон: тектоническое районирование, этапы эволюции // Геотектоника. – 2003. – № 3. – С. 3–21.

34. **Розен О. М., Федоровский В. С.** Коллизионные гранитоиды и расслоение земной коры (примеры кайнозойских, палеозойских и протерозойских коллизионных систем). – М.: Научный мир, 2001. – 188 с.

35. **Руженцев С. В., Чжан Бу-чунь** О тектонике северных частей Патомского нагорья // Изв. АН СССР. Сер. геол. – 1961. – № 9. – С. 37–48.

36. **Сизых В. И., Малых А. В., Новокшенов Ю. А.** Новые данные об Ангарском надвиге // Докл. АН СССР. – 1982. – Т. 261, № 1. – С. 184–187.

37. **Состав** и источники девонского вулканизма Вилюйского рифта / А. И. Киселев, В. В. Ярмолюк, А. В. Никифоров, К. Н. Егоров // Докл. РАН. – 2007. – Т. 414, № 6. – С. 798–804.

38. **Старосельцев В. С., Мигурский А. В., Старосельцев К. В.** Енисейский кряж и его сочленение с Сибирской платформой и Западно-Сибирской плитой // Геология и геофизика. – 2003. – № 1–2. – С. 76–85.

39. **Тектоника**, геодинамика и металлогения территории Республики Саха (Якутия) / под ред. Л. М. Парфенова, М. И. Кузьмина. – М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2001 – 571 с.

40. **Элементы** платиновой группы в мафитах Патомско-Вилюйского авлакогена (восточная часть Сибирской платформы) / В. Л. Масайтис, С. Годерис, Ф. Клейс, Ф. Ванекке // Региональная геология и металлогения. – 2012. – № 52. – С. 83–94.

41. **A one-billion-year gap** in the Precambrian history of the Southern Siberian craton and problem of the Transproterozoic supercontinent / D. P. Gladkochub, T. V. Donskaya, M. T. D. Wingate et al. // American Journal of Sciences. – 2010. – Vol. 310. – P. 812–825.

42. **Cocks L. R. M., Torsvik T. H.** Siberia, the wandering northern terrane, and its changing geography through the Paleozoic // Earth-Science Reviews. – 2007. – Vol. 82. – P. 29–74.

43. **Ernst R. E., Buchan K. L.** The use of mafic dike swarms in identifying and locating mantle plumes // Mantle plumes: their identification through time / eds. R. E. Ernst, K. L. Buchan. – Geol. Soc. Amer. Spec. – 2001. – Papers 352. – P. 247–266.

44. **Pavlov V., Bachtadse V., Mikhailov V.** New Middle Cambrian and Middle Ordovician paleomagnetic data from Siberia: Llandelian magnetostratigraphy and relative rotation between the Aldan and Anabar-Angara blocks // Earth Planet. Sci. Lett. – 2008. – Vol. 276. – P. 229–242.

REFERENCES

1. Gayduk V.V. *Vilyuyskaya srednepaleozoyskaya riftovaya sistema* [Vilyui Middle Paleozoic Rift System]. Yakutsk, YaF SB AS USSR Publ., 1988. 127 p. (In Russ.).
2. Gayduk V.V., Prokopyev A.V. *Metody izucheniya skladchato-nadvigovykh poyasov* [Methods for studying fold-thrust belts]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1999. 160 p. (In Russ.).
3. Kontorovich A.E., Trofimuk A.A., Basharin A.K., et al. [Global patterns of petroleum potential of the Earth's Precambrian]. *Geologiya i geofizika*, 1996, vol. 37, no. 8, pp. 6–42. (In Russ.).
4. Gurevich E.L. [Paleomagnetism of Ordovician deposits in the section on the Moyero River]. *Paleomagnitnye metody v stratigrafii* [Paleomagnetic methods in stratigraphy]. Leningrad, 1984, pp. 35–41. (In Russ.).
5. Sklyarov E.V., Gladkochub D.P., Mazukabzov A.M., et al. [The dike swarms of the southern flank of the Siberian Craton are indicators of the collapse of the Rodinia supercontinent]. *Geotektonika – Geotectonics*, 2000, no. 6, pp. 59–75. (In Russ.).
6. Dobretsov N.L. [Permian-Triassic magmatism in Eurasia as a reflection of the superplume]. *Doklady RAS*, 1997, vol. 354, no. 2, pp. 220–223. (In Russ.).
7. Ivanov A.I., Livshits V.I., Perevalov O.V., et al. *Dokembriy Patomskogo nagor'ya* [Precambrian Patom Highlands]. Moscow, Nedra Publ., 1995. 352 p. (In Russ.).



8. Zonenshain L.P., Kuzmin M.I., Natapov L.M. *Tektonika litosfernykh plit territorii SSSR: V 2 kn.* [Tectonics of lithospheric plates in the territory of the USSR: In 2 books]. Moscow, Nedra Publ., 1990. Book 1, 328 p.; Book 2, 334 p. (In Russ.).
9. Kazmin V.G. *Riftovye struktury Vostochnoy Afriki – raskol kontinenta i zarozhdenie okeana* [East African Rift Structures – a split of the continent and the birth of the ocean]. Moscow, Nedra Publ., 1987. 205 p. (In Russ.).
10. Gladkochub D.P., Donskaya T.V., Mazukabzov A.M., et al. Signature of precambrian extension events in the southern Siberian Craton. *Russian Geology and Geophysics*, 2007, vol. 48, no. 1, pp. 17–31.
11. Kuzmin M.I., Yarmolyuk V.V. Mantle plumes of Central Asia (Northeast Asia) and their role in forming endogenous deposits. *Russian Geology and Geophysics*, 2014, vol. 55, no. 2, pp. 120–143.
12. Lauton A.S. [Structural relations of the Gulf of Aden, the Red Sea and the Afar Depression in Ethiopia]. *Sistema riftov Zemli* [Earth's Rift System]. Moscow, Mir Publ., 1970, pp. 61–73. (In Russ.).
13. Le Pichon X., Francheteau J., Bonnin J. Plate Tectonics. Elsevier, 1973. 314 p.
14. Levashov K.K. [Middle Paleozoic rift zone of Sette Daban]. *Doklady AS USSR*, 1974, vol. 219, no. 3, pp. 689–692. (In Russ.).
15. Levashov K.K. [Middle Paleozoic rift system of the east of the Siberian platform]. *Sovetskaya geologiya*, 1975, no. 10, pp. 49–58. (In Russ.).
16. Manuylova M.M. [Geology and geochronology of the Precambrian of the Baikal mountain region and the problem of Baikals]. *Geologiya i geofizika*, 1991, no. 9, pp. 58–67. (In Russ.).
17. Masaytis V.L., Mikhailov M.V., Selivanovskaya T.V. *Vulkanizm i tektonika Patomsko-Vilyuyskogo srednepaleozoyskogo avlakogena* [Volcanism and tectonics of the Patom-Vilyui Middle Paleozoic aulacogen]. Moscow, Nedra Publ., 1975. 183 p. (In Russ.).
18. Grishin M.P., Staroseltsev V.S., Surkov V.S., et al. *Megakompleksy i glubinnaya struktura zemnoy kory neftegazonosnykh provintsiy Sibirskoy platformy* [Megacomplexes and the deep structure of the Earth's crust of the petroleum provinces of the Siberian platform]. Moscow, Nedra Publ., 1987. 204 p. (In Russ.).
19. Migurskiy A.V. [Dislocation virgations and forecast of buried uplifts in the junction zone of the Siberian Platform with the Baikal-Patom upland]. *Fundamental'nye problemy geologii i tektoniki Severnoy Evrazii. Tez. Dokl* [Fundamental problems of geology and tectonics of Northern Eurasia. Theses of reports]. Novosibirsk, 2001, "Geo" Publ., pp. 42–44. (In Russ.).
20. Migurskiy A.V. [Dynamic impact of trap magmatism on the oil and gas potential of the Nepa-Botuba anticline]. *Tektonicheskie kriterii prognoza neftegazonosnosti Sibirskoy platformy* [Tectonic criteria for predicting the oil and gas potential of the Siberian platform]. Novosibirsk, SNIIGiMS Publ., 1986, pp. 26–34. (In Russ.).
21. Migurskiy A.V. [Large-scale lateral movements of rocks and fluids on the Siberian platform]. *Geologiya i mineral'no-syr'evye resursy Sibiri – Geology and mineral resources of Siberia*, 2010, no. 1, pp. 53–57. (In Russ.).
22. Migurskiy A.V. [Trap magmatism and Nepian dislocations]. *Tektonika neftegazonosnykh oblastey Sibiri* [Tectonics of Siberian petroleum regions]. Novosibirsk, SNIIGiMS Publ., 1983, pp. 97–103. (In Russ.).
23. Migurskiy A.V., Staroseltsev V.S. [Fault zones – natural pumps of natural fluids]. *Otechestvennaya geologiya*, 2000, no. 1, pp. 56–59. (In Russ.).
24. Migurskiy A.V., Staroseltsev V.S. [The overthrust structure of the junction zone of the Siberian platform with the Baikal-Patom highlands]. *Sovetskaya geologiya*, 1989, no. 7, pp. 9–15. (In Russ.).
25. Migurskiy A.V., Efimov A.S., Staroseltsev V.S. [New areas of oil and gas exploration in the Predpatom regional trough (Siberian platform)]. *Geologiya nefti i gaza – Oil and gas geology*, 2012, no. 1, pp. 19–27. (In Russ.).
26. Migurskiy A.V., Baranova V.I., Valchak V.I., et al. [A new model of the earth's crust structure in the south of the Siberian platform according to deep seismic CDP profiling]. *Modeli zemnoy kory i verkhney mantii po rezul'tatam glubinnogo seysmoprofilirovaniya. Materialy Mezhdunarodnogo nauchno-prakticheskogo seminara* [Models of the crust and upper mantle based on the results of deep seismic profiling. Materials of the International Scientific and Practical Workshop]. Saint Petersburg, VSEGEI Publ., 2007, pp. 94–98. (In Russ.).
27. Offman P.E. [Tectonics and volcanic pipes of the central part of the Siberian platform]. *Tektonika SSSR – Tectonics of the USSR*, Moscow, AS USSR, 1959, vol. IV, pp. 5–339. (In Russ.).
28. Pavlov V.E., Petrov P. Yu. Paleomagnetism of the Riphean deposits in the Irkineeva uplift, Yenisei Range: new evidence for the integrity of the Siberian Platform in the Middle Riphean. *Izvestiya of the RAS. Physics of the Solid Earth*, 1997, no. 6, pp. 42–55.
29. Khramov A.N., Goncharov G.I., Komissarova R.A., et al. *Paleomagnitologiya* [Paleomagnetology]. Leningrad, Nedra Publ., 1982. 312 p. (In Russ.).
30. Petrov M.M., Aleksandrov A.R., Sivtsev A.I. [Thrust dislocations in the Berezovsky Basin]. *Neftegazovoe delo*, 2012, no. 4, pp. 502–513. Available at: <http://www.ogbus.ru>. (In Russ.).
31. Goryunov N.A., Valchak V.I., Evgrafov A.A., et al. [Priority areas of work for oil and gas in East Siberia based on the results of the development of reference and regional geophysical profiles]. *Kompleksirovanie geologo-geofizicheskikh metodov pri obosnovanii neftegazoposkovykh ob'ektov na Sibirskoy platforme (v Vostochnoy Sibiri i respublike Sakha (Yakutiya))*. *Mater. nauch.-prakt. konf.* [Integration of geological and geophysical methods in the substantiation of oil and gas exploration targets on the Siberian platform (in East Siberia and the Republic of Sakha (Yakutia)). Proc. of



scientific-practical conf.]. Novosibirsk: SNIIGiMS Publ., 2009, pp. 226–234. (In Russ.).

32. Polyanskiy O.P., Babichev A.V., Reverdatto V.V., et al. The rift origin of the Vilyui basin (East Siberia), from reconstructions of sedimentation and mechanical mathematical modeling. *Russian Geology and Geophysics*, 2013, vol. 54, no. 2, pp. 121–137.

33. Rozen O.M. [Siberian Craton: tectonic zoning, stages of evolution]. *Geotektonika – Geotectonics*, 2003, no. 3, pp. 3–21. (In Russ.).

34. Rozen O.M., Fedorovskiy V.S. *Kollizionnye granitoidy i rassloenie zemnoy kory (primery kaynozoyksikh, paleozoyksikh i proterozoyksikh kollizionnykh sistem)* [Collisional granitoids and stratification of the Earth's crust (examples of Cenozoic, Paleozoic, and Proterozoic collisional systems)]. Moscow, Nauchny mir Publ., 2001. 188 p. (In Russ.).

35. Ruzhentsev S.V., Chzhan Bu-chun. *O tektonike severnykh chastey Patomskogo nagor'ya* [On the tectonics of the northern parts of the Patom Highland]. *Izvestia AN SSSR, ser. geol.*, 1961, no. 9, pp. 37–48. (In Russ.).

36. Sizykh V.I., Malykh A.V., Novokshonov Iu.A. [New data on the Angara thrust]. *Doklady AS USSR*, 1982, vol. 261, no. 1, pp. 184–187. (In Russ.).

37. Kiselev A.I., Yarmolyuk V.V., Nikiforov A.V., Egorov K.N. *Sostav i istochniki devonskogo vulkanizma Vilyuyskogo rifta* [Composition and sources of Devonian volcanism of the Vilyui rift]. *Doklady AS USSR*, 2007, vol. 414, no. 6, pp. 798–804. (In Russ.).

38. Staroseltsev V.S., Migurskiy A.V., Staroseltsev K.V. *Eniseyskiy kryazh i ego sochlenenie s Sibirskoy platformoy i Zapadno-Sibirskoy plitoy* [Yenisei Ridge and its junction with the Siberian Platform and the Western

Siberian Plate]. *Geologiya i geofizika*, 2003, nos. 1–2, pp. 76–85.

39. Parfenova L.M., Kuzmina M.I., eds. *Tektonika, geodinamika i metallogeniya territorii Respubliki Sakha (Yakutiya)* [Tectonics, geodynamics and metallogeny of the territory of the Republic of Sakha (Yakutia)]. Moscow, MAIK Nauka/Interperiodika Publ., 2001. 571 p. (In Russ.).

40. Masaytis V.L., Goderis S., Kleis F., Vanekke F. *Elementy platinovoy gruppy v mafitakh Patomsko-Vilyuyskogo avlakogena (vostochnaya chast' Sibirskoy platformy)* [Elements of the platinum group in mafites of the Patom-Vilyui aulacogen (eastern part of the Siberian platform)]. *Regional'naya geologiya i metallogeniya*, 2012, no. 52, pp. 83–94. (In Russ.).

41. Gladkochub D.P., Donskaya T.V., Wingate M.T.D., et al. A one-billion-year gap in the Precambrian history of the Southern Siberian craton and problem of the Transproterozoic supercontinent. *American Journal of Sciences*, 2010, vol. 310, pp. 812–825.

42. Cocks L.R.M., Torsvik T.H. Siberia, the wandering northern terrane, and its changing geography through the Paleozoic. *Earth-Science Reviews*, 2007, vol. 82, pp. 29–74.

43. Ernst R.E., Buchan K.L. The use of mafic dike swarms in identifying and locating mantle plumes. Mantle plumes: their identification through time / eds. R. E. Ernst, K. L. Buchan. *Geol. Soc. Amer. Spec.*, 2001, papers 352, pp. 247–266.

44. Pavlov V., Bachtadse V., Mikhaylov V. New Middle Cambrian and Middle Ordovician paleomagnetic data from Siberia: Llandelian magnetostratigraphy and relative rotation between the Aldan and Anabar-Angara blocks. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 2008, vol. 276, pp. 229–242.

© А. В. Мигурский, 2019



О ПЕРСПЕКТИВАХ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ДОЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ГОРНОГО ТАЙМЫРА НА ОСНОВЕ ГЕОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

А. П. Афанасенков^{1,2}, А. К. Битнер³, А. П. Романов⁴, Ю. В. Шеходанова¹, В. И. Казаис⁵,
Д. Г. Кушнир⁵, С. Л. Каламкарров¹

¹Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт, Москва, Россия; ²Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва, Россия; ³Институт нефти и газа Сибирского федерального университета, Красноярск, Россия; ⁴Красноярский НИИ геологии и минерального сырья, Красноярск, Россия; ⁵АО «Таймыргеофизика», Дудинка, Россия

Описаны результаты геохимических исследований рассеянного органического вещества и битумов юга складчатого Таймыра и Енисей-Хатангского регионального прогиба. Показано, что в палеозойском разрезе Таймыра возможны несколько уровней нефтегазогенерации: рифейский, нижнекембрийский, верхнеордовикский, нижнесилурийский, девонский, карбон-пермский. Результаты исследования УВ-биомаркеров в битумоидах пород и пробах битумов Сырадасайской площади и Тарейского участка Центрального Таймыра показали их генетическую связь с ОВ аквагенного (сапропелевого) типа усть-пясиной, домбинской, зелеевской, макаровской свит северной фациальной зоны, что указывает на нефтеперспективность территории. В зоне сочленения северного борта прогиба и Горного Таймыра выделяется территория, перспективная на поиски нефти и газа. Источником является черносланцевая толща силура, девона и карбона. Тарейский вал и склоны Янгодо-Горбитского выступа инверсионного типа в северной части прогиба рассматриваются как наиболее перспективные объекты, что подтверждается сейсмическими данными последних лет.

Ключевые слова: органическое вещество, кероген, Горный Таймыр, Енисей-Хатангский региональный прогиб, нефтегазоматеринские толщи.

ON THE PETROLEUM POTENTIAL PROSPECTS OF THE GORNY TAYMYR PRE-JURASSIC DEPOSITS BASED ON GEOLOGICAL AND GEOCHEMICAL STUDIES

A. P. Afanasenkov^{1,2}, A. K. Bitner³, A. P. Romanov⁴, Yu. V. Shekhodanova¹, V. I. Kazais⁵,
D. G. Kushnir⁵, S. L. Kalamkarov¹

¹All-Russian Research Geological Oil Institute, Moscow, Russia; ²Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; ³Institute of Oil and Gas, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia; ⁴Krasnoyarsk Research Institute of Geology and Mineral Resources, Russia, Krasnoyarsk; ⁵Taymyrgeofizika, Dudinka, Russia

The results of geochemical studies of the dispersed organic matter and bitumens of the south folded Taymyr and Yenisey-Khatanga regional trough (YKhRT) are described. It is shown that several levels of the oil-and-gas generation are possible in the Paleozoic section of the Taymyr: Riphean, Lower Cambrian, Upper Ordovician, Lower Silurian, Devonian, Carboniferous-Permian. The results of the HC-biomarkers study in bitumoids of rocks and bitumen samples of the Syradasayskaya area and Tareyskiy block of the Central Taymyr showed their genetic relationship with the OM of aquatic (sapropelic) type of the Ust-Pyasininskaya, Dombinskaya, Zeledeevskaya, Makarovskaya Formations of the northern facies zone, that indicates the oil prospect of the territory. In the conjunction zone of the northern flank of the YKhRT and Gorny Taymyr, there is a territory that is promising for petroleum exploration. The source is the black-shale stratum of the Silurian, Devonian and Carboniferous. One of the most promising targets is the Tareya swell and slopes of the Yangoda-Gorbit salient of inversion type in the northern part of the YKhRT, confirmed by seismic data of recent years.

Keywords: organic matter, kerogen, Gorny Taymyr, Yenisey-Khatanga regional trough, petroleum bearing strata.

DOI 10.20403/2078-0575-2019-2-51-64

На территории севера Таймырского муниципального района ресурсный потенциал УВ-сырья недооценен, что обусловлено слабой геолого-геофизической изученностью, невыясненными закономерностями генерации углеводородов (УВ) и локализации их скоплений. Исследуемая площадь в геологическом отношении включает южную часть Таймырской складчатой системы и Енисей-Хатангский региональный прогиб (рис. 1) [5].

Важное значение имеет выделение в разрезе крупных структурно-формационных комплексов, разделенных пенепами (поверхностями крупных несогласий,

размывов и тектонических перестроек). Эти несогласия стали базой для структурной интерпретации сейсмических данных (выделения основных отражающих горизонтов и структурных этажей, которые представлены на сводном геологическом разрезе) (рис. 2) [5].

Исследованиями, проведенными ранее [1], установлено, что нефтегазоматеринскими толщами в юрско-меловых отложениях Енисей-Хатангского регионального прогиба (ЕХРП) и Западно-Сибирской плиты являются отложения юры. Однако на Западно-Сибирской плите не исключается образование УВ и в палеозойских отложениях.

Рис. 1. Структурно-тектоническая карта мезозойско-кайнозойского комплекса северного обрамления Сибирской платформы с использованием данных В. С. Старосельцева, В. А. Балдина и др. [5]

1 – береговая линия; 2 – границы участков созданных геохимических коллекций (1 – Сырадасайский, 2 – Тарейский, 3 – Хетский); 3–6 – границы тектонических элементов: 3 – надпорядковых, 4 – суперпорядковых, 5 – I порядка, 6 – II порядка; 7–11 – структурно-тектонические элементы: 7 – суперпорядковые, 8 – I и II порядков, 9 – положительные, 10 – отрицательные суперпорядковые, 11 – отрицательные I и II порядков; 12–13 – мезозойские отложения: 12 – моноклизы и выступы; 13 – седловины; 14–19 – палеозойские отложения: 14 – выходы кристаллического фундамента на поверхность и под пермские или юрские отложения; 15 – впадины; 16 – флексуры; 17 – валы; 18 – положительные структурно-тектонические элементы Сибирской платформы (а – надпорядковые, б – суперпорядковые, в – I порядка, г – II порядка (перспективных на нефть и газ горизонтов)); 19 – отрицательные структурно-тектонические элементы Сибирской платформы (а – надпорядковые, б – суперпорядковые, в – I порядка, г – II порядка (перспективных на нефть и газ горизонтов)); 20 – основные разломы по геолого-геофизическим данным; 21 – зоны интенсивного рифейского прогибания; структурно-тектонические элементы **Западно-Сибирской плиты**: суперпорядковые: I – Пакулихинская моноклиза; II – Ямало-Гыданская переходная зона; I порядка: 1 – Пендомаяхская впадина, 2 – Долганский прогиб, 3 – Ямало-Гыданская синеклиза, 4 – Сузунско-Ванкорский вал, 5 – Мессояхский мегавал, 6 – Гыданская седловина; **ЕХРП**: суперпорядковые: III – Северо-Сибирская моноклиза; IV – Центрально-Таймырский желоб; V – Таймырская моноклиза; I и II порядка: 7 – Гыдано-Хатангская переходная зона; 8 – Носковский прогиб; 9 – Дудыптинский мегапрогиб; 10 – Агапский мегапрогиб; 11 – Пясинский полуграбен; 12 – Боганидо-Жданихинский мегапрогиб; 13 – Турку-Логатский прогиб; 14 – Танамо-Малохетский вал; 15 – Рассохинский мегавал; 16 – Балахнинский мегавал; 17 – Кубалахский вал; 18 – Таймырский выступ; 19 – Енисей-Янгодский склон; 20 – Янгодо-Горбитский выступ; 21 – Горбито-Байкурский склон; **Анабаро-Ленского прогиба**: суперпорядковые: VI – Анабарская моноклиза; VII – Анабаро-Хатангская седловина; VIII – Лено-Анабарская впадина; I и II порядка: 22 – Харатумусская впадина; 23 – Сопочная зона поднятий; 24 – Нордвикский вал; 25 – Тигяно-Анабарская зона поднятий; **Лаптевоморской рифтовой системы**: суперпорядковые: IX – Юго-Западно-Лаптевоморская впадина; **Таймырской складчатой системы**: суперпорядковые: X – Западно-Таймырская палеозойская впадина; XI – Восточно-Таймырская палеозойская впадина; XII – Тарейский вал; XIII – Пограничная флексура; XIV – Северо-Таймырский выступ; I и II порядка: 26 – полуграбен Шренк; **Сибирской платформы**: I и II порядка: 27 – Норильско-Вологочанский прогиб; 28 – Хараелахско-Иконский прогиб; 29 – Верхнекетская котловина; 30 – Колюбинская котловина; 31 – Кулюмбинский структурный мыс; 32 – Хантайский вал; 33 – Рыбнинское куполовидное поднятие; 34 – Южно-Пясинское куполовидное поднятие; 35 – Хантайский структурный мыс; 36 – Анамское куполовидное поднятие

Основными тектоническими структурами, определяющими закономерности генерации и локализации УВ в зоне сочленения ЕХРП и южной части горного Таймыра, являются Центрально-Таймырский желоб, Западно-Таймырская впадина, Таймырская моноклиза, а также палеозойские поднятия – Тарейский вал и Янгодо-Горбитский выступ [5]. Общая закономерность локализации месторождений УВ – их приуроченность к межблоковым зонам, совпадающим с зонами долгоживущих глубинных разломов.

Признаками **нефтегазоносности** юга складчатого Таймыра и севера ЕХРП считаются нефтепроявления. В Таймыро-Североземельской складчатой области известны естественные выходы битумов, горючего газа, выпоты нефти, что может быть связано с углеводородными залежами, скрытыми на глубине, поэтому заслуживает специального исследования.

Нефтегазоносность западной части Таймыра подтверждается находками капельно-жидкой нефти в различных частях южного сочленения Горного Таймыра с ЕХРП. Содержание органического углерода ($C_{орг}$) в породах палеозойских отложений варьирует в значительных пределах, наиболее высокие (2,99–8,18 %) содержания отмечаются в породах верхнего девона и нижней перми.

В Сырадасайской горст-антиклинали установлены многочисленные проявления нефти, битумов и горючего газа в скважинах ДС-1 и ДС-4 на глубинах 11,4–100,0 м. В трещинах и миндалинах базальтов триаса наблюдались жидкие УВ, горящие ярким коптящим пламенем. Количество миндалинов, заполненных жидкостью, составляет 10–15 %. По резуль-

татам исследований это преобразованная нефть. Основное воздействие на нее оказал термолиз, сопровождавшийся деструкцией смол и асфальтенов, а также и естественным испарением с потерей низкокипящих соединений. Температура воздействия оценивается в 200 °С; очевидно, поступление нефти в базальты происходило по зонам разломов после остывания магматического расплава.

В скважинах СС-6, 8, 9, 19, НТ-20 и 28 отмечены жидкие битумы в терригенно-угленосной толще перми и известняках нижнего карбона. Битумы наблюдались в виде капельно-жидких включений в трещинах и порах пород. Анализ образцов из скв. СС-6, отобранных с глубины 282,5 м, показал присутствие веществ нефтяного ряда с преобладанием углеводородных структур в основном метано-нафтенового состава. В то же время образцы из скважин СС-8 и СС-9 характеризуются преимущественным развитием углеводородных радикалов, а наличие значительных содержаний непредельных структур не исключает их принадлежности к нефтяному веществу. Это, возможно, объясняется изменением битумов под воздействием трапповых интрузий. В скв. СС-19 наблюдались тонкие прослои алевролита, пропитанного битумом, который образует линзы толщиной до 3 мм. В скважинах НТ-20, 28 каплевидные включения жидких битумов диаметром 1–2 мм приурочены к трещинам в песчаниках, алевролитах и долеритах.

Твердые битумы обнаружены в отложениях ефремовской свиты нижней перми (скв. СС-18, инт. 154–179 м).



Масштаб, км	Группа	Система	Отдел	Свита	Литологическая колонка	Отражающие горизонты	Структурные этажи	Литологические комплексы	Толщина, м
1	KZ		Pg-Q				Палеоген-четвертичный (альпийской активизации)	Терригенный	до 600
2	K	K	K ₂			--C --Г	Среднетриас-верхнемеловой платформенный (этаж молодой платформы)	Терригенный	390–1030
3			K ₁			--M1-IIa --M --H --Б (ГО)			670–2560
4	J	J	J ₃			--T1	Терригенный	Терригенный	10–1050
5			J ₂			--T2-4-III --T5			180–1040
6	MZ	J	J ₁			--Ia --Iб	Терригенный	Терригенный	130–1000
7			T ₂₃			--Iв			1340–1700
8	T	T	T ₁	T ₁ bt			Верхнепермско-нижнетриасовый рифтовый	Вулканогенно-терригенный	1380–1730
9			T ₁ zv			--A (V)			230–560
10	P	P	P ₂ sd			--VI	Рифей-палеозойский переходный (этаж древней платформы)	Терригенно-угленосный	150–450
11			P ₂ mb			--VI			350–600
12			P ₂ kr			--VIa			700–800
13			P ₁ ub			--VIa			700–900
14	P	P	P ₁ el			--VIб	Рифей-палеозойский переходный (этаж древней платформы)	Терригенно-угленосный	700–800
15			P ₁ ev			--VIб			1000
16			C _{2,3} mk			--VII			300
17	C	C	C ₁ n				Рифей-палеозойский переходный (этаж древней платформы)	Карбонатный	250
18			C ₁ v						150–200
19	PZ	D	D ₃ vn				Рифей-палеозойский переходный (этаж древней платформы)	Карбонатный	250
20			D ₃ hr						380–560
21	S	S	S ₂ +D ₂ br				Рифей-палеозойский переходный (этаж древней платформы)	Карбонатный	420
22			S ₁ sn						950
23	O	O	O ₃ mt				Рифей-палеозойский переходный (этаж древней платформы)	Карбонатный	360
24			O ₂ mt						300–350
25	O	O	O ₂ on				Рифей-палеозойский переходный (этаж древней платформы)	Карбонатный	320
26			O ₁ l			--VIII			300
27	V	V	Є-O ₁ l			--VIII	Рифей-палеозойский переходный (этаж древней платформы)	Терригенный	400–450
28			R ₃ ps			--Xa			150–200
29	PR	R	R ₃ gl			--Xб	Рифей-палеозойский переходный (этаж древней платформы)	Терригенный	200
30			R ₃ sv			--Xб			300
31			cl ₂			--Xб			350–400
32	PR	R	R ₃ cl			--Xв	Рифей-палеозойский переходный (этаж древней платформы)	Карбонатный	350–400
33			R ₃ kr			--Xв			–1200
34	AR		AR			--Ф	Метаморфический фундамент	Терригенный	260–300
35	AR		AR			--Ф	Метаморфический фундамент	Терригенный	>6000

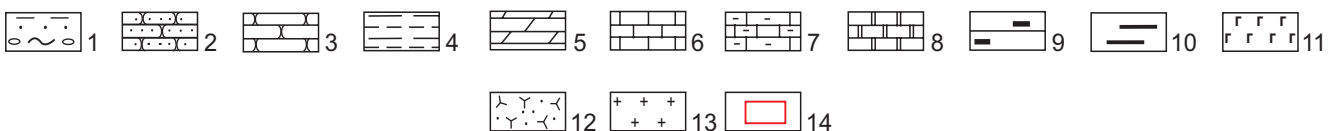


Рис. 2. Сводный геологический разрез северо-запада Северо-Азиатского кратона. Сост. А. П. Афанасенков (1986) с использованием данных Г. Н. Карцевой, А. П. Салманова, А. В. Мартынова, В. В. Беззубцева, О. П. Кривошеева с дополнениями [1]

1 – брекчии, конгломераты, галька; 2 – пески, песчаники; 3 – алевриты, алевролиты; 4 – глины, аргиллиты, филлиты, сланцы; 5 – мергели; 6 – известняки, мраморы; 7 – глинистые известняки; 8 – доломиты; 9 – угли; 10 – кремнистые конкреции; 11 – долериты, габбро-долериты, базальты; 12 – туфы, туфобрекчии, туфопесчаники; 13 – метаморфические и кристаллические породы фундамента, 14 – область детального исследования

Кроме перечисленных нефте- и битумопроявлений, при бурении скважин СС-10 и НТ-22 на глубинах 30,0 и 42,6 м соответственно, зафиксированы выбросы метана, которые продолжались в течение нескольких суток из горизонта четвертичных песков, перекрытых глинистыми отложениями.

Большинство перечисленных проявлений приурочено к сводовой и краевым частям Сырадасайской горст-антиклинали площадью около 350 км². Наличие в этой структуре изолированных блоков карбонатных пород нижнего карбона, вероятно, отражает сводовые части диапиров, являющихся благоприятными ловушками для концентрации нефти и газа.

Нефтеносность северного склона Янгодо-Горбитского поднятия подтверждается находками капельно-жидкой нефти на р. Толбато. Нефть локализуется в порах кавернозных известняков среднего девона.

В центральном Таймыре исследования распределения органического вещества (ОВ) и битумов по разрезу палеозойских и мезозойских отложений были фрагментарны. По результатам единичных изучений ОВ капиллярно-люминесцентным методом и определением $C_{орг}$ установлено, что по разрезу его содержания наиболее высоки (до 15,85 %) в песчаниках и алевролитах шренковской свиты нижнего мела (K_1sr) и чернойарской (P_3cr) верхней перми (до 8,31 %). Повышенные содержания $C_{орг}$ (до 2,96–4,5 %) отмечаются также в ниже-среднепалеозойских терригенно-карбонатных отложениях (широкинская (P_3cr), многовершининская ($O_{1-2}mn$), мутнинская (O_3mt) и дикарабигайская (C_1dk) свиты). Результаты анализа палеозойских и мезозойских отложений показывают повышение содержаний хлороформенного битума «А» в отложениях свит шренковской (K_1sr) до 0,33 %, синедабигайской (S_2sn) до 0,37 %, мутнинской (O_3mt) до 0,29 % и многовершининской ($O_{1-2}mn$) до 0,62 %. Верхнепалеозойские и триасовые образования характеризуются повышением содержаний рассеянного ОВ за счет гумусового материала, а значительная толщина отложений создает благоприятные условия для нефтегазообразования.

На территории складчатого Таймыра отмечена региональная приуроченность нефтепроявлений и битумов преимущественно к нижедевонским отложениям. Прослеживается зональность степени метаморфизма ОВ. На севере Таймыра и юго-востоке архипелага Северная Земля в девонских отложениях ОВ метаморфизовано до антраксолитовой стадии. На северо-западе архипелага, как и в южном складчатом поясе Горного Таймыра, наблюдаются

многочисленные проявления жидкой капельной нефти. На р. Таймыра в нижедевонской толще рифогенных кавернозных вторичных доломитов толщиной около 1000 м содержатся включения метаморфизованных битумов.

Перспективы нефтегазоносности территории юга Горного Таймыра и северной части ЕХРП связывают с отложениями мезозоя, верхнего и среднего палеозоя.

Для выявления отложений, обладающих нефтегазоматеринскими свойствами, проанализированы данные о **содержании $C_{орг}$** в породах.

Средние значения содержаний $C_{орг}$ для палеозойского комплекса Тарейского участка подсчитаны по результатам пиролиза по ТОС (total organic carbon) 128 проб.

В отложениях ордовика опробованы следующие свиты.

Многовершининская свита ($O_{1-2}mn$) сложена светло-серыми и темно-коричневато-серыми известняками, глинистыми известняками, серыми и зеленовато-серыми сланцами и мергелями. Содержание $C_{орг}$ в пробе 0,35 %.

Толмачевская свита (O_2tl) представлена серыми, желтовато-серыми, темно-серыми, коричневато-серыми известняками, глинистыми известняками, мергелями, глинистыми сланцами, доломитами. Для мергелей и сланцев характерна окраска пестроцветная (зеленовато-серая, красновато-бурая, лиловая, серая и темно-серая). Содержание $C_{орг}$ в известняках 0,07–0,28 %, в среднем 0,12 %.

Мутнинская свита (O_3mt) образована известняками глинистыми и органогенными, мергелями, глинистыми сланцами. Содержание $C_{орг}$ в известняках меняется от 0,02 до 0,47 %, в среднем 0,28 %.

В отложениях силура опробована только синедабигайская (S_2sn) толща. Она сложена глинистыми и водорослевыми доломитами, известковистыми мергелями, глинистыми сланцами и известняками. Содержание $C_{орг}$ определено в доломитах (в среднем 0,21 %) и известняках (0,35 %); но наиболее высокое в известняках – 1,06 %. Для всей свиты среднее содержание $C_{орг}$ 0,28 %.

Наиболее детально изучен разрез девона. Пробы отобраны из четырех свит.

Тарейская свита (D_1tr) представлена доломитами, известняками, мергелями, глинистыми сланцами, аргиллитами, алевролитами, также содержит гипсы и маломощные линзы карбонатных конгломератов. Доломиты и известняки часто кавернозные, пустоты заполнены кальцитом, глинистым ОВ и битумом. Проанализированы сланцы, доломиты, из-

вестняки, мергели, аргиллиты, алевролиты. Самые высокие содержания $C_{орг}$ зафиксированы в аргиллитах (до 4,73, в среднем 1,16 %), кроме того, в известняках и доломитах (от 0,03 до 2,26 %). Средние значения $C_{орг}$ в мергелях 0,33 %, алевролитах 0,27 %, сланцах 0,29 %. Мергели характеризуются выдержанностью концентраций по всему опробованному разрезу. Среднее содержание $C_{орг}$ по свите 0,5 %.

Дептурмалинская толща (D_2dp) сложена известняками, глинистыми известняками, доломитами. Доломиты представлены одной пробой, содержание $C_{орг}$ 0,06 %; в известняках – от 0,08 до 1,28 %, в среднем в свите 0,33 %.

Валентиновская свита (D_3vl) сложена светлоокрашенными известняками (0,05 % $C_{орг}$) и доломитами (0,06 %).

Отложения домбинской свиты (D_3dm) представлены черными глинистыми и глинисто-кремнистыми сланцами, известняками. Породы формировались в обстановке с застойным водным режимом. В свите опробованы черные глинистые сланцы (3,52 и 5,28 % $C_{орг}$). Эти отложения Д. В. Наливкин в 1956 г. относил к фациям к доманикового типа; они могут рассматриваться как нефтегазоматеринские и при прохождении нефтяного окна могли генерировать значительные объемы УВ.

Каменноугольная система представлена перекатинской (C_1pr) и макаровской (C_2mk) свитами. Первая сложена известняками органогенными, песчанистыми, реже глинистыми; органогенные известняки битуминозные с сильным запахом сероводорода. Содержание $C_{орг}$ в известняках 0,07 и 0,2 %, в среднем по свите 0,14 %. Вторая представлена алевролитами, аргиллитами и песчаниками, известняками. Известняки темно-серые органогенные песчанистые битуминозные. В известняках 0,23 % $C_{орг}$, в доломитах 0,2 %.

Макаревичско-бражниковская свита (P_2mb) позднепермского возраста состоит из терригенных угленосных отложений – аргиллитов, алевролитов и песчаников. В последних $C_{орг}$ от 0,09 % до 0,62 %. В аргиллитах аномально – 10,19 %.

В связи с низкой обнаженностью территории изученность палеозойского разреза неравномерная. Лучше всего представлен разрез тарейской свиты девона (D_1tr). Средние содержания $C_{орг}$ по свите составляют 0,5 %, но в разрезе встречаются прослои аргиллитов, известняков и доломитов с повышенными содержаниями $C_{орг}$: до 4,73, 2,26 и 1,77 % соответственно. Два последних в доломитах и известняках могут быть связаны как с присутствием в породе глинисто-органического вещества, так и с битумом, встречающимся в кавернах. В сланцах наибольшее содержание $C_{орг}$ составляет 0,49 %.

Высокие концентрации $C_{орг}$ в домбинской свите (D_3dm) девона (рис. 3) указывают на присутствие в разрезе нефтегазоматеринских отложений – черных глинистых сланцев с содержаниями $C_{орг}$ 3,52 и 5,28 %.

В целом изученный разрез представляет большой интерес, поскольку наличие пород, обогащенных УВ, свидетельствует о нефтегазоносности территории.

Для оценки перспектив нефтегазоносности территории большое значение имеет **нефтегазоматеринский потенциал УВ**.

В настоящее время установлено, что водородный индекс (HI), определяемый при пиролизе, достаточно достоверно характеризует остаточный нефтегазоматеринский потенциал УВ и указывает на фациально-генетический тип керогена. Также применение пиролиза по методикам Б. Тиссо, Д. Вельте (1981) позволяет определить количество жидких УВ и количество углеводородов при полной реализации нефтегазогенерационного потенциала.

Температура максимального выхода углеводородов в зоне крекинга керогена (T_{max}) – критерий степени катагенетического преобразования нефтематеринской породы наряду с отражательной способностью витринита (R°); он позволяет установить тип керогена и, следовательно, нефтегазогенерационный потенциал отложений.

В изученной коллекции углеводородные показатели S_1 и S_2 во многих пробах низкие, что не позволяет фиксировать температуру максимального выхода УВ (T_{max}), а следовательно, рассчитать индекс продуктивности и водородный индекс. Большая часть проанализированных образцов показывает практически полное отсутствие нефтегенерационных свойств ($S_1 = 0-0,03$, $S_2 = 0-0,19$ мгУВ/г породы). В некоторых образцах отмечаются минимальные количества жидких углеводородов (S_1 до 0,87 мгУВ/г породы) и значительные колебания выхода продуктов пиролиза ($S_2 = 0,21-3,5$ мгУВ/г породы). Только в пробе из пермских отложений макаревичско-бражниковской свиты (р. Бонато) в аргиллите $S_2 = 51,73$ %.

По результатам пиролиза рассчитаны водородный ($HI = S_2 \cdot 100 / C_{орг}$) и кислородный ($OPI = S_1 / (S_1 + S_2)$) индексы.

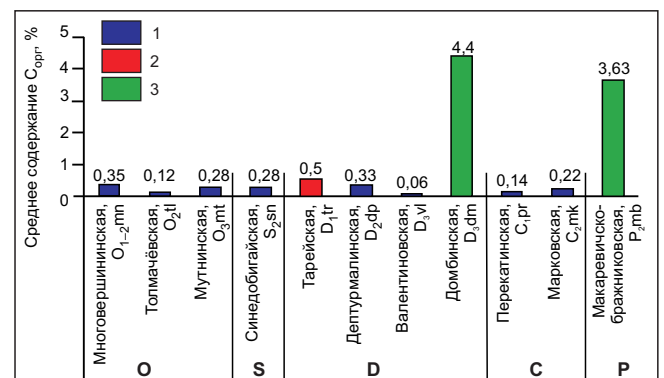


Рис. 3. Распределение значений $C_{орг}$ в палеозойских отложениях Тарейского участка

Отложения: 1 – девона – ордовика с пониженными содержаниями $C_{орг}$, 2 – девона с повышенными содержаниями $C_{орг}$, 3 – девона и перми с высокими содержаниями $C_{орг}$



В пробах из ордовикских толщ (многовершинская, толмачевская и мутнинская свиты) водородный и кислородный индексы не определены, поскольку значения S_2 0,6–0,15 мгУВ/г породы, а S_1 0,03–0,12 мгУВ/г породы. При S_1 и S_2 менее 0,2 мгУВ/г породы водородный индекс и индекс продуктивности (ОПИ) не имеют значения, интерпретация кислородного индекса (ОИ) невозможна при $C_{орг}$ ниже 0,5 %.

В отложениях силура пробы на пиролиз были отобраны из синедабигаической свиты (S_2sp).

Углеводородные показатели S_1 и S_2 в проанализированной коллекции образцов из силурийских пород низкие: $S_1 = 0,02–0,14$ мгУВ/г породы, $S_2 = 0,04–0,08$ мгУВ/г породы. Это характеризует отложения как бедные нефтематеринские и не фиксирует температуру максимального выхода УВ. Значение S_3 , характеризующее выход CO_2 в процессе пиролиза, выше, чем углеводородные показатели, что позво-

лило в двух пробах определить кислородный индекс (ОИ), хотя он невысок.

Представительная коллекция изучена для отложений девона, наиболее полно охарактеризован разрез тарейской (D_1tr) свиты. Выборка представительных проб приведена в табл. 1.

В большей части проб углеводородные показатели S_1 и S_2 низкие: S_1 – от 0 до 0,87, S_2 – от 0 до 3,5 мгУВ/г породы; T_{max} изменяется от 376 до 526 °С, высокие значения соответствуют пробам, в которых $S_1 = 0$. Выход CO_2 от 0,02 до 0,69 мг CO_2 /г породы; $HI = 13–155$ мгУВ/г $C_{орг}$, $OI = 5–98$ мг CO_2 /г $C_{орг}$.

Дептурмалинская свита (D_2dp) характеризуется низкими значениями показателей: $S_1 = 0–0,04$, $S_2 = 0–0,08$, $S_3 = 0,13–0,23$ мг CO_2 /г породы. Температура максимального выхода УВ (T_{max}) определена лишь в одной пробе – 467 °С; для этого образца значения S_1 и S_2 выше: 0,31 и 0,98 мгУВ/г породы соответственно. Водородный индекс 77 мгУВ/г $C_{орг}$.

Таблица 1

Результаты пиролиза отложений девона

№ обр.	Возраст	Литология	Карбонатность, %	$C_{орг}$, вес. %	Параметры пиролиза Rock-Eval						
					S_1	S_2	ОПИ	T_{max}	HI	S_3	OI
4091	D ₃ dm	Сланец углистый	51	5,28	0,08	0,06	–	–	–	0,49	9
4092		”	28	3,52	0,10	0,05	–	–	–	1,09	31
4082	D ₃ vl	Доломит	97	0,08	0,09	0,08	–	–	–	0,39	–
4082–2		Известняк черный	99	0,07	0,04	0,09	–	–	–	0,20	–
4183–29	D ₂ dp	Известняк	96,0	1,28	0,31	0,98	0,24	467	77	0,43	–
4034	D ₁ tr	Глина известковая	22	0,23	0,06	0,06	–	–	–	0,29	–
4035		Известняк	94	1,45	0,13	0,08	–	–	–	0,41	28
4036		”	94	0,83	0,09	0,07	–	–	–	0,35	42
4042		”	100	1,14	0,12	0,08	–	–	–	0,41	36
4043		”	100	0,10	0,16	0,18	–	–	–	0,62	–
4044		Известняк окремненный	100	1,24	0,13	0,13	–	–	–	0,41	33
4051		Известняк глинистый	69	0,70	0,02	0,04	–	–	–	0,13	19
4058		Мергель	65	0,71	0,01	0,03	–	–	–	0,12	17
4072		”	60	0,53	0,25	0,26	0,49	376	49	0,52	98
761–10		Аргиллит известковистый	25,0	0,67	0	0,09	–	–	–	0,26	38
762–10		Мергель	13,0	0,52	0	0,04	–	–	–	0,24	46
762–22		Аргиллит	10,0	1,19	0	0,21	0	472	18	0,60	50
762–23		”	35,0	2,15	0,01	0,63	0,02	475	29	0,69	32
762–25		”	93,0	4,73	0	1,66	0	510	35	0,47	10
4049–3	Известняк	90,7	0,44	0,03	0,04	–	–	–	0,48	–	
4076–3	”	82,7	0,74	0,18	0,73	0,20	457	99	0,05	7	
4076–5	”	69,3	2,26	0,87	3,5	0,20	461	155	0,11	5	
742–8–1	Доломит	94,2	1,40	0	0,18	0	525	13	0,40	29	
742–8–3	”	95,2	1,77	0	0,36	0	524	20	0,44	25	
742–8–4	”	96,7	1,31	0	0,12	–	–	–	0,24	18	
742–10	Известняк	89,5	2,25	0	1,75	0	526	78	0,29	13	

Примечания. Единицы измерения: S_1, S_2 – мгУВ/г породы; T_{max} – °С; HI – мгУВ/г $C_{орг}$; S_3 – мг CO_2 /г породы; OI – мг CO_2 /г $C_{орг}$.

В валентиновской (D_3vl) и домбинской (D_3dm) свитах значения основных пиролитических характеристик низкие. Черные глинистые и глинисто-кремнистые сланцы домбинской свиты характеризуются высоким $C_{орг}$, но низкими значениями S_1 и S_2 , что может быть связано с реализацией этими отложениями нефтегазоматеринского потенциала ранее или влиянием фактора гипергенного окисления.

В пробах, характеризующих каменноугольные отложения (перекатнинская (C_1pr) и макаревская (C_2mk) свиты), значения S_1 и S_2 очень низкие (0–0,14 мгУВ/г породы), поэтому остальные параметры определить невозможно.

По результатам пиролиза пермских отложений, было установлено наличие проб с высоким нефтегазогенерационным потенциалом. В аргиллите из макаревичско-бражниковской свиты (P_2mb) $C_{орг}$ 10,19 %, S_2 51,73 мгУВ/г породы, водородный индекс HI 508 мгУВ/г $C_{орг}$. В остальных пробах значения S_1 0,05–0,09, S_2 0,04–0,17, выход CO_2 0,27–0,88 мг CO_2 /г породы; T_{max} не фиксируется.

Результаты пиролиза дают возможность проинтерпретировать их следующим образом.

В России широко используется классификация типов ОВ (типов керогена) по структурно-химическому признаку Б. Тиссо и Д. Вельте (1981).

Установлено, что водородный и кислородный индексы хорошо коррелируются с элементным составом ОВ (индексы H/C и O/C), определяемым в керогене. Поэтому на диаграмму Ван Кревелена нанесены результаты определений водородного и кислородного индекса, полученные расчетным путем исходя из пиролитических характеристик (рис. 4).

Типы керогенов отличаются и по характеру генерируемых продуктов. Кероген I типа обладает высоким нефте- и газогенерационным потенциалом, нефте- и газогенерационный потенциал II типа ниже, чем у керогена типа I, однако еще очень значительный, а кероген III типа характеризуется весьма умеренным нефтегенерационным потенциалом, хотя на значительных глубинах способен генерировать большое количество газа.

В макаревичско-бражниковской свите в ОВ определен кероген второго типа, а в тарейской свите распределение коллекции неоднозначное, часть проб относится к третьему типу, остальные – вне области построений.

По классификации, предложенной Н. В. Лопатиным и Т. П. Емец (1987), HI проанализированной коллекции характеризует кероген как бедный. В тарейской свите наиболее высокие значения HI в известняках. Распределение по типам керогена неоднозначное.

Высокие значения HI (508 мгУВ/г $C_{орг}$) получены в пробе из пермских отложений, кероген относится ко второму типу. Кероген этого типа формируется в результате отложения и накопления морских организмов (фито- и зоопланктон, бактерии с участием принесенного в бассейн ОВ высших растений). Ос-

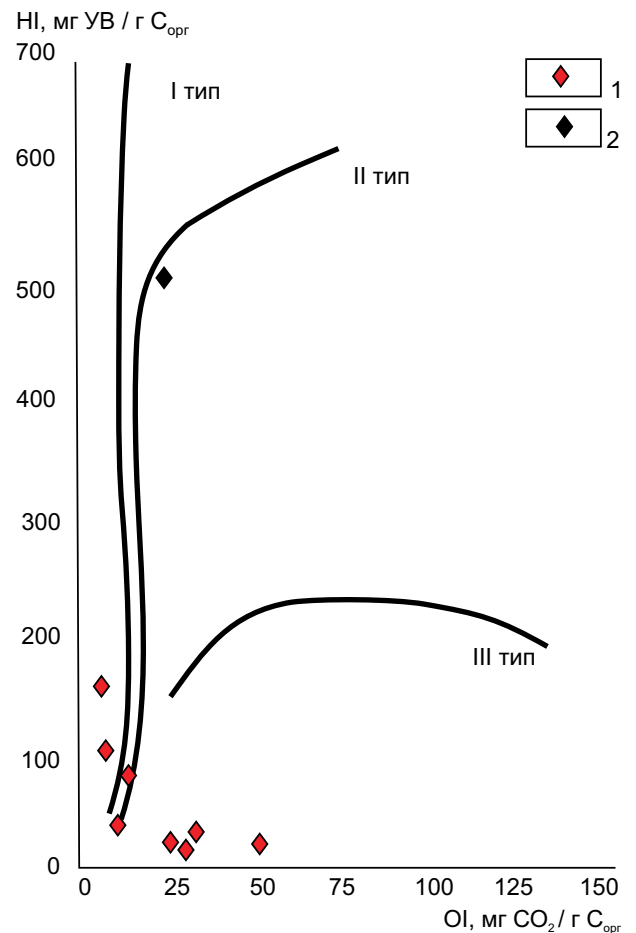


Рис. 4. Типы керогенов на диаграмме Ван Кревелена по результатам пиролитических исследований палеозойских отложений Тарейского участка

Пробы из отложений: 1 – тарейской свиты нижнего девона (D_1tr), 2 – пермских (P_2)

новная масса керогена в шлифах определяется как микстинит с примесью альгинита и витринита; его петрографический тип – как лейптинит. Этот кероген является источником УВ для большого числа нефтяных месторождений, в том числе и гигантских.

Важный показатель потенциала ОВ – это также и его катагенетическая зрелость. Для определения степени преобразованности ОВ используют показатели T_{max} и отражательной способности витринита.

На диаграмме пиролитических параметров $HI-T_{max}$ (рис. 5) видно, что исследуемое ОВ относится ко II (аквагенному) и III (террагенному) типам. В область аквагенного (морского) ОВ попали пробы из отложений тарейской и дептурмалинской свит девона и одна проба из отложений перми, макаревичско-бражниковской свиты. Две пробы из тарейской свиты попали в область ОВ, связанного с высшей наземной растительностью.

В тех пробах, которые можно использовать для интерпретации, T_{max} варьирует от 441 до 475 °С. Степень преобразованности ОВ макаревичско-бражниковской свиты соответствует стадии MK_2 , главной зоне нефтеобразования. Одна проба из дептурма-

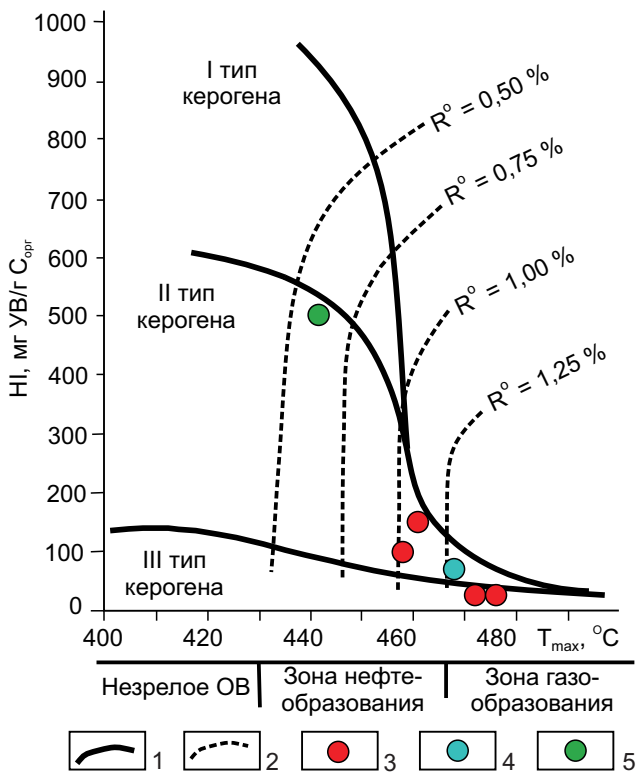


Рис. 5. Диаграмма пиролитических параметров HI – T_{max} для палеозойских отложений Тарейского участка

1 – линии, ограничивающие максимальные значения водородного индекса (HI) для трех типов ОБ: I – аквагенного озерного; II – аквагенного морского; III – террагенного, связанного с высшей наземной растительностью; 2 – изолинии отражательной способности витринита (R°); стратиграфическая принадлежность образцов: 3 – тарейская свита нижнего девона (D_1tr), 4 – дептурмалинская свита (D_2dp), 5 – пермские отложения (P_2)

линской свиты преобразована до стадии MK_3 , нефтематеринский потенциал уже реализован, но еще возможна генерация газообразных углеводородов. ОБ тарейской свиты имеет разную степень преобразованности, аквагенное ОБ преобразовано до стадии MK_3 – MK_4 , а террагенное – до стадии MK_4 – MK_5 (см. рис. 4, 5).

Другим хорошо зарекомендовавшим себя методом определения степени преобразованности ОБ является углепетрографический. Отражательная способность микрокомпонента углей витринита (R°) фиксирует максимальные температурные изменения и использована нами наряду с другими геохимическими данными для определения степени катагенеза ОБ пород, стадии реализации нефтегазогенерационного потенциала в зоне нефтяного окна.

Авторами изучены две пробы из верхнепермских отложений. Вещественно-петрографический состав представлен мацералами витринита, семи-витринита, инертенита и липтинита. Преобладают витринит и инертенит. Отражательная способность витринита углей (P_2) в долине р. Дюрасимо состав-

ляет 0,78–0,80 %, что соответствует газовой стадии углефикации, этапу катагенеза MK_2 (Г), главной зоне нефтеобразования.

Также газовая стадия углефикации подтверждается данными по влажности, выходу летучих веществ и элементному составу. Содержание углерода 81,0–81,8, выход летучих веществ 34,9–36,0, влажность 1,6 %.

Изучение углей пермских отложений Горного Таймыра показало ряд особенностей регионального преобразования ОБ. Метаморфизм углей носит пятнистый локальный характер. В ряде месторождений метаморфизм углей, не затронутых контактовыми интрузивными изменениями, достигает газовой и жирной стадий, т. е. отложения находятся в главной зоне нефтеобразования; следовательно, для нафтидов, изученных на Сырадасайской площади одним из источников, вероятно, является ОБ пермских отложений.

Проведены анализы результатов **детальных геохимических** исследований состава битумоидов.

Исследуемые породы представлены известняками органогенными и алевролитами макаровской (C_2mk) свиты, сланцами домбинской (D_3dm), известняками и мергелями тарейской (D_1tr), известняками синедабигайской (S_2sn) и мутнинской (O_3mt) (табл. 2). В целом отложения характеризуются невысокими содержаниями битумоида ХБ «А» (0,002–0,03 %).

В синедабигайской свите содержание битумоида 0,002 % на породу, в элементном составе отмечается повышенное содержание серы – 1,78 %.

Для девонских отложений характерны низкие содержания битумоида – от 0,002 до 0,007 %. В элементном составе углерода 77,98–79,21 %, серы 0,79–1,39 %. Преобладает метано-нафтенная фракция УВ.

В составе ХБ «А» тарейской свиты отношение $i-C_{19}/i-C_{20}$ составляет 0,81 и 1,0, что указывает на восстановительную обстановку накопления ОБ.

По соотношениям $i-C_{19}/n-C_{17} = 0,28$ – $0,23$ и $i-C_{20}/n-C_{18} = 0,61$ – $0,30$ трудно оценить уровень катагенеза: он колеблется от стадии MK_1 (Д) до MK_3 (Ж), что, возможно, связано с низкими концентрациями вещества. Легкие n-алканы (до C_{16}) отсутствуют, а алканы C_{17} – C_{31} распределены равномерно. В составе высокомолекулярных алканов отмечается преобладание нечетных над четными, значения K_2 ($2n-C_{29}/n-C_{28}+n-C_{30}$) составляет 1,16 и 1,20, что указывает на присутствие остатков наземного материала в исходном ОБ. Это подтверждается коэффициентом $CrI > 23$ (1,14 и 1,15). Содержания нафтеновых углеводородов для $n-C_{17}+n-C_{18}/Nf = 3,81$ и 4,04, для $n-C_{19}+n-C_{29}/Nf = 1,00$ и 1,72.

Домбинская свита характеризуется значениями геохимических коэффициентов, указывающих на прибрежно-морские условия накопления ОБ, восстановительную обстановку, уровень катагенеза стадии MK_2 – MK_3 .



Таблица 2

Распределение нормальных алканов и изопреноидов в хлороформных битумоидах образцов пород из палеозойских отложений Тарейского вала

№ обр.	Возраст	Литология	i-C ₁₉ /i-C ₂₀	i-C ₁₉ /n-C ₁₇	i-C ₂₀ /n-C ₁₈	n-C ₁₃₋₁₅ /n-C ₂₅₋₂₇	2n-C ₂₉ /n-C ₂₈ +n-C ₃₀	CPI>23	i-C ₁₉ ⁺ /i-C ₂₉ /Nf	n-C ₁₇ ⁺ /n-C ₁₈ /Nf	n-C ₃₁ /n-C ₁₉
4035	D ₁ tr	Известняк	0,81	0,28	0,61	–	1,20	1,15	1,72	4,04	–
4072	D ₁ tr	Глинистый известняк	1,00	0,23	0,30	–	1,16	1,14	1,00	3,81	–
4091	D ₃ dm	Сланец углисто-кремнистый	1,00	0,45	0,47	–	1,18	1,15	1,68	3,63	–
738/1	C ₂ mk	Известняк органиогенный битуминозный	1,00	0,29	0,31	1,06	1,11	1,09	0,75	2,60	0,35
738/2	C ₂ mk	То же	1,14	0,27	0,30	1,15	1,20	1,11	1,11	3,80	0,40
738/3	C ₂ mk	"	1,12	0,27	0,30	2,79	1,00	1,00	1,51	5,26	0,20
738/6	C ₂ mk	"	1,31	0,29	0,25	4,28	1,11	1,08	1,94	7,06	0,12
738/8	C ₂ mk	Алеврит темно-серый (сланец)	0,08	0,18	2,11	1,60	1,01	1,00	4,80	4,16	0,11
783/4	C ₂ mk	Известняк органиогенный битуминозный	1,08	0,22	0,32	4,00	1,07	1,04	1,29	5,09	0,13

В каменноугольных отложениях макаровской свиты содержание битумоида 0,01–0,03 %. Отношение пристан/фитан находится в пределах 0,84–1,31; это восстановительные условия накопления ОВ. В составе высокомолекулярных алканов нечетные преобладают над четными – коэффициент 2n-C₂₉/n-C₂₈+n-C₃₀ от 1,0 до 1,2, индекс CPI>23 (коэффициент нечетности n-алканов) варьирует от 1,0 до 1,11, что может быть связано с присутствием остатков наземного материала в исходном ОВ. Значения i-C₁₉/n-C₁₇ от 0,22 до 0,29 и i-C₂₀/n-C₁₈ от 0,25 до 0,32, ОВ преобразовано до стадии МК₂–МК₃. Содержание нефтяных углеводородов (Nf) для n-C₁₇+n-C₁₈/Nf 1,33–1,81, для n-C₁₉+n-C₂₉/Nf равно 0,31–0,93.

Таким образом, в коллекции отмечается низкое содержание битумоидов (ХБ «А»), отношение пристана к фитану от 0,81 до 1,31. Это можно рассматривать как признак накопления исходного ОВ в морских и прибрежно-морских восстановительных условиях (рис. 6).

В составе высокомолекулярных алканов нечетные преобладают над четными (2n-C₂₉/n-C₂₈+n-C₃₀), это подтверждается коэффициентом CPI>23. Преобладание нечетных n-алканов над четными не очень большое, значит, битумоиды могли быть образованы морским или озерным ОВ. Доминирование гомологов с нечетным числом атомов углерода в молекуле является показателем вклада наземного материала в ОВ.

Изучение элементного состава керогена ОВ позволяет определять степень катагенеза ОВ. В составе керогена синедабигайской свиты силура концентрация углерода на горючую массу равна 74,1 %, водорода – 2,4 %, (табл. 3) что соответствует по степени преобразованности стадии ПК₃–МК₁ (Б–Д) – бу-

роугольная, на границе с длиннопламенной. Выход летучих веществ 15,2 %. Низкая степень катагенеза ОВ свидетельствует о том, что глубины погружения в этом районе были небольшие, до 1–2 км.

В отложениях тарейской свиты (D₁tr) в составе керогенов двух проб концентрации углерода 84,3–85,9 %, водорода 3,3–2,8 % соответственно. Иными словами, преобразованность ОВ достигла стадии МК₃(Ж) и соответствует главной зоне нефтеобразования. В третьей пробе в составе керогена концентрация углерода 77,7 %, водорода 2,3 %, что указывает на катагенетическую преобразованность ОВ до стадии МК₂(Г) и соответствует главной зоне нефтеобразования. Катагенез ОВ по элементному составу керогена хорошо сопоставляется с данными пиролиза.

Черные глинистые сланцы верхнедевонских отложений с содержаниями C_{орг} 3,52 % и 5,28 %, рассматриваемые как нефтегазоматеринские [4], в составе керогена концентрация углерода на горючую массу 92,9 %, водорода 1,3 %. Преобразованность ОВ высокая, достигла стадии АК, значит, глубины погружения могли быть более 6 км. В этом случае при прохождении отложениями нефтяного окна они должны были генерировать углеводороды. Не исключено, что высокий катагенез может быть обусловлен и контактовым влиянием интрузии.

Каменноугольные отложения макаровской свиты по степени преобразованности близки к отложениям тарейской, в составе керогена концентрация углерода на горючую массу 84,3 %, водорода 4,1 %, катагенетическая преобразованность ОВ достигла стадии МК₃(Ж) и соответствует главной зоне нефтеобразования.

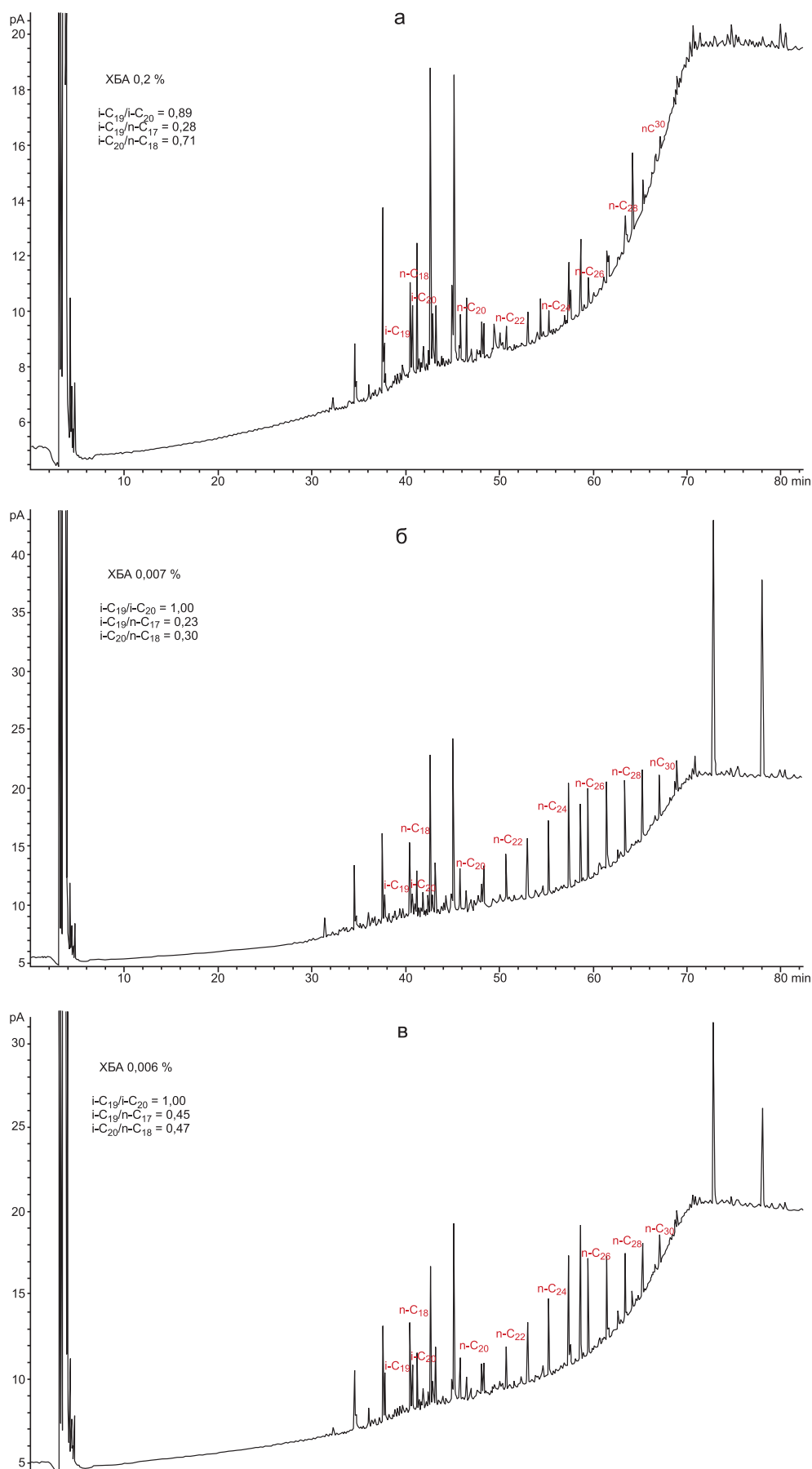


Рис. 6. Распределение алканов в хлороформном битумоиде
 а – известняк темно-серый (обр. 4035), б – глинистый известняк (обр. 4072), в – сланец
 углисто-кремнистый (обр. 4091)



Таблица 3

Характеристика керогена палеозойских отложений Западного Таймыра и Анабаро-Хатангской седловины

№ обр.	Возраст (индекс)	Порода	Характеристики органического вещества, %						Степень катагенеза ОВ
			Элементный состав					V	
			C	H	N	S	O		
4027	S ₂ sn	Известняк	74,1	2,4	1,5	12,8	9,2	15,2	ПК ₃ –МК ₁ (Б–Д)
4051	D ₁ tr	Известняк глинистый	85,9	2,8	1,5	1,0	8,8	9,3	МК ₃ –МК ₄ (Ж–К)
4058	D ₁ tr	Мергель	84,3	3,3	1,6	0,9	9,9	19,0	МК ₃ (Ж)
4091	D ₃ dm	Сланец	92,9	1,3	1,0	1,3	3,5	2,2	АК
700–4–1	D ₁ tr	Известняк	77,7	2,3	1,6	9,7	8,7	13,9	МК ₂ (Г)
738–2	C ₂ mk	"	84,3	4,1	1,4	4,9	5,3	15,5	МК ₃ (Ж)

Выводы

По результатам аналитических исследований установлено следующее:

1. Обогащенные ОВ породы встречаются в девонских отложениях, макаревичско-бражниковской свите перми и синедабигаической свите силура.

2. По отражательной способности витринита и результатам пиролиза, достоверно, можно судить о преобразованности верхнепермских отложений, которые достигли главной зоны нефтеобразования, катагенез стадии МК₂ (Г). Учитывая фациально-генетический тип ОВ этих отложений – аквагенное (сапропелевое) планктоногенно-водородное ОВ (кероген II типа), эти отложения могли генерировать нефтяные углеводороды. Нефтематеринский потенциал высокий: НI – 508, S₂ – 51,73 мгУВ/г породы. Остальная коллекция в основном имеет водородный индекс, характеризующий кероген как бедный. В тарейской свите наиболее высокие значения НI до 155 мгУВ/г породы в известняках. Распределение по типам керогена неоднозначное, часть проб относится ко второму типу керогена, часть – к третьему. К области аквагенного (морского) ОВ относятся пробы из отложений тарейской и дептурмалинской свит, две пробы из тарейской свиты попали в область ОВ, связанного с высшей наземной растительностью. Такой «гумусовый облик» хлорбитумоидов «А» сапропелевого ОВ может приобретать под влиянием зоопланктонной составляющей. Окисление ОВ уменьшает значение параметра НI. Прибрежно-морские условия накопления также могут объяснить присутствие высшей наземной растительности в органическом веществе.

3. Одна проба из дептурмалинской свиты преобразована до стадии МК₃(Ж)–МК₄(К), реализация нефтематеринского потенциала практически завершена, но еще возможна генерация газообразных УВ. ОВ тарейской свиты имеет разную степень преобразованности, от МК₃(Ж)–МК₄(К) до стадии МК₄(К)–АК₁(Т), можно рассчитывать только на остаточные порции газообразных углеводородов. Такой неравномерный прогрев толщи может быть связан и с влиянием траппового магматизма или большими глубинами, достигнутыми на этапе максимальных погружений.

4. Результаты аналитических исследований указывают на постепенный прогрев отложений от пермских к девонским – от МК₂(Г) до МК₄(К)–АК₁(Т). Если исключить влияние траппового прогрева, получается, что отложения тарейской свиты на этапе максимального погружения, достигли глубины около 5 км и более. А глубина погружения пермских отложений (макаревичско-бражниковской свиты) около 3–4 км.

5. На основании геохимических данных, полученных ранее Л. Н. Болдушевской с соавторами [2] на сопредельных территориях, предполагается, что в пределах Западного Таймыра время максимального погружения – конец триаса, в ЕХРП – конец палеогена. ОВ девонских отложений усть-пясинской и домбинской свит в пределах Западного Таймыра было преобразовано до стадии апокатагенеза. На этапе максимального погружения в конце триаса эти породы были погружены на глубины 7–8 км и полностью исчерпали свой нефтегазогенерационный потенциал. Южнее Сырадасайской антиклинали в пределах Нижнепуринского вала отложения девона и силура находились в главной зоне нефтеобразования, на этапе максимального погружения (в конце триаса) могли генерировать УВ. Результаты исследования УВ-биомаркеров в битумоидах пород и пробах битумов Сырадасайской площади и Тарейского участка Центрального Таймыра показали их генетическую связь с ОВ аквагенного (сапропелевого) типа усть-пясинской, домбинской, зелеевской, макаревичской свит северной фациальной зоны, что также указывает на нефтеперспективность территории (рис. 7).

6. В разрезе палеозоя в пределах сочленения Горного Таймыра и ЕХРП прогнозируется развитие нефтегазопроизводящих пород со значимым генерационным потенциалом. Степень преобразованности ОВ свидетельствует, что некоторые комплексы прошли главную фазу нефтеобразования. В пределах южного сочленения Горного Таймыра и Енисей-Хатангского прогиба могут быть обнаружены залежи нефти и газа, что подтверждается развитием нефтепроявлений, наличием коллекторов, обилием самых различных структурных форм. Количество УВ, генерированных в пределах Запад-

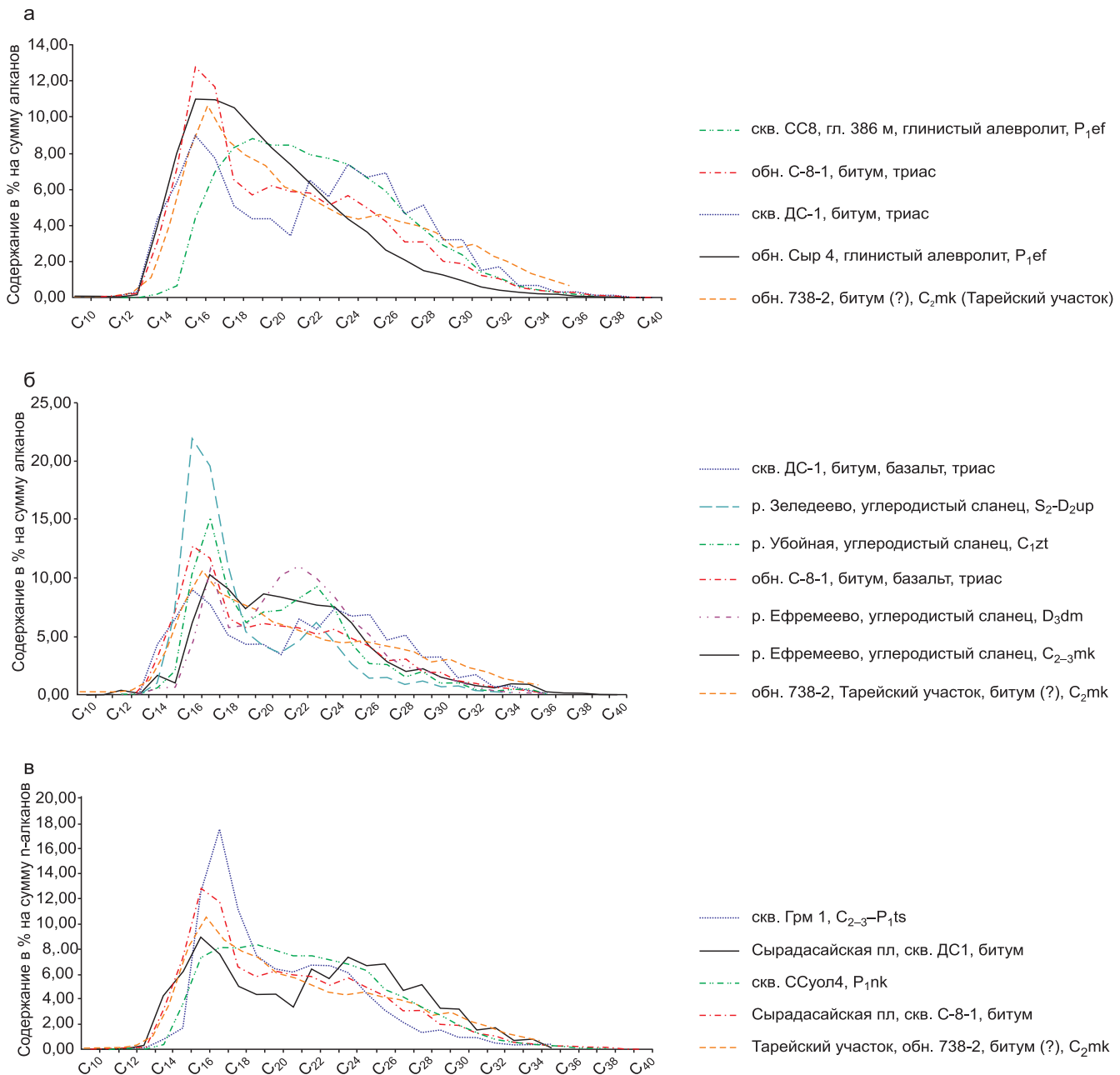


Рис. 7. Распределение нормальных алканов битумов

а – Сырадасайской площади, битумоидов ОВ глинистых алевролитов ефремовской свиты (P₁ef) и битумов Тарейского участка (C₂mk); б – Сырадасайской площади, битумоидов углеродистых сланцев Северной фациальной зоны и битумов Тарейского участка (C₂mk); в – Сырадасайской площади, битумоидов пермских и триасовых отложений восточной части ЕХРП и Анабаро-Хатангской седловины и битумов Тарейского участка (C₂mk)

ного Таймыра из черных сланцев усть-пясинской, домбинской, зелеевской и макаровской свит, по мнению Н. З. Мунасыпова, составило около 4 млрд т при расчетной интенсивности эмиграции 89,1 тыс. т/км² [3].

7. В пределах сочленения северного борта Енисей-Хатангского регионального прогиба и Горного Таймыра выделяется зона, перспективная на поиски нефти и газа, источником которых является черносланцевая толща силура, девона и карбона Западного Таймыра. Как один из наиболее перспективных объектов в ее контуре мы рассматриваем Тарейский вал и склоны Янгодо-Горбитского высту-

па инверсионного типа в северной части ЕХРП. Эти объекты подтверждаются сейсмическими данными последних лет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Афанасенков А. П.** Историко-генетические предпосылки нефтегазоносности юрских отложений Енисей-Хатангской нефтегазоносной области: автореф. дис. ... к. г.-м. н. – М., 1987. – 16 с.

2. **Литология** и органическая геохимия палеозойских отложений западного Таймыра / Л. Н. Болдушевская, С. В. Ладыгин, Г. Д. Назимков и др. // Литологические и геохимические основы прогноза



нефтегазоносности: сб. матер. Междунар. науч.-практ. конф. (Санкт-Петербург, 30 июня – 3 июля 2008 г.). – СПб.: ВНИГРИ, 2008. – С. 198–202.

3. **Мунасыпов Н. З.** Геологическое строение и оценка перспектив нефтегазоносности Таймырской системы надвигов: автореф. дис. ... к. г.-м. н. – Екатеринбург, 2013. – 27 с.

4. **Нефтегазоматеринские** толщи палеозойского разреза Западного Таймыра и корреляционные связи: органическое вещество пород – нафтиды / Л. Н. Болдушевская, Ю. А. Филиппов, С. В. Ладыгин, А. П. Романов // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2012. – № 4 (12). – С. 26–32.

5. **Тектоника** северного обрамления Сибирской платформы по результатам комплексного анализа геолого-геофизических данных / А. П. Афанасенков, А. Н. Обухов, А. А. Чикишев и др. // Геология нефти и газа. – 2018. – № 1. – С. 5–25.

REFERENCES

1. Afanasenkov A. P. *Istoriko-geneticheskiye predposylki neftegazonosnosti yurskikh otlozheniy Yenisey-Khatangskoy neftegazonosnoy oblasti. Avtoref. kand. dis.* [Historical and genetic prerequisites of petroleum potential for Jurassic deposits of the Yenisey-Khatanga petroleum region. Author's abstract of PhD thesis]. Moscow, 1987. – 16 p. (In Russ.).

2. Boldushevskaya L.N., Ladygin S. V., Nazimkov G. D., et al. [Lithology and organic geochemistry of Paleozoic deposits in Western Taymyr]. *Sb. mater. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. "Litologicheskie i geokhimicheskie osnovy prognoza neftegazonosnosti"* [Proc. Int. Sci. – Pract. Conf. "Lithological and Geochemical Basis of Oil and Gas Potential Forecast]. Saint Petersburg, VNIGRI, 2008, pp. 198–202. (In Russ.).

3. Munasypov N. Z. *Geologicheskoye stroeniye i otsenka perspektiv neftegazonosnosti Taymyrskoy sistemy nadvigov, Avtoref. kand. dis.* [Geological structure and evaluation of the Taymyr thrust system petroleum potential, Author's abstract of PhD thesis]. Yekaterinburg, 2013. 27 p. (In Russ.).

4. Boldushevskaya L.N., Filiptsov Yu.A., Ladygin S. V., Romanov A. P. [Oil and gas source sequences of the Paleozoic section of the Western Taymyr and correlation links: the organic matter of rocks-naphthydes]. *Geologiya i mineral'no syr'eviy resursy Sibiri – Geology and mineral resources of Siberia*, 2012, no. 4 (12), pp. 26–32. (In Russ.).

5. Afanasenkov A.P., Obukhov A. N., Chikiшев A. A., et al. [Tectonic setting of the northern surroundings of the Siberian Platform based on the integrated study of geological and geophysical data]. *Geologiya nefiti i gaza – Oil and Gas Geology*, 2018, no. 1, pp. 5–25. (In Russ.).

© А. П. Афанасенков, А. П. Романов, Ю. В. Шеходанова,
А. К. Битнер, В. И. Казаис, Д. Г. Кушнир,
С. Л. Каламкаров, 2019



ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ТЭТЭРИНСКОЙ ЗОНЫ КАТАНГСКОЙ НГО

Н. В. Мельников

Сибирский НИИ геологии, геофизики и минерального сырья, Новосибирск, Россия

Тэтэринская зона возможной нефтегазоносности входит в Катангскую и Непско-Ботубобинскую НГО Лено-Тунгусской НГП Сибирской платформы. В Катангской НГО находится Тэтэринская ловушка. Выявленные по сейсмическим наблюдениям амплитудные разрывные нарушения разделяют ловушку на три блока: Кулиндинский (северный), Тэтэринский (центральный) и Чулаканский (южный) лицензионные участки. Высокая перспективность Тэтэринской структурно-литологической ловушки прогнозируется по выполаживанию моноклинали на западном склоне Непско-Ботубобинской антеклизы, которое останавливает миграционные потоки углеводородов из Присаяно-Енисейской синеклизы. После лицензирования на Кулиндинском и Тэтэринском участках проведена сейсморазведка 2D, выделены дизъюнктивно ограниченные ловушки, на которых пробурено по одной скважине. Геолого-разведочные работы остановлены, а на Чулаканском участке и не начинались. Поэтому вновь уточнена модель нефтегазогеологического строения Кулиндинского и Тэтэринского участков. По кровле ванаварской свиты выявлен крупный Монготский вал – основной объект поисковых работ на нефть в Тэтэринской зоне.

Ключевые слова: Тэтэринская зона, Кулиндинский, Тэтэринский участки, Монготский вал, Катангская седловина, ванаварская свита, продуктивные пласты.

PETROLEUM POTENTIAL OF THE TETERE ZONE OF THE KATANGA PETROLEUM REGION

N. V. Melnikov

Siberian research institute of geology, geophysics and mineral resources, Novosibirsk, Russia

The Tetera zone of possible petroleum potential is included in the Katanga and Nepa-Botuoba PRs of the Lena-Tunguska PP of the Siberian Platform. The zone is administratively located in the Katanga District of the Evenki Autonomous Okrug, partly in the Irkutsk Region. The amplitude disjunctive dislocations detected by seismic divide the trap into three blocks that made up license areas – Kulindinskiy (northern), Teterskiy (central) and Chulakanskiy (southern). The high prospectivity of the Tetera structural and lithological trap is predicted by flattening the monocline on the western slope of the Nepa-Botuoba anteklise. The flattening stops migration flows of hydrocarbons from the Prisayan-Yenisey syneklise. 2D seismic survey was conducted, disjunctively confined traps were identified, where one well was drilled for each trap after licensing at the Kulindinskiy and Teterskiy areas. Geological exploration has been stopped. Works on the Chulakanskiy area have not been started yet. Therefore, the model of the geological petroleum structure of the Kulindinskiy and Teterskiy areas has been specified again. The large Mongot swell, as the main prospect of oil prospecting in the Tetera zone, has been revealed by the Vanavarskaya Formation top.

Keywords: Tetera zone, Kulindinskiy, Teterskiy areas, Mongot swell, Katanga saddle, Vanavarskaya Formation, productive strata.

DOI 10.20403/2078-0575-2019-2-65-76

Тэтэринская зона нефтегазоаккумуляции занимает пограничные части Катангской седловины и Непско-Ботубобинской антеклизы (рис. 1), входит в Катангскую и Непско-Ботубобинскую нефтегазоносные области (НГО), граничит на севере с Собинско-Пайгинским нефтеносным районом, на западе – с Аявинским перспективным участком. В Непско-Ботубобинской НГО восточнее рассматриваемой зоны расположен Ереминско-Сугдинский перспективный участок. Это в целом центральная часть Главного пояса газонефтегазоносности Лено-Тунгусской провинции [2].

Административно зона находится в Катангском районе Эвенкийского АО, непосредственно на его границе с Иркутской областью; географически занимает часть бассейна р. Тэтэрэ и водораздел рек Тэтэрэ и Катанга.

На территории зоны нет селений, в наличии только избушки охотников. В 50 км к северо-западу находится восточное окончание Собинско-Пайгинского нефтегазового месторождения, связанного автодорогой с районным центром пос. Ванавара.

Анализ строения, прогноз нефтегазоносности Среднетэтэринской зоны рассмотрены сотрудниками СНИИГиМС при работах по геолого-геофизическому обоснованию первоочередных работ ОАО «Красноярскгазпром» в Красноярском крае в 2005 г.; через год зона прошла лицензирование и была разделена на Кулиндинский, Тэтэринский и Чулаканский участки (рис. 2). В 2011–2015 гг. были закончены поисковые сейсморазведочные работы, выделены дизъюнктивно ограниченные ловушки, на которых пробурены скважины Кулиндинская 1 и Тэтэринская 1. Местоположение дизъюнктивно

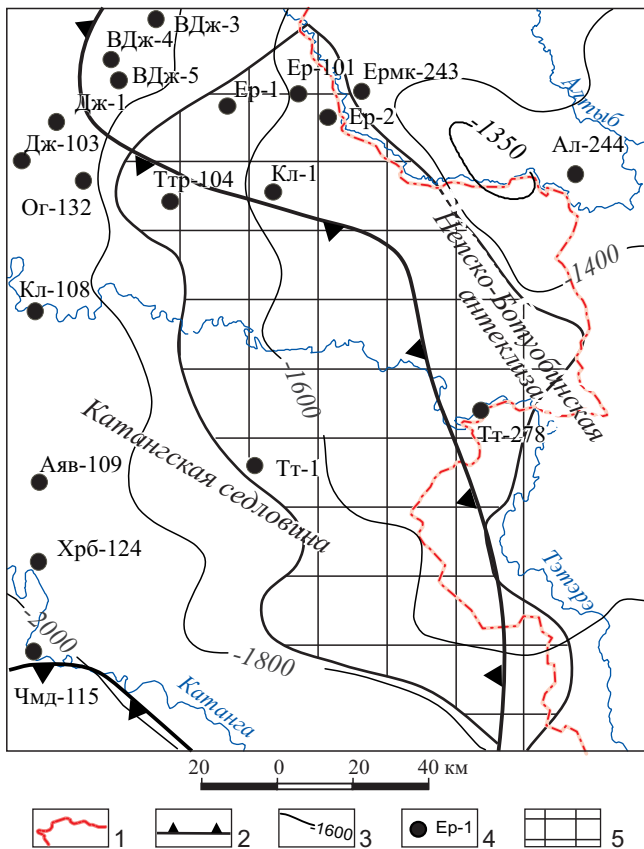


Рис. 1. Местоположение Тэтэринской зоны нефтегазоносности на фрагменте структурно-тектонической карты Сибирской платформы

Границы: 1 – Красноярского края и Иркутской области, 2 – Непско-Ботубобинской антеклизы и Катангской седловины; 3 – изогипсы опорного отражающего горизонта Б (кровля венда), м; 4 – глубокие скважины; 5 – Тэтэринская зона

Генерация углеводородов проходила в отложениях рифея и нижнего венда [5]. Затем миграционные потоки образованных углеводородов перетекали из впадины в Непско-Ботубобинскую антеклизу, вероятно по толще дезинтегрированных пород поверхности рифея или фундамента. Дезинтегрирование формировалось при очень длительном разрушении поверхности суши во время позднерифейско-ранневендского перерыва в осадкообразовании. Тогда антеклизу представляла собой возвышенную территорию, с которой размываемые отложения переносились в обрамляющие ее прогибы [3]: в Катангскую седловину и Катскую впадину Присяно-Енисейской синеклизы. Дезинтегрированные породы рифея и фундамента в Тэтэринской зоне перекрыты ванаварской свитой, верхняя подсвита которой сложена глинистыми породами, что затрудняло вертикальный переток мигрирующих углеводородов в вышележащие тела венда.

Миграционные потоки углеводородов из Катской впадины на восток в Непско-Ботубобинскую антеклизу проходили через очень широкую моноклираль востока Катангской седловины, разделяющую эти тектонические объекты. Это подтверждается следующими данными. На северо-западе от Тэтэринской зоны находится Собинско-Пайгинское месторождение, открытое в структурной ловушке на Собинском валу. Вал вытянут с юго-запада на северо-восток, где находится его джелингдуконское окончание. Коэффициент заполнения ловушки равен единице. На юго-западе месторождения разведаны нефтегазовые залежи, на северо-востоке (Пайгинский участок) – залежи нефти. Эти сведения о заполнении и распределении позволяют допустить наличие миграционных потоков углеводородов и их дифференциацию в направлении подъема вала с юго-запада от впадины на северо-восток к антеклизе. Приведенные данные позволяют полагать, что в Тэтэринской зоне в вендском НГК ловушки были полностью заполнены нефтью и газом с преобладанием нефти [1].

На востоке зоны вскрыт фундамент (скв. Ер-2, Тт-278), на котором залегает ванаварская свита венда. В новой Кулиндинской скв. 1 также вскрыт фундамент, на котором залегает 340-метровая толща пород рифея, а выше – ванаварская свита венда. Таким образом, на востоке Тэтэринской зоны на фундаменте залегают вендские породы, а западнее – рифейские, толщина последних увеличивается до 1000 м и более близ западной границы зоны.

ограниченных ловушек и скважин, судя по нефтегеологической модели 2005 г., следует признать неудачным. В Кулиндинской скв. 1 в маломощном пласте Вн-I не обнаружены коллекторы, а остальные пласты Вн-II, III и Вн-IV отсутствуют, поскольку было вскрыто палеогеоморфологическое 40-метровое поднятие западного борта Непско-Ботубобинской антеклизы, не выявленное поисковой сейсморазведкой. Скв. Тт-1 вскрыла кровлю ванаварской свиты на отметке –2042 м, а кровля пласта Вн-II – на отметке –2080 м. На модели структурно-литологической ловушки 2005 г. ВНК по замыканию изогипс принят на отметке –2020 м. Скважина, вскрывшая водонасыщенные пласты песчаников ванаварской свиты, заложена ниже этой отметки (рис. 3).

Неудачи этих попыток привели к остановке поисковых работ. Поэтому далее приведен анализ выполненных работ и получены уточненные модели прогноза нефтегазоносности Кулиндинского и Тэтэринского лицензионных участков. Вероятность открытия в Среднетэтэринской зоне крупных залежей нефти обоснована в работе [1] (зона в работе названа Тэтэринской).

Региональные перспективы нефтегазоносности

Тэтэринская зона нефтегазоаккумуляции (ЗНГА) находится между областью генерации углеводородов (Катская впадина Присяно-Енисейской синеклизы, Собинский очаг нефтегазообразования [5]) и областью их накопления в ловушках (восточное окончание Катангской седловины и запад Непско-Ботубобинской антеклизы).

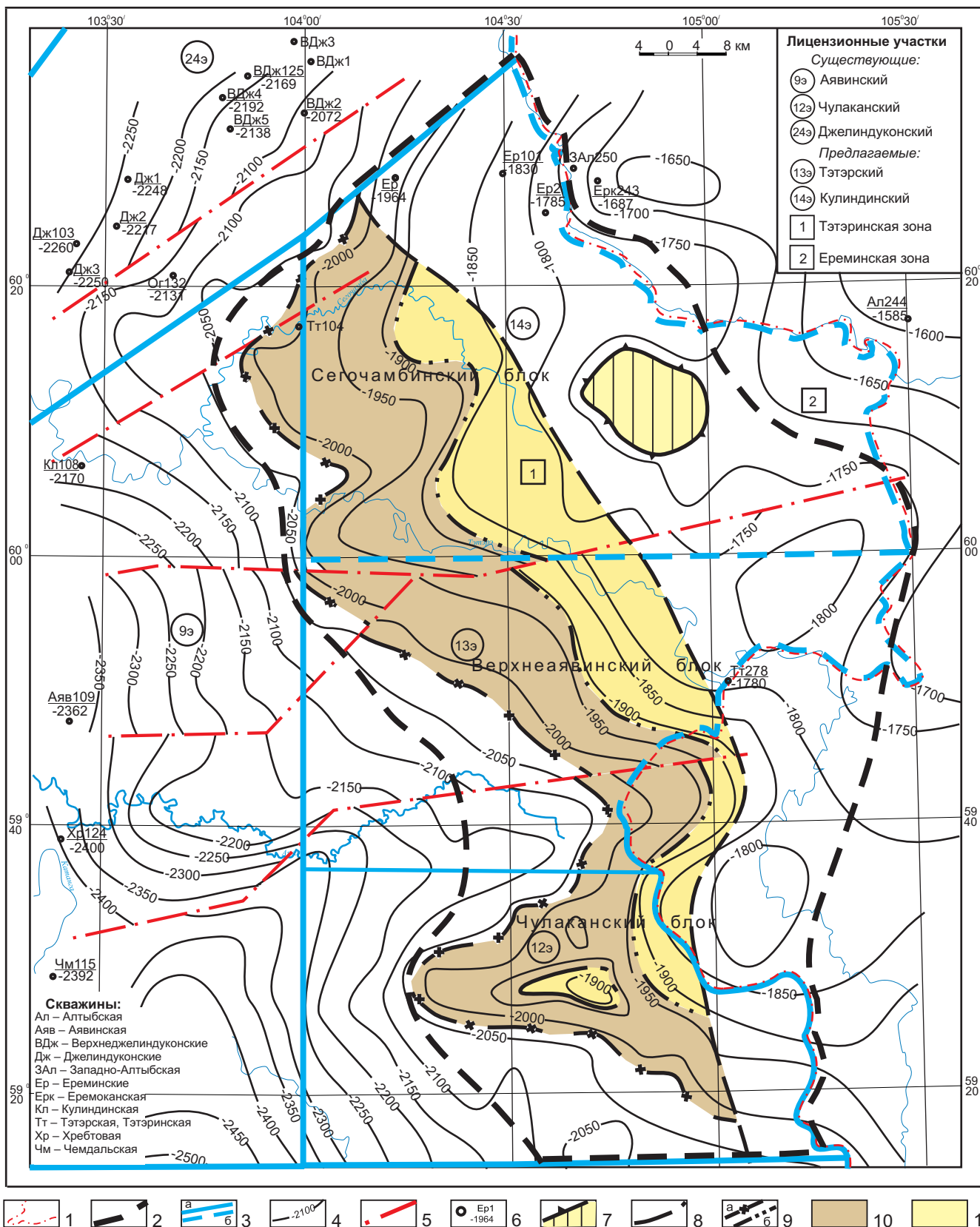


Рис. 2. Нефтегазогеологическая модель Тэтэринской зоны нефтегазоаккумуляции 2005 г. [1]

Границы: 1 – административная Иркутской области и Эвенкийской АО, 2 – Тэтэринской зоны, 3 – лицензионных участков: существующих (а), предлагаемых (б); 4 – изогипсы кровли ванаварской свиты; 5 – дизъюнктивы; 6 – скважина и отметка кровли ванаварской свиты; 7 – ловушка в верхневендско-нижнекембрийском НГК; 8 – линия предполагаемого выклинивания коллекторов пластов Вн-IV–Вн-II; 9 – предполагаемые ВНК (а), ГНК (б); 10 – нефть; 11 – газ

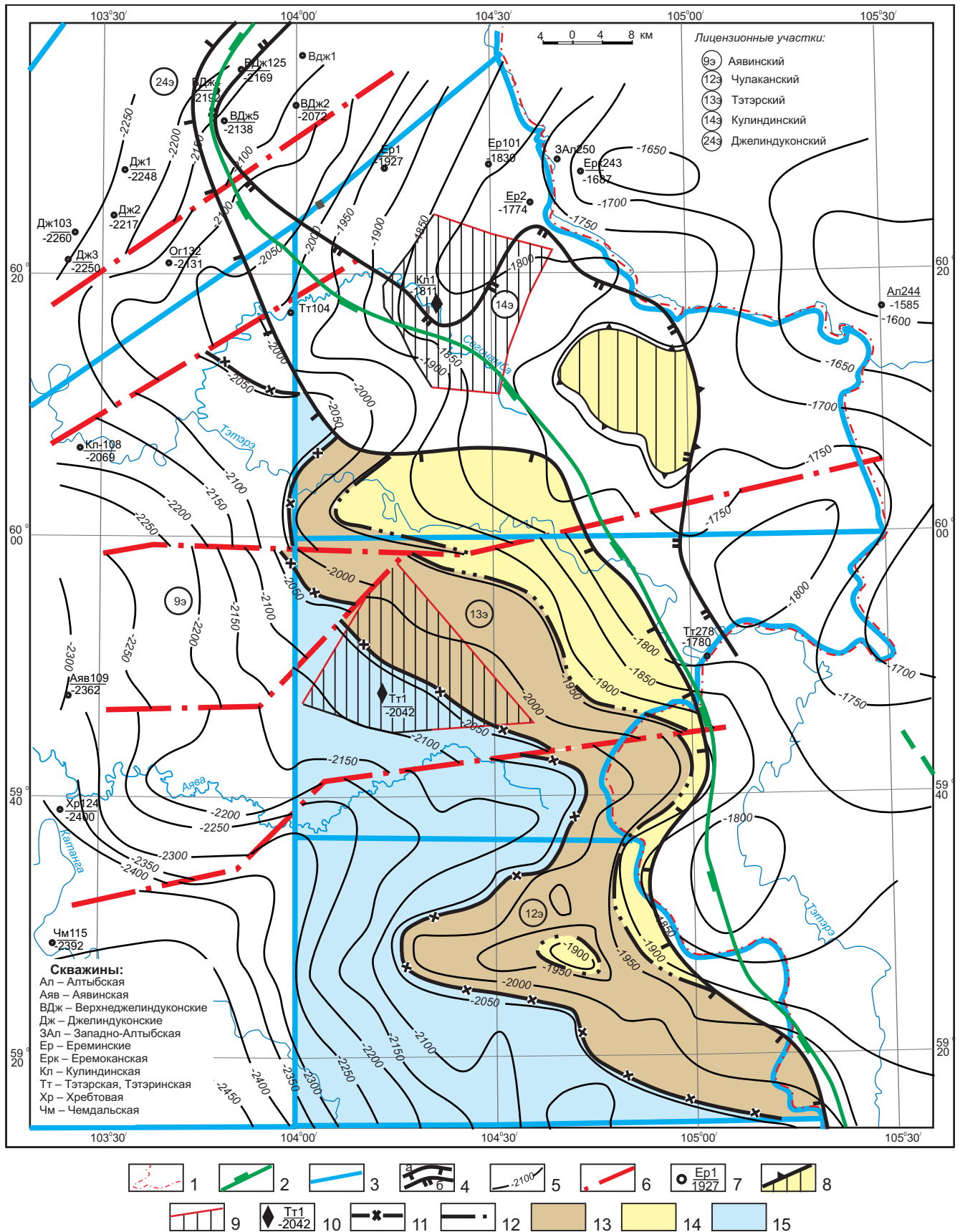


Рис. 3. Уточненная нефтегазогеологическая модель Тэтэринской зоны нефтегазонакопления [1]

Границы: 1 – административная Иркутской области и Эвенкийского АО, 2 – Катангской и Непско-Ботуобинской НГО, 3 – лицензионных участков; 4 – линия предполагаемого выклинивания коллекторов пластов Вн-III и Вн-IV (а), Вн-II (б); 5 – изогипсы кровли ванаварской свиты свиты; 6 – дизъюнктивы, карта 2005 г., 7 – скважина и отметка кровли ванаварской свиты; 8 – структурная ловушка; 9 – дизъюнктивные ловушки 2013 и 2015 гг.; 10 – новые скважины; 11 – ВНК; 12 – ГНК; 13 – нефть; 14 – газ; 15 – вода



Стратиграфический набор свит венда Тэтэринской зоны и Собинско-Пайгинского месторождения одинаков [3].

Строение вендского НГК Кулиндинского и Тэтэрского ЛУ Тэтэринской зоны

В Тэтэринской ЗНГН в XX в. нефтегазопроисковое бурение не проводилось. Ближайшие скважины пробурены к востоку от нее (Тэтэринская 278, Алтыбская 244), севернее – Джелиндуконские, Верхнеджелиндуконские, Ереминские скважины и несколько одиночных скважин. В Верхнеджелиндуконской скв. 125 из пласта Вн-I получен приток нефти дебитом 19,2 м³/сут на штуцере 8 мм. Западнее зоны также пробурено несколько скважин, в Хребтовской скв. 124 из пласта Вн-II получен приток газа дебитом 20 тыс. м³/сут на шайбе 1,6 мм. Очевидно, что и в Тэтэринской ЗНГН залежи УВ ожидаются в пластах песчаников ванаварской свиты.

Тэтэринская зона находится в верхней части широкого моноклиального склона, занимающего восточную часть Катангской седловины. По материалам сейсморазведочных работ, по данным А. А. Конторовича (2003 г.), на структурной карте по кровле венда (ОГ-Б) на моноклиальном склоне установлен выступ вендских отложений северо-западного простирания, ограниченный с севера и юга двумя крупными структурными заливами. Северный структурный залив возник в результате правостороннего сдвига, который привел к образованию Собинско-Джелиндуконского вала и прогиба вдоль его южного склона [4], южный имеет неопределенную природу, находится в 30 км к югу от Чулаканского лицензионного участка (ЛУ). Изогипсы, ограничивающие эти заливы, в восточном направлении проходят на 40–50 км и образуют боковые структурные ограничения выступа (см. рис. 2).

В контуре выступа по кровле ванаварской свиты прогнозируется структурно-литологическая Кулиндинско-Чулаканская ловушка [1] длиной до 190 км, шириной 20–40 км. В ловушке предполагается газонефтяная залежь, ограниченная с северо-востока исчезновением пластов песчаников ванаварской свиты, а с юго-запада – водонефтяным контактом (ВНК) по изогипсе –2020 кровли ванаварской свиты. Пересечения изогипсы с выклиниванием пластов песчаников образуют северо-восточное и юго-западное ограничения ловушки (см. рис. 2).

Амплитудные разрывные нарушения разделяют Кулиндинско-Чулаканскую ловушку на три блока, возможно с различными положениями жидкостных контактов: Кулиндинский (северный), Тэтэрский центральный и Чулаканский (южный) ЛУ.

В структурно-литологической ловушке могут находиться газонефтяные залежи в литологических и дизъюнктивно ограниченных блоках. Такое оптимистичное предположение обосновано следующими геологическими данными.

1. Объект находится в верхней части широкой моноклинали, переходящей в зону ее быстрого вылаживания на западном склоне Непско-Ботубинской антеклизы. Эта моноклиальность существовала с начала вендского периода, что подтверждается уменьшением мощностей свит венда с запада на восток, особенно нижних ванаварской и оскобинской.

2. Геологические обстановки Тэтэринской зоны являются зеркальным отражением таковых на восточном склоне Непско-Ботубинской антеклизы, где разведан ряд нефтегазовых месторождений. На восточном склоне антеклизы мощность свит венда уменьшается вверх по восстанию пород, и в этом же направлении уменьшаются мощности продуктивных пластов песчаников вплоть до полного их выклинивания.

3. По результатам бурения вокруг Тэтэринской ЗНГН в разрезе ванаварской свиты при уменьшении ее толщины фиксируется исчезновение тел песчаников (пластов Вн-V, IV, III и II) вверх по восстанию пород, а это – необходимое условие для формирования структурно-литологических залежей нефти и газа.

Восточнее моноклинали Катангской седловины находится Ереминская зона пологого залегания пород венда в западной части Непско-Ботубинской антеклизы (см. рис. 2). В этой зоне заканчивалась миграция УВ из Катской впадины Присаяно-Енисейской синеклизы. В Ереминской зоне в пробуренных скважинах на юге отсутствуют отложения оскобинской свиты, ванаварская сложена глинистыми породами толщиной 30–40 м, на севере зоны толщины и состав ванаварской свиты такие же, но сохраняются 10–17 м нижней сульфатно-доломитовой пачки оскобинской свиты. Поэтому в Ереминской зоне возможно нефтегазоносны ловушки в верхневендско-нижнекембрийском НГК.

Таким образом, в Тэтэринской зоне нефтегазонакопления на открытие залежей нефти и газа перспективны пласты песчаников ванаварской свиты вендского и пласты карбонатов верхневендско-нижнекембрийского НГК; в Ереминской зоне – карбонаты преображенской пачки катангской свиты, тэтэрской свиты и осинской подсвиты усольской свиты.

В рассматриваемой зоне пробурены скважины Кулиндинская 1 и Тэтэрская 1 на одноименных ЛУ (см. рис. 3). По результатам бурения значительные изменения зафиксированы в толщинах и полноте разрезов ванаварской свиты венда – основного прогнозного интервала поиска нефти и газа. Поэтому нами выполнена пачковая и послойная корреляция разрезов ванаварской свиты новых скважин и скважин, расположенных западнее зоны (рис. 4, 5). Результаты корреляции приведены в таблице.

В скв. Кл-1 нет нижележащей части свиты (пачки 1–7), здесь вскрыто палеогеоморфологическое поднятие, поверхность которого сложена

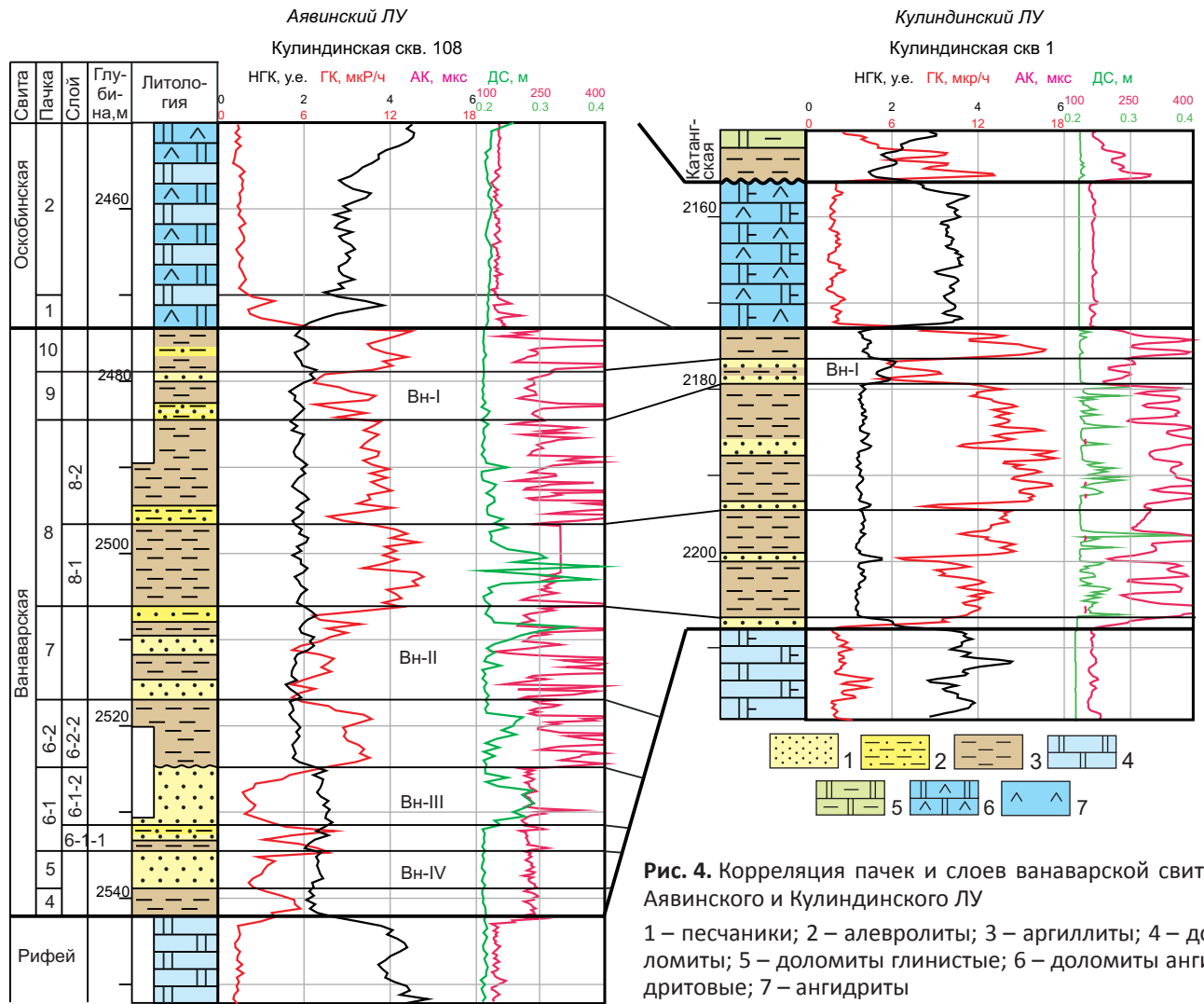


Рис. 4. Корреляция пачек и слоев ванаварской свиты Аявинского и Кулиндинского ЛУ
1 – песчаники; 2 – алевролиты; 3 – аргиллиты; 4 – доломиты; 5 – доломиты глинистые; 6 – доломиты ангидритовые; 7 – ангидриты

Послойные разбивки ванаварской свиты

Пачка	Слой	Продуктивный пласт	Скважина									
			Кл-108		Кл-1		Хр-124		Тт-1		Тт-278	
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
10	–	–	2474–2478	4	2172–2176	4	2711–2714	3	2439–2440	1	–	–
9	–	Вн-I	2478–2484	6	2176–2179	3	2714–2717	3	2440–2443	3	–	–
8	8-2	–	2484–2496	12	2179–2194	15	2717–2734	17	2443–2456	13	–	–
	8-1	–	2496–2506	10	2194–2207	13	2734–2755	21	2456–2481	25	2127–2150	23
7	–	Вн-II	2506–2518	12	2207–2208	1	2755–2760	5	2481–2489	8	2150–2155	5
6-2	6-2-2	–	2518–2525	7	Рифей	–	2760–2767	7	2489–2498	9	2155–2170	15
	6-2-1	–	–	–	–	–	2767–2770	3	2498–2500	2	–	–
6-1	6-1-2	Вн-III	2525–2532	7	–	–	2770–2772	2	2500–2502	2	2170–2174	4
	6-1-1	–	2532–2535	3	–	–	2772–2776	4	2502–2513	11	Фундамент	–
5	–	Вн-IV	2535–2539	4	–	–	2776–2794	18	2513–2523	10	–	–
4	–	–	2539–2542	3	–	–	2794–2802	8	Рифей	–	–	–
3	–	Вн-V	Рифей	–	–	–	2802–2807	5	–	–	–	–
2	–	–	–	–	–	–	2807–2809	2	–	–	–	–

Примечания. Скважины: Кл – Кулиндинские, Хр – хребтовая, Тт – Тэтэрсские; 1 – интервал залегания пачки, м; 2 – мощность, м.

рифеем. В скв. Тт-1 разрез более полный, вскрыты пачки 5–7, но низов ванаварской свиты (пачки 1–4) тоже нет.

Пласты Вн-V и Вн-VI, видимо, повсеместно отсутствуют в Тэтэринской зоне, поскольку исчезают в результате прилегания к толщам рифея или фундамента.

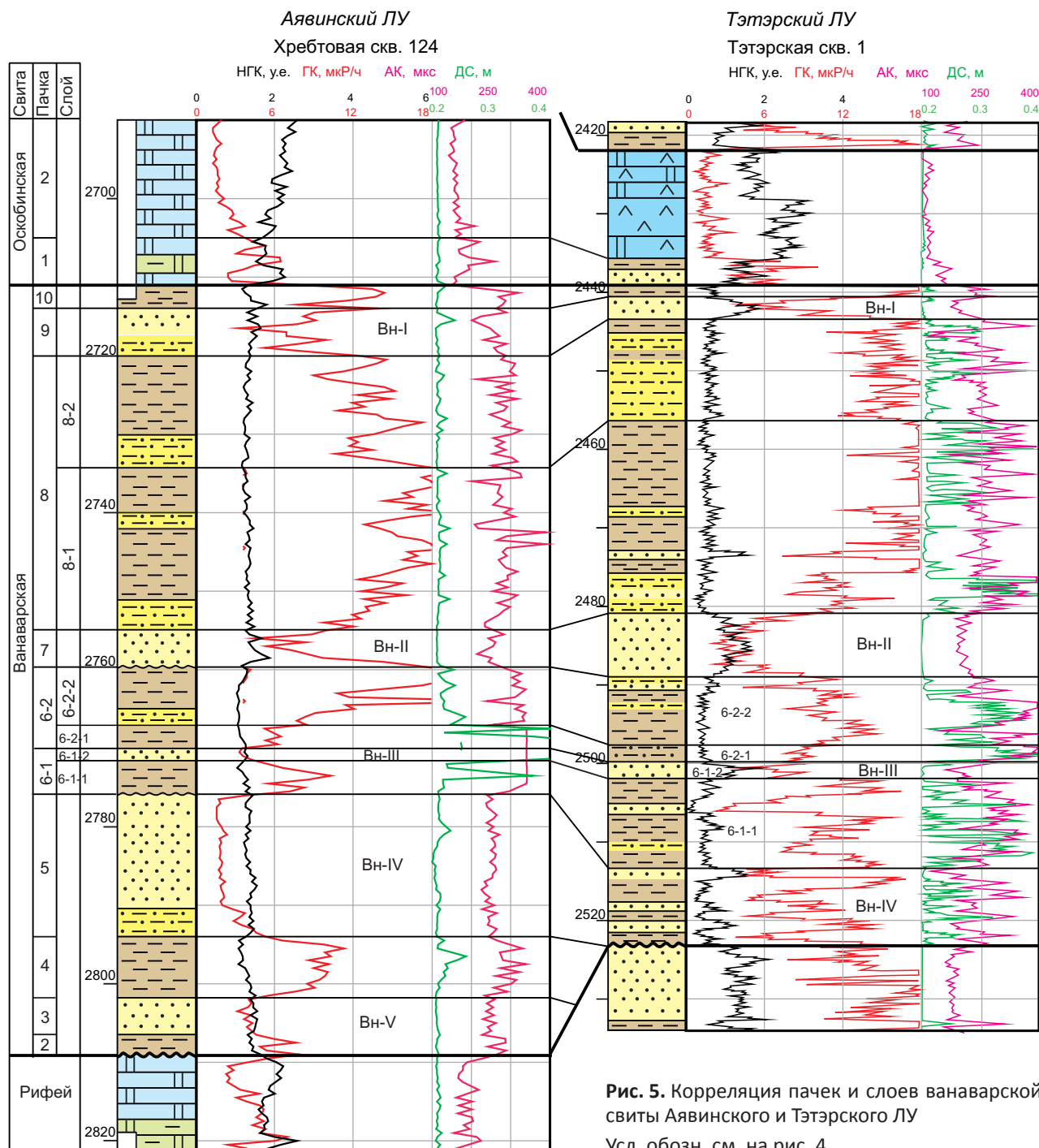


Рис. 5. Корреляция пачек и слоев ванаварской свиты Аявинского и Тэтэрского ЛУ
Усл. обозн. см. на рис. 4

На Кулиндинском ЛУ в скв. 1 толщина ванаварской свиты 36 м, в пробуренной западнее скв. Кл-108 – 68 м. В скв. Кл-1 нет пачек 3–7 нижней части свиты, в которых находятся пласты песчаников Вн-II, Вн-III и Вн-IV в скв. 108.

Принятая в модели 2005 г. условная линия исчезновения пластов песчаников находится в 3 км северо-восточнее скв. Кл-1, в разрезе которой пласты песчаников ванаварской свиты фактически отсутствуют. Линия выклинивания песчаников оказалась к западу от этой скважины (см. рис. 3) Проблема местоположения ловушек с залежами нефти и газа в песчаниках ванаварской свиты на Кулиндинском ЛУ не решена.

Итак, распространение пластов Вн-II, Вн-III и Вн-IV на Кулиндинском ЛУ ограничено палеорельефом начала ванаварского времени. Высоты палеовыступов рельефа по данным бурения скв. Тт-1 достигали 35 м. В Джелиндуконских скважинах пласт Вн-II появляется в разрезах ванаварской свиты, когда ее толщина превышает 32–35 м, а полная толщина пласта 8–13 м. Поэтому изопахита ванаварской свиты 40 м надежно ограничивает территорию распространения этого пласта во всей Тэтэринской зоне.

Сохранение толщин пачек 8, 9 и 10 в скв. Кл-1 и Кл-108 позволяет принять последовательность прилегания нижних пачек ванаварской свиты к поверхности рифея на территории между этими



скважинами. Здесь пласт Вн-II находится, вероятно, в 7–8 км западнее скв. Кл-1, когда его толщина 6–7 м, а когда она увеличивается до 13 м – уже в 15 км западнее. В 23–25 км в том же направлении может появиться пласт Вн-IV, но за пределами западной границы Кулиндинского ЛУ. Очевидно, широко распространенными продуктивными пластами вендского НГК на данном лицензионном участке являются Вн-II и Вн-III.

Кровля ванаварской свиты вскрыта в скв. Тт-1 на отметке –2042 м, а пласт песчаников Вн-II – на отметках –2084–2093 м. Но ВНК в модели 2005 г. принят по структурному замыканию литологической ловушки на отметке –2020 м. Поэтому скважина вскрыла водонасыщенные песчаники ванаварской свиты, так как заложена ниже отметки ВНК.

В скв. Тт-1 толщина ванаварской свиты 82 м. Близкая толщина свиты (96 м) вскрыта западнее в скв. Хр-124, находящейся на расстоянии 36 км. Разрез ванаварской свиты в обеих скважинах коррелируется однозначно (см. рис. 5). В обеих скважинах выделяются пачки 5–10. В 34 км восточнее скв. Тт-1 на границе Иркутской области и Красноярского края пробурена скв. Тт-278. Толщина непской свиты (аналог ванаварской) в ней 48 м, но нет оскобинской, которая была размыта во время предданиловского перерыва. Катангская свита залегает на нижней части слоя 8–2 ванаварской свиты. Пачки 9 и 10 непской свиты и пласт песчаников Вн-I также размыты во время перерыва. Толщина пласта Вн-II 6 м. На забое непской свиты вскрыто до 4 м песчаников; видимо, это пласт Вн-III. Корреляция пачек терригенного венда скв. Тт-1 и скв. Тт-278 также уверенная (см. таблицу). В верхах терригенного венда скв. Тт-278 находится пачка 8–1, толщина ее близка к таковой в скв. Тт-1. Завершается разрез терригенного венда в скв. Тт-278 4-метровым слоем песчаников, залегающим на фундаменте. В скв. Тт-1 это – пласт Вн-III. Итак, между скв. Тт-1 и Тт-278 распространены пласты Вн-II толщиной 5–8 м и Вн-III толщиной 2–4 м. Следовательно, линия выклинивания этих пластов проходит восточнее Тэтэрского ЛУ.

Новые скважины (Кл-1 и Тт-1) подтвердили распространение пластов песчаников, флюидов и отметки кровли ванаварской свиты карты 2005 г., потому указанную нефтегазогеологическую модель (см. рис. 2) необходимо использовать при размещении следующих скважин. После бурения новых скважин проведена корректировка структурных планов, территорий распространения пластов Вн-II, Вн-III и Вн-IV, построены уточненные нефтегазогеологические модели Кулиндинского и Тэтэрского ЛУ, определяющие дальнейшие направления ГРП на этих лицензионных участках.

Прогноз нефтегазоносности вендского НГК Кулиндинского и Тэтэрского ЛУ

В Тэтэринской зоне по сейсморазведочным работам построены по кровле венда (ОГ-Б) но-

вые структурные карты Кулиндинского и Тэтэрского участков с измененным положением изогипс и дизъюнктивов, выявлены дизъюнктивно ограниченные ловушки. Выдержанность толщин верхнего даниловского горизонта венда, нефтегазогеологическая модель Тэтэринской зоны 2005 г., карты прогноза нефтегазоносности 2014 г., структурные планы 2013–2015 гг. позволили составить структурные планы по кровле ванаварской свиты венда и построить новые нефтегеологические модели Кулиндинского и Тэтэрского ЛУ (рис. 6).

По сейсморазведочным работам в центральной части Тэтэринской зоны намечен крупный вал, названный Монготским и охватывающий основную часть бассейна р. Монготы, левого притока р. Тэтэрэ. Вал вытянут в северо-западном направлении. Северная часть его находится на Кулиндинском ЛУ участке, центральная и южная – на Тэтэрском (см. рис. 6). Длина вала около 50 км, ширина от 22 км на севере до 15–20 км на юге. Вал оконтурен по изогипсам –1840 на севере и –1870 в центре и на юге. Разница отметок – следствие несовпадения структурных планов кровли венда на лицензионных участках и амплитудного дизъюнктива субширотного направления. Субширотным дизъюнктивом вал разделен на северную (Кулиндинский участок) и южную (Тэтэрский участок) части. Вершины вала составляют три локальных поднятия с отметками –(1820–1830) м. Северное поднятие вала (Улгунское) повышено по дизъюнктиву на 35–40 м.

Монготский вал – основной объект для возобновления поисково-оценочного бурения в вендском НГК в Тэтэринской перспективной зоне на указанных ЛУ. Литологические ограничения ловушек прогнозируются по зонам распространения песчаников ванаварской свиты (пластов Вн-IV, Вн-III и Вн-II). Прогнозирование основано на распределении пластов песчаников в скважинах, пробуренных на Аявинском и Джелиндуконском ЛУ, которые примыкают к Тэтэринской зоне с запада и севера, а также на результатах бурения скважин Кл-1, Тт-1 и Тт-278.

На Кулиндинском ЛУ по кровле ванаварской свиты выявлены следующие перспективные объекты.

1. *Структурно-литологическая ловушка* в пласте Вн-IV на юго-западе участка прогнозируется по модели 2005 г. Продуктивная часть ловушки ограничена этим пластом, выклинивающимся в 8–9 км севернее южной границы ЛУ. Водонефтяной контакт принят на 40 м выше, чем по модели 2005 г. (на отметке кровли ванаварской свиты минус 1980 м), он ограничивает западное окончание ловушки. Восточная часть территории распространения пласта Вн-IV находится в основании венда на Улгунском поднятии. Площадь ловушки 208 км², амплитуда около 130 м. Пласт Вн-IV поднимается в восточном направлении с отметки –1980 м до 1850 м. Ожидаемая его толщина до 10 м. Поисковые работы целесообразно начинать после бурения

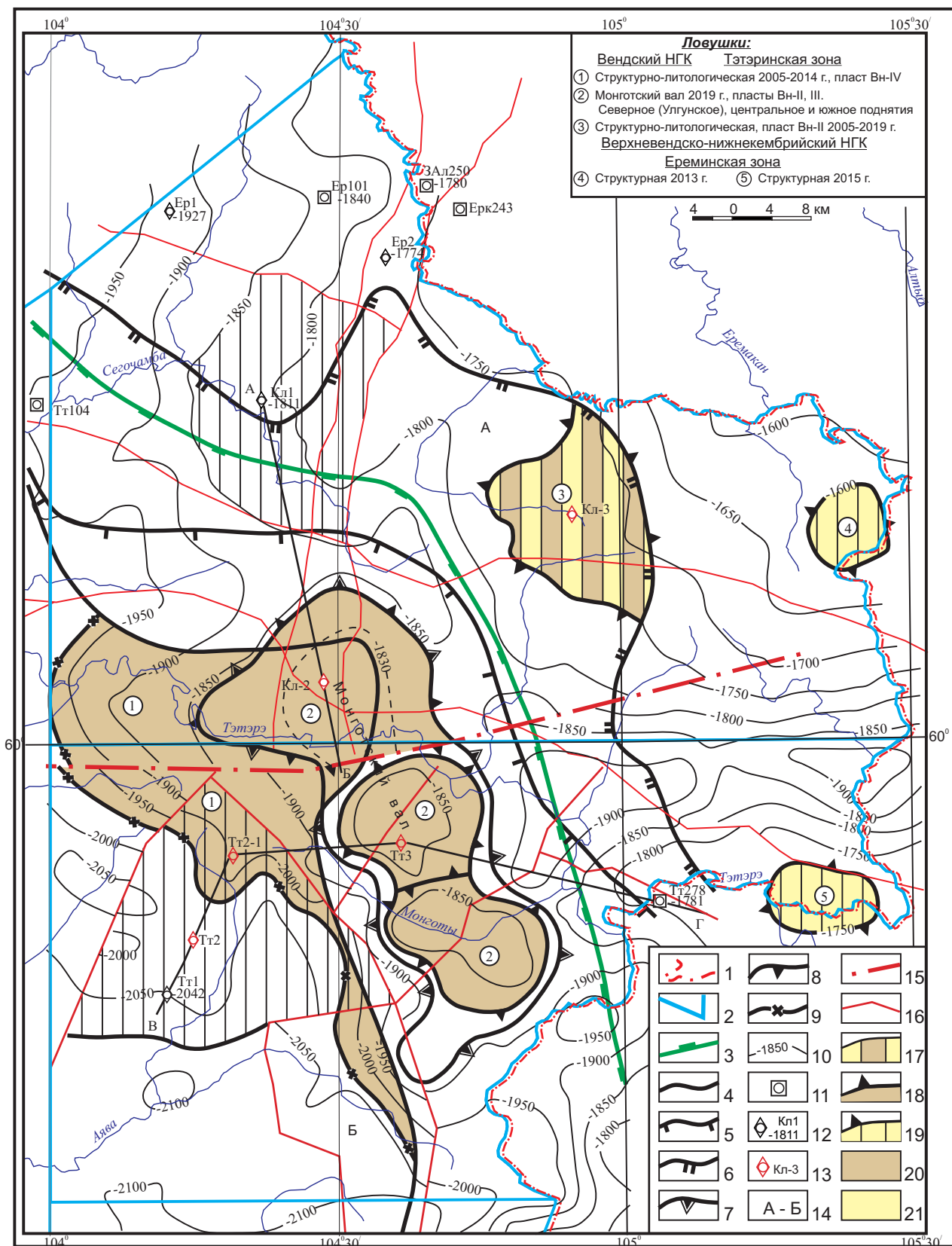


Рис. 6. Нефтегазгеологическая модель Кулиндинского (А) и Тэтэрского (Б) лицензионных участков Тэтэринской зоны

Границы: 1 – Красноярского края и Иркутской области, 2 – лицензионных участков, 3 – Катангской и Непско-Ботуобинской НГО; распространение пластов: 4 – Вн-IV, 5 – Вн-III, 6 – Вн-I; контуры: 7 – Монготского вала, 8 – локальных ловушек, 9 – ВНК пласта Вн-IV, 10 – изогипсы кровли ванаварской свиты; скважины: 11 – параметрические, 12 – поисковые (название и абсолютная отметка кровли), 13 – проектные; 14 – геологические разрезы; 15 – дизъюнктив (2003 г.); 16 – тектонические нарушения (2013, 2015 гг.); ловушки: 17 – дизъюнктивные (2013–2015 гг.), 18 – структурные (2019 г.), 19 – структурные (2013–2015 гг.); прогнозные залежи: 20 – нефть, 21 – газ

скважины в соседней Улгунской структурной ловушке, где предполагается частичное распространение этого пласта (см. рис. 6).

2. Улгунская структурная ловушка (с пластами Вн-II и Вн-III) с дизъюнктивным южным ограничением также находится на юго-западе Кулиндинского ЛУ. Она охватывает поднятие в северной части Монготского вала (см. рис. 6). Размер поднятия 22×16 км, площадь 240 км², амплитуда 25–30 м; ловушка поднята по ограничивающему дизъюнктиву примерно на 40 м (рис. 7, а). В ней возможно нефтеносны пласты Вн-II, Вн-III и частично Вн-IV, тол-

щины пластов 5–17 м. Это первоочередной объект для заложения поисково-оценочной скважины на вендский и, возможно, рифейский НГК на Кулиндинском ЛУ.

3. Центральная структурно-литологическая ловушка с пластом Вн-II и возможными карбонатными резервуарами в верхнем венде была показана на структурной карте 2003 г. В результате сейсморазведочных работ на карте 2013 г. по кровле венда показана моноклираль со слабо выраженным структурным мысом. В ванаварской свите здесь проходит граница выклинивания пласта Вн-II.

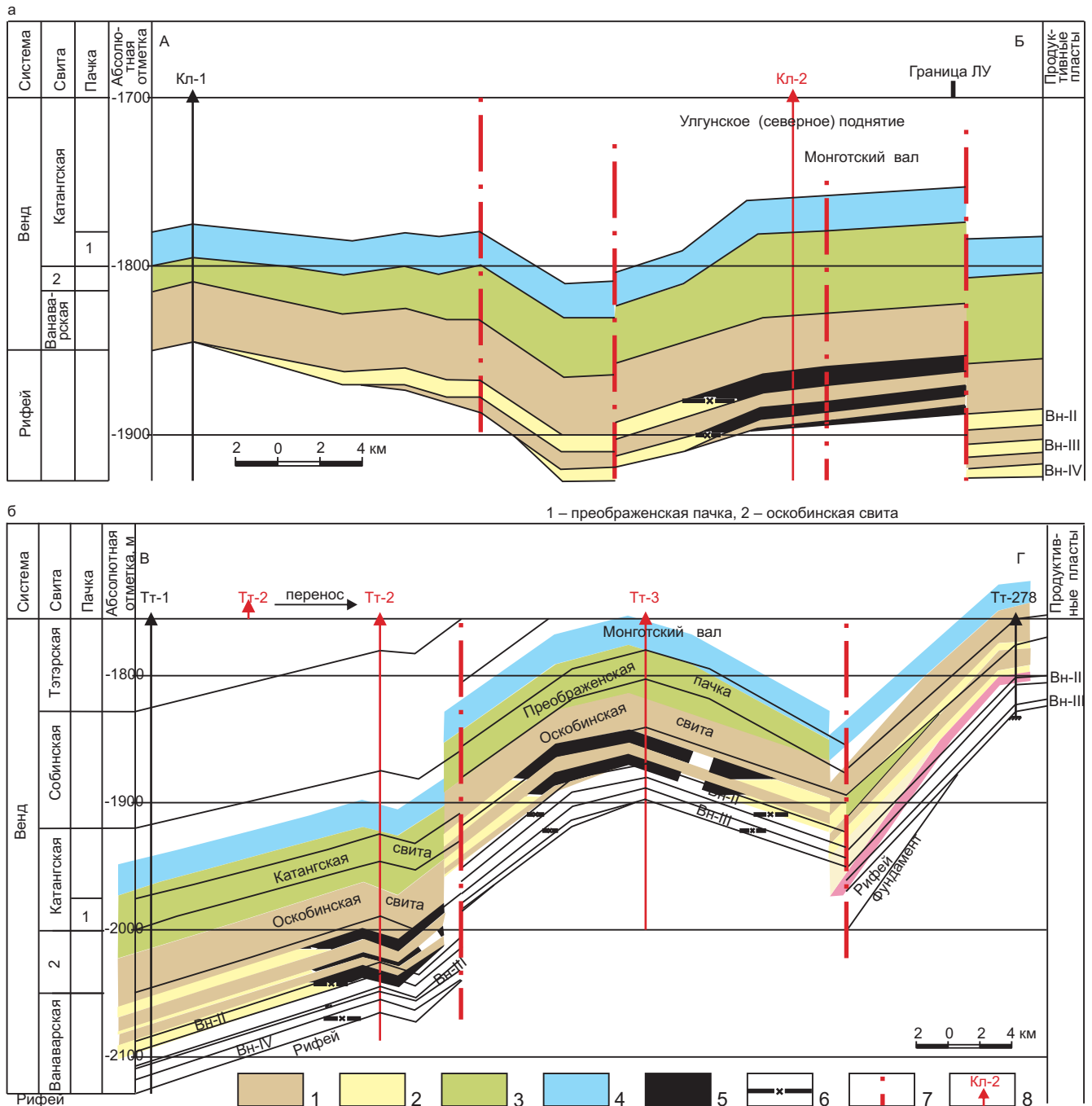


Рис. 7. Геологический разрез вендского НГК Кулиндинского (а) и Тэтэрского (б) участков
1 – аргиллиты, 2 – песчаники, 3 – доломиты ангидритовые, 4 – доломиты, 5 – нефть, 6 – ВНК, 7 – дизъюнктивы, 8 – проектная скважина



Ее пересечение с изогипсами кровли ванаварской свиты оконтуривает структурно-литологическую ловушку амплитудой более 50 м, площадью 176 км². Здесь возможно продуктивен пласт Вн-II. Тип ловушки и ее местоположение позволяют предполагать наличие нефтяной залежи. В целом вероятность существования этого объекта меньше, чем Улгунского поднятия. Но поисковое бурение в центральной ловушке не зависит от результатов работы на Улгунской структуре.

4. На крайнем востоке Кулиндинского ЛУ сейсморазведкой в 2013 г. выявлена небольшая структура, которая замыкается по изогипсе –1350 м кровли венда (см. рис. 6, ловушка 4). В ванаварской свите здесь не прогнозируется пласт Вн-II, а пласт Вн-I или отсутствует или имеет незначительную толщину (первые метры). Перспективны на газоносность пласты карбонатов верхневендско-нижнекембрийского НГК.

Площадь ловушки 40 км², амплитуда 15–25 м.

Итак, для продолжения геолого-разведочных работ на Кулиндинском ЛУ предложено Улгунское поднятие на Монготском валу в юго-западной части участка. В 2005 г. здесь были подсчитаны ресурсы нефти, извлекаемой при КИН = 0,35 (коэффициент извлечения нефти), – 63 млн т, ресурсы газа – 41 млрд м³. Приведенная характеристика ловушек позволяет сохранить оценку ресурсов нефти и уменьшить ее для газа.

На Тэтэрском участке по данным сейсморазведочных построений 2003 и 2015 г., данным бурения, геологического изучения построена структурная карта по кровле ванаварской свиты (см. рис. 6). В юго-западной части участка находится плоская низкая часть кровли свиты шириной до 30 км (изогипсы –2000–2100 м); с северо-востока эта низина ограничена довольно крутым склоном шириной 8–10 км (изогипсы –2000–1900 м). Вдоль склона с северо-запада на юго-восток проходит дизъюнктив, юго-западное крыло которого опущено на 25–50 м (рис. 7, б). Основную часть участка (центр и северо-восток) занимают вал с локальными поднятиями и впадины амплитудой 50–100 м, на крайнем северо-востоке – до 150 м. Монготский вал по кровле ванаварской свиты оконтурен по изогипсе –1870 м. Этот вал включает два купола (6×16 и 8×10 км) по изогипсе –1850 м (см. рис. 6).

В результате на Тэтэрском ЛУ выявлены две ловушки. Приразломная ловушка 1 вытянута вдоль юго-западного дизъюнктива, который образует ее северо-восточное ограничение, а юго-восточное окончание ловушки принято по изогипсе –2020 м. Длина ловушки до 50 км, ширина 2–8 км. Расположение ловушки совпадает с таковым структурно-литологической ловушки 2005 г., но дизъюнктивное ограничение уменьшает ее площадь до 264 км². Северо-западная часть приразломной ловушки наложена на северо-восток дизъюнктивной ловушки

2015 г., на которой пробурена скв. Тт-1 и запроектирована скв. Тт-2. Судя по контуру ВНК, обе скважины попадают в водоносную часть, поэтому мы предлагаем перенести место бурения скв. Тт-2 на 8 км к северо-востоку, где совпадают продуктивные участки ловушек на картах 2005 и 2015 гг. (см. рис. 6, 7, б, скв. Тт-2–1).

Монготский вал находится на севере центральной части Тэтэрского ЛУ. По кровле ванаварской свиты он вытянут с севера на юг, длина в пределах участка 25 км, ширина 8–14 км, площадь 256 км², амплитуда до 25–30 м. Здесь имеются пласты Вн-II и Вн-III толщиной до 10–15 м (см. рис. 7, б). Ловушку пересекают два дизъюнктива северо-восточного направления. Их роль в положении жидкостных контактов неясна. Центральное поднятие на Монготском валу – первоочередной объект для заложения поисково-оценочной скв. Тт-3. По модели 2005 г. здесь ожидалась газонефтяная залежь, по предлагаемой модели (см. рис. 6) здесь вероятно залежь нефти. Оценка ресурсов нефти на участке выполнена в 2005 г.: при КИН = 0,35 извлекаемые ресурсы оценены в 145 млн т. Мы полагаем, что эту оценку следует оставить. Ресурсы газа в 2005 г. оценивались в 70 млрд м³, но по новой модели (см. рис. 6) оценку следует пересмотреть в сторону уменьшения, поскольку такие данные трудно обосновать.

Прогноз нефтегазоносности верхневендско-нижнекембрийского НГК

Уже было сказано, что поиски нефти и газа в карбонатных коллекторах верхневендско-нижнекембрийского НГК более перспективны на западном окончании Непско-Ботуобинской НГО (см. рис. 6). Проявления нефти и газа получены в осинском горизонте в скважинах Тт-1, Тт-104, Ер-101, в тэтэрской свите в скважинах Ер-2, Ал-244. Толщины чистых карбонатов меняются от 20–25 м в осинском горизонте до 20–35 м в тэтэрской свите и до 5–10 м в преображенской пачке. Неясно только, какие части карбонатов можно отнести к коллекторам.

Состояние изученности возможных карбонатных резервуаров в Тэтэринской ЗНГН и ее окружении таково, что в них возможен прогноз продуктивности ловушек только структурного типа. Судя по структурным картам, такие ловушки выявлены на востоке Кулиндинского и востоке Тэтэрского ЛУ (см. рис. 6).

На востоке Тэтэрского участка, на границе Красноярского края и Иркутской области по изогипсе –1580 м (кровля венда) на карте 2015 г. оконтурена структура размерами 18×12 км и амплитудой до 70 м. Здесь нет оскобинской свиты, но есть ванаварская, в которой мог сохраниться 2–4-метровый пласт Вн-II (см. рис. 6, объект 5). Основные перспективы ожидаются в карбонатных резервуарах верхневендско-нижнекембрийского НГК. Южная поло-



вина структуры находится в Иркутской области за пределами Тэтэрского участка.

Проблема перспективности зоны дезинтеграции пород рифея и фундамента не рассматривается, так как фактических данных слишком мало.

Приведенные данные по геологическому строению и перспективам нефтегазоносности подтвердили, что Тэтэринская зона представляет собой высокоперспективный нефтеносный объект в вендском НГК. Требуется продолжение геолого-разведочных работ на Кулиндинском и Тэтэринском ЛУ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Возможность** открытия новых крупных залежей нефти в главном поясе газонефтеносности Лено-Тунгусской провинции / Н. В. Мельников, А. А. Вымятин, П. Н. Мельников, Е. В. Смирнов // Геология и геофизика. – 2014. – Т. 55, № 5–6. – С. 701–720.

2. **Конторович А. Э., Сурков В. С., Трофимук А. А.** Главные зоны нефтенакпления в Лено-Тунгусской провинции // Развитие учения академика И. М. Губкина в нефтяной геологии Сибири. – Новосибирск: Наука, 1982. – С. 22–42.

3. **Мельников Н. В.** Венд-кембрийский соленосный бассейн Сибирской платформы (Стратиграфия, история развития). Изд. 2-е, доп. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 2018. – 177 с.

4. **Мигурский А. В., Старосельцев В. С.** Дизъюнктивная тектоника и нефтегазоносность юга Сибирской платформы // Состояние и перспективы развития сырьевой базы углеводородов России. – СПб.: ВНИГРИ, 2000. – С. 159–168.

5. **Нефтематеринские** формации нефти и газа докембрия и нижнего среднего кембрия Сибирской

платформы / Т. К. Баженова, М. В. Дахнова, Т. П. Жеглова и др. – М.: ВНИГНИ, 2014. – 128 с.

REFERENCES

1. Melnikov N.V., Vymyatnin A.A., Melnikov P.N., Smirnov E. V. Predicted new large oil pools in the main petroliferous belt of the Lena-Tunguska province. *Russian Geology and Geophysics*, vol. 55, no. 5–6, pp.544–561.

2. Kontorovich A.E., Surkov V.S., Trofimuk A.A. [Major zones of oil accumulation in the Lena-Tunguska province]. *Razvitie ucheniya akademika A. M. Gubkina v neftyanoy geologii Sibiri*. [Development of the Doctrine of Academician I. M. Gubkin in the Oil Geology of Siberia]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1982, pp. 22–42. (In Russ.).

3. Melnikov N.V. *Vend-kembriyskiy solenosnyy basseyn Sibirskoy platformy (Stratigrafiya, istoriya razvitiya)* [Vendian-Cambrian saliferous basin of the Siberian Platform (Stratigraphy, history of development)], Novosibirsk, SNIIGGiMS Publ., 2018. 177 p. (In Russ.).

4. Migurskiy A.V., Staroseltsev V.S. [Disjunctive tectonics and petroleum potential of the southern Siberian Platform]. *Sostoyanie i perspektivy razvitiya syr'evoy bazy uglevodorodov Rossii* [Current state and development trends of the hydrocarbon raw material base of Russia]. Saint Petersburg, VNIIGRI Publ., 2000, pp. 159–168. (In Russ.).

5. Bazhenova T.K., Dakhnova M.V., Zheglova T.P., et al. *Neftematerinskie formatsii, nefiti i gaza dokembriya i nizhnego – srednego kembriya Sibirskoy platformy*. [Oil source formations of oil and gas of the Precambrian and Lower-Middle Cambrian of the Siberian Platform]. Moscow, VNIIGNI Publ., 2014. 128 p. (In Russ.).

© Н. В. Мельников, 2019

ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ (ПРИСАЛАИРСКОЙ) ЧАСТИ КУЗБАССА НА ПРИМЕРЕ УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА ВАХРУШЕВСКИЙ

А. Р. Горбунова¹, Я. М. Гутак²

¹Угольная компания «Кузбассразрезуголь», филиал «Краснобродский угольный разрез», Кемеровская обл., пгт Краснобродский, Россия; ²Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк, Россия

Представлены результаты анализа геологического строения угленосных отложений в Присалаирской полосе Кузбасса. В качестве эталона использован материал по геологическому строению Вахрушевского угольного разреза, расположенного в непосредственном контакте с геологическими структурами Салаирского кряжа. Раздел Салаира и Кузбасса проходит по Тырганскому линеаменту, который авторы отождествляют с шарьяжем. Перед фронтом шарьяжа угленосные отложения верхнебалахонской подсерии нижней перми смяты в серию узких антиклинальных и синклинальных складок. При этом ядерные части антиклинальных структур раздроблены и осложнены разрывными нарушениями. Система разрывов определяет структуру угленосной площади, формируя серию тектонических пластин, параллельных направлению Тырганского линеамента. Направление перемещения пластин по этим нарушениям близкое к вертикальным. Горизонтальные сдвиговые нарушения, характерные для западной части Алтае-Саянской складчатой области, здесь отсутствуют. Наиболее перспективны для отработки протяженные тектонические пластины с протяженными слабонарушенными пластами каменного угля, выдержанными по простиранию и по падению.

Ключевые слова: Кузбасс, Салаир, Тырганский шарьяж, верхнебалахонская подсерия, промежуточная, ишановская, кемеровская свиты, тектоника, угленосность.

GEOLOGICAL ASPECTS OF THE NORTH-WESTERN (PRESALAIR) PART OF KUZBASS USING THE EXAMPLE OF THE VAKHRUSHEVSKIY STRIP MINING OF COAL

A. R. Gorbunova¹, Ya. M. Gutak²

¹Kuzbassrazrezugol, Krasnobrodsky Coal Mine, Kemerovo region, Krasnobrodsky uts, Russia; ²Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russia

The results of the coal-bearing strata geological structure analysis in the Presalair strip of Kuzbass are presented. As a reference, the material on the geological structure of the Vakhrushevskiy coal mine was used, it is located in direct contact with geological structures of the Salair ridge. The division of Salair and Kuzbass runs along the Tyrgan lineament, which has been identified with the mass overthrust by authors. Ahead of the mass overthrust front, coal-bearing strata of the Upper Balakhonian subseries of the Lower Permian are crushed into a series of narrow anticlinal and synclinal folds. At the same time, nuclear parts of anticlinal structures are fragmented and complicated by disjunctive dislocations. The system of ruptures determines the structure of coal-bearing area, forming a series of tectonic plates parallel to the direction of the Tyrgan lineament. The direction of the plates movement along these dislocations is close to vertical. Horizontal strike-slip dislocations typical for the western Altai-Sayan folded region are absent here. Extended tectonic plates with extensive, weakly dislocated beds of coal (extended both along the strike and downward) should be considered as the most promising for mining.

Keywords: Kuzbass, Salair, Tyrgan mass overthrust, Upper Balakhonian subseries, Promezhutochnaya, Ishanovskaya, Kemerovskaya Formations, tectonics, coal-bearing capacity.

DOI 10.20403/2078-0575-2019-2-77-81

Геологическое строение Кузбасса неоднородно на разных его участках. Особенно сложное строение имеет его западная часть, примыкающая к складчатым сооружениям Салаира, что обусловлено многоэтапной и длительной геологической историей горно-складчатой системы западной части Алтае-Саянской складчатой области. На первом этапе на границе Томь-Колыванской складчатой системы и Сибирского кратона (с причлененными к нему сооружениями каледонского этапа орогенеза) сформирован Кузнецкий предгорный краевой прогиб. Прогиб выполнен молассовыми формациями среднего девона – раннего карбона (морская сероцветная) и среднего карбона – перми (континентальная угленосная) [3]. История формирования морской сероцветной молассы в девоне, а вместе

с ней и начала формирования краевого прогиба детально рассмотрена ранее [2]. Также весьма детально изучена стратиграфия продуктивных отложений континентальной угленосной молассы (средний карбон – пермь) [5]. В последнее время появились материалы, посвященные переосмыслению мезозойской истории развития региона [1]. Все это вызывает необходимость нового прочтения истории образования Кузнецкого каменноугольного бассейна и особенностей геологического строения разных его частей.

Анализ фактического материала

В качестве объекта исследований выбран район Вахрушевского углеразреза, расположенного в юго-западной части Киселевского месторожде-

ния в Прокопьевско-Киселевском геолого-экономическом районе Кузбасса. Разрез непосредственно примыкает к контакту с Салаирским террейном и по этой причине может считаться эталонным для характеристики строения угленосной толщи в приконтактной зоне (см. рисунок).

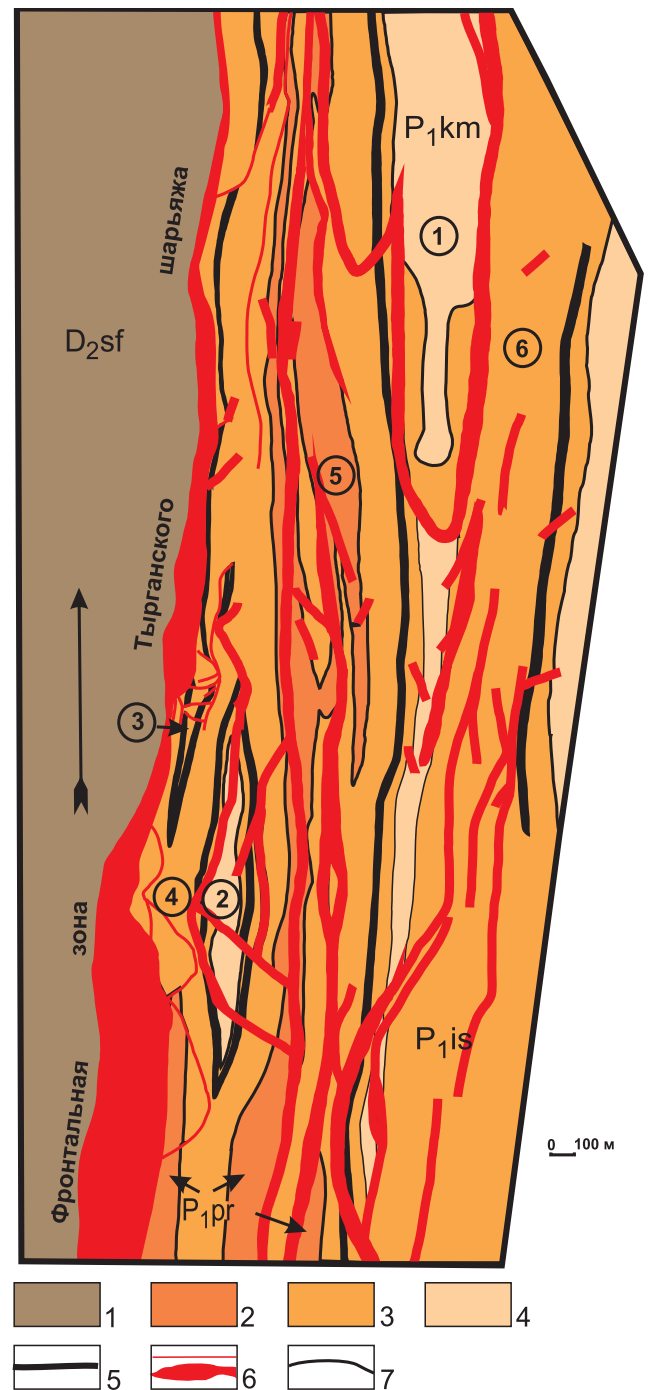
В орогидрографическом отношении поле разреза занимает водораздельное пространство между реками Тугай, Аба и Суртаиха. Первоначально местность представляла собой всхолмленную сильно расчлененную Притырганскую возвышенность с общим уклоном поверхности на северо-восток. Современный рельеф на территории как самого разреза, так и на прилегающих сильно изменен вследствие ведения горных работ. Реки района, обладавшие хоть и небольшим, но постоянным дебитом, в настоящее время сохранены лишь к северо-западу от площади уже в пределах Салаирского террейна.

Примыкающие к разрезу отложения Салаирского кряжа представлены морскими теригенно-карбонатными отложениями сафоновской свиты среднего девона (живетский ярус). Они слагают крайнюю восточную часть террейна, имеют крутое (близкое к вертикальному) падение. Создается впечатление, что это фрагмент крыла крупной синклиной структуры, срезанной Тырганским линейным.

Угленосные отложения Вахрушевского разреза сложены породами нижней перми (верхнебалахонская подсерия). Разрез подсерии представлен полным набором свит: промежуточная, ишановская, кемеровская (в состав последней в районе Киселевского месторождения в ранге горизонта входит упраздненная решением СибРМСК усятская свита) [6]. Видимая мощность стратиграфического разреза 735 м. Контакты между отдельными свитами в большинстве случаев тектонизированы. Такой характер контактов очень часто встречается в Присалаирской зоне Кузбасса и предопределен литологией разреза угленосных отложений (чередование пачек компетентных и некомпетентных пород). Компетентные породы (массивные песчаники, образующие пачки мощностью десятки метров) достаточно упруги, способны передавать напряжения на значительные расстояния, сохраняют свою мощность и в основном определяют форму образующихся складок, их основной каркас.

Некомпетентные породы (мелкозернистые песчаники, алевролиты, аргиллиты, каменный уголь и участки их тонкого чередования) повышено пластичны, их мощность изменяется при складкообразовании. Они ведут себя пассивно и приспособляются к форме складок, образуемых компетентными породами.

Промежуточная свита в пределах Вахрушевского поля выходит на дневную поверхность в ядре I Тырганской антиклинали и в полосе, примыкающей к Тырганскому шарьяжу на юге площади. Она сложена преимущественно песчаниками (ред-



Геологическая карта Вахрушевского углеразреза, составлена авторами по материалам геолого-поисковых планов 1 – девонская система, средний отдел, живетский ярус, сафоновская свита (морские зеленые песчаники, алевролиты, известняки); 2–4 – пермская система, нижний отдел, верхнебалахонская подсерия: 2 – промежуточная свита (континентальные песчаники, конгломераты, алевролиты, аргиллиты), 3 – ишановская свита (песчаники, алевролиты, аргиллиты, бентониты, углистые алевролиты, каменные угли, витрокластические туфы), 4 – кемеровская свита (песчаники и алевролиты с аргиллитами, конгломератами, бентонитами, пепловыми витрокластическими туфами); 5 – основной рабочий пласт каменного угля «Мощный»; 6 – разрывные нарушения; 7 – геологические границы; цифры в кружках: синклинали (1 – Нулевая, 2 – Притырганская, 3 – «а»), антиклинали: (4 – «б», 5 – I Тырганская, 6 – II Тырганская)



ко присутствуют конгломераты) и алевролитами с резко подчиненным количеством аргиллитов. В средней части разреза отмечены пласты углистых пород. Нижняя граница свиты (на дневную поверхность в пределах разреза не выходит) проводится по кровле угольного пласта «Метровый». Средняя мощность свиты 280 м.

Ишановская свита на дневной поверхности слагает большую часть восточного крыла I Тырганской антиклинали, а в западном ее крыле протягивается узкой полосой вдоль одноименного надвига. Представлена переслаиванием песчаников, алевролитов, аргиллитов с резко подчиненным количеством бентонитов, конгломератов, углистых алевролитов. Отличительной характеристикой свиты является наличие горизонта переслаивающихся витрокластических туфов (эти горизонты можно использовать для выделения монофракций цирконов и определения по ним абсолютного возраста отложений), туффитов, туфоалевролитов и монтмориллонитовых глин. Свита включает несколько рабочих пластов каменного угля, в том числе и основной продуктивный пласт «Мощный». Нижняя граница проводится по кровле угольного пласта «Двойной». Мощность свиты 162 м.

Кемеровская свита на дневную поверхность выходит в осевой части синклинальных складок. Сложена переслаиванием песчаников и алевролитов с подчиненным количеством аргиллитов, конгломератов и бентонитов. Имеются единичные прослои пепловых витрокластических туфов. Нижняя граница свиты проводится по почве угольного пласта «Прокопьевский». Мощность кемеровской свиты в пределах Вахрушевского разреза 293 м.

В границах разреза 23 пласта каменного угля; работы ведутся по 22 (мощностью от 1 до 27 м). Общая суммарная мощность пластов: геологическая 65,7 м, рабочая 54,3 м; основной рабочий пласт – «Мощный» (18–27 м).

Геологическое строение поля Вахрушевского разреза определяется системой мезозойских разрывных нарушений. Генеральное нарушение – Тырганский надвиг (взброс), отделяющий отложения Кузбасса на востоке от складчатой системы Салаира на западе. Применение термина «Тырганский надвиг» означает признание горизонтального перемещения Салаирского блока в восточном направлении и его вдавливание в структуры Кузбасса. Это отчетливо видно по характерной дугообразной форме линии сочленения этих геологических структур. Однако с номенклатурной точки зрения называть разрыв надвигом неверно, поскольку углы падения разлома во всех случаях близки к вертикальным. Поверхность сместителя волнистая, с изгибами от вертикали в обе стороны, что послужило основанием для отнесения Тырганского линейamenta к типу взбросовых нарушений. При такой трактовке Салаир рассматривается как горстовый выступ фундамента Кузбасса. Против такого вывода можно возразить:

в фундаменте Кузбасса отсутствуют салаирские элементы стратиграфической последовательности (ордовик, силур, девон). Время внедрения шарьяжа в геологические структуры Кузбасса соответствует ранней – средней юре [1]. Тырганский линейament сохраняет активность и в настоящее время, что подтверждается наличием уступа в рельефе.

Согласно геофизическим моделям зоны сочленения Салаира и Кузбасса мощность Салаирского аллохтона оценивается в 5–6 км. При этом средняя плотность составляющих его горных пород значительно выше, чем в Кузбассе. По этой причине Салаир вдавливался в структуры Кузбасса всей мощностью пластины и сминал находящиеся перед ее фронтом породы. Переход от субвертикальной ориентировки Тырганского надвига к горизонтальной по геофизическим данным происходит на глубине около 5–6 км. Работы не закончены из-за отсутствия финансирования, но предварительная интерпретация данных сейсмического профилирования через зону сочленения обоих регионов показывает, что под Салаирский аллохтон практически без изменений продолжают отражающие площадки, отвечающие разделу ниже- и верхнебалахонских подсерий (кровля алыкаевской свиты). В связи с этим мы склонны считать Тырганский линейament шарьяжем. Перед фронтальной его частью в угленосных отложениях перми Кузнецкого краевого прогиба создавались избыточные сдавливающие напряжения, разрядка которых происходила через формирование серии клиновидных в разрезе разрывов субвертикальной ориентировки. По ним отложения Кузбасса выдавливались в вертикальном направлении [7], а при обратном направлении падения главного сместителя в ряде случаев накрывали отложения Салаирского аллохтона. Подобный пример был зафиксирован при проведении геолого-съёмочных работ севернее Киселевска, где карбонатные палеонтологически охарактеризованные отложения турнейского яруса нижнего карбона Кузбасса в виде небольшого изолированного тектонического клиппа накрывают также палеонтологически охарактеризованные отложения сафоновской свиты живетского яруса Салаирского террейна (личные наблюдения Я. М. Гутака). Ряд исследователей считают, что Салаирский шарьяж может служить экраном для углеводородов (метана) [7].

В ходе внедрения шарьяжа расположенные перед его фронтом угленосные отложения сминаются в узкие, близкие к линейным складки, осложненные многочисленными разрывами. Большое количество разрывных нарушений обусловлено тем, что породы Кузбасса в момент внедрения Салаирского аллохтона уже прошли стадию диагенеза и процесс складкообразования шел с преобладанием хрупких деформаций над пластическими. Особенно сильно хрупкие деформации выражены в осевых частях антиклинальных структур, а оси синклиналей нарушены гораздо меньше (см. рисунок).

По ориентировке большинство нарушений в угленосных отложениях Кузбасса параллельны Тырганскому разделу и разделяют Присалаирскую зону на ряд самостоятельных пластин. В пределах каждой из них породы имеют крутые, близкие к вертикальным углы падения. Первоначальные брахискладки краевого прогиба трансформируются в линейные с разломанными замочными частями и относительно выдержанными крыльями. В данном случае показателен пример бурения скважины по проекту глубинного изучения Кузбасса в районе пос. Шестаки вблизи линии сочленения Салаира с Кузбассом. Проектом предусматривалось проходка пятикилометровой параметрической скважины (работы также не завершены из-за отсутствия финансирования), заложенной для определения положения нижней границы Салаирского шарьяжа. Бурению основной скважины предшествовала проходка вертикальной опережающей скважины глубиной 1200 м. Скважина пробурена в тектонической пластине, сложенной палеонтологически охарактеризованными отложениями нижнего карбона с субвертикальными элементами залегания пород. До самого забоя (1200 м) она шла в пределах одного биостратиграфического горизонта небольшой мощности в нижнем карбоне [2], что подтверждает выдержанность элементов залегания пород в пределах отдельной тектонической пластины. Это можно применить и к угленосным отложениям обособленных тектонических пластин в районе Вахрушевского разреза и также предположить здесь значительные перспективы угленосности района на глубину, особенно в пределах крупных тектонических пластин. В границах разреза такие пластины по традиции именуются антиклиналями и синклиналями (I Тырганская антиклиналь, II Тырганская антиклиналь, Нулевая синклиналь, Притырганская синклиналь, синклиналь «а», антиклиналь «б»). Следует отметить, что в притырганской полосе Кузбасса преобладают вертикальные перемещения, сдвиговые дислокации, характерные для отложений западной части Алтае-Саянской области здесь отсутствуют.

Выводы

На примере строения Вахрушевского разреза можно сделать следующие выводы. Главная особенность строения Присалаирской полосы Кузбасса заключается в определяющей роли разрывных нарушений, возникших перед фронтом Салаирского шарьяжа в мезозойское (ранняя – средняя юра) время. Процессы внедрения шарьяжа в структуры Кузбасса привели к образованию серии тектонических пластин выдавливания, наследующих предшествующие складчатые структуры и усложняющие их. Эти же процессы ведут к значительному метаморфизму каменных углей и повышению их качества.

Наиболее перспективны крупные протяженные тектонические пластины. Их простираение, как правило, совпадает с простираем слагающих пластину пород. При наличии в разрезе угольных пластов они

весьма перспективны для разработки, в том числе и открытым способом, глубина ограничивается только техническими возможностями предприятия.

Планируя работы в Присалаирской зоне Кузбасса следует учитывать, что зона сочленения сохраняет активность и в настоящее время. Горные породы в ней постоянно испытывают избыточное давление. По этой причине недопустимо увеличение техногенной нагрузки на зону сочленения и складирование отвалов разреза на породах Салаирского аллохтона. Это может стать своего рода спусковым крючком для горных ударов и даже разрушительных землетрясений, как, например, землетрясение 19 июля 2013 г., признанное самым крупным в истории Земли техногенным землетрясением.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Гутак Я. М.** Последовательность тектонических событий в Кузбассе (мезозой) // Корреляция алтаид и уралид: глубинное строение литосферы, стратиграфия, магматизм, метаморфизм, геодинамика и металлогения: матер. Четвертой междунар. науч. конф. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2018. – С. 47–48.
2. **Гутак Я. М., Антонова В. А.** Начальный этап развития Кузнецкого прогиба (юг Западной Сибири) // Проблемы палеоэкологии и исторической геоэкологии: сб. тр. Всерос. науч. конф., посвящ. памяти проф. В. Г. Очева. – Москва; Саратов: ПИН РАН; СГТУ им. Ю. А. Гагарина; Кузница рекламы, 2017. – С. 101–109.
3. **Гутак Я. М., Рубан Д. А.** Молассовые толщи и тектонический режим их накопления: попытка концептуального синтеза с учетом новых геологических данных // Вестн. СибГИУ. – 2016. – № 1. – С. 9–14.
4. **К геологии присалаирской части Кузбасса в районе проходки глубокой скважины (с. Новобачаты) / А. С. Бартев, С. В. Белогубец, Н. В. Белогубец и др. // Актуальные вопросы геологии и минералогии юга Сибири. – Новосибирск, 2001. – С. 33–39.**
5. **Легенда** Кузбасской серии государственной геологической карты Российской Федерации м-ба 1:200 000 (2 изд.) / Г. А. Бабин, С. М. Борисов, В. Н. Токарев и др. – Новокузнецк, 1999. – 426 с.
6. **Решения** совещания по стратиграфии верхнепалеозойских отложений Кузбасса, 25–26 марта 1993 г., Новокузнецк // Кузбасс – ключевой район в стратиграфии верхнего палеозоя Ангариды. Т. II. – Новосибирск, 1996. – С. 93–94.
7. **Gutak J.** Oil-and-Gas Content Prospects of the Kuznetsk Bending (the South of Western Siberia, Russia) // The Geology in Digital Age. Proceedings of the 17th Meeting of the Association of European Geological Societies. – Belgrade, 2011. – P. 77–80.

REFERENCES

1. Gutak Ya.M. [A succession of tectonic events in Kuzbass (Mesozoic)]. *Korrelyatsiya altaid i uralid: glubinnoe stroenie litosfery, stratigrafiya, magmatizm,*



metamorfizm, geodinamika i metallogeniya. Materialy Chetvertoy mezhdunar. konf. 2–6 Aprelya, 2018, Novosibirsk. [Correlation of the Altai and Uralides magmatism, metamorphism, stratigraphy, geochronology, geodynamics and metallogeny. Proceedings of 4th International Scientific Conference, April, 2–6, 2018. Novosibirsk. Novosibirsk, SB RAS Publ., 2018, pp. 47–48. (In Russ.).

2. Gutak Ya.M., Antonova V.A [Initial stage of development of the Kuznetsk trough (south of Western Siberia)]. *Problemy paleoekologii i istoricheskoy geoekologii. Sbornik trudov Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii pamyati prof. V.G.Ocheva* [Problems of palaeoecology and historical geoecology. Proceedings of All-Russian Scientific Conference in memory of professor V.G.Ochev]. Moscow-Saratov, Kuznitsa reklamy Publ., 2017, pp. 101–109. (In Russ.).

3. Gutak Ya.M., Ruban D. A. [Molasse strata and tectonic mode of their accumulation: an attempt to conceptual synthesis based on new geological data]. *Vestnik SibGIU* [Bulletin of SibSIU], 2016, no. 1, pp. 9–14. (In Russ.).

4. Bartev A.S., Belogubets S. V., Belogubets N. V., et al. [To geology of the Presalair part of Kuzbass in

and around deep hole boring (Novobachaty settl.)]. *Aktual'nye voprosy geologii i mineragenii yuga Sibiri* [Actual Problems of Geology and Metallogeny of Southern Siberia]. Novosibirsk, 2001, pp. 33–39. (In Russ.).

5. Babin G.A., Borisov S. M., Tokarev V. N., et al. *Legenda Kuzbasskoy serii Gosudarstvennoy geologicheskoy karty Rossiyskoy Federatsii masshtaba 1:200 000 (2-e izd.). Ob'yasnitel'naya zapiska* [Legend of the Kuzbass series of the National Geological Map of the Russian Federation at a scale of 1:200 000 (2nd ed.). Explanatory note]. Novokuznetsk, 1999. 426 p. (In Russ.).

6. [Decisions of Meeting on the stratigraphy of Upper Paleozoic deposits of Kuzbass, March, 25–26, 1993, Novokuznetsk]. *Kuzbass – klyuchevoy rayon v stratigrafii verkhnego paleozoya Angaridy* [Kuzbass as a key region in stratigraphy of the Upper Paleozoic of Angarida]. Novosibirsk, 1996, vol. 2, pp. 93–94. (In Russ.).

7. Gutak J. Oil-and-Gas Content Prospects of the Kuznetsk Bending (the South of Western Siberia, Russia). *The Geology in Digital Age. Proceedings of the 17th Meeting of the Association of European Geological Societies*. Belgrade, 2011, pp. 77–80.

© А. Р. Горбунова, Я. М. Гутак, 2019



УДК 553.411:553.065(571.54)

ГИДРОТЕРМАЛЬНЫЕ ЗОНЫ МИНЕРАЛИЗАЦИИ КАК ВОЗМОЖНЫЕ ИСТОЧНИКИ РОССЫПНОГО ЗОЛОТА БУЛУКТАЙ-ХАРАЦАЙСКОГО РУДНОГО УЗЛА (ДЖИДИНСКИЙ РУДНЫЙ РАЙОН БУРЯТИИ)

И. В. Гаськов

Институт геологии и минералогии им. В. М. Соболева СО РАН, Новосибирск, Россия

В результате проведенных исследований на территории Булуктай-Харацайского рудного узла установлены разного типа гидротермальные рудные проявления с повышенным содержанием золота, которые можно рассматривать в качестве возможных источников россыпного золота, – минерализованные золотосодержащие участки Шугуйтый и Харацай, а также известное месторождение Зун-Даба. Участок Шугуйтый приурочен к зоне дробления гранитов джидинского комплекса, рудная минерализация которой представлена небольшими выделениями галенита, сфалерита, пирита, магнетита и самородного золота в ассоциации с жилами и гнездами кварца и мусковита. Участок Харацай, выделенный на контакте гранитов джидинского комплекса и ксенолита известняков, сложен скарнированными известняками, гидротермальными породами кварц-серицитового состава и кварцевыми жилами с бедной вкрапленностью пирита. Все эти породы характеризуются повышенным содержанием золота (сотые и десятые доли г/т). Месторождение Зун-Даба локализуется на контакте гранодиоритов и ксенолита известняков нижнепалеозойского возраста и относится к плутоногенной гидротермальной полиметаллической формации. Оруденение представлено галенитом, сфалеритом, пиритом, магнетитом и мелкими включениями самородного золота с широкими вариациями его состава. Большая часть золота низкой пробы, не имеет прямой корреляции с главными рудными элементами (Zn, Pb), что может свидетельствовать о разных условиях их формирования.

Ключевые слова: золото, месторождения, оруденение, граниты, Джидинский район, Бурятия.

HYDROTHERMAL ZONES OF MINERALIZATION AS POSSIBLE SOURCES OF GOLD PLACERS OF THE BULUKTAY-KHARATSAYSKIY ORE CLUSTER (DZHIDA ORE DISTRICT OF BURYATIA)

I. V. Gaskov

V. S. Sobolev Institute of Geology and Mineralogy of SB RAS, Novosibirsk, Russia

As a result of researches performed in the territory of the Buluktay-Kharatsay ore cluster, various types of hydrothermal ore occurrences with a high gold content which can be considered as possible sources of placer gold of this ore cluster have been identified. These include mineralized gold-bearing areas Shuguytyi and Kharatsay, as well as the previously known Zun-Daba deposit. The Shuguytyi site is confined to the granites crush zone of the Dzhida complex. The ore mineralization of this zone is represented by small precipitations of galena, sphalerite, pyrite, magnetite and native gold in association with veins and nests of quartz and muscovite. The Kharatsay site, distinguished at the contact of granites of the Dzhida complex and limestone xenolith, is composed of skarnified limestones, quartz-sericite hydrothermal rocks and quartz veins with poor pyrite impregnation. All these rocks are characterized by a high gold content (hundredths and tenths of g/t). The Zun-Daba deposit is localized at the contact of granodiorites and xenolith of limestones of the Lower Paleozoic and belongs to the plutogenic hydrothermal polymetallic formation. The mineralization is composed of galena, sphalerite, pyrite, magnetite and small inclusions of native gold with wide variations in its composition. Most of the gold has a low fineness and does not have a direct correlation with main ore elements (Zn, Pb), that may indicate different conditions for their formation.

Keywords: gold, deposits, mineralization, granites, Dzhida district, Buryatia.

DOI 10.20403/2078-0575-2019-2-82-92

Булуктай-Харацайский рудный узел входит в состав Джидинского рудного района, расположенного в Закаменском и Тункинском административных районах Республики Бурятия, в геологическом отношении находится в юго-западной части Саяно-Байкальского складчатого пояса в пределах Джидинской зоны каледонид [8]. В геологическом строении района выделяются комплексы венд-нижнепалеозойской Джидинской островодужной

системы энсиматического типа, представленные ранними вендскими (560 ± 5 млн лет) офиолитовыми ассоциациями базит-ультрабазитов с дайковыми образованиями примитивных основных пород известково-щелочной серии, которые сменяются нижнекембрийской толщей преимущественно псаммитовых тефротурбидитов андезибазальтового состава, археоциатовых известняков (хохюртовская свита) и многочисленными интрузивными телами

джидинского комплекса, возраст которого $(506 \pm 1) - (504 \pm 2)$ млн лет [5]. В позднем палеозое – мезозое под влиянием мантийных плюмов в Джидинской зоне проявились активные внутриплитные процессы, приведшие к формированию позднепалеозойских и мезозойских гранитоидов и связанных с ними месторождений стратегического сырья [9]. Более половины площади района занимают выходы позднепалеозойских гранитоидов (дабанский, джидинский (бичурский) комплексы). Считается, что именно с гранитоидами позднепалеозойского и позднепалеозойско-раннемезозойского этапов связаны промышленно значимые ресурсы молибдена, вольфрама, золота и полиметаллов Джидинского рудного района [12]. В настоящее время он по-прежнему рассматривается как потенциально крупный промышленный узел минерально-сырьевого профиля. Здесь выявлено 7 месторождений, около 20 рудопроявлений и более 60 минерализованных точек [7]. Наиболее широко развиты проявления молибдена и вольфрама, которые образуют узловое распределение [10], обнаружены также ко-

ренные проявления золота (золоторудные, золото-редкометалльные и золото-полиметаллические) [2]. При этом золотогенерирующими считаются раннепалеозойские гранитоиды джидинского комплекса и мезозойские лейкограниты гуджирского комплекса. Кроме того, некоторые исследователи отмечают пространственную связь золотых проявлений, геохимических аномалий и шлиховых потоков золота с базит-гипербазитами [3].

В Джидинском рудном районе с юго-востока на северо-запад выделяется пять рудных узлов [9]: Булуктай-Харацайский, Хамней-Улекчинский, Закаменский, Тарбагатай-Нашитуйский и Верхнеджидинский (рис. 1). Золотое оруденение установлено лишь на юго-востоке района в трех рудных узлах – Закаменском, Тарбагатай-Нашитуйском и Булуктай-Харацайском. В двух первых золоторудная минерализация развита более широко и представлена коренными и россыпными проявлениями; в третьем золотое оруденение образует целый ряд рудопроявлений (наиболее значимые – Золотая Горка, Барун-Нарын и Водопадное). Основная золотоконтролиру-

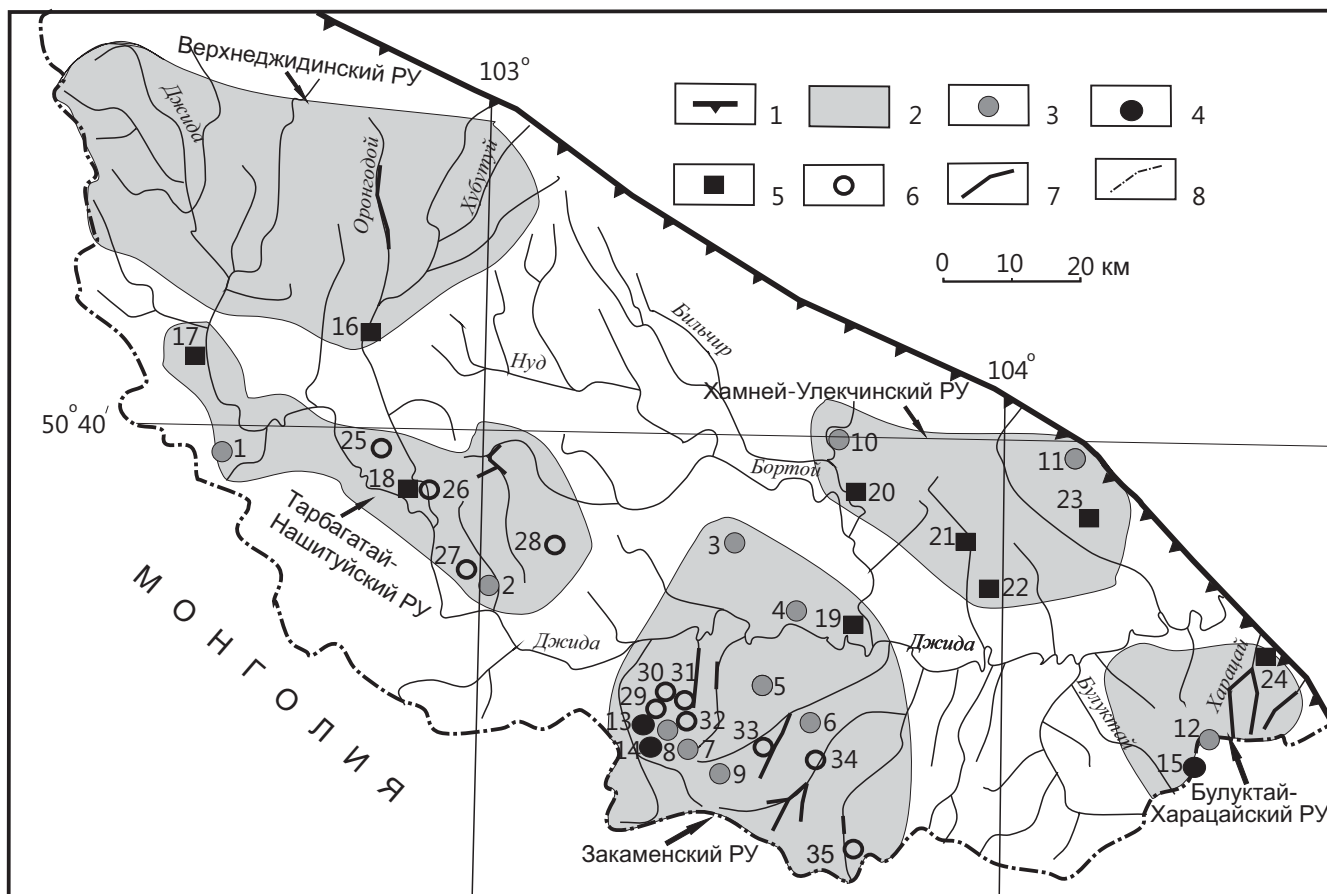


Рис. 1. Схема размещения рудных узлов, месторождений и проявлений в Джидинском рудном районе [10]

1 – граница Джидинского рудного района; 2 – площади рудных узлов; 3–6 – месторождения и рудопроявления: 3 – молибденовые: Сайд (1), Шара-Азаргинское (2), Бороктинское (3), Чемуртаевское (4), Джидотское (5), Малоойногорское (6), Первомайское (7), Хасуртинское (8), Долон-Модонское (9), Цаган-Нурское (10), Студенческое (11), Сохатинское (12); 4 – вольфрамовые: Инкурское (13), Холтосонское (14), Булуктайское (15); 5 – полиметаллические: Гуджир (16), Унэтэ (17), Тарбагатайское (18), Хамнейское (19), Мойстойское (20), Верхнехуртугинское (21), Хуртугинское (22), Баянгольское (23), Зун-Дабанское (24); 6 – золоторудные: Сарлам (25), Ехэ-Жэлгинское (26), Енгорбойский Дабан (27), Барун-Сальское (28), Золотая Горка (29), Барун-Нарын (30), Ивановка (31), Солнечное (32), Ойногорское (33), Водопадное (34), Шабартайское (35); 7 – россыпные проявления золота; 8 – государственная граница

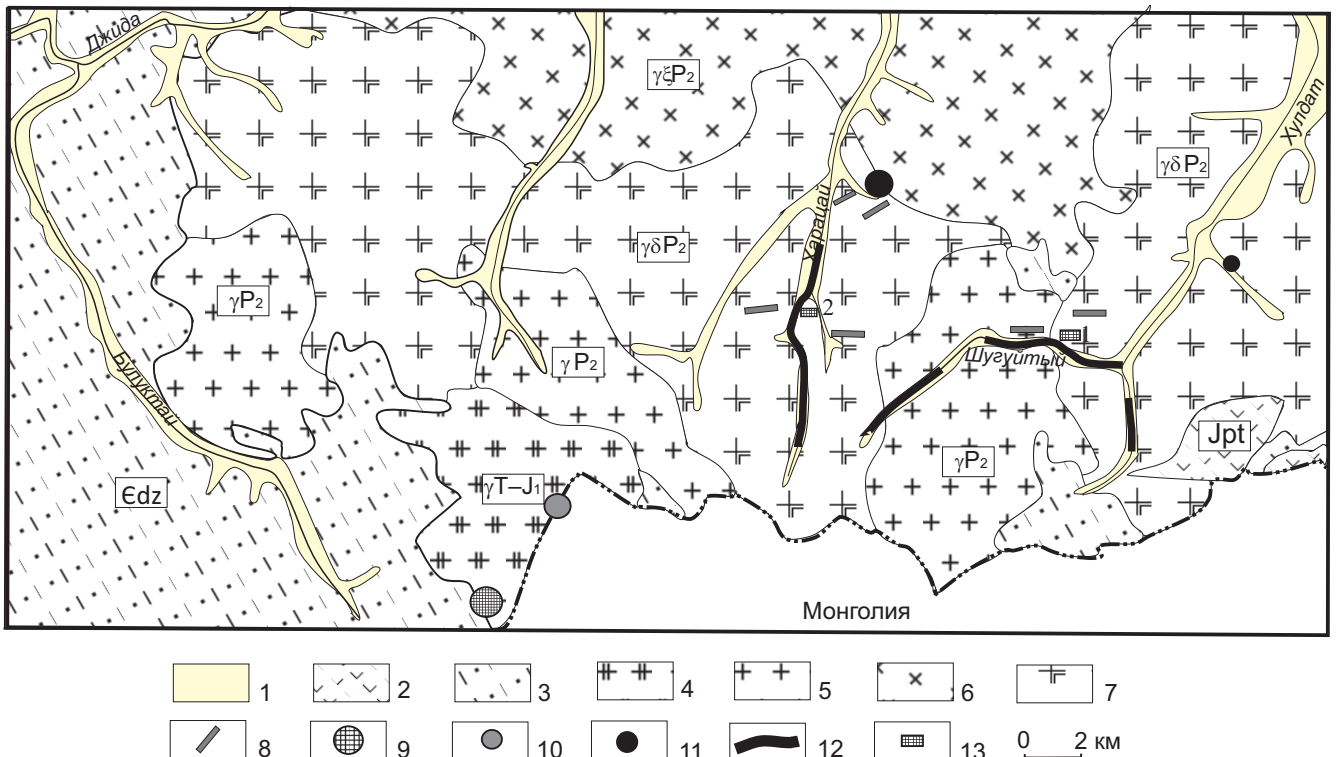


Рис. 2. Геологическое строение Булуктай-Харацайского рудного узла (выкопировка из геологической карты м-ба 1:200 000 [2])

1 – четвертичные отложения долин рек и ручьев; 2 – базальтовые, андезитовые и диабазовые порфириды, трахиты, туфобрекчии петропавловской свиты (Jpt); 3 – песчаники, известняки и сланцы джидинской свиты (Edz); 4 – лейкократовые среднезернистые граниты ($\gamma T-J_1$); 5 – лейкократовые порфиroidные граниты и граносиениты (γP_2); 6 – граносиениты, сиениты и монзониты ($\gamma \xi P_2$); 7 – гранодиориты, диориты, габбро-диориты и габбро ($\gamma \delta P_2$); 8 – дайки гранитов, сиенит-порфиров, аплитов и пегматитов (γP_2); 9–11 – месторождения: 9 – Булуктаевское молибден-вольфрамовое, 10 – Сохатинское молибденовое, 11 – Зун-Дабанское полиметаллическое; 12 – россыпные проявления золота; 13 – минерализованные участки: 1 – Шугуйтуй; 2 – Харацай

ющая структура в Закаменском рудном узле – зона палеозойского глубинного разлома северо-западного простирания. Общие прогнозные ресурсы золота здесь оцениваются в 20–25 т. В Тарбагатай-Нашитуйском рудном узле золотое оруденение приурочено к зонам березитизации, которые контролируются системой пологих зон трещиноватости, дробления и других разрывных нарушений. По составу преобладают золоторудные проявления кварц-пирит-халькопиритового типа, которые в основном залегают среди венд-нижнекембрийских вулканитов, реже – габбро-гранитных интрузивов (рудопоявления Сарлам, Ихэ-Жэлгинское, Барун-Сальское, Енгорбойский Дабан и др.) (см. рис. 1). Содержания золота в них варьируют от 1 до 19,2 г/т. Характерные элементы-примеси в рудах наряду с медью – свинец, цинк, иногда мышьяк, сурьма, молибден, олово, а на Ихэ-Жэлгинском, Барун-Сальском, кроме того, отмечаются повышенные (до 0,07 %) концентрации вольфрама.

В Булуктай-Харацайском рудном узле, расположенном на юго-восточном фланге района, установлены лишь россыпные проявления золота (долины правых притоков р. Джида – Харацай, Хулдат) и небольшое россыпное месторождение Шугуйтинское в долине руч. Шугуйтуй левого притока р. Хулдат

(рис. 2). Золотоносные россыпи обычно залегают на небольшой глубине (от 1 до 5 м). Ширина золотоносных пластов до 30 м, редко больше, мощность 0,2–1,5 м. Установлено кустовое, струйчатое и гнездовое распределение золота, содержание его в пласте не превышает 0,5 г/м³. До настоящего времени нет четкого представления об источниках золота этих россыпных образований, как нет и оценки перспектив выявления коренной золотоносности в Булуктай-Харацайском рудном узле. В 2017 г. нами были проведены работы с целью выявления возможных источников россыпного золота и оценки перспектив коренной золотоносности.

Геологическое строение и металлогения Булуктай-Харацайского рудного узла

Рудный узел представлен в основном интрузивными породами разного состава, лишь в западной его части установлены выходы существенно осадочных известково-песчано-сланцевых отложений джидинской свиты (Edz), а в восточной – ограниченные фрагменты вулканогенных базальт-андезитовых и трахитовых пород петропавловской свиты (Jpt) (см. рис. 2). Большая часть интрузивных пород – это образования джидинского комплекса среднепермского возраста (P_2) и небольшие тела и дайки

гранитов и лейкогранитов гуджирского комплекса ($\gamma T-J_1$). В составе джидинского комплекса выделены три фазы; преобладает ранняя габбро-гранитная ассоциация, представленная полным набором пород от кислого до основного состава ($\gamma B P_2$). Также широко распространены сиениты и монцитоны второй фазы ($\gamma \xi P_2$), а в подчиненном количестве находятся граниты, лейкограниты, граносиениты третьей фазы (γP_2). Рудная минерализация развита ограниченно: небольшие месторождения молибдена (Сохатинское), вольфрама (Булуктаевское) и полиметаллов (Зун-Дабанское). Кроме того, в рудном узле, как уже отмечалось, достаточно широко распространены россыпные проявления золота. Их источники до настоящего времени не установлены. С этой целью рассмотрим минеральный состав и золотоносность всех обнаруженных рудных образований на данной площади, в том числе указанных месторождений.

Булуктайское комплексное молибден-вольфрамовое месторождение находится в верховье р. Булуктай. В его геологическом строении принимают участие известково-сланцевые отложения джидинской свиты и гранитоиды джидинского интрузивного комплекса (P_2), к контакту которых приурочен крупный массив гуджирских гранитов ($\gamma T-J_1$), прорванных дайками лампрофиров, бостонитов, гранит-порфиров. Оруденение приурочено к трубообразному телу брекчий (диаметр 300–350 м) с гидротермальным кварцевым цементом, расположенному в экзоконтактной части гранитов гуджирского комплекса. Оруденение представляет собой штокверк, выполненный прожилками кварца и вкрапленностью шеелита, гюбнерита, берилла, молибденита, сфалерита, галенита, халькопирита, тетраэдрита и некоторых других малораспространенных минералов [4, 11, 13]. Кроме того, в рудах отмечается золото, содержание которого достигает 0,6 г/т. Генезис руд Булуктайского молибден-вольфрамового штокверка по данным этих работ постмагматический (гидротермально-метасоматический), связанный с раннемезозойскими гранитами и гранит-порфирами. Оруденение образовалось в два этапа (редкометалльно-молибденовое, затем вольфрамовое), разделенных внедрением даек аплитов. Запасы месторождения по категориям C_1+C_2 оцениваются в 9,2 тыс. т WO_3 и 1,48 тыс. т Mo.

Сохатинское молибденовое месторождение находится в 3,5 км к северо-востоку от Булуктайского, частично – на территории Монголии. Участок месторождения сложен лейкократовыми гранитами гуджирского интрузивного комплекса и песчаниково-сланцевыми отложениями джидинской свиты. Граниты участками грейзенизированы, окварцованы и пронизаны маломощными (3–4 см) кварцевыми прожилками. Молибденит встречается в виде рассеянной вкрапленности в грейзенизированных гранитах, сближенных гнездообразных скоплениях размером до 3–5 см, а также в кварцевых прожилках. Содержание молибдена в грейзенизированных

гранитах изменяется от 0,04 до 0,14 % [2]. Приуроченность молибденовой минерализации к интрузии гранит-порфиров гуджирского интрузивного комплекса дает многим исследователям основание указывать на их генетическую связь.

Зун-Дабанское свинцово-цинковое месторождение расположено в правом борту правого притока р. Харацай в 2 км от его устья. В геологическом строении месторождения участвуют граниты и гранодиориты джидинского интрузивного комплекса, в которых включено большое количество мелких ксенолитов известняков и сланцев. Эти граниты прорваны многочисленными дайками фельзитов, фельзит-порфиров и щелочных сиенитов. Месторождение приурочено к контакту гранодиоритов и ксенолита известняков. По генезису большинство исследователей относят его к контактово-метасоматическому типу. Свинцово-цинковое оруденение представлено небольшими (до 0,7×8 м) телами сплошных руд и маломощными (1–2 м) минерализованными зонами северо-восточного направления протяженностью до 30 м. В распределении рудных минералов наблюдается четкая зональность: в лежачем боку преобладает сфалерит, в висячем – галенит. Среднее содержание рудных элементов на глубине 2–6 м самого большого рудного тела составляют: Pb 2 %, Zn около 13 %, серебра 11 г/т, золота до 30 г/т. В минерализованных зонах концентрация Zn не превышает 0,15, Pb 0,3 и Cu 0,05 % [1]. Ревизионные работы, проведенные на месторождении позднее, не подтвердили высоких содержаний золота.

Характеристика золото-россыпной минерализации Булуктай-Харацайского рудного узла

Изучение золота, отобранного из золотоносных песков разных россыпей исследуемой площади, показывает широкие вариации его состава – от 928 до 410 ‰ (рис. 3), что может указывать на его разные коренные источники. Для их установления нами проведены исследования на Харацай-Хулдатской площади, расположенной между речками Харацай и Хулдат и характеризующейся широким развитием россыпных проявлений (см. рис. 2). В ее геологическом строении преобладают граниты джидинского комплекса, представленные среднезернистыми биотитовыми разностями, в первичном составе которых установлены ортоклаз, микроклин, кислый плагиоклаз, кварц и биотит. В тектонических зонах эти породы брекчированы и гидротермально изменены.

На участке Шугуйтый в левобережье среднего течения одноименного ручья были изучены такие брекчированные образования в зоне дробления гранитов джидинского комплекса (см. рис. 2, уч. 1). Брекчированные граниты испытали гидротермальные изменения с развитием серицитизации, хлоритизации, эпидота и сульфидной минерализации. Межобломочное пространство выполнено квар-

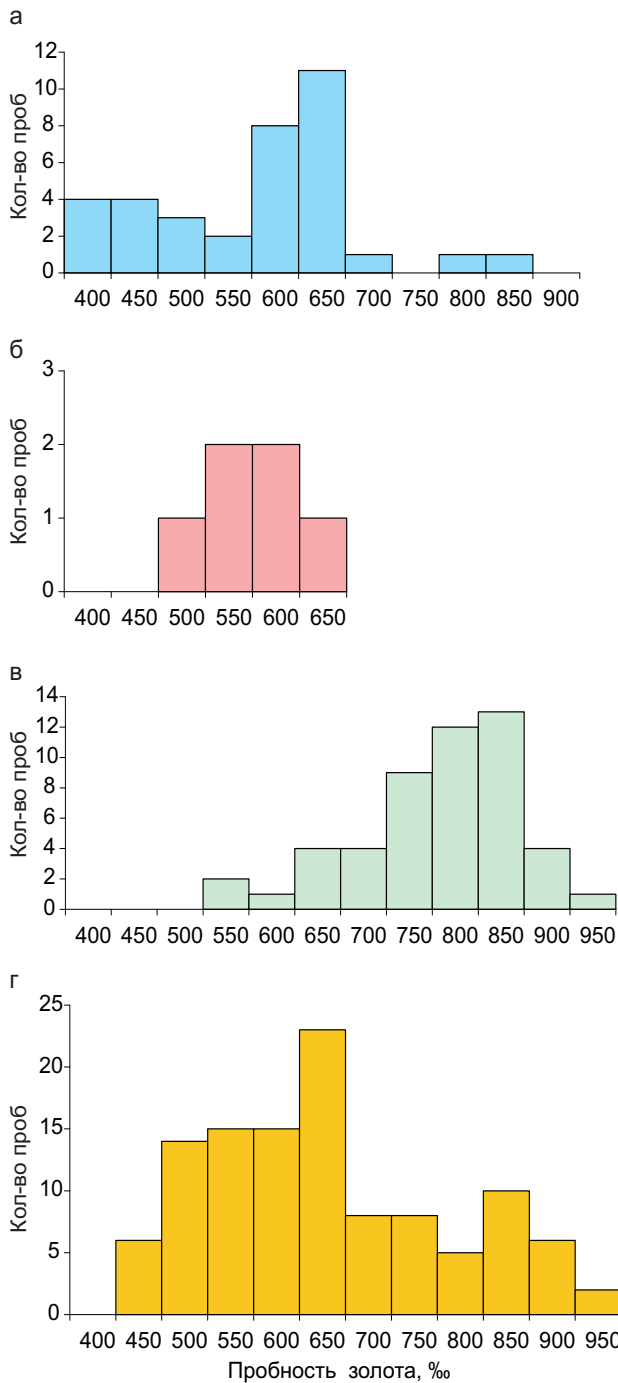


Рис. 3. Гистограммы пробности золота из разных участков Харацай-Хулдатской площади: а – месторождение Зун-Даба; б – участок Харацай; в – участок Шугуйтый; г – из разных россыпей Харацай-Хулдатской площади

цем в виде жил и гнезд, мусковитом; наблюдается бедная рудная минерализация, представленная небольшими (до 0,5 мм) выделениями галенита, сфалерита, пирита, магнетита и тонкими (<0,1 мм) включениями самородного золота. Атомно-абсорбционным анализом, проведенным в аналитической лаборатории Института геологии и минералогии СО РАН, во всех пробах установлен повышенный фон содержания золота. Методом ISP-MS (аналитическая лаборатория ООО «АЛС Чита-Лаборатория») выявлены повышенные содержания Zn, Pb, и Mn (табл. 1). Золото установлено в трех шлиховых пробах (табл. 2), отобранных по пространству предполагаемой зоны брекчирования в средней части южного склона хребта (около 1 км). Золото имеет преимущественно неокатанную (рудное) форму (крючки, проволоки, пластинки с острыми краями), размер от менее 0,25 до 0,5 мм, цвет желтый, светло-желтый (рис. 4). Состав тяжелой фракции шлиховых проб в целом близкий, в основном это магнетит (70–75%), меньше – ильменит, гематит, окисленный пирит, гидроокислы Fe. Из породообразующих минералов часто отмечаются эпидот, цоизит, хлорит, гранат, кварц, слюда, полевые шпаты, сфен. Состав золота шлиховых проб участка Шугуйтый имеет широкие вариации: Au 50,53–92,03% (табл. 3). В качестве примеси отмечается серебро (до 48,36%) и в небольшом количестве ртуть (до 0,45%).

Зона брекчирования сопровождается широким развитием даек сиенит-порфиров и диорит-порфиров джидинского комплекса, характеризующихся повышенным содержанием золота (см. табл. 1). В составе сиенит порфиров в порфиробластах преобладает калиевый полевой шпат; в основной массе развиты калиевый полевой шпат, плагиоклаз и кварц, а диорит-порфириты сложены в основной массе плагиоклазом, кварцем с включениями магнетита и апатита. В порфировых выделениях развиты плагиоклаз, амфибол и биотит. Пространственная связь золотоносной минерализованной зоны дробления и даек джидинского комплекса с повышенным содержанием золота дает основание предполагать и генетическую их связь, на что указывали и предыдущие исследователи.

В верховьях р. Харацай на юго-западе исследуемой площади на контакте гранитов и ксенолита известняков был выявлен другой тип изменения гранитов джидинского комплекса (см. рис. 2, уч. 2).

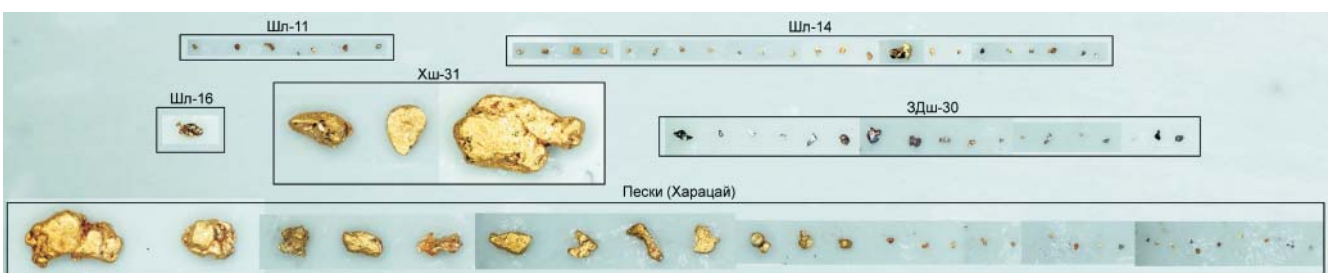


Рис. 4. Выделения самородного золота из разных участков Харацай-Хулдатской площади

Таблица 1

Содержания Au, Ag и сопутствующих элементов-примесей в рудах и породах Харацай-Хулдатской площади (все – ppm, Fe –%)

№ пробы	Состав пробы	Au	Zn	Pb	Cu	As	Ba	Sr	Cd	Fe	Co	Ni	Cr	Mo	Mn	V	
Участок Шугуйтый																	
Ш-1	Брекчированные граниты с гидротермально-измененным цементом и рудной минерализацией	0,016	92	35	50	2	50	28	0,6	2,09	5	3	20	6	532	22	
Ш-2		0,028	57	20	48	5	40	35	<0,5	1,96	4	5	29	5	409	23	
Ш-4		0,048	146	26	74	<2	50	18	0,9	2,1	3	3	23	2	371	15	
Ш-6		0,017	4210	1,5%	6	12	18	17	25,1	0,81	2	4	23	<1	244	1	
Ш-7		0,016	89	48	7	<2	30	13	0,7	0,2	1	<1	13	<1	63	1	
Ш-9		0,0082	92	36	69	2	40	22	<0,5	2,35	5	1	19	4	517	24	
Ш-10		0,048	124	226	31	3	20	18	0,6	1,03	1	1	15	7	1540	1	
Ш-14		Дайка сиенит-порфира	0,011	340	71	18	5	50	17	0,6	0,72	1	1	11	2	474	2
Участок Харацай																	
Х-33		Дайка фельзита	0,039	470	48	32	<2	40	7	2,4	1,5	1	11	21	2	388	1
Х-34	Гранит	0,0013	42	10	6	12	50	15	<0,5	1,18	3	2	24	<1	174	7	
Х-35	Дайка монсонита	0,0095	52	16	4	2	40	8	<0,5	0,49	1	<1	21	<1	139	1	
Х-36	Прокварцованная порода	0,0028	26	26	6	24	50	1205	0,5	0,55	3	11	13	<1	275	1	
Х-38	Скарнированный известняк	0,012	21	11	5	13	20	2420	0,5	0,42	3	6	5	<1	599	<1	
Х-39	Кварцевая жила в скарнированной породе	0,024	42	10	6	5	21	34	<0,5	1,18	3	2	24	<1	170	17	
Х-40	Прокварцованный метасоматит	0,042	18	9	13	61	10	19	<0,5	0,76	1	1	25	<1	46	11	
Х-41	Измененный диорит	0,011	82	2	8	<2	40	69	<0,5	3,57	17	11	28	<1	515	94	
Х-42	Прокварцованный метасоматит	0,13	43	20	29	5	210	34	<0,5	1,46	3	35	19	5	1700	17	
Х-44	Кварц-полевошпатовые жилы	0,0075	120	5	28	3	90	65	<0,5	3,55	14	14	34	1	593	61	
Х-45	Прокварцованный метасоматит	0,0096	102	148	14	<2	50	69	<0,5	4,46	13	7	8	<1	710	68	
Х-46	Кварцевые жилы	0,028	10	<2	31	8	20	18	<0,5	0,99	6	24	34	1	149	10	



Окончание табл. 1

№ пробы	Состав пробы	Au	Zn	Pb	Cu	As	Ba	Sr	Cd	Fe	Co	Ni	Cr	Mo	Mn	V
X-47	Прокварцованный метасоматит	0,0097	49	<2	14	9	310	16	<0,5	1,08	9	23	54	2	1980	13
Участок Зун-Даб																
ЗД-18	Кварцевая жила с магнетитом	0,015	31	11	23	7	20	16	<0,5	1,87	3	8	35	2	343	12
ЗД-19	Прокварцованная порода	0,13	30	18	9	3	50	47	<0,5	0,66	2	9	22	3	83	5
ЗД-22	Измененный гранит	0,0041	221	54	12	20	50	49	0,6	1,51	4	8	30	1	259	24
ЗД-23	Метасоматит	0,12	1480	850	30	93	20	39	5,2	1,62	4	6	21	1	433	7
ЗД-24	Окисленная свинцовая руда	0,035	7140	6870	32	60	30	101	46,6	1,5	6	11	21	2	413	8
ЗД-25	Метасоматит со сфалеритом и галенитом	0,048	1980	8200	275	66	80	206	40,8	2,06	4	10	22	1	577	11
ЗД-26	То же	0,043	4430	3,62	7	131	20	1300	28,2	9,23	19	44	35	1	3800	28
ЗД-27	Вкрапленная сфалеритовая руда	0,13	19,7%	512	20	80	25	419	>1000	10,68	21	34	7	1	6100	3
ЗД-28	То же	0,091	10,9%	867	9	173	10	686	576,5	10,85	17	27	8	1	4815	3
ЗД-29	Свинцовая руда	0,38	17,6%	>20%	9	221	10	355	976	7,02	21	46	14	1	2340	4
ЗД-48	Скарнированный известняк	0,0012	228	17	14	2	20	529	1,2	1,12	6	16	17	2	360	8
ЗД-49	Галенит-сфалеритовая руда	0,050	4,76%	1910	8	60	10	1470	258	3,3	9	18	5	<1	3080	<1
ЗД-50	Скарнированный известняк	0,013	390	27	3	<2	20	391	1,7	2,48	3	4	15	1	1140	18
ЗД-51	Окисленная галенит-сфалеритовая руда	0,11	8250	5,7%	185	88	40	806	74,7	6,87	6	5	18	7	1418	21
ЗД-52	Дайка сиенит-порфира	0,026	48	32	4	<2	30	10	<0,5	0,62	1	1	23	<1	216	2
ЗД-54	Обохранная кварц-карбонатная жила	0,0069	16	25	29	<2	20	136	<0,5	1,04	11	24	27	1	200	24
ЗД-55	Измененная кислая Дайка	0,021	581	10	26	<2	70	16	3,2	2,32	4	7	72	1	366	54



Таблица 2

Характеристика минерального состава шлиховых проб

№ пробы	Место взятия пробы	Минеральный состав	Характеристика Au
Участок Шугуйтый			
Шл-11	Пролувиальные шлихи из русел временных потоков, пересекающих зону дробления вкрест простираения	Магнетит (75 %), ильменит, гематит, окисленный пирит, гидроокислы Fe. Нерудные: эпидот, цоизит, хлорит, гранат, кварц, слюда, полевой шпат, сфен	6 знаков Au, неокатанное (рудное). Пластинки, крючки размер от 0,05 до 0,25 мм, цвет желтый, красновато-желтый
Шл-12		Магнетит (70 %), ильменит, гематит, окисленный пирит. Нерудные: кварц, слюда, полевой шпат	Нет
Шл-13		Магнетит (70 %), ильменит, гематит, гидроокислы Fe, Mn. Нерудные: хлорит, гранат, цоизит, турмалин, кварц, полевой шпат	Нет
Шл-14		Магнетит (70 %), ильменит, гематит, гидроокислы Fe. Нерудные: эпидот, хлорит, гранат, кварц, слюда, полевой шпат	20–25 знаков Au, неокатанное (рудное). Форма – крючки, пластинки, проволочки, размер от <0,25 до 0,5 мм, цвет желтый и светло-желтый
Шл-16	Делювиальный шлик	Магнетит (<5 %), ильменит, гематит, окисленный пирит, гидроокислы Fe. Нерудные: кварц, хлорит, гранат, полевой шпат, циркон, биотит	1 знак Au, неокатанное (рудное). Размер 0,3 мм, цвет желтый
Участок Харацай			
Хш-31	Пески с полигона в верховьях р. Харацай	Магнетит (~30 %), ильменит, гематит окисленный пирит. Нерудные: кварц, полевой шпат, эпидот, гранат, циркон	>30 знаков Au, окатанное (пластинки, лепешки). Размер от 0,05 до 1,5 мм, цвет от светло-желтого до красновато-желтого
Участок Зун-Даба			
ЗДш-30	Элювиальный шлик в отвалах уклонки	Галенит, сфалерит, окисленный пирит, гематит	≈20 знаков Au, полуокатанное (пластинки, крючки, проволочки). Размер от 0,1 до 0,25 мм; цвет в основном светло-желтый, редко желтый

Таблица 3

Состав золота в золотоносных россыпях и в пробах из разных участков Харацай-Хулдатской площади

Места отбора проб золота (число проб)	Au	Ag	Cu	Hg
Золотоносные пески Харацай-Хулдатской площади (113)	<u>41,08–92,78</u> 63,01	<u>7,92–58,59</u> 36,53	0,00	<u>0–0,42</u> 0,02
Участок Шугуйтый (50)	<u>50,53–92,03</u> 75,66	<u>7,84–48,36</u> 23,24	<u>0–0,03</u> 0,00	<u>0–0,45</u> 0,03
Участок Харацай (16)	<u>48,85–61,44</u> 55,12	<u>36,91–50,50</u> 44,23	0,00	<u>0–0,06</u> 0,02
Участок Зун-Даба (35)	<u>26,07–83,08</u> 55,40	<u>18,05–72,58</u> 43,95	<u>0–0,01</u> 0,00	<u>0–0,04</u> 0,00

Примечание. В числителе – интервал значений, в знаменателе – среднее; изучение состава самородного золота производилось микрорентгеноспектральным анализом на микрозонде MS-46 «Самеса» в аналитическом центре ИГМ СО РАН.

Среди измененных пород здесь установлены скарнированные породы эпидот-кварц-карбонатного состава, кварцевые жилы и хлорит-карбонат-кварцевые гидротермальные образования. Гидротермально измененные магматические породы кварц-полевошпатового состава и кварцевые жилы также вскрыты в плотике русла р. Харацай среди неиз-

менных диоритов и гранитов джидинского комплекса. Анализ всех отобранных проб на содержание Au, Ag и сопутствующих элементов-примесей показывает, что в большинстве проб фон содержания золота повышен (сотые доли г/т), а в отдельных пробах измененных и прокварцованных пород содержания Au составляют десятые доли г/т (см. табл. 1). Из



сопутствующих элементов фиксируются лишь повышенные содержания Mn, а в скарнированных породах – Sr. На этом участке также установлено широкое развитие даек сиенит-порфириров и фельзитов джидинского комплекса, характеризующихся повышенным содержанием золота, что, так же как и на участке Шугуйтый, может свидетельствовать об их генетической связи.

На Харацай-Хулдатской площади – области развития россыпных проявлений – также расположено Зун-Дабанское свинцово-цинковое месторождение. Информация по содержанию золота противоречива, поэтому мы провели собственные исследования. В геологическом строении месторождения принимают участие в основном гранодиориты джидинского комплекса, среди которых широко развиты ксенолиты известняков нижнепалеозойского возраста. Гранодиориты прорваны многочисленными дайками микродиоритов и сиенит-порфириров. Оруденение приурочено к контакту гранодиоритов и ксенолита скарнированных известняков. Рудная минерализация локализуется среди эпидот-серицит-кварцевых скарнированных пород и хлорит-серицит-кварцевых метасоматитов и представлена галенитом, сфалеритом, пиритом, магнетитом и тонкими включениями самородного золота. По данным опробования руд и пород месторождения в них установлены повышенные содержания золота – от сотых долей до 0,38 г/т (см. табл. 1). Также установлены высокие содержания главных рудных элементов полиметаллических руд (Zn, Pb) и их элементов-примесей (Cd, Mn, Sr). По полученным данным прямой корреляции между содержаниями Au и основными рудными элементами (Zn, Pb) не установлено. Повышенные концентрации Au (десятые и сотые доли г/т) отмечены как в полиметаллических рудах, так и в бессульфидных метасоматитах. Состав золота изучен в элювиальной шливовой пробе ЗДш-30, взятой из отвалов небольшой штольни. В пробе выявлено более 20 знаков рудного золота размером менее 0,3 мм в ассоциации с галенитом, сфалеритом, пиритом и гематитом (см. табл. 2). Золото преимущественно светлое серебристое или светло-желтое (см. рис. 4) и по составу имеет широкие вариации Au – от 26,07 до 83,08 % (см. табл. 3). Главная примесь золота – серебро (в отдельных пробах до 72,58 %), а содержания меди и ртути находятся в основном за пределами чувствительности анализа. Преобладает золото низкой пробности, лишь в единичных зернах более 800 ‰ (см. рис. 3). По составу большая часть выделений золота относится к электрону (до 40 % Ag) и к кюстелиту (до 70 % Ag). Такие широкие вариации состава золота, вероятно, связаны с разными условиями его формирования. Основная часть золоторудной минерализации характеризуется низкопробным золотом; по видимому, она формировалась при более низких температурах, а в силу отсутствия ее корреляции с главными рудными элементами (Zn, Pb) не связа-

на с процессом их формирования. Как и на других участках этой площади, в районе месторождения широко развиты дайки сиенит-порфириров джидинского комплекса с повышенным содержанием золота, что дает основание предположить образование данной части золота с внедрением этих даек. Полиметаллическое оруденение Зун-Дабанского месторождения относится к плутоногенной гидротермальной полиметаллической формации и сформировалось в ослабленной зоне на контакте гранодиоритов джидинского комплекса с ксенолитом известняков. Параллельно с образованием полиметаллической ассоциации, вероятно, происходило отложение небольшой части высокопробного золота, как на многих полиметаллических месторождениях [6].

Выводы

На основании проведенных исследований установлено, что на территории Булуктай-Харацайского рудного узла имеются разного типа гидротермальные рудные проявления с повышенным содержанием золота, которые можно рассматривать в качестве возможных источников россыпного золота. К ним прежде всего относятся минерализованные золотосодержащие участки Шугуйтый и Харацай, а также месторождения Булуктайское (молибден-вольфрамовое) и Зун-Даба (полиметаллическое) с повышенным содержанием золота.

Минерализованные участки различаются по условиям локализации, составу рудной минерализации и ее геохимическим особенностям. Участок Шугуйтый приурочен к зоне дробления гранитов джидинского комплекса, рудная минерализация которой представлена небольшими выделениями галенита, сфалерита, пирита, магнетита и самородного золота в ассоциации с жилами и гнездами кварца и мусковита. Участок Харацай на контакте гранитов джидинского комплекса и ксенолита известняков сложен скарнированными известняками, гидротермальными породами кварц-серицитового состава и кварцевыми жилами с бедной вкрапленностью пирита. Все эти породы характеризуются повышенным содержанием золота (сотые и десятые доли г/т). Зун-Дабанское месторождение локализовано на контакте гранодиоритов и ксенолита известняков нижнепалеозойского возраста. Оно относится к плутоногенной гидротермальной полиметаллической формации. Оруденение представлено галенитом, сфалеритом, пиритом, магнетитом и мелкими включениями самородного золота с широкими вариациями состава, что может свидетельствовать о разных условиях его формирования. Большая часть золота обладает низкой пробностью и не имеет прямой корреляции с главными рудными элементами (Zn, Pb), что указывает на разное время их формирования.

Полученные данные свидетельствуют, что на изученной площади достаточно широко развиты золотоносные гидротермальные зоны минерали-



зации, которые можно отнести к малосульфидному золото-кварцевому типу. На всех изученных участках широко развиты дайки сиенит-порфириров, диоритов и аплитов джидинского комплекса, характеризующиеся повышенным содержанием золота. Это дает основание полагать, что эти золотоносные минерализованные зоны формировались в связи со становлением указанных даек.

Для оценки масштабов оруденения требуются дополнительные исследования. В целом подобные проявления относят к плутоногенному гидротермальному типу; их образование, как правило, сопряжено с гранитоидными комплексами складчатых областей. По составу руд выделяются месторождения золото-кварцевой, золото-сульфидной и золото-кварц-сульфидной формаций, среди которых наиболее широко развита золото-кварцевая. Она представлена кварцевыми и карбонат-кварцевыми жилами, штокверками прожилков и связана со средне- и низкотемпературными березитами и березитизированными известковыми и магнезиальными скарнами. Рудные залежи контролируются системами трещин и зонами дробления. Процесс гидротермального рудообразования часто отличается многостадийностью. Большая часть таких месторождений относится к средним и мелким по запасам, хотя встречаются и крупные золоторудные объекты с запасами от 500 до 1200 т: Колар, (Индия), Крипл-Крик, Сильвертон, Хоумстейк (США), Хемло, Керкленд-Лайк (Канада), Бендиго (Австралия), Мурпунтау (Узбекистан).

Работа выполнена по госзаданию, проект 0330-2016-0001.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Афанасьев В. М.** Генезис и перспективы стратиформного колчеданного и колчеданно-полиметаллического оруденения Джидинской горной страны // Матер. V конф. молодых научных сотрудников по геологии Сибири и Дальнего Востока. – Иркутск: Изд-во Вост.-Сиб. филиала СО АН СССР, 1972. – С. 142–143.
2. **Афанасьев В. М., Киреев А. С.** Объяснительная записка к геологической карте м-ба 1:200 000, лист М-48-ХV. – М.: Мингео СССР, 1971. – 97 с.
3. **Баянов В. Д.** Позднемезозойская шохонит-латитовая серия Джидинского рудного района (Юго-Западное Забайкалье) // Докл. РАН. – 1994. – Т. 339, № 3. – С. 374–377.
4. **Вахромеев С. А., Иншин Е. Д., Корытова Д. М.** О геолого-структурных и генетических особенностях Булуктаевского молибден-вольфрамового месторождения // Зап. ВМО. – 1962. – Вып. 3. – С. 19–34.
5. **Возраст и условия формирования коллизионных гранитоидов Джидинской зоны Центрально-Азиатского складчатого пояса (Юго-Западное Забайкалье) / И. В. Гордиенко, В. П. Ковач, А. Л. Елбаев и др. // Петрология. – 2012. – Т. 20, № 1. – С. 45–65.**

6. **Гаськов И. В.** Особенности развития колчеданных рудно-магматических систем в островодужных обстановках Рудного Алтая и Южного Урала // Литосфера. – 2015. – № 2. – С. 17–39.

7. **Геология и полезные ископаемые Джидинского рудного района / П. Ю. Ходанович, О. К. Смирнова, Г. Ф. Асташков и др. // Джидинский рудный район. – Новосибирск: Наука, 1984. – С. 21–35.**

8. **Гордиенко И. В.** Геодинамическая эволюция поздних байкалид и палеозоид складчатого обрамления юга Сибирской платформы // Геология и геофизика. – 2006. – Т. 47, № 1. – С. 53–70.

9. **Джидинский рудный район: геологическое строение структурно-металлогенического районирования, генетические типы месторождений, геодинамические условия образований, прогнозы и перспективы освоения / И. В. Гордиенко, Д. В. Горюховский, О. К. Смирнова и др. // Геология рудных месторождений. – 2018. – Т. 60, № 1. – С. 3–37.**

10. **Игнатович В. И., Гусев Ю. П.** Перспективы расширения минерально-сырьевой базы вольфрама // Разведка и охрана недр. – 2007. – № 12. – С. 43–47.

11. **Рипп Г. С.** Новые данные о стадийности в формировании Булуктаевского молибден-вольфрамового месторождения // Материалы по геологии и полезным ископаемым Бурятской АССР. Вып. 10. – Улан-Удэ, 1966. – С. 155–168.

12. **Смирнова О. К., Плюснин А. М.** Джидинский рудный район. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2013. – 87 с.

13. **Туговик Г. И.** Геология и минералогия Булуктаевского молибден-вольфрамового месторождения (Южное Прибайкалье): автореф. дис. ... к. г.-м. н. – Иркутск, 1960. – 16 с.

REFERENCES

1. Afanasyev V.M. [Genesis and prospects of stratimorphic pyrite and pyrite-polymetallic mineralization of the Dzhida Highlands]. *Mat. V konf. molodykh nauch. sotr. po geologii Sibiri i Dal'nego Vostoka* [Proc. of 5th Conf. of young researchers on geology of Siberia and the Far East]. Irkutsk, 1972, pp. 142–143. (In Russ.).
2. Afanasyev V.M., Kireev A.S. *Ob'yasnitel'naya zapiska k geologicheskoy karte M 1:200 000, list M-48-XV* [Explanatory note to geological map M 1:200 000, sheet M-48-XV]. Moscow, 1971. 97 p. (In Russ.).
3. Bayanov V.D. [Late Mesozoic shoshonite-lattice series of the Dzhida ore district (Southwestern Transbaikal)]. *Doklady RAS*, 1994, vol. 339, no. 3, pp. 374–377. (In Russ.).
4. Vakhromeev S.A., Inshin E.D., Korytova D.M. [On geological-structural and genetical features of the Buluktaevskoye molybdenum-tungsten deposit]. *Zap.Vost.-Sib.otd.Vses.miner.o-va.* [West. East-Sib. br. of All-Union Miner. Soc.], 1962, vol. 3, pp. 19–34. (In Russ.).
5. Gordienko I.V., Elbaev A.L., Kovach V.P., et al. Collisional granitoids of the Dzhida zone of the Central



Asian fold belt, Southwestern Transbaikalia: age and conditions of the formation. *Petrology*, 2012, vol. 20, no. 1, pp. 40–58.

6. Gaskov I.V. [Specific features of pyrite ore-magmatic systems development in the island arc environments of Rudny Altay and South Urals]. *Litosfera – Lithosphere (Russia)*, 2015, no. 2, pp. 17–39. (In Russ.).

7. Khodanovich P. Yu., Smirnova O.K., Astashkov G.F., et al. [Geology and mineral resources of the Dzhida ore district]. *Dzhidinsky rudnyy rayon* [Dzhida Ore District]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1984, pp. 21–35. (In Russ.).

8. Gordienko I.V. Geodynamic evolution of Late Baikarides and Paleozoids in the folded periphery of the Siberian craton. *Russian Geology and Geophysics*, 2006, vol. 47, no. 1, pp. 51–67.

9. Gordienko I.V., Gorokhovskiy D.V., Smirnova O.K., et al. Dzhida ore district: geology, structural and metallogenic regionalization, genetic types of ore deposits, geodynamic conditions of their formation,

forecast, and outlook for development. *Geology of Ore Deposits*, 2018, vol. 60, no. 1, pp. 3–33.

10. Ignatovich V.I., Gusev Yu.P. [Enlargement prospects for mineral raw material base of tungsten]. *Razvedka i okhrana nedr*, 2007, no. 12, pp. 43–47. (In Russ.).

11. Ripp G.S. [New data on stages and formation of the Buluktaevskoye molybdenum-tungsten deposit]. *Materialy po geologii i poleznym iskopaemym Buryatskoy ASSR* [Proceedings on geology and mineral resources of the Buryat ASSR]. Ulan-Ude, 1966, vol. 10, pp. 155–168. (In Russ.).

12. Smirnova O.K., Plyusnin A.M. *Dzhidinskiy rudnyy rayon* [Dzhida ore district]. Ulan-Ude, SB RAS Publ., 2013. 87 p. (In Russ.).

13. Tugovik G. I. *Geologiya i mineralogiya Buluktayskogo molibden-vol'framovogo mestorozhdeniya (Yuzhnoye Priбайкал'ye)*. Avtoref. kand. diss. [Geology and mineralogy of the Buluktayskoye molybdenum – tungsten deposit (South Cisbaikalia. Author's abstract of PhD thesis), Irkutsk, 1960, Polytechnic Institute Publ. 16 p. (In Russ.).

© И. В. Гаськов, 2019



ПРИРОДНЫЕ И ТЕХНОГЕННЫЕ РАДИОИЗОТОПЫ И МИКРОЭЛЕМЕНТЫ В РАЗРЕЗЕ ТОРФЯНОЙ ЗАЛЕЖИ ВЕРХОВОГО БОЛОТА ДУЛИХА (ПРИБАЙКАЛЬЕ): РЕТРОСПЕКТИВНЫЕ ОЦЕНКИ АТМОСФЕРНОГО ПОСТУПЛЕНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО ВЕЩЕСТВА

В. А. Бобров, В. В. Будашкина, М. С. Мельгунов, Г. А. Леонова, А. Е. Мальцев

Институт геологии и минералогии им. В. С. Соболева СО РАН, Новосибирск, Россия

По разрезу монолита торфяника болота Дулиха (Южное Прибайкалье) на основе анализа распределения радиоактивностей ^{210}Pb (природной) и ^{137}Cs (техногенной) проведена стратификация его горизонтов. Определены естественно-радиоактивные (^{210}Pb , ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{238}U , ^{40}K) и техногенные (^{137}Cs , ^{241}Am) элементы в образцах золы торфа каждого горизонта. Полученные значения удельной активности ^{210}Pb , а также ^{137}Cs , ^{241}Am , поступавших из атмосферы в 1953–1963 гг., использованы для подсчета активности слоев с учетом зольного вещества в каждом из них. Проведено атомно-абсорбционное определение содержания 19 химических элементов в каждом слое. В итоге полученные количества поступления элементов на земную поверхность для второй половины XX в. оказались сопоставимы со значениями для районов Западной Сибири, подвергшихся антропогенному воздействию.

Ключевые слова: торфяники, атмосферные выпадения, минеральное вещество, естественные и техногенные изотопы, микроэлементы.

NATURAL AND TECHNOGENIC RADIOISOTOPES AND MICROELEMENTS IN THE SECTION OF PEAT ACCUMULATION OF THE DULIKHA PEAT BOG (CISBAIKALIA): RETRODICTIONS OF ATMOSPHERIC INPUTS OF MINERAL MATTER

V. A. Bobrov, V. V. Budashkina, M. S. Melgunov, G. A. Leonova, A. E. Maltsev

V.S.Sobolev Institute of Geology and Mineralogy of SB RAS, Novosibirsk, Russia

Stratification of horizons has been conducted through the monolith section of the Dulikha bog peatland (Southern Cisbaykalia) based on the distribution analysis of ^{210}Pb (natural) and ^{137}Cs (technogenic) radioactivities. Naturally-radioactive (^{210}Pb , ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{238}U , ^{40}K) and technogenic (^{137}Cs , ^{241}Am) elements in peat ash samples for each horizon have been determined. Found values of specific activity of ^{210}Pb , as well as ^{137}Cs , ^{241}Am ones, coming from the atmosphere during the period of 1953–1963, have been used for calculation of layers considering ash matter in each layer. The atomic absorption determination of 19th chemical elements content in each layer has been conducted. As the result, found values of element inputs to the earth surface for the second half of XX century proved comparable to values for regions of Western Siberia that underwent man-caused impact.

Keywords: peatlands, atmospheric precipitations, mineral matter, naturally and technogenic radioisotopes, microelements.

DOI 10.20403/2078-0575-2019-2-93-102

Актуальность проблемы глобального загрязнения атмосферы под воздействием антропогенных и техногенных факторов не вызывает сомнений. Атмосферный перенос является одним из основных путей миграции естественных (^{210}Pb , ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{238}U , ^{40}K) и техногенных (^{137}Cs , ^{241}Am) радиоактивных изотопов, а также элементов – воздушных мигрантов (Cu, Zn, As, Se, Cd, Sb, Hg, Pb). Переносимые воздушным путем элементы и радиоизотопы поступают на земную поверхность в составе сухих пылеаэрозольных выпадений и атмосферных осадков (дождь, снег). С геохимической точки зрения представляет интерес изучение загрязнения современной атмосферы.

Степень загрязнения атмосферы можно оценить прямым методом сетевого отбора аэрозолей с последующим определением их химического состава. Современные технические средства позво-

ляют делать это в широких диапазонах массового количества аэрозолей и их дисперсности, что дает возможность получать оценки поступления с ними химических элементов и радиоизотопов [2, 15, 20 и др.].

Снежный покров – прекрасный природный планшет, накапливающий информацию об атмосферных поступлениях химических элементов и радиоизотопов за достаточно протяженный временной интервал – от первого выпадения снега в позднеосенний период до его таяния весной [8, 10, 14, 22, 23, 27]. Его можно с успехом использовать для проведения оценки плотности выпадения радиоизотопов.

Для ретроспективных оценок атмосферного привноса минерального вещества в доиндустриальную эпоху и на протяжении XX в. наиболее подходящими объектами исследований являются

торфяные залежи верховых (омбротрофных) болот, для которых осадочное вещество атмосферных выпадений – основной источник поступления химических элементов [6, 24]. Исследование элементного состава стратифицированных торфяных залежей верховых болот позволяет количественно оценить атмосферное поступление химических элементов и радиоизотопов за счет как природных, так и техногенных факторов. Ориентируясь на минимально возможные выпадения золотого материала (1 мг в 1 л дождя) в высоких широтах Сибири, можно предположить, что отбор монолитов (колонок) торфа с площади 0,5 м² обеспечит получение объема минерального вещества, необходимого для химического анализа. Ранее нами исследовались торфяные залежи верховых болот Западной Сибири и Южного Прибайкалья для оценок потоков минерального вещества из атмосферы [4–6, 16, 17].

Материал и методы исследования

Объект нашего исследования – верховое болото Дулиха, расположенное в западной части Танхойской равнины на южном берегу оз. Байкал в пределах Саяно-Хамар-Дабанского кедрового гольцово-горно-таежного геобатонического округа в области развития влажных предгорно-подгорных таежных ландшафтов [18]. Геологическое строение окрестностей типично для Танхойской равнины, представляющей собой часть дна Байкальской впадины, и ограниченной береговой полосой оз. Байкал на севере и хребтом Хамар-Дабан на юге. Равнина в основном сложена слабодислоцированными палеогеновыми и неогеновыми образованиями, менее распространены четвертичные отложения. В голоцене на Танхойской равнине преобладали следующие процессы седиментации: заболачивание междуречных пространств, речная деятельность и формирование низких террас оз. Байкал. Климат района умеренно континентальный, среднегодовое количество осадков около 620 мм [9].

Области распространения олиготрофных торфяников на междуречьях – наиболее перспективные места для исследования голоцена южного берега Байкала, в том числе и болотный массив Дулиха. Нашими предшественниками получена детальная летопись позднеплейстоценовой и голоценовой истории юго-восточного побережья оз. Байкал по результатам палинологического анализа и определения ботанического состава озерно-болотных отложений скв. Дулиха [3, 7, 26, 28]. По результатам радиоуглеродного датирования материала (семена, торф, древесина) сделан вывод о достаточно равномерном осадконакоплении в разрезе торфяника Дулиха в течение всего голоцена. Биогеохимические исследования торфяной залежи болота Дулиха единичны [12].

Болото Дулиха около 1 км в поперечнике, плоское, его водосборный бассейн четко не оконтурен. Основное поступление влаги происходит за счет

грунтовой миграции от гор вниз по наклону Танхойской равнины [26]. Торфяная залежь болота представлена остатками эвтрофных и мезотрофных растений, относящихся к пяти отделам: мхам, папоротникообразным, плаунообразным, голосеменным и покрытосеменным с преобладанием последних. Представители рода *Carex* (осоки) доминируют во всех торфяных слоях (среднее содержание 40–50 %), также значительна доля (в среднем 20–30 %) *Scheuchzeria palustris* (шейхцерия болотная), в отдельных слоях установлено до 20–30 % сфагновых мхов [3].

В сентябре 2011 г. на болоте Дулиха в точке с координатами 51°31' с. ш., 105°00' в. д. нами отобран торфяной монолит размерами 47×22×13 см² (рис. 1). В лаборатории проведено препарирование материала торфяника: монолит был разрезан на 23 фрагмента через каждые 2 см. Образцы торфа были высушены до воздушно-сухого состояния в лабораторном помещении при $t = +20$ °С, озоление проведено при $t = +450$ °С в муфельной печи согласно методу [11]. Определены плотность сухого торфа (в г/см³) и зольность (в %) для каждого из 23 фрагментов.

Химический состав (19 элементов) в образцах торфа определен атомно-абсорбционным анализом в ИГМ СО РАН с помощью пламенных и электротермических методов атомизации по общепринятым методикам [21]; ртуть определена методом «холодного пара» с амальгамацией на золотом сорбенте.

Полученные значения концентраций элементов нормированы по среднему составу глинистого сланца из сводки [27] и алюминию как наименее подвижному элементу в системе «болотная вода – торф» для оценки степени фракционирования по «коэффициентам обогащения» (Enrichment Factor) согласно выражению [29]:



Рис. 1. Местоположение верхового болота Дулиха (юго-восточное побережье оз. Байкал)

$$EF = \frac{X_{i \text{ обр}} / X_{Al \text{ обр}}}{X_{i \text{ гл. сл}} / X_{Al \text{ гл. сл}}}$$

где $X_{i \text{ обр}}$ – содержание i -го элемента в образце торфа; $X_{Al \text{ обр}}$ – содержание Al в образце торфа; $X_{i \text{ гл. сл}}$ – содержание i -го элемента в глинистом сланце; $X_{Al \text{ гл. сл}}$ – содержание Al в глинистом сланце.

Определение естественно-радиоактивных (^{210}Pb , ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{238}U , ^{40}K) и техногенных (^{137}Cs , ^{241}Am) элементов в образцах золы торфа проведено методом прямой полупроводниковой гамма-спектрометрии на низкофоновом коксиальном колодезном детекторе фирмы EURISYS MEASURES (Франция) согласно [13]. Графики распределения ^{210}Pb и ^{137}Cs в разрезе монолита получены на основании измерения образцов сухого торфа на низкофоновом колодезном особо чистом германиевом детекторе («рабочий» объем колодца 10 мл).

Результаты и их обсуждение

Плотность торфа в самых верхних слоях монолита (0–3 см) составляет $0,014 \text{ г/см}^3$, в горизонте 7–9 см – $0,038 \text{ г/см}^3$ (рис. 2); в более уплотненных слоях (инт. 11–29 см) – $0,04–0,05 \text{ г/см}^3$, в нижних слоях монолита (инт. 30–43 см) – $0,06 \text{ г/см}^3$. Зольность образцов торфа в монолите имеет иной характер. В слабо уплотненных горизонтах (5–7 см) зольность максимальная (8,8 %), а в более уплотненных средних и нижних снижается до 5 % (см. рис. 2). Высокую зольность в верхних горизонтах монолита можно связать с запыленностью приземной атмосферы (из-за близости болота Дулиха к автодороге), как уже было показано ранее для торфяника близлежащего верхового Выдринского болота [1].

Распределение естественно-радиоактивных элементов ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{238}U , ^{40}K по слоям монолита приведено на рис. 3. Отметим достаточно выдержанные значения содержания K_2O , монотонно воз-



Рис. 2. Распределение плотности сухого торфа (г/см^3) и зольности (%) по разрезу монолита торфяника верхового болота Дулиха

растающие от 1,6 до 2,9 % в верхних слоях монолита с максимальным содержанием 5,0 % в самом верхнем горизонте (0–3 см). Аналогичный рост содержания радия наблюдается в слоях 3–5 см и 5–7 см с высокими значениями коэффициента равновесия (Ra/U) – 9,7 и 11,5 соответственно на фоне $1,7 \pm 0,7$ по всему разрезу монолита. Радий, как и калий, проявляет биофильные свойства, возможно, за счет способности создавать ионизирующее излучение. Средние значения концентраций тория и урана в разрезе монолита ($11,9 \pm 2,3$ и $3,7 \pm 1,6$ соответственно), а также их отношения ($3,6 \pm 1,4$) близки к кларкам U и Th и их отношениям в глинистом сланце [27]. Калий, торий и уран поступают в болото Дулиха в составе атмосферной терригенной пыли, а неравновесный радий, как и кальций, – из грунтовых и болотных вод.

Для хронологического датирования возраста монолита важен характер распределения по разрезу ^{210}Pb , постоянно поступающего из атмосферы и распадавшегося со временем в образовавшихся стратифицированных горизонтах торфяника. Полученные значения удельной активности ^{210}Pb , ^{137}Cs , ^{241}Am , поступавших из атмосферы в 1953–1963 гг., были использованы для подсчета активности слоев

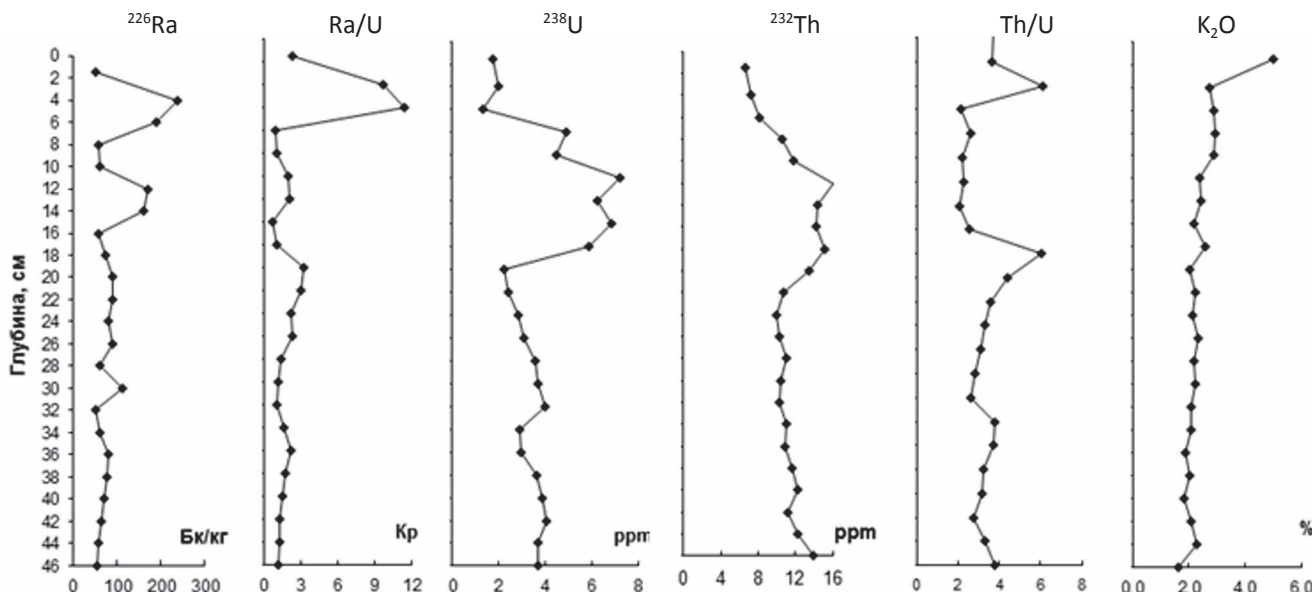


Рис. 3. Распределение естественно-радиоактивных элементов в разрезе монолита торфяника верхового болота Дулиха

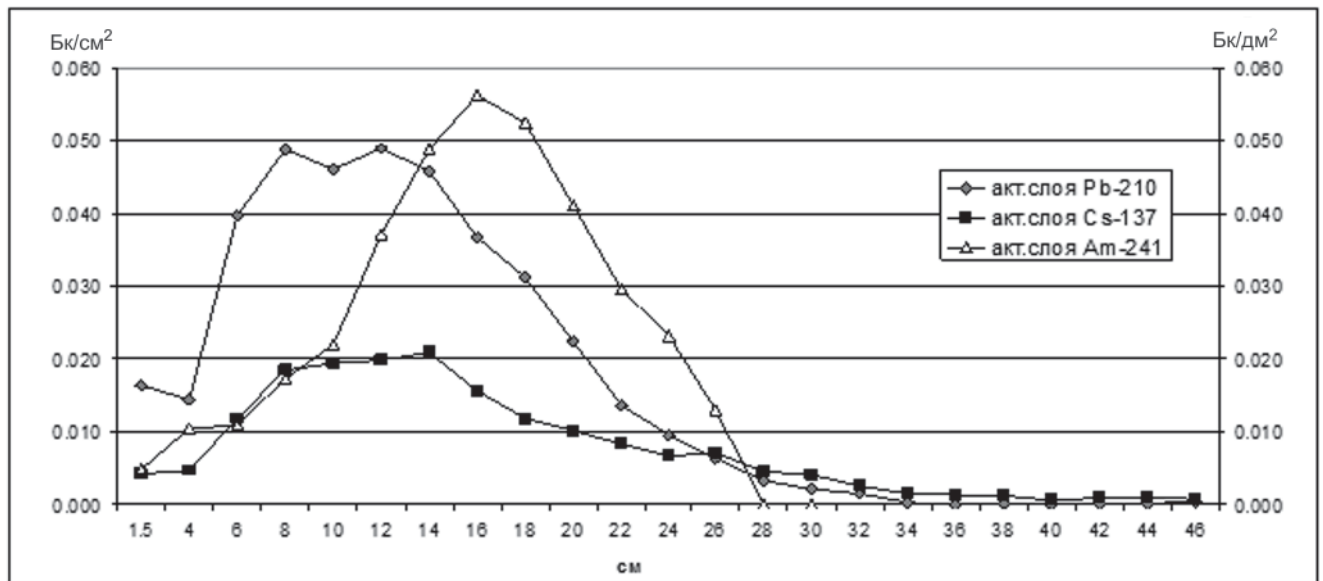

 Рис. 4. Активности ^{210}Pb и ^{137}Cs (Бк/см²), ^{241}Am (Бк/дм²) в слоях монолита торфяника верхового болота Дулиха

Таблица 1

 Активность слоев монолита и их возраст (по ^{210}Pb)

Интервал, см	Сухой торф в слое, г/см ²	Активность слоя, Бк/см ²			Календарный возраст слоя, год	Период формирования слоя, год
		^{137}Cs	^{210}Pb	$^{210}\text{Pb}^*$		
0–3	0,042	0,00500	0,025	0,515	2009	2
3–5	0,034	0,00519	0,024	0,490	2008	1
5–7	0,063	0,01359	0,059	0,466	2003	5
7–9	0,077	0,01917	0,067	0,407	1997	6
9–11	0,081	0,01958	0,067	0,340	1990	7
11–13	0,089	0,02351	0,062	0,273	1982	8
13–15	0,114	0,02628	0,054	0,211	1972	10
15–17	0,088	0,01764	0,044	0,157	1962	10
17–19	0,087	0,01206	0,038	0,113	1948	14
19–21	0,092	0,01065	0,030	0,076	1932	16
21–23	0,083	0,00901	0,019	0,046	1915	17
23–25	0,091	0,00845	0,012	0,027	1895	20
25–27	0,097	0,00620	0,009	0,015	1863	32
27–28	0,091	0,00465	0,004	0,005	1828	35
29–31	0,116	0,00465	0,001	0,002	1805	23
31–33	0,124	0,00316	0,001	0,001	–	–
33–35	0,109	0,00164	0,000	0,000	–	–
35–37	0,116	0,00148	0,000	0,000	–	–
37–39	0,122	0,00091	0,000	0,000	–	–
39–41	0,121	0,00087	0,000	0,000	–	–
41–43	0,120	0,00089	0,000	0,000	–	–
43–45	0,109	0,00074	0,000	–	–	–
45–47	0,083	0,00090	0,000	–	–	–
Сумма	2,149	0,1962	0,516	–	–	–

* Нижние слои.

с учетом зольного вещества в каждом слое (рис. 4). Характерное для верховых болот падение активности ^{210}Pb начинается ниже основания торфяной кочки в горизонте 5–7 см, а в горизонтах 29–33 см фиксируется «полный» распад ^{210}Pb , следовательно, возраст слоев торфяника более 150 лет (шесть периодов полураспада ^{210}Pb). Низкое содержание

^{210}Pb в приповерхностных слабо уплотненных слоях торфа свидетельствует о проницаемости выпадающего из атмосферы радионуклида в более уплотненные горизонты вплоть до подошвы «деятельного» слоя, ниже которой начинается стратификация. Эффект проницаемости приводит к омоложению стратифицированных горизонтов на количество

лет, соответствующих возрасту подошвы «деятельного» слоя.

В отличие от непрерывного поступления ^{210}Pb из атмосферы ^{137}Cs поступал только в 1953–1963 гг. [19]. За такой временной интервал сформировался, по нашим данным, слой 11–13 см, содержащий $0,089 \text{ г/см}^2$ сухого торфа (табл. 1). В настоящее время 55 % захороненного ^{137}Cs находится в пяти слоях интервала 7–17 см, включающих $0,45 \text{ г/см}^2$ сухого торфа, который мог накопиться не менее чем за 40 лет. Все это свидетельствует о том, что ^{137}Cs интенсивно мигрирует по разрезу, проявляя, по видимому, свои биофильные свойства.

Распределение ^{241}Am имеет максимальные значения в слоях 16–18 см, что свидетельствует о слабой миграции его по разрезу и дает нам основание отнести слой 18 (17–19 см) к 1953 г. (см. табл. 1).

Расчет возраста слоев (см. табл. 1) на основе распадающегося ^{210}Pb проведен по формуле, использованной нами ранее в работе [6]:

$$t = (T/\ln 2) \cdot \ln(A_0/A_t),$$

где $T = 22,6$ лет; A_0 – активность всех слоев, содержащих ^{210}Pb ; A_t – активность слоев, залегающих ниже подошвы исследуемого слоя.

Поскольку возможности возрастных оценок по ^{210}Pb ограничены, для хронологии слоев моно-

лита торфяника болота Дулиха ниже 30-сантиметрового горизонта взята радиоуглеродная дата (по ^{14}C) 7616 лет назад (NUTA-5615), приведенная в публикации [3]. Исходя из предположения, что выдерживалась постоянная скорость накопления минеральной компоненты, в нижних слоях монолита (30–50 см) оценены скорости накопления торфа и минеральной (зольной) компоненты (табл. 2).

Химический (элементный) состав минеральной компоненты в разрезе монолита позволяет определить ее источники (атмосферный, биохимический) по аналогии с подходом, предложенным в [5]. Полученные содержания изученных элементов нормированы на опорный элемент алюминий, концентрации которого представлены в табл. 3.

Получены коэффициенты обогащения химическими элементами (EF) верхнего интервала монолита, где достаточно уверенно можно выделить отложения торфа в XVIII–XIX вв. (рис. 5). Обогащение самого верхнего слоя (0–3 см) торфяника болота Дулиха щелочными и щелочно-земельными элементами, Cu и Mn характерно также для всех изученных нами верховых торфяников Сибири [4, 5, 16]. Перераспределение указанной группы элементов в пределах так называемого деятельного слоя вызвано их биофильным характером и уча-

Таблица 2

Скорости накопления торфа и зольного вещества

Середина слоя, см	Сухой торф в слое, г/см^2	Время формирования слоя, год	Календарный возраст слоя, год	Накопление, $\text{г/дм}^2/\text{год}$	
				сухого торфа	зольного вещества
1,5	0,042	2	2009	2,1	0,100
4	0,034	1	2008	3,35	0,204
6	0,063	5	2003	1,25	0,110
8	0,077	6	1997	1,28	0,110
10	0,081	7	1990	1,16	0,087
12	0,089	8	1982	1,12	0,086
14	0,088	10	1972	0,88	0,073
16	0,088	10	1962	0,88	0,065
18	0,0867	14	1948	0,62	0,040
20	0,092	16	1932	0,57	0,037
22	0,083	17	1915	0,49	0,033
24	0,091	20	1895	0,45	0,030
26	0,097	32	1863	0,30	0,020
28	0,091	35	1828	0,26	0,017
30	0,116	23	1805	0,51	0,032
32	0,124	55	1750	0,23	0,013
34	0,109	55	1695	0,20	0,010
36	0,116	55	1640	0,21	0,011
38	0,122	55	1585	0,22	0,012
40	0,121	55	1530	0,22	0,011
42	0,120	55	1475	0,22	0,011
44	0,109	55	1420	0,20	0,011
46	0,083	55	1365	0,15	0,009
Сумма	–	–	–	16,87	1,133

Таблица 3

Содержание Al (опорного элемента) в слоях монолита в расчете на сухое вещество торфа

Слой, см	0–3	3–5	5–7	7–9	9–11	11–13
Al %	0,20	0,24	0,32	0,51	0,54	0,63
См	13–15	15–17	17–19	19–21	21–23	23–25
Al %	0,7	0,6	0,43	0,45	0,43	0,51
См	25–27	27–29	29–31	31–33	33–35	35–37
Al %	0,43	0,45	0,42	0,40	0,33	0,34
См	37–39	39–41	41–43	43–45	45–46	
Al %	0,36	0,37	0,31	0,44	0,43	

стием в процессах фотосинтеза при образовании зеленой массы сфагнового мха. В слоях ниже 17 см коэффициенты обогащения EF для многих элементов в монолите близки 1 или не превышают 2; более 2 – лишь для Ca, Fe. Явный дефицит отмечается у K и Mg (EF 0,6–0,8). Высокие значения EF характерны для элементов – воздушных мигрантов

(Pb, Zn, Cd, Hg, Sb). Однако из-за малой распространенности они существенно не влияют на весовой объем захороненного минерального вещества. Эти элементы входят в группу «летучих», характеризующих загрязненность современной атмосферы [6, 22], и могут быть напрямую связаны с атмосферным аэрозолем, отражая время его поступления на земную поверхность.

Дефицит содержаний Mg и K свидетельствует о существовании «деятельных» слоев на всех временных этапах формирования торфяника, в данном случае за последние 300 лет, и о преимуществе атмосферного источника формирования минерального состава для большинства элементов. Это также подтверждается значениями зольности, которые более чем на 90 % можно связать с пылеаэрозольными выпадениями. Независимо от атмосферного источника минерального вещества, принятого нами за основной для верхового болота Дулиха, «избыточные» концентрации Ca, Fe и Mn во всем разре-

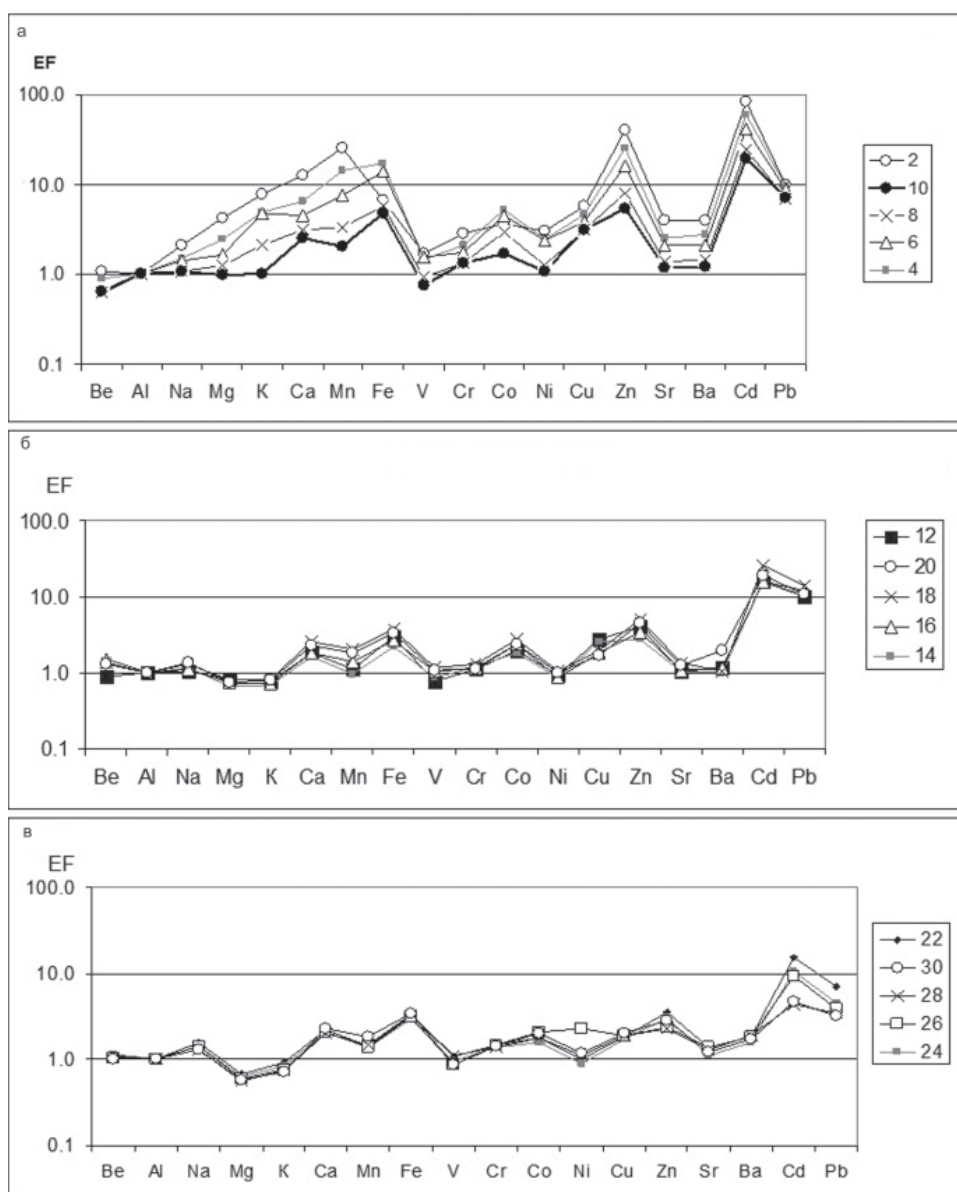


Рис. 5. Коэффициенты обогащения (EF) химическими элементами горизонтов монолита торфа в интервалах: 0–11 см (а); 11–21 см (б); 21–31 см (в)

Таблица 4
Средние годовые скорости накопления вещества

Временной интервал, год	Торф, г/см ² /год	Зола, мг/дм ² /год
1957–2006	1,1	89
1910–1957	0,56	37
1800–1910	0,37	23
1360–1800	0,21	11

зе могут свидетельствовать и о постоянной связи с грунтовыми водами.

На основе анализа распределения радиоактивностей ²¹⁰Pb (природной) и ¹³⁷Cs (техногенной) по разрезу монолита торфяника проведена стратификация его горизонтов. Оценены средние годовые скорости накопления минерального вещества в разрезе торфяника верхового болота Дулиха для второй половины XX в. (табл. 4), соизмеримые с таковыми для отдельных областей Западной Сибири [4], которые подвергаются антропогенному воздействию. Значения достаточно высокие и в 1360–1800 гг., что мы объясняем близостью горных систем (Хамар-Дабан), в отличие от Западной Сибири с аридными обстановками.

Выводы

Естественно-радиоактивный изотоп ²¹⁰Pb непрерывно поступал с атмосферными выпадениями на поверхность торфяника верхового болота Дулиха в отличие от техногенного ¹³⁷Cs, выпадение которого происходило только в 1953–1963 гг. Характерное для верховых болот падение активности ²¹⁰Pb установлено ниже основания торфяной кочки в слое 5–7 см, а в инт. 29–33 см фиксируется «полный» распад ²¹⁰Pb, следовательно, возраст этих слоев оценивается в 150 лет и более (шесть периодов полураспада ²¹⁰Pb). Низкое содержание ²¹⁰Pb в приповерхностных слабо уплотненных слоях свидетельствует о миграции выпадающего из атмосферы радионуклида в более уплотненные горизонты торфяника.

Распределение активности ²⁴¹Am максимально в слоях 16–18 см, что свидетельствует о его слабой миграции по разрезу в отличие от ¹³⁷Cs.

На основании рассчитанных коэффициентов EF установлено обогащение щелочными, щелочноземельными элементами, медью и марганцем самого верхнего слоя (0–3 см) торфяника болота Дулиха. Перераспределение указанной группы элементов в пределах так называемого деятельного слоя, вызвано их биофильным характером и участием в процессах фотосинтеза при образовании зеленой массы сфагнового мха.

Высокие значения EF определены для элементов – воздушных мигрантов (Pb, Zn, Cd, Hg, Sb), характеризующих загрязненность современной атмосферы Прибайкальского региона.

На основе анализа распределения активностей ²¹⁰Pb (природной) и ¹³⁷Cs (техногенной) по разрезу

монолита торфяника проведена стратификация его горизонтов.

Оценены средние годовые скорости накопления минерального (зольного) вещества в разрезе торфяника болота Дулиха для второй половины XX в., соизмеримые с таковыми для отдельных областей Западной Сибири

Работа выполнена в рамках государственного задания — проект № 0330-2016-0011, при поддержке гранта РФФИ № 18-35-00072 мол_а.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Аномальные** проявления концентраций цинка и меди в торфянике верхового болота Южного Прибайкалья / В. А. Бобров, А. А. Богущ, Г. А. Леонова и др. // Докл. АН РАН. – 2011. – Т. 439, № 6. – С. 784–788.

2. **Аэрозоли** Арктики – результаты десятилетних исследований / В. П. Шевченко, А. П. Лисицын, А. А. Виноградова и др. // Оптика атмосферы и океана. – 2000. – Т. 13, № 6–7. – С. 552–576.

3. **Безрукова Е. В., Кривоногов С. К., Такаха-ра Х.** Летопись позднеплейстоценовой и голоценовой истории юго-восточного побережья оз. Байкал по материалам скважины Дулиха // Проблемы реконструкции климата и природной среды голоцена и плейстоцена Сибири. Вып. 2. – Новосибирск: Изд-во Ин-та археологии и этнографии СО РАН, 2000. – С. 36–47.

4. **Бобров В. А.** Сравнение атмосферных потоков минерального вещества в Западной и Восточной Сибири на примере голоценовых разрезов Бакчарского и Выдринского торфяников // Геология и минерагения Северной Евразии: матер. совещ. к 60-летию Ин-та геологии и геофизики СО РАН. – Новосибирск, 2017. – С. 37–38.

5. **Бобров В. А., Прейс Ю. И., Будашкина В. В.** Оценка потоков минерального вещества из атмосферы на основе микроэлементного состава торфяной залежи верхового болота Бакчар-1 (южная тайга Западной Сибири) // Проблемы биогеохимии и геохимической экологии. – 2013. – Т. 22, № 1. – С. 20–29.

6. **Гавшин В. М.** Свидетельства фракционирования химических элементов в атмосфере Западной Сибири по данным исследования верхового торфяника // Докл. РАН. – 2004. – Т. 396, № 6. – С. 804–807.

7. **Голоценовые** торфяники Прибайкалья как объект палеоклиматических реконструкций / Е. В. Безрукова, В. Д. Мац, П. П. Летунова и др. // Геология и геофизика. – 1996. – Т. 37, № 12. – С. 378–392.

8. **Ермолов Ю. В., Махатков М. Д., Худяев С. А.** Фоновые концентрации химических элементов в снежном покрове центрального сектора Западной Сибири // Оптика атмосферы и океана. – 2014. – Т. 27, № 9. – С. 790–800.

9. **Иметхенов А. Б.** Позднекайнозойские отложения озера Байкал. – Новосибирск: Наука, 1987. – 151 с.



10. **Исследование** нерастворимых частиц в снежном покрове Западной Сибири на профиле от Томска до эстуария Оби / В. П. Шевченко, С. Н. Воробьев, С. Н. Кирпотин и др. // *Оптика атмосферы и океана*. – 2015. – Т. 28, № 6. – С. 499–504.

11. **Карякин А. В., Грибовская И. Ф.** Эмиссионный спектральный анализ объектов биосферы. – М.: Наука, 1979. – 208 с.

12. **Леонова Г. А., Бобров В. А., Мальцев А. Е.** Биогеохимия голоценового разреза торфяника болотного массива Дулиха (Южное Прибайкалье) // *Западно-Сибирские торфяники и цикл углерода: прошлое и настоящее: матер. Пятого междунар. полев. симп. (Ханты-Мансийск, 19–29 июня 2017 г.)*. – Томск: Издательский дом ТГУ, 2017. – С. 152–154.

13. **Мельгунов М. С.** Поведение радионуклидов в процессах формирования осадка озера Иссык-Куль по данным физических методов анализа: автореф. дис. ... к. г.-м. н. – Новосибирск, 2003. – 19 с.

14. **Мельгунов М. С., Щербов Б. Л., Рубанов М. В.** ^{210}Pb и ^7Be в снеговых пробах из различных ландшафтных зон юга Западной Сибири // *Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека*. – Томск, 2016. – С. 425–429.

15. **О содержании** микроэлементов в атмосфере над океаном, береговыми районами замкнутого морского бассейна и над континентами / В. С. Савенко, В. В. Гордеев, В. Н. Живаго и др. // *Геохимия*. – 1978. – № 3. – С. 433–436.

16. **Оценка** потоков минерального вещества по свойствам торфяных отложений Бакчарского болота (южная тайга Западной Сибири) / Ю. И. Прейс, В. А. Бобров, В. В. Будашкина, В. М. Гавшин // *Изв. ТПУ*. – 2010. – Т. 316, № 1. – С. 43–47.

17. **Прейс Ю. И., Бобров В. А., Сороковенко О. Р.** Особенности современной аккумуляции минерального вещества на олиготрофных болотах юга лесной зоны Западной Сибири // *Вестн. ТГУ*. – 2010. – № 336. – С. 204–210.

18. **Природопользование** и охрана среды в бассейне Байкала / А. В. Мартынов, С. В. Рященко, А. В. Белов и др. – Новосибирск: Наука, 1990. – 224 с.

19. **Радиационная** обстановка особо охраняемых участков центральной экологической зоны Байкальской природной территории / А. А. Мясников, В. И. Медведев, Л. Г. Коршунов, И. М. Ткаченко // *Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека: матер. II Междунар. конф. (Томск, 18–22 октября 2004 г.)*. – Томск, 2004. – С. 11–420.

20. **Распределение** и состав аэрозолей Западной Арктики / В. П. Шевченко, А. А. Виноградова, Г. И. Иванов и др. // *Докл. АН РАН*. – 1997. – Т. 355, № 5. – С. 673–676.

21. **Симонова В. И.** Атомно-абсорбционные методы определения элементов в породах и минералах. – Новосибирск: Наука, 1986. – 212 с.

22. **Ходжер Т. В.** Исследование состава атмосферных выпадений и их воздействия на экосисте-

мы Байкальской природной территории: автореф. дис. ... д. геогр. н. – М., 2005. – 44 с.

23. **Элементный** состав нерастворимой фракции зимних атмосферных выпадений в некоторых районах Южного Прибайкалья / В. А. Оболкин, Н. А. Кобелева, Т. В. Ходжер, Ю. П. Колмогоров // *Оптика атмосферы и океана*. – 2004. – Т. 17, № 5–6. – С. 414–417.

24. ^7Be and ^{210}Pb atmospheric deposition measured in moss and dependence on cumulative precipitation // *Science of the Total Environment* / M. Krmar, D. T. Mihailović, I. Arsenić et al. – 2016. – Vol. 541. – P. 941–948.

25. **Fallout** traces of the Fukushima NPP accident in southern West Siberia (Novosibirsk, Russia) / M. S. Melgunov, N. P. Pokhilenko, V. D. Strakhovenko et al. // *Environmental Science and Pollution Research*. – 2012. – Vol. 19, no. 4. – P. 1323–1325.

26. **Krивonogov S. K., Takahara H.** Late Pleistocene and Holocene environmental changes recorded in the terrestrial sediments and landforms of Eastern Siberia and Northern Mongolia // *Proceedings International Symp. 21st Century COE Program (17–18 March, 2003, Kanazava)*. – Kanazava, 2003. – P. 30–36.

27. **Li Yuan-hui.** Distribution patterns of the elements in the ocean: A synthesis // *Geochim. et Cosmochim. Acta*. – 1991. – Vol. 55. – P. 3223–3240.

28. **Radiocarbon** chronology of the Late Pleistocene-Holocene paleogeographic events in Lake Baikal region (Siberia) / S. K. Krivonogov, H. Takahara, Y. V. Kuzmin et al. // *Radiocarbon*. – 2004. – Vol. 46, no. 2. – P. 745–754.

29. **Two** thousand years of atmospheric arsenic, antimony and lead deposition in an ombrotrophic bog profile, Jura Mountains, Switzerland / W. Sholyk, A. K. Cheburkin, P. G. Appleby et al. // *Earth and Planetary Science Letter*. – 1996. – Vol. 145, no. 1. – P. 1–7.

REFERENCES

1. Bobrov V.A., Bogush A.A., Leonova G.A., et al. Anomalous concentrations of zinc and copper in highmoor peat bog, southeast coast of Lake Baikal. *Doklady Earth Sciences*, 2011, vol. 439, no. 2, pp. 1152–1156.

2. Shevchenko V.P., Lisitsin A.P., Vinogradova A.A., et al. [Arctic aerosols – results of ten-year investigations]. *Optika atmosfery i okeana – Atmospheric and Ocean Optics*, 2000, vol. 13, no. 6–7, pp. 552–576. (In Russ.).

3. Bezrukova E.V., Krivonogov S.K., Takahara H. [Record of the Late Pleistocene and Holocene history of the south-eastern coast of Lake Baikal adapted from the Dulikha well]. *Problemy rekonstruktsii klimata i prirodnoy sredy golotsena i pleystotsena Sibiri* [Problems of Reconstruction of Climate and Environment of Holocene and Pleistocene in Siberia]. Novosibirsk, SB RAS Publ., 2000, iss. 2, pp. 36–47. (In Russ.).



4. Bobrov V.A. [Comparison of atmospheric flows of mineral matter in Western and Eastern Siberia on the example of Holocene sections of the Bakchar and Vydrino peatlands]. *Mater. soveshch. k 60-letiyu Instituta geologii i geofiziki SO AN SSSR "Geologiya i minerageniya Severnoy Evrazii* [Proceedings to 60-s anniversary of Institute of Geology and Geophysics, SB of AS USSR "Geology and Minerageny of Northern Eurasia"]. Novosibirsk, 2017, pp. 37–38. (In Russ.).
5. Bobrov V.A., Preys Yu.I., Budashkina V.V. [Estimate of flows of mineral matter from the atmosphere based on microelement composition of peat bed of the Bakchar-1 peat bog (south taiga of Western Siberia)]. *Problemy biogeokhimii i geokhimicheskoy ekologii* [Problems of biogeochemistry and Geochemical Ecology], 2013, vol. 22, no. 1, pp. 20–29. (In Russ.).
6. Gavshin V.M., Bobrov V.A., Sukhorukov F.V., et al. Fractionation of chemical elements in atmosphere of Western Siberia: evidences from an ombrotrophic peat bog. *Doklady Earth Sciences*, 2004, vol. 397, no. 5, pp. 668–671.
7. Bezrukova E.V., Mats V.D., Letunova P.P., et al. [Holocene peatlands in Cisbaikalia as an object of palaeoclimatic reconstructions]. *Geologiya i geofizika*, 1996, vol. 37, no. 12, pp. 78–92. (In Russ.).
8. Ermolov Yu.V., Makhatkov M.D., Khudiaev S.A. [Background concentration of chemical elements in snow cover of the typical regions of Western Siberia]. *Optika atmosfery i okeana – Atmospheric and Ocean Optics*, 2014, vol. 27., no. 9, p. 790–800. (In Russ.).
9. Imetkhenov A.B. *Pozdnekaynozoiyskiye otlozheniya ozera Baikal* [Late Cenozoic deposits of Lake Baikal]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1987. 151 p.
10. Shevchenko V.P., Vorobiov S.N., Kirpotin S.N., et al. [Investigations of insoluble particles in the snow cover of the Western Siberia at profile from Tomsk to Ob' estuary]. *Optika atmosfery i okeana – Atmospheric and Ocean Optics*, 2015, vol. 28, no. 6, pp. 499–504. (In Russ.).
11. Karyakin A.V., Gribovskaya I.F. *Emissionnyy spektral'nyy analiz ob'ektov biosfery* [Emission spectral analysis of biosphere objects]. Moscow, Nauka Publ., 1979. 208 p. (In Russ.).
12. Leonova G.A., Bobrov V.A., Maltsev A.E. [Biogeochemistry of the peatland Holocene section of the Dulikha wetland (South Cisbaikalia)]. *Mater. soveshch. 5-go mezhdunar. polevogo simp. "Zapadno-Sibirskiy torfyaniki i tsikl ugleroda: proshloye i nastoyashchee"* [Proc. of 5th Int. field sympos. "West-Siberian peatlands and carbon cycle: past and future"]. Tomsk, Tomsk State University Publ. House, 2017, pp. 152–154. (In Russ.).
13. Melgunov M.S. *Povedeniye radionuklidov v protsessakh formirovaniya osadka ozera Issyk-Kul' po dannym fizicheskikh metodov analiza. Avtoref. kand. diss.* [Behaviour of radionuclides in processes of the sediment formation of Lake Issyk-Kul' based on data of physical methods of analysis. Author's abstract of PhD thesis]. Novosibirsk, 2003. 19 p. (In Russ.).
14. Melgunov M.S., Shcherbov B.L., Rubanov M.V. [²¹⁰Pb and ⁷Be in snow samples from various landscape zones of the southern Western Siberia]. *Radioaktivnost' i radioaktivnye element v srede obitaniya cheloveka* [Radioactivity and radioactive elements in human environment]. Tomsk, 2016, pp. 425–429.
15. Savenko V.S., Gordeev V.V., Zhivago V.N., et al. [About trace elements content in the atmosphere over the ocean, littoral areas of enclosed sea basin and over continents]. *Geokhimiya*, 1978, no. 3, p. 433–436. (In Russ.).
16. Preys Iu.I., Bobrov V.A., Budashkina V.V., Gavshin V.M. [Estimate of flows of mineral matter by the properties of peat deposits of the Bakchar bog (south taiga of Western Siberia)]. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta – Bulletin of the Tomsk Polytechnic University*, 2010, vol. 316, no. 1, pp. 43–47. (In Russ.).
17. Preys Iu.I., Bobrov V.A., Sorokovenko O.P. [Features of recent mineral substance accumulation in oligotrophic bogs in the south of forest zone, Western Siberia]. *Vestnik Tomskogo Gosudarstvennogo Universiteta – Tomsk State University Bulletin*, 2010, no. 336, pp. 204–210. (In Russ.).
18. Martynov A.V., Riashchenko S.V., Belov A.V., et al. *Prirodopol'zovanie i okhrana sredy v bassejnye Baykala* [Environmental Resources Management in the Baykal basin]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1990. 221 p. (In Russ.).
19. Myasnikov A.A., Medvedev V.I., Korshunov L.G., Tkachenko I.M. [Radiation environment of specially protected sites of the Central ecological zone, Baykal Natural Territory]. *Mater. II mezhdunar. konf. "Radioaktivnost' i radioaktivnye element v srede obitaniya cheloveka"* [Proc. of the 2nd Int. Conf. "Radioactivity and radioactive elements in human environment"]. Tomsk, 2004, pp. 11–420. (In Russ.).
20. Shevchenko V.P., Vinogradova A.A., Ivanov G.I., et al. [Distribution and composition of aerosols in the West Arctic]. *Doklady RAS*, 1997, vol. 355, no. 5, pp. 673–676. (In Russ.).
21. Simonova V.I. *Atomno-absorbtsionnye metody opredeleniya elementov v porodakh i mineralakh* [Atomic absorption methods for the determination of elements in rocks and minerals]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1986. 212 p. (In Russ.).
22. Khodzher T.V. *Issledovanie sostava atmosferynykh vypadeniy i ikh vozdeystviya na ekosistemy Baykal'skoy prirodnoy territorii. Avtoref. Dokt. Diss.* [Investigation of precipitations and their impacts on the Baykal Natural Territory ecosystem. Author's abstract of DSc thesis]. Moscow, 2005. 44 p.
23. Obolkin V.A., Kobeleva N.A., Khodzher T.V., Kolmogorov Yu.P. [The element composition of the insoluble fraction of winter atmospheric precipitation in some parts of the South Cisbaikalia region]. *Optika*



atmosfery i okeana – Atmospheric and Ocean Optics, 2004, vol. 17, no. 5–6, pp. 414–417. (In Russ.).

24. Krmar M., Mihailović D.T., Arsenić I. ^7Be and ^{210}Pb atmospheric deposition measured in moss and dependence on cumulative precipitation. *Science of the Total Environment*, 2016, vol. 541, pp. 941–948.

25. Melgunov M.S., Pokhilenko N.P., Strakhovenko V.D., et al. Fallout traces of the Fukushima NPP accident in southern West Siberia (Novosibirsk, Russia). *Environmental Science and Pollution Research*, 2012, vol. 19, no. 4. pp. 1323–1325.

26. Krivonogov S.K., Takahara H. Late Pleistocene and Holocene environmental changes recorded in the terrestrial sediments and landforms of Eastern Siberia and Northern Mongolia. *Proceed-*

ings International Symp. 21st Century COE Program (17–18 March, 2003, Kanazava). Kanazava, 2003, pp. 30–36.

27. Li Yuan-hui. Distribution patterns of the elements in the ocean: A synthesis. *Geochim. et Cosmochim. Acta*, 1991, vol. 55, pp. 3223–3240.

28. Krivonogov S.K., Takahara H., Kuzmin Y.V., et al. Radiocarbon chronology of the Late Pleistocene-Holocene paleogeographic events in Lake Baikal region (Siberia). *Radiocarbon*, 2004, vol. 46, no. 2, pp. 745–754.

29. Shotyk W., Cheburkin A.K., Appleby P.G., et al. Two thousand years of atmospheric arsenic, antimony and lead deposition in an ombrotrophic bog profile, Jura Mountains, Switzerland. *Earth and Planetary Science Letter*, 1996, vol. 145, no. 1, pp. 1–7.

© В. А. Бобров, В. В. Будашкина, М. С. Мельгунов,
Г. А. Леонова, А. Е. Мальцев, 2019



ОТ ГЕОЛКОМА ДО МИНГЕО (ФРАГМЕНТЫ ИЗ КНИГИ «ЛЕТОПИСЬ КАМНЯ»)

А. И. Емельянов

Территориальная инспекция по госгеонадзору, Курск, Россия

Геологи владеют летописью, в которой записаны события истории Земли, но книга «Летопись камня» – это повествование не об истории Земли, а об одной из уникальных профессий – геолог. В современной России она стала мало востребованной и непрестижной, но так в истории страны уже было, что явно не пошло ей на пользу, и осознание этого уже есть. «Летопись камня» – остросюжетный роман, в котором показаны отношения между людьми, объединенными геологической профессией; между этими людьми и обществом; между специалистами-геологами и властью. Но в центре сюжета все равно остается профессия – геолог, сами геологи, их отношение к своему делу и преданность профессиональному долгу. Роман основан на реальных событиях. В книге затронута история формирования отечественной геологической службы, начиная с дореволюционного времени.

Ключевые слова: Геолком России, ВСХ СССР, Главгеология, дело Геолкома, репрессированные геологи, атомный проект СССР.

FROM GEOLKOM TO MINGEO (CHAPTERS FROM “CHRONICLE OF THE STONE”)

A. I. Emelyanov

Territorial Inspectorate of State Geodetic Supervision, Kursk, Russia

Geologists own a chronicle in which events of the history of the Earth are recorded, but the novel “Chronicle of the Stone” is not a story about the history of the Earth, the novel is conceived as a story about one of the most unique professions existing on earth, namely the geologist. In modern Russia, this profession turned out to be little in demand and not prestigious, but it should not be like that; in the history of the country it was already there, it clearly does not benefit her and there is already an awareness of it. The action novel is written in the genre of modern prose. The novel shows relationships between people united by the geological profession, between these people and society, between geological specialists and the authorities; but in the center of the plot the profession of geologist, people of this profession, their attitude to their profession and their dedication to the professional duty will still remain. Based on real events. The published fragments describe the history of the formation of the domestic Geological Service from the pre-revolutionary Geolkom to the USSR Ministry of Geology (1882–1949).

Keywords: Geolkom of Russia, Supreme Economic Council of the USSR, Glavgeologiya, Geolkom case, repressed geologists, the USSR atomic project.

DOI 10.20403/2078-0575-2019-2-103-109

Состояние геологической изученности такой огромной страны, как СССР, деятельность геологоразведочной отрасли в целом зависят не только от объемов осваиваемых средств, но прежде всего от системной организации работ и наличия квалифицированных кадров, нацеленных на выполнение поставленных задач. Эти, на первый взгляд, субъективные факторы с учетом специфики геологических исследований в конечном итоге являются определяющими.

Геологический комитет (Геолком) – первое государственное учреждение в России – был основан 19 (31) января 1882 г. по указу Александра III. Главными задачами Геолкома были проведение регионального геологического картирования и систематическое описание геологического строения территории Российской Империи. В дальнейшем на Геолком были возложены специальные детальные геологические исследования и составление крупномасштабных карт.

В период организации штат Геолкома состоял всего из восьми человек, затем в разное время в нем работали многие выдающиеся российские

геологи, в их числе и большинство основоположников российской геологической школы.

<...>

В самом начале существования молодой Советской республики В. И. Ленин определил сырьевую проблему как одну из важнейших, от решения которой зависит укрепление и развитие социалистического строя. Обеспечение народного хозяйства собственными ресурсами сырья было признано важнейшей задачей. Практическое осуществление указаний В. И. Ленина выразилось в составлении развернутой программы геологических работ и организации специальных комитетов, отделов и комиссий по вопросам развития естественных производительных сил. Среди них прежде всего следует отметить Особую комиссию по исследованию Курской магнитной аномалии (ОК КМА), которую возглавлял академик И. М. Губкин, и Комиссию по изучению химического сырья залива Кара-Богаз-Гол, работавшую под руководством академика Н. С. Курнакова.

В 1918 г. Геологический комитет был передан в ведение Высшего совета народного хозяйства



(ВСНХ). Несмотря на гражданскую войну, оккупацию ряда районов и сложнейшее положение страны, активная деятельность Геолкома продолжалась.

Полевые геологические исследования проводятся во многих районах страны: экспедиция С. В. Обручева открыла Тунгусский угольный бассейн; экспедиция Н. Н. Урванцева начала изучение приенисейских территорий Сибири; В. И. Яворским и П. И. Бутовым было оценено промышленное значение Минусинского угольного бассейна; В. К. Котульским, И. Ф. Григорьевым, В. П. Нехорошевым, Н. Н. Курек и др. проводилась оценка перспектив Рудного Алтая; ОК КМА занималась исследованиями Курской магнитной аномалии.

Геолком совместно с Академией наук подготовил 44 выпуска «Полезных ископаемых» – полной сводки минерально-сырьевых ресурсов страны. Эта работа, выполненная В. Н. Вебером, Д. В. Голубятниковым, Н. К. Высоцким, В. К. Котульским, А. А. Краснопольским и др., стала настоящей энциклопедией минерально-сырьевых ресурсов России.

В 1922 г. Президиум ВСНХ утвердил новое положение о Геологическом комитете. В нем отмечалось, что Геолком является высшим правительственным учреждением СССР, который организует, осуществляет и регулирует все геологические и геолого-разведочные работы на территории страны. Это обязывало Геолком коренным образом перестроить работу и развернуть геолого-производственную деятельность, ориентируя ее на обеспечение восстанавливаемой промышленности минерально-сырьевой базой.

20 апреля 1926 г. председателем Геолкома был назначен профессор и ректор Горного института Д. И. Мушкетов, его заместителем – И. М. Губкин, помощниками – А. К. Мейстер, В. К. Котульский и Н. Н. Тихонович.

В 1927 г. приказом ВСНХ СССР на него возложено определение обеспеченности строящихся предприятий запасами минерального сырья. В том же году во исполнение приказа № 881 ВСНХ СССР комитет образовал Комиссию по подсчету запасов полезных ископаемых «для придания единообразия и авторитетности всем цифрам запасов, исходящих от Геологического комитета». Первое ее заседание (протокол № 1) состоялось 31 мая 1927 г., и этот день считается датой рождения ныне существующей Государственной комиссии по запасам полезных ископаемых (ГКЗ).

К 1929 г. Геолком имел свыше 600 поисковых и разведочных экспедиций и 10 крупных региональных отделений, осуществлявших картирование, поиск и разведку полезных ископаемых.

Двадцатые годы – это время исключительных достижений в расширении минерально-сырьевой базы советского государства. Обоснованные научные прогнозы геологической службы страны обеспечили открытие и разработку многих крупных месторождений полезных ископаемых в европей-

ской части страны – бокситы в Тихвинском районе (М. М. Васильевский и С. Ф. Малявкин), горючие сланцы Эстонского бассейна (Н. Ф. Погребов); в Предуралье: каменные угли в бассейне р. Печора – открытие Печорского угольного бассейна (А. А. Чернов), калиевые и магниевые соли в районе Соликамска, нефти – Чусовские городки (П. И. Преображенский); на Таймыре: сульфидные медно-никелевые руды с платиной – Норильск-1 (Н. Н. Урванцев); на Кавказе: Дашкесанское месторождение железных руд (К. Н. Паффенгольц), Каджеранское медно-молибденовых (В. Г. Грушев); в Казахстане: каменные угли Карагандинского угольного бассейна (А. А. Гапеев), молибденово-медно-порфировое месторождение Коунрад (М. П. Русаков), корундовое месторождение Семиз-Бугу (Н. И. Наковник); в Забайкалье: Хапчерангинское оловорудное месторождение (С. С. Смирнов). Первая Колымская экспедиция Геолкома во главе с Ю. А. Билибиным положила начало открытию крупнейшей золотоносной провинции – основного поставщика золота в стране.

Балхаш, Билибино, Бокситогорск, Джезказган, Караганда, Кемерово, Лениногорск, Ленинск-Кузнецкий, Магадан, Нефтекамск, Норильск, Прокопьевск, Семиз-Бугу, Сланцы, Соликамск, Темиртау и многие другие города и поселки обязаны своим рождением и развитием открытиям Геолкома в 1920-е гг.

Особой комиссией по изучению КМА открыты железорудные залежи Курской магнитной аномалии (И. М. Губкин, А. Д. Архангельский, П. П. Лазарев).

Возглавляемая А. Е. Ферсманом экспедиция Академии наук в 1920 г. открыла на Кольском полуострове богатейшие залежи апатита, равных которым тогда не было нигде в мире. При непосредственном его участии в 1929 г. началось промышленное освоение ценнейшего сырья. Закладывались рудники, появлялись новые поселки и города – Кировск, Хибиногорск. Если бы А. Е. Ферсман в своей жизни не сделал больше ничего, кроме этих открытий, его имя все равно навсегда вошло бы в историю геологии и страны. Но была еще Средняя Азия, были Каракумы, где он исследовал месторождения серы, на базе которых был основан первый в СССР завод по ее производству, были исследования единственного в стране месторождения радиоактивных элементов Тюя-Муюн и других месторождений урана в Ферганской долине.

Если к началу Первой мировой войны Россия самостоятельно добывала и производила лишь половину химических элементов, находивших в то время практическое применение, то к началу 1930-х гг. остались лишь два элемента, которые приходилось импортировать: бор и углерод в виде алмаза. Но несколько лет спустя было открыто и освоено месторождение борного сырья и дефицитными остались лишь алмазы.

В эти годы Геологический комитет закрепил свое положение в качестве организационного и регулирующего центра государственной геологиче-



ской службы и одновременно центрального комплексного геологического научного учреждения. Встал вопрос о разделении его функций на научные и административные.

25 октября 1928 г. было принято решение о реорганизации Геолкома. С одной стороны, предписывалась децентрализация управления геолого-разведочными и геолого-съёмочными работами, а с другой – разделение научно-исследовательских и административных функций.

В январе 1929 г. директором Геолкома на «реконструктивный» период был назначен И. И. Радченко (профессиональный революционер, делегат I съезда РСДРП, заместитель председателя и член президиума ВСНХ), сложивший свои полномочия в январе 1930 вместе с ликвидацией Геолкома.

Результатом этой реорганизации стало образование в 1931 г. Центрального научно-исследовательского геолого-разведочного института (ЦНИГРИ, позднее – ВСЕГЕИ) и хозрасчетного Всесоюзного геолого-разведочного объединения «Союзгеологоразведка», в 1935 г. после неоднократных преобразований превращенного в Главное геологическое управление (Главгеология) в составе Наркомата тяжелой промышленности СССР.

Таким образом к началу 1930-х гг. в СССР был ликвидирован единый административный орган управления геолого-разведочной отраслью. Реорганизация и последующая его ликвидация сопровождалась репрессиями по так называемому делу Геолкома, по которому проходили в общей сложности 32 человека.

«Контрреволюционная и шпионская организация в Геологическом комитете, возникшая с момента преобразования Бюро учета Геолкома в Учетно-экономическое отделение, т. е. в конце 1926 г., осуществляла свою деятельность на основе программы, выработанной Клубом горных деятелей, и стремилась использовать богатейшие статистические и разведочные данные, имевшиеся в распоряжении Геолкома, для искривления хозяйственной политики Совправительства в области горной и горно-заводской промышленности, и этим способствовать восстановлению в СССР буржуазно-капиталистического строя.

Для достижения этой цели контрреволюционная организация в Геолкоме систематически передавала концессионному предприятию „Лена-Гольдфильдс“, Германскому консульству в Киеве и Датскому консульству в Ленинграде особо секретные статистические и разведочные данные... и ряд других сведений, отражающих состояние нашей горной и горнозаводской промышленности, получая за это в виде вознаграждения денежные суммы от концессионеров и представителей иностранных держав.

Отдельные члены этой организации, кроме того, вели вредительскую работу в разных отраслях промышленности, главным образом в нефтяной, направляя, путем дачи соответствующих заключений,

разведочную инициативу подлежащих хозяйственных органов Совправительства на производство бурения в заведомо лишенных эксплуатационного эффекта местах, с целью сохранения недр для их бывших владельцев, за что получали от последних крупное денежное вознаграждение».

Этой формулировкой открывается «Обвинительное заключение по делу о контрреволюционной и шпионской организации в Геологическом комитете ВСНХ СССР», принятое по результатам следствия 21 июля 1929 г. и направленное в коллегию ОГПУ «на предмет внесудебного рассмотрения».

Постановление коллегии ОГПУ последовало уже 9 августа:

«Джаксона М. Н. и Решетникова И. И. расстрелять; Вегнера Г. Н. расстрелять; Трофимук М. Л., Федяй А. И. и Никитина И. Н. заключить в концлагерь сроком на десять лет; Гинзбурга И. И. и Флерова А. Н. приговорить к высшей мере наказания с заменой заключением в концлагерь сроком на десять лет; Сафронова М. М. заключить в концлагерь сроком на восемь лет; Минеева А. О., Кузбасова Г. А. и Топоркова К. П. заключить в концлагерь сроком на пять лет; Белоглазова В. Ф. заключить в концлагерь сроком на три года, Вегнер-Яцкевич В. Л. выслать через постоянного представителя ОГПУ в Северный край сроком на три года, Ортенберга Д. Л. выслать в Сибирь сроком на три года».

Материалы на пятерых обвиняемых (К. П. Калицкого, А. В. Крейтер-Решетникову, Н. М. Леднева, К. А. Прокопова, Н. Н. Тихоновича) были выделены для включения в другие дела. Н. Н. Тихонович (организатор комиссии по подсчету запасов) был приговорен к высшей мере наказания с заменой на 10 лет заключения в концлагерь еще до завершения «дела Геолкома», Н. М. Леднев и арестованный позднее К. П. Калицкий получили свой приговор позднее по «делу о вредительстве в нефтяной промышленности».

Наряду с продолжавшимися с конца 1920-х и в течение всех 1930-з гг. реформированиями геологии не прекращались и репрессии против выдающихся ученых и специалистов геологов, в том числе и тех, кто когда-то был работником Геолкома.

Были репрессированы многие выдающиеся геологи.

Д. И. Мушкетов, бывший директор Геолкома (1926–1929 гг.), профессор. Арестован 29.06.1937 г. по ложному обвинению в том, что он «в 1930 году создал контрреволюционную террористическую группу и совершал вредительские акты». 18.02.1938 г. по приговору выездной сессии Военной коллегии Верховного суда СССР он был осужден и в тот же день расстрелян в Ленинграде. Посмертно полностью реабилитирован Верховным судом СССР 08.12.1956 г.

В. К. Котульский, бывший вице-директор Геолкома, профессор. Впервые арестован 28.10.1930 г., приговорен к расстрелу с заменой на 10 лет лише-



ния свободы, но вскоре освобожден. Второй раз арестован 19.01.1932 г., осужден на 10 лет исправительно-трудовых лагерей (ИТЛ). Будучи заключенным, за работу по Мончегорскому и Норильскому месторождениям в 1943 году был награжден орденом Трудового Красного знамени. Судимость снята в 1944 г.

А. К. Мейстер, бывший директор Геолкома, помощник директора Геолкома (1926–1929 гг.), составитель геологической карты Сибири, исследователь ее золотоносных районов, профессор, доктор геолого-минералогических наук. Арестован в 1938 г. в возрасте 72 лет в связи с арестом его родного брата Г. К. Мейстера, академика ВАСХНИЛ. Умер в тюрьме, реабилитирован посмертно.

А. К. Болдырев, профессор. Первый раз арестован в 1921 г., был в заключении в феврале – апреле; следующий арест в 1933 г. (январь – апрель); вновь арестован в ночь на 8 октября 1938 г. Особым совещанием (ОСО) при НКВД СССР 26 июля 1939 г. «за участие в антисоветской организации» приговорен к 5 годам лишения свободы и отправлен этапом на Колыму. Погиб в заключении, реабилитирован в 1957 г.

В разные годы были репрессированы десятки, даже сотни других ученых и специалистов как в области геологии, так и в других отраслях науки и техники: Н. М. Федоровский, П. И. Преображенский, В. И. Крыжановский, В. А. Зильберминц, Б. Л. Личков, А. Н. Криштофович, П. Н. Чирвинский, П. П. Лазарев, А. И. Козлов, С. Ф. Малявкин, В. В. Аршанов, И. Я. Башилов.

Было репрессировано большинство участников первых радиевых экспедиций, организованных Академией наук по инициативе В. И. Вернадского. Именно поэтому к началу реализации в СССР так называемого Атомного проекта, когда возникла потребность в развертывании масштабных геологических поисков урановых руд, обеспечить эти работы квалифицированными специалистами по поискам радиоактивного сырья не представлялось возможным.

Не обошли стороной репрессии и сотрудников Радиевого института, близко работавших с академиком В. И. Вернадским.

«Кадры решают все» – кто это сказал? Наверное, умудренный жизненным опытом человек. Потому что это абсолютная истина, так как под словом «кадры» подразумевались профессионалы своего дела. Именно они двигают нашу жизнь вперед, создают, создают материальные блага, которыми мы с вами пользуемся. Все, что есть в этом мире (не имеется в виду первозданное), создано ими: учеными, инженерами, мастерами, рабочими.

Страна впервые услышала эту фразу из уст Сталина, и прозвучала она в мае 1935 г. в его речи, обращенной к выпускникам военных академий. Большую часть речи он посвятил вопросу бережного отношения к людям, назвал неумение ценить людей

пережитком прошлого. Именно кадры решают все. Кто сказал, что без них можно построить социализм, тот заблуждается!

В то далекое время это был лозунг, который необходимо было претворять в жизнь; идеологи коммунизма считали его воплощением начало второй революции – культурной. В те годы более трети населения еще были неграмотными. Вся страна села за парты – ликбезы, рабфаки, школы рабочей молодежи. Именно их выпускникам предстояло стать элитой, гордостью советской и мировой науки, техники, литературы. И в это же время в стране волна за волной шли репрессии, направленные именно против этих самых кадров, которые решают все.

«Дело Геолкома» стоит в ряду других политических дел, направленных против «старых» специалистов и ученых: «Шахтинского» (1928), «О вредительстве в золото-платиновой промышленности» (1929), «О вредительстве в нефтяной промышленности» (1929–1931), «Промпартии» (1930), «Академии наук» (1930–1931), «Пулковского» (1936–1937) и т. д.

Летом 1937 г. в Москве проходила 17-я сессия Международного геологического конгресса, на которой В. И. Вернадский выступал с докладом «О значении радиологии для современной геологии». Многих репрессированных ученых геологов, чьи имена были известны в мире, доставляли на сессию прямо из мест заключения, в сопровождении «секретарей» в штатском, поскольку их отсутствие на конгрессе могло породить слухи и, соответственно, неверные представления об условиях работы ученых.

Вот какую запись сделал тогда в своем дневнике В. И. Вернадский:

«Аресты среди ученых продолжаются... Повидимому, вновь арестовывают раньше когда-то арестованных. При такой системе – могут случайно поймать и нужных, и действительно заговорщиков! Но такая система – сколько невинных!

И все же жизнь идет и что-то вырабатывает. С огромными – ненужными – потерями людьми и деньгами, научная геологическая работа идет».

<...>

К началу 1940-х гг. в Советском Союзе окончательно сложилась система государственного управления: при формальном наличии всех ветвей власти принятие решений на государственном уровне зависело только от одного человека – И. В. Сталина. Обладая монополией на истину в вопросах построения социалистического общества, он обладал и монополией на информацию, которая часто поступала к нему напрямую, минуя соответствующие органы управления, в том числе и от спецслужб. Когда вождь высказывал свои суждения или единолично принимал решения по тем или иным вопросам государственной важности, производившие впечатления на окружающих, это было следствием не какого-то особого его таланта и уж тем более гениальности, как это преподносилось всему совет-



скому обществу, а следствием осведомленности. Талант и гениальность государственного деятеля, если они действительно присутствуют в личности, должны проявляться в своевременности принятия тех или иных управленческих решений, в эффективных способах их реализации и полученных в итоге результатах.

Анализ состояния геологической службы страны, подкрепленный информацией о позиции и действиях руководства СССР в канун Великой Отечественной войны, несмотря на обращения ученых, указывали на то, что развертывание масштабных работ по поискам и разведке месторождений урана на территории СССР в этот период не планировалось.

<...>

Война завершена, Германия повержена, пришла долгожданная победа, победа со слезами на глазах. Уж слишком дорогой ценой она досталась! Но на горизонте уже появилась новая угроза – атомная бомба. Полное понимание этого пришло в августе 1945 г., когда в огне, порожденном атомными бомбами, сгорели японские города Хиросима и Нагасаки.

Осознание необходимости ускорения работ по урановой проблеме было у многих причастных к этому, но решение вопроса виделось по-разному.

По заданию Наркома внутренних дел Л. П. Берии в конце ноября 1944 г. на рассмотрение Оперативного бюро ГКО представлен проект постановления ГКО «О мероприятиях по обеспечению развития добычи и переработки урановых руд», в котором, в частности, было указано следующее.

По расчетам академика И. В. Курчатова, для выполнения научно-исследовательских и конструктивных задач по применению урана лаборатории № 2 Академии наук СССР одновременно потребуется не менее 50 т металлического урана (или, в пересчете на соли, не менее 100–120 т). Фактически же в 1944 г. Наркомцветметом будет произведено не более 4–4,5 т солей урана, а металлический уран тех кондиций, которые необходимы для опытов, еще не вырабатывается и не разработана технология его получения.

По мнению разработчиков этого документа, столь неудовлетворительное состояние добычи урановых руд и получения солей урана объясняется тем, что спустя два года после принятия постановления ГКО «О добыче урана» Наркомцветмет не развивал работы по урану, на них затрачивались ничтожные силы и средства.

Наркомцветмет предлагал установить программу производства солей урана на 1945 год не более 8–10 т и лишь в 1946 г. довести мощности соответствующих предприятий до 30 т в год при условии выделения всех материальных ресурсов.

Далее следовали выводы: если производство урана вести дальше предлагаемыми темпами, придется затянуть опытные работы по применению урана еще на 7–10 лет.

Из справки заместителя члена ГКО В. А. Махнева Л. П. Берии о состоянии работ по проблеме урана от 2.11.1944 г.:

«Ознакомившись в процессе подготовки по Вашему заданию проекта постановления ГКО „О развитии работ по урану“ с фактическим состоянием дела разведки, добычи, переработки урановых руд и организацией научно-исследовательских работ в этой области, считаем необходимым доложить Вам следующее.

Разведка урановых месторождений:

Постановлением ГОКО от 27.11.1942 г. (№ 2542сс) Наркомцветмет обязан был „закончить в 1943 году разведочные, изыскательские и исследовательские работы по урановым месторождениям Майли-Су и Уйгур-Сай и запроектировать их промышленное использование“, Комитет по делам геологии при СНК СССР – „в 1943 году провести работы по изысканию новых месторождений урановых руд“.

8 апреля 1944 г. Постановлением ГОКО (№ 5585сс) Наркомцветмет обязан был провести попутные поиски месторождений урановых руд в районах деятельности Наркомцветмета, а Комитет – широкие геолого-разведочные поисковые работы силами 50 партий и отрядов.

За два истекших года из-за недостаточного внимания к этому вопросу и плохого материально-технического оснащения геолого-разведочных партий разведка урановых месторождений почти не сдвинулась с места...»

<...>

В 1948 г. появились новые разведанные, подтверждавшие намерения США осуществить атомную бомбардировку городов Советского Союза. В то же время Специальным комитетом был сорван срок создания первого опытного экземпляра атомной бомбы, установленный на ноябрь 1948 г., в основном из-за отставания от графика строительства и ввода в эксплуатацию промышленного реактора по наработке оружейного плутония в Челябинске.

То, что это не могло быть оставлено Сталиным без последствий, Берия понимал, как никто другой. В этой ситуации главным было отвести удар от ученых, которые напрямую были задействованы в реализации атомного проекта, прежде всего от тех, кто были членами Специального комитета. А это автоматически означало отвести удар и от себя...

11 апреля 1949 г. вышло Постановление Совета Министров СССР «Вопросы Министерства геологии»:

«Совет Министров СССР в результате произведенной проверки отмечает следующее:

а) Министерство геологии проглядело, что группа старых геологов из числа служивших в прошлом у капиталистов (далее идет перечисление фамилий. – Прим. авт.) злонамеренно скрывала от Советского государства ценные месторождения



цветных и редких металлов в Красноярском крае, умышленно направляла геологические разведки по ложному пути, в результате чего важнейшие месторождения меди, молибдена, свинца, урана, вольфрама и других цветных и редких металлов не сдавались в эксплуатацию (Маинское, Сорское месторождения), а находившиеся в эксплуатации оказались на длительное время законсервированными (месторождение и рудник „Юлия“);

б) существовавший в Министерстве геологии дележеский подход в подборе кадров привел к засорению организаций Министерства геологии враждебными Советской власти людьми, в результате министр Малышев и его заместители лишь формально руководили поисками и разведками полезных ископаемых и допустили, что эта работа по ряду важных участков направлялась враждебными элементами в ущерб государственным интересам. Работа геологических учреждений Министерства геологии – Красноярского, Западно-Сибирского, Восточно-Сибирского геологических управлений – направлялась старыми геологами, активными деятелями колчаковского режима (далее идет перечисление фамилий. – *Прим. авт.*), всячески скрывавшими природные богатства и выполнявшими установки бывших владельцев горнорудных предприятий Сибири...

в) руководство Министерства геологии (т. Малышев и др.), находясь в плену у старых специалистов-геологов, враждебно настроенных против Советской власти, не сумело правильно оценить поступавшие в Министерство геологии неоднократные сигналы от местных партийных и советских организаций и отдельных лиц о наличии ценных полезных ископаемых, о необходимости форсирования их разведки и оставляло эти сигналы без всякого внимания.

Совет Министров Союза ССР ПОСТАНОВЛЯЕТ:

1. Снять т. Малышева И. И. с поста министра геологии, используя его на меньшей работе в системе Министерства геологии.

2. Назначить министром геологии т. Захарова П. А.

3. Назначить первым заместителем министра геологии т. Силуянова Н. М., освободив его от работы в Госплане СССР.

4. Т. Горюнова С. В. освободить от обязанностей первого заместителя министра геологии. Назначить т. Воронина А. И. заместителем министра геологии, освободив его от работы в Министерстве государственной безопасности СССР.

5. Обязать министра геологии т. Захарова:

а) в месячный срок пересмотреть план геолого-разведочных работ на 1949 год и представить в Совет министров СССР предложения по значительному усилению разведок цветных и редких металлов;

б) тщательно проверить и укрепить в месячный срок состав работников центрального аппарата и научно-исследовательских институтов Министер-

ства геологии, в двухмесячный срок – кадры территориальных управлений и трестов, экспедиций и геологических партий и укомплектовать их проверенными в политическом и деловом отношении работниками;

в) навести строгий порядок в работе территориальных управлений, трестов, научно-исследовательских институтов, экспедиций, геолого-разведочных партий, с тем чтобы выезды экспедиций и партий на месторождения впредь производились только с разрешения министра в соответствии с утвержденным Правительством планом геолого-разведочных работ;

г) в течение 1949 года тщательно изучить первичную документацию и отчеты геологических партий и экспедиций, а также всю геологическую литературу по Сибири с целью выявления скрытых (имеется в виду – от государства. – *Прим. авт.*) месторождений цветных и редких металлов и доклад о результатах представить в Совет Министров СССР. Первый доклад представить к 1 июля 1949 г.; разработать и утвердить порядок составления и обработки первичной геологоразведочной документации, хранения и пользования этой документацией, а также своевременной отчетности о проведенных геолого-разведочных работах.

б. Считать важнейшей государственной задачей быстрее вовлечение и промышленное освоение медных, молибденовых, вольфрамовых, оловянных, цинковых, свинцовых, сурьмяных, никелевых, кобальтовых и других месторождений цветных и редких металлов Красноярского края, для чего всемерно форсировать поисковые и геолого-разведочные работы по месторождениям Юлия, Ак-гол, Игр-гол, Глафириновское, Антонининское, Базырское, Сорское, Темирское и другие, согласно прилагаемому списку...»

Масштабные репрессии в отношении геологов, предпринятые Сталиным в 1949 г., более известны как «Красноярское дело». В Ленинграде, Москве, Красноярске, Томске и других городах в марте – апреле 1949 г. по этому делу было арестовано 27 человек – известных ученых и преподавателей, крупных специалистов, а также работников Министерства геологии. Кроме этого, репрессиям, не связанным с ограничением свободы (увольнение с работы, понижение в должности, запрет на публикации и пр.), были подвергнуты еще сотни других ученых и работников геологической отрасли.

В Москве по «Красноярскому делу» были арестованы директор Геологического института АН СССР академик И. Ф. Григорьев, член корреспондент АН СССР А. Г. Вологдин, референт министра геологии М. И. Гуревич, председатель технического совета Министерства геологии профессор В. М. Крейтер, главный геолог Тувинской геолого-разведочной экспедиции Ю. М. Шейнманн; в Ленинграде – научные сотрудники ВСЕГЕИ В. Н. Верещагин, В. Н. Доминиковский, Б. К. Лихарев, профессора Я. С. Эдель-



штейн, В. К. Котульский, М. М. Титяев; в Томске – профессора и преподаватели ТПИ и ТГУ И. К. Баженов, А. Я. Булытников, М. И. Кучин, Н. Е. Мартыанов, В. Д. Томашпольская, В. А. Хохлов, Ф. Н. Шахов; в Иркутске – преподаватель Горнометаллургического института Л. И. Шаманский. Были арестованы академик АН КазССР М. П. Русаков, начальник экспедиции Западно-Сибирского геологического управления Б. Ф. Сперанский, главный инженер треста «Запсибцветметразведка» К. С. Филатов и большая группа геологов из Красноярск – В. В. Богацкий, Н. Я. Коган, Ю. Ф. Погоня-Стефанович, О. К. Полетаева, А. А. Предтеченский, Н. Ф. Рябоконе, Г. М. Скуратов и др.

Эта плеяда замечательных ученых и специалистов-геологов – цвет геологической науки и геологоразведочной отрасли страны, образным сравнением приравнивалась к «пустой породе, засорившей геологию» и объявлялась врагами народа.

<...>

Почему Берия, руководивший работами по урану, заслуживший уважение ветеранов-ядерщиков и не допустивший арестов кого-либо из тех, кто был задействован в Атомном проекте, допустил массовые репрессии в отношении геологов? Исходя из складывающейся на начало 1949 г. обстановки по реализации Атомного проекта, следует предположить, что именно он и был идейным вдохновителем этой беспроектной для себя комбинации.

По предложению Л. П. Берии и решению, принятому И. В. Сталиным, финансирование работ по созданию атомной бомбы проводилось «сходу», по фактическим затратам, без заранее утвержденных смет. Решения о производстве геолого-разведочных работ и строительстве предприятий для добычи урана и переработки руд нередко принимались форсированно, с нарушениями общепринятой стадийности этих работ (оценка, предварительная разведка, детальная разведка месторождений, проектирование и строительство рудников). Это приводило к конфликтам между руководителями Первого главного геологического управления (ПГГУ) Мингео СССР и Первого главного управления (ПГУ) при Спецкомитете СНК (СМ) СССР. Бывший начальник геологического отдела ПГУ при Спецкомитете СНК (СМ) СССР Е. А. Пятов, описывая обстановку тех лет, констатирует: «Руководство ПГГУ Мингео СССР и особенно главный геолог академик И. Ф. Григорьев, воспитанные на традициях соблюдения стадийности, зачастую выступали против больших объемов геолого-разведочных, а иногда и эксплуатационных работ на недостаточно подготовленных объектах». Возможно, что указанные противоречия и привели к трагедии. Косвенным подтверждением

является и то, что в первоочередном порядке удар был нанесен по ученым-геологам, которые были признанными авторитетами в вопросах рудной геологии и методики разведки рудных месторождений. Очевидно, что Берия решил заменить руководство Мингео СССР и в частности Григорьева, тормозившего, как он считал, решение проблемы уранового сырья и привести к руководству Министерством геологии своего человека. И как показали последующие события, все это ему удалось.

Министерство геологии СССР участвовало в реализации Атомного проекта с ясно осознававшейся отраслевым министерством задачей – создать в стране минерально-сырьевую базу урана – и напрямую в этом проекте Берии не подчинялось. Как, впрочем, и МГБ СССР, тоже оказавшееся в числе «пострадавших» в этом деле.

Возглавляемый Л. Берией Специальный комитет и подчиненное ему Первое главное управление при СНК (СМ) СССР решали главную и важнейшую задачу – создание атомной бомбы, не считаясь ни с материальными затратами ни с человеческими судьбами. При этом Берия в силу своей природной прозорливости вполне осознавал, что создание одной атомной бомбы не обеспечивало безопасность страны: для этого нужен был паритет, для создания которого в то время требовались уже десятки атомных бомб и, соответственно, требовалась мощная сырьевая база урана.

Тогдашний министр госбезопасности В. С. Абакумов, докладывая об этом деле на специальном заседании Политбюро ЦК ВКП(б) с особым пафосом сообщал о проведенных мероприятиях, подтверждая их цифрами – количеством репрессированных геологов, отчего председательствующий на заседании И. В. Сталин не выдержал и бросил реплику: «Абакумов, не очень-то увлекайтесь арестами геологов, а то и разведку недр некому будет вести!»

Взрыв первой советской атомной бомбы был произведен в августе 1949 г. на полигоне в Казахской степи. Как раз к этому времени «Красноярское дело» геологов близилось к своему «логическому» завершению. Как говорили острословы, в геологии началась эпоха «захаронения» (по фамилии нового министра геологии П. А. Захарова).

Пора руководства геологией силовыми органами продолжалась четыре года. В 1953 г., почти сразу же после смерти Сталина, на пост министра геологии был назначен П. Я. Антропов, бывший до этого времени заместителем начальника «атомного» Первого главного управления при Совмине СССР. Геологическая служба страны начала возрождаться, геологи стали называть эту эпоху «антропогеном»...

© А. И. Емельянов, 2019



ПАМЯТИ ГЕННАДИЯ ВАСИЛЬЕВИЧА ВЕДЕРНИКОВА

IN MEMORIAM OF GENNADIY VEDERNIKOV

Геннадий Васильевич Ведерников родился 13 января 1937 г. в Яранском районе Кировской области. Окончил Казанский государственный университет в 1959 г. Доктор геолого-минералогических наук, академик Российской академии естественных наук, лауреат Государственной премии СССР, почетный нефтяник.

В 1959–1973 гг. работал в тресте «Татнефтегеофизика» (г. Бугульма), где прошел школу от геофизика-интерпретатора до главного геофизика треста, кандидата технических наук. В 1971 г. была создана Сибирская геофизическая экспедиция (СибГЭ), в задачу которой входило создание и развитие физических основ нефтяной геофизики, в первую очередь сейсморазведки, где он поработал несколько лет. В 1974 г. Г. В. Ведерников был назначен главным геологом Сибирской геофизической экспедиции (ОАО «Сибнефтегеофизика»), а с 2003 по 2010 г. проработал заместителем генерального директора по науке и новым технологиям. С 2010 г. – директор по науке ООО «Новые методики и технологии в сейсморазведке» («НМТ Сейс»).

В тесном сотрудничестве с геофизиками Института геологии и геофизики СО РАН, Г. В. Ведерников внес значительный вклад в создание, развитие и внедрение нового метода сейсмических исследований – многоволновой сейсморазведки, за что коллектив авторов в 1987 г. был удостоен Государственной премии СССР. Как главный геолог ОАО «Сибнефтегео-

офизика», Геннадий Васильевич участвовал в изучении геологического строения Западной и Восточной Сибири, Казахстана, Монголии. По его инициативе и при его непосредственном участии в этих регионах были проведены региональные сейсморазведочные работы МОГТ, позволившие по-новому осветить перспективы их нефтегазоносности. Он творчески развил и применил на практике подходы сейсмостратиграфии для геологического истолкования сейсмических данных. Он был убежденным и настойчивым сторонником применения детальных сейсмических исследований (в том числе трехмерной сейсморазведки) для доразведки месторождений с целью оптимизации их разработки. Эффективность этих исследований подтверждена в Тюменской, Томской, Новосибирской и Иркутской областях.

В его активе более 140 научных публикаций, в том числе 5 монографий, 10 изобретений. С 1995 по 2011 г. Геннадий Васильевич был председателем Сибирского отделения Евро-Азиатского геофизического общества.

До последних дней (он скончался 28 марта 2019 г.) Геннадий Васильевич занимался теоретическими исследованиями в области так называемой пассивной сейсморазведки, одним из основателей которой он был. Светлая память об этом талантливом ученом и производственнике, замечательном человеке сохранится в сердцах его учеников, коллег и друзей.

Л. А. Максимов



НАШИ АВТОРЫ

- АЛИФИРОВ Александр Сергеевич**, Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука (ИНГГ) СО РАН, Новосибирск, Россия, науч. сотр., к. г.-м. н. *E-mail: alifirov@gmail.com*
- АФАНАСЕНКОВ Александр Петрович**, Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт (ВНИГНИ), Москва, Россия, зам. ген. директора, к. г.-м. н.; МГУ им. М. В. Ломоносова, вед. науч. сотр. *E-mail: afanasenkov@vnigni.ru*
- БИТНЕР Александр Карлович**, Институт нефти и газа Сибирского федерального университета, Красноярск, Россия, доцент, к. г.-м. н. *E-mail: ABitner@sfu-kras.ru*
- БОБРОВ Владислав Андреевич**, Институт геологии и минералогии им. В. С. Соболева (ИГМ) СО РАН, Новосибирск, Россия, ст. науч. сотр., к. г.-м. н. *E-mail: bobr@igm.nsc.ru*
- БУДАШКИНА Вера Владимировна**, Институт геологии и минералогии им. В. С. Соболева (ИГМ) СО РАН, Новосибирск, Россия, вед. инженер. *E-mail: budash@igm.nsc.ru*
- ГАСЬКОВ Иван Васильевич**, Институт геологии и минералогии им. В. С. Соболева (ИГМ) СО РАН, Новосибирск, Россия, вед. науч. сотр., д. г.-м. н. *E-mail: gaskov@igm.nsc.ru*
- ГОРБУНОВА Алиса Романовна**, Угольная компания «Кузбассразрезуголь», филиал «Краснобродский угольный разрез», Кемеровская область, пгт Краснобродский, Россия, гл. геолог. *E-mail: gorbunovaar@vahr.kru.ru*
- ГУТАК Ярослав Михайлович**, Институт горного дела и геосистем Сибирского государственного индустриального университета, Новокузнецк, Россия; директор, д. г.-м. н., проф. *E-mail: gutakjaroslav@andex.ru*
- ЕМЕЛЬЯНОВ Анатолий Иванович**, Территориальная инспекция по госгеонадзору, зам. гл. инспектора, Курск, Россия. *E-mail: emelyanov@yandex.ru*
- КАЗАИС Владимир Исаакович**, АО «Таймыргеофизика», Красноярский край, Таймырский Долгано-Ненецкий район, Дудинка, Россия, гл. геолог, к. г.-м. н. *E-mail: tmrgeo@mail.ru*
- КАЛАМКАРОВ Сергей Львович**, Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт (ВНИГНИ), Москва, Россия, ст. науч. сотр. *E-mail: kalamkarov@vnigni.ru*
- КНЯЗЕВ Валерий Георгиевич**, Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН, Якутск, Россия, гл. науч. сотр., д. г.-м. н. *E-mail: alifirovas@ipgg.sbras.ru*
- КУШНИР Денис Григорьевич**, АО «Таймыргеофизика», Красноярский край, Таймырский Долгано-Ненецкий район, Дудинка, Россия, к. г.-м. н., вед. геофизик. *E-mail: d.kushnir@tmrgeo.ru*
- ЛЕОНОВА Галина Александровна**, Институт геологии и минералогии им. В. С. Соболева (ИГМ) СО РАН, Новосибирск, Россия, ст. науч. сотр., д. г.-м. н. *E-mail: leonova@igm.nsc.ru*
- МАЛЬЦЕВ Антон Евгеньевич**, Институт геологии и минералогии им. В. С. Соболева (ИГМ) СО РАН, Новосибирск, Россия, ст. науч. сотр., к. г.-м. н. *E-mail: maltsev@igm.nsc.ru*
- МЕЛЕДИНА Светлана Владимировна**, Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука (ИНГГ) СО РАН, Новосибирск, Россия, науч. сотр., д. г.-м. н. *E-mail: meledina@ngs.ru*
- МЕЛЬГУНОВ Михаил Сергеевич**, Институт геологии и минералогии им. В. С. Соболева (ИГМ) СО РАН, Новосибирск, Россия, ст. науч. сотр., к. г.-м. н. *E-mail: mike@igm.nsc.ru*
- МЕЛЬНИКОВ Николай Владимирович**, Сибирский НИИ геологии, геофизики и минерального сырья (СНИИГГиМС), Новосибирск, Россия, гл. науч. сотр., д. г.-м. н., проф. *E-mail: ogsp@sniiggims.ru*
- МИГУРСКИЙ Анатолий Викторович**, Сибирский НИИ геологии, геофизики и минерального сырья (СНИИГГиМС), Новосибирск, Россия, вед. науч. сотр., д. г.-м. н. *E-mail: migurskyav@sniiggims.ru*
- ПОПОВ Борис Михайлович**, Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука (ИНГГ) СО РАН, Новосибирск, Россия, мл. науч. сотр. *E-mail: popovbm@ipgg.sbras.ru*
- РОМАНОВ Андрей Павлович**, Красноярский научно-исследовательский институт геологии и минерального сырья (КНИИГиМС), директор, к.г.-м.н. *E-mail: romanov@kniigims.ru; RomanovAPkniigims@yandex.ru*
- СТАРОСЕЛЬЦЕВ Валерий Степанович**, Сибирский НИИ геологии, геофизики и минерального сырья (СНИИГГиМС), Новосибирск, Россия, науч. рук., д. г.-м. н., проф. *E-mail: stv@sniiggims.ru*
- ШЕХОДАНОВА Юлия Васильевна**, Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт (ВНИГНИ), Новосибирский филиал, Красноярский отдел, Красноярск, Россия, ст. науч. сотр. *E-mail: yshehodanova@vnigni.ru*



OUR AUTHORS

AFANASENKOV Aleksandr, PhD, All-Russian Research Geological Oil Institute, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia. *E-mail: afanassenkov@vnigni.ru*

ALIFIROV Aleksandr, PhD, A.A.Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics (IPGG) of SB RAS, Novosibirsk, Russia. *E-mail: alifirov@gmail.com*

BITNER Aleksandr, PhD, Institute of Oil and Gas, Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia. *E-mail: ABitner@sfu-kras.ru*

BOBROV Vladislav, PhD, V.S.Sobolev Institute of Geology and Mineralogy (IGM) of SB RAS, Novosibirsk, Russia. *E-mail: bobr@igm.nsc.ru*

BUDASHKINA Vera, V.S.Sobolev Institute of Geology and Mineralogy (IGM) of SB RAS, Novosibirsk, Russia. *E-mail: budash@igm.nsc.ru*

EMELYANOV Anatoliy, Territorial Inspectorate of State Geodetic Supervision, Deputy Chief Inspector, Kursk, Russia. *E-mail: emelyanov@yandex.ru*

GASKOV Ivan, DSc, V.S.Sobolev Institute of Geology and Mineralogy of SB RAS, Novosibirsk, Russia. *E-mail: gaskov@igm.nsc.ru*

GORBUNOVA Alisa, Kuzbassrazrezugol, Krasnobrodsky Coal Mine, Kemerovo region, Krasnobrodsky uts, Russia. *E-mail: gorbunovaar@vahr.kru.ru*

GUTAK Yaroslav, DSc, Prof., Institute of Mining and Geosystems of Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russia. *E-mail: gutakjaroslav@yandex.ru*

KALAMKAROV Sergey, All-Russian Research Geological Oil Institute (VNIGNI), Moscow, Russia. *E-mail: kalamkarov@vnigni.ru*

KAZAIS Vladimir, PhD, Taymyrgeofizika, Taymyr Dolgano-Nenets region, Dudinka, Russia. *E-mail: tmrgeo@mail.ru*

KNYAZEV Valeriy, DSc, Diamond and Precious Metal Geology Institute, SB RAS, Yakutsk, Russia. *E-mail: alifirovas@ipgg.sbras.ru*

KUSHNIR Denis, PhD, Taymyrgeofizika, Taymyr Dolgano-Nenets region, Dudinka, Russia. *E-mail: d.kushnir@tmrgeo.ru*

LEONOVA Galina, DSc, V.S.Sobolev Institute of Geology and Mineralogy (IGM) of SB RAS, Novosibirsk, Russia. *E-mail: leonova@igm.nsc.ru*

MALTSEV Anton, PhD, V.S.Sobolev Institute of Geology and Mineralogy (IGM) of SB RAS, Novosibirsk, Russia. *E-mail: maltsev@igm.nsc.ru*

MELEDINA Svetlana, DSc, A.A.Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics (IPGG) of SB RAS, Novosibirsk, Russia. *E-mail: meledina@ngs.ru*

MELGUNOV Michail, PhD, PhD, V.S.Sobolev Institute of Geology and Mineralogy (IGM) of SB RAS, Novosibirsk, Russia. *E-mail: mike@igm.nsc.ru*

MELNIKOV Nikolay, DSc, Prof., Siberian research institut of Geology, Geophysics and Mineral Resources (SNIIGGiMS), Novosibirsk, Russia. *E-mail: ogsp@sniiggims.ru*

MIGURSKIY Anatoliy, DSc, Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources (SNIIGGiMS), Novosibirsk, Russia. *E-mail: migurskyav@sniiggims.ru*

POPOV Boris, A.A.Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics (INGG) SB RAS, Novosibirsk, Russia. *E-mail: popovbm@ipgg.sbras.ru*

ROMANOV Andrey, PhD, Krasnoyarsk Research Institute of Geology and Mineral Resources (KNIIGiMS), Krasnoyarsk, Russia. *E-mail: romanov@kniigims.ru; RomanovAPkniigims@yandex.ru*

SHEKHODANOVA Yuliya, All-Russian Research Geological Oil Institute (VNIGNI), Novosibirsk branch, Krasnoyarsk department, Krasnoyarsk, Russia. *E-mail: yshehodanova@vnigni.ru*

STAROSELTSEV Valeriy, DSc, Prof., Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources (SNIIGGiMS), Novosibirsk, Russia. *E-mail: stv@sniiggims.ru*

Подписано в печать 20.06.19. Формат 60×84/8. Бумага офсетная 80 г/м². Печать цифровая.
Тираж 100 экз. Гарнитура Calibri. Объем 13,02 печ. л. Заказ №
Отпечатано в соответствии с предоставленными материалами в ПАО «Т8 Издательские Технологии»
109316, Москва, Волгоградский проспект, д. 42, корпус 5.
Тел: 8 (495) 322 38 30
www.t8print.ru