



Вестник

Июль 2018 г., № 7 (283)



Института геологии Коми научного центра УрО РАН
Научно-информационное издание, основанное академиком Н. П. Юшкиным в 1995 г.

Содержание

Научные статьи

- | | | | |
|--|----|--|----|
| Комплексный геолого-геофизический анализ некоторых морфоструктур центрального типа и их связь с месторождениями нефти и газа
<i>А. Л. Харитонов</i> | 3 | Мелкие млекопитающие голоцена из пещерных местонахождений бассейна р. Усы (гряда Чернышева, северо-восток европейской части России)
<i>И. В. Кряжева, Д. В. Пономарев, Т. ван Кольфсхотен, Й. ван дер Плихт</i> | 34 |
| Тектонотипический разрез Коротаихинской впадины
<i>В. В. Юдин, С. В. Юдин</i> | 10 | Ярегское месторождение тяжелой нефти: история разработки и перспективы развития
<i>Н. Н. Тимонина, В. В. Пьянков</i> | 41 |
| Рельефообразующие терригенные отложения с фоссилизированными растительными остатками (бассейн средней Печоры)
<i>В. А. Жарков, Е. В. Зиновьев, Т. В. Якубовская, В. И. Силаев, В. Н. Филиппов</i> | 16 | Научный и инновационный вклад ООО «Газпром ВНИИГАЗ» в разработку Вуктыльского нефтегазоконденсатного месторождения
<i>В. В. Сергеева</i> | 49 |
| Литологический состав неоплейстоценового аллювия на востоке Европейской Субарктики России
<i>Л. Н. Андреичева</i> | 28 | | |

Хроника, события, факты

- | | | | |
|---|----|---|----|
| 40 лет Геолого-минералогическому музею Дальневосточного геологического института..... | 53 | Повелительница кларков осадочных пород (к 80-летию М. П. Кетрис)..... | 56 |
|---|----|---|----|

Главный редактор А. М. Асхабов, зам. главного редактора О. Б. Котова,
ответственный секретарь Т. М. Безносова, тех. редактор Г. Н. Каблис, зав. редакцией Т. А. Некучаева

Редакционный совет — 2018:

- | | |
|--|---|
| <i>А. И. Антошкина</i> , Сыктывкар, Россия | <i>С. В. Кривовичев</i> , Санкт-Петербург, Россия |
| <i>М. А. Т. М. Брокманс</i> , Тронхейм, Норвегия | <i>С. К. Кузнецов</i> , Сыктывкар, Россия |
| <i>И. Н. Бурцев</i> , Сыктывкар, Россия | <i>М. Мартинс</i> , Ору-Прету, Бразилия |
| <i>Д. А. Бушнев</i> , Сыктывкар, Россия | <i>Т. П. Майорова</i> , Сыктывкар, Россия |
| <i>Ю. Л. Войтеховский</i> , Апатиты, Россия | <i>Ж. К. Мелгарехо</i> , Барселона, Испания |
| <i>А. Д. Гвишиани</i> , Москва, Россия | <i>Ф. Мон</i> , Пекин, Китай |
| <i>Н. Н. Герасимов</i> , Сыктывкар, Россия | <i>П. Мянник</i> , Таллин, Эстония |
| <i>И. В. Козырева</i> , Сыктывкар, Россия | <i>А. М. Пыстин</i> , Сыктывкар, Россия |
| <i>М. Комак</i> , Любляна, Словения | <i>К. М. Соджа</i> , Гамильтон, Нью-Йорк, США |
| <i>Р. И. Конеев</i> , Ташкент, Узбекистан | <i>О. В. Удорткина</i> , Сыктывкар, Россия |
| <i>В. А. Коротеев</i> , Екатеринбург, Россия | <i>М. А. Федонкин</i> , Москва, Россия |



Content

Scientific articles

Complex geological and geophysical analysis of some morphological structures of the central type and their connection with oil and gas fields <i>A. L. Kharitonov</i>	3	Holocene small mammals from caves localities of Usa river valley (Chernyshev's ridge, north-eastern part of European Russia) <i>I. V. Kryazheva, D. V. Ponomarev, T. van Kolfshoten, J. van der Plicht</i>	34
Tectonotypical cross section of the Korotai Kha depression <i>V. V. Yudin, S. V. Yudin</i>	10	Yarega oil deposit: the history of development and prospects <i>N. N. Timonina, V. V. Pyankov</i>	41
Relief-forming terrigenous deposits with fossilized vegetable residues in the middle Pechorian basin <i>V. A. Zharkov, E. V. Zinoviev, T. V. Yakubovskaya, V. I. Silaev, V. N. Filippov</i>	16	Scientific and innovative contribution of Gazprom VNIIGAS company to the development of Vuktyl oil-gas-condensate deposit <i>V. V. Sergeeva</i>	49
Lithological composition of neopleistocene alluvium on the east of the European Subarctic of Russia <i>L. N. Andreicheva</i>	28		

Chronicle, events, facts

40-th Anniversary Geological-Mineralogical Museum of the Far East Geological Institute.....	53	Lady of sedimentary rock clarks (the 80th anniversary of M. P. Ketris).....	56
---	----	---	----

Chief Editor A. M. Askhabov, **Deputy Chief Editor** O. B. Kotova,
Executive Editor T. M. Beznosova, **Technical Editor** G. N. Kablis, **Managing Editor** T. A. Nekuchaeva

2018 Editorial Board:

Anna I. Antoshkina, Syktyvkar, Russia
Maarten A. T. M. Broekmans, Trondheim, Norway
Igor N. Burtsev, Syktyvkar, Russia
Dmitry A. Bushnev, Syktyvkar, Russia
Yury L. Voytekhovsky, Apatity, Russia
Alexey D. Gvishiani, Moscow, Russia
Nikolay N. Gerasimov, Syktyvkar, Russia
Irina V. Kozyreva, Syktyvkar, Russia
Marko Komac, Ljubljana, Slovenia
Rustam I. Koneev, Tashkent, Uzbekistan
Viktor A. Koroteev, Ekaterinburg, Russia

Sergey V. Krivovichev, Saint Petersburg, Russia
Sergey K. Kuznetsov, Syktyvkar, Russia
Maximiliano de Souza Martins, Ouro Preto, Brazil
Tatyana P. Mayorova, Syktyvkar, Russia
Joan Carles Melgarejo, Barcelona, Spain
Fancong Meng, Beijing, China
Peep Männik, Tallinn, Estonia
Constance M. Soja, Hamilton, NY, USA
Alexander M. Pystin, Syktyvkar, Russia
Oksana V. Udoratina, Syktyvkar, Russia
Mikhail A. Fedonkin, Moscow, Russia



КОМПЛЕКСНЫЙ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ МОРФОСТРУКТУР ЦЕНТРАЛЬНОГО ТИПА И ИХ СВЯЗЬ С МЕСТОРОЖДЕНИЯМИ НЕФТИ И ГАЗА

А. Л. Харитонов

Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н. В. Пушкова РАН, Москва
ahariton@izmiran.ru

Усовершенствование методики поисков месторождений нефти и газа по комплексу данных измерений различных физических полей и геолого-геофизической интерпретации результатов анализа информации, полученной из карт морфоструктур центрального типа, показывает определенную взаимосвязь расположения месторождений различных типов углеводородов (газ, нефть) и морфоструктур центрального типа (МСЦТ). В работе использовался целый комплекс различных методов исследования: выполнен взаимный корреляционный анализ измерений магнитного, гравитационного полей и значений теплового потока, проанализированы геологические и тектонические особенности пространственного и глубинного строения морфоструктур центрального типа.

Ключевые слова: морфоструктуры центрального типа, магнитное поле, гравитационное поле, тепловой поток, нефтегазовые месторождения.

COMPLEX GEOLOGICAL AND GEOPHYSICAL ANALYSIS OF SOME MORPHOLOGICAL STRUCTURES OF THE CENTRAL TYPE AND THEIR CONNECTION WITH OIL AND GAS FIELDS

A. L. Kharitonov

Pushkov Institute of Terrestrial Magnetism, Ionosphere and Radio Wave Propagation,
Russian Academy of Sciences, Moscow
ahariton@izmiran.ru

The purpose of this paper is related to the improvement of the technique of oil and gas deposits prospecting on the complex of data of measurements of various physical fields and geological and geophysical interpretation of the results of analysis of information obtained from maps of morphological structures of the Central type. The article shows a correlation between the location of deposits of different types of hydrocarbons (gas, oil) and the morphological structures of the central type (MSCT). In the work the whole complex of various methods of research was used: the mutual correlation analysis of measurements of magnetic, gravitational fields and heat flux values, geological and tectonic features of the spatial and deep structure of morphological structures of the central type.

Keywords: morphological structures of Central type, magnetic, gravity fields, heat flow, oil-gas fields.

Введение

По теоретическим предположениям, высказанным в работах [1, 2], автором была изучена взаимосвязь расположения месторождений углеводородов и морфоструктур центрального типа. Актуальность проведенных исследований связана с разработкой методики поисков месторождений нефти и газа по данным геолого-геофизической интерпретации космических снимков или уже построенных для территории Российской Федерации подробных карт морфоструктур центрального типа.

Рассмотрим возможные природные механизмы образования морфоструктур центрального типа. По результатам геологической интерпретации различных физических полей (магнитного, гравитационного, теплового) глубинное строение многих крупных морфоструктур центрального типа, как будет показано ниже, часто определяется термомагматическими плюмами [1, 5, 11]. Хорошо известно [5, 6], что на ранней стадии эволюционного формирования Земли произошло образование древнейших морфоструктур центрального типа — нуклеаров, проявляющихся на поверхности Земли в виде огромных кольцевых валлообразных структур. Большинство гигантских (тысячи километров в диаметре) морфоструктур центрального типа образовалось в результате возникновения мантийных термомагматических плюмов и суперплюмов, внедрившихся в земную кору из мантии в нуклеарный геохронологический период эволюции Земли.

Методы и подходы

Для выявления морфоструктур центрального типа в пределах территории Российской Федерации помимо материалов дешифрирования космических снимков [3] были использованы измерения магнитного [9], гравитационного [12] полей и теплового потока [4], а также некоторые другие геолого-геофизические данные [4, 8]. Для их обработки были применены методы взаимного корреляционного анализа [10].

Результаты выделения морфоструктур центрального типа

По данным дешифрирования космических снимков поверхности рельефа на территории Российской Федерации (РФ) различными авторами [5, 6] было выявлено множество морфоструктур центрального типа (МСЦТ) разного вида и размера (от нескольких сотен метров до нескольких тысяч километров) (рис. 1).

Большинство этих морфоструктур центрального типа возникло в разные периоды в процессе геологической эволюции Земли. МСЦТ на территории Российской Федерации имеют различный геологический возраст и глубину очагов, разные виды физических механизмов образования, определяющих их морфологические поверхностные и глубинные особенности, а также пространственные размеры. Известно [5], что имеется несколько физических механизмов образования морфоструктур центрального типа: магматический (плюм-магматический, магмовулканический, грязевулканический), метеоритный, дегаза-

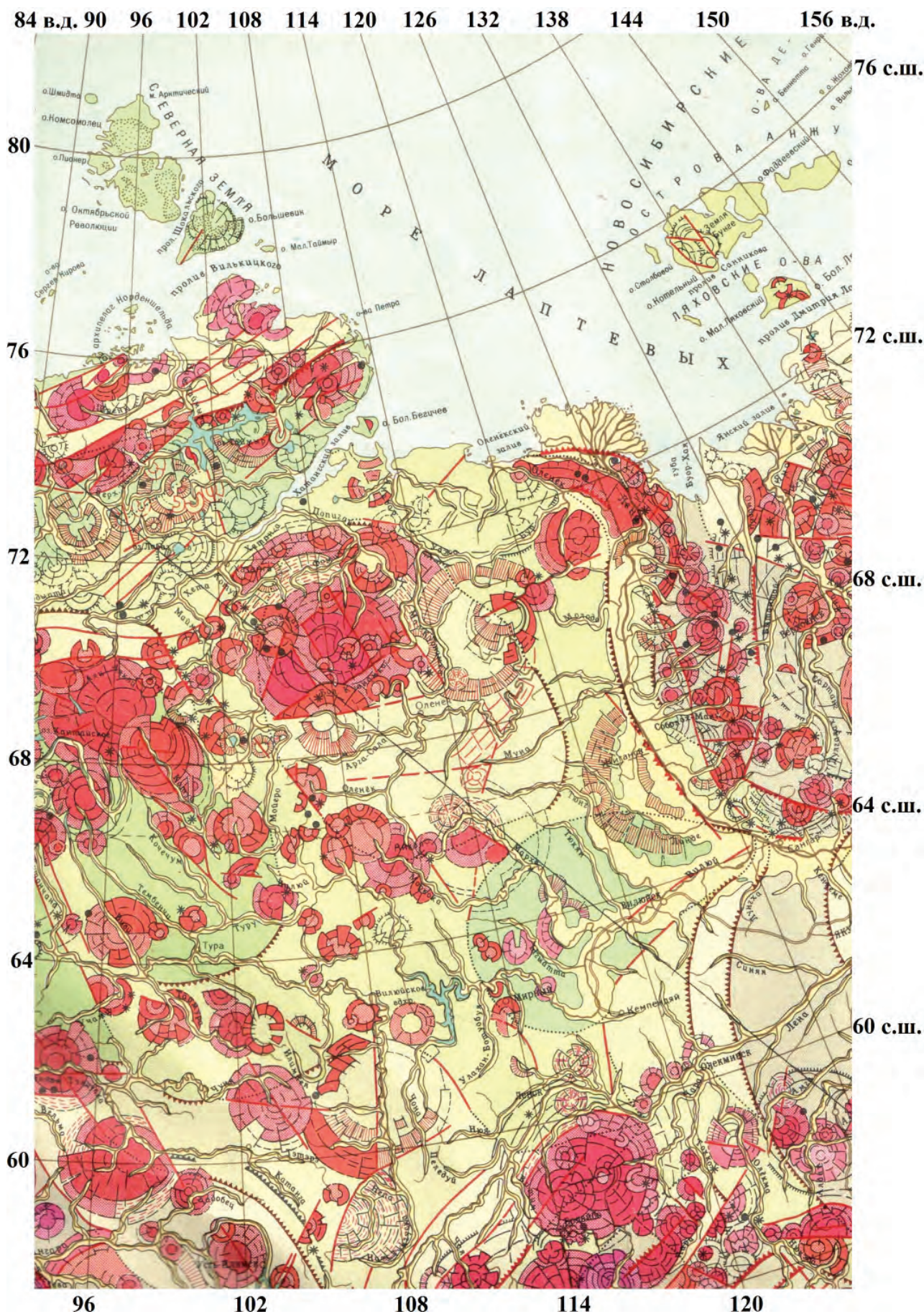


Рис. 1. Фрагмент карты морфоструктур центрального типа, расположенных на территории Западно-Сибирской и Восточно-Сибирской платформ [3]

Fig. 1. Fragment of the map of morphological structures of the Central type, located on the territory of the West Siberian and East Siberian platform [3]



сионно-взрывной, тектонический (цилиндрические дайки), метаморфический, сейсмический, комплексный. Отмечают разные поверхностные МСЦТ на территории Российской Федерации: кольцевые куполообразные, спиралевидные и конусообразные (чашеобразные).

Анализ расположения различных МСЦТ и месторождений углеводородов

К морфоструктурам центрального типа 3-го и 4-го порядков на территории Российской Федерации можно отнести Калининградскую, Балтийскую, Московскую, Прикаспийскую, Обскую и другие (200—1400 км в диаметре). Результаты наших исследований [10—12] подтверждаются тем, что в пределах многих из этих МСЦТ (Калининградская, Прикаспийская, Обская) найдены большие месторождения различных углеводородов.

Глубинные морфологические особенности плюм-магматических МСЦТ в общем виде можно представить следующим образом (рис. 2).

В недрах Земли в результате продвижения от мантии к поверхности магматических образований, так называемых термомагматических плюмов [1, 5], образуются усеченные воронкообразные (или чашеобразные) глубинные структуры, по граничным (кольцевым) зонам которых в результате периодических процессов глубинной дегазации Земли винтообразно продвигаются к поверхности газотермальные и гидротермальные потоки [2].

Геолого-геофизическая интерпретация данных

Рассмотрим подробно тектоническое строение некоторых морфоструктур центрального типа, расположенных на территории Российской Федерации, выявленных по комплексу различных геолого-геофизических данных и данных дешифрирования космических снимков, приведенных на рис. 1 и 3.

На Западно-Сибирской платформе (ЗСП) кроме Обской МСЦТ имеются и дочерние морфоструктуры центрального типа меньшего порядка, которые образуются в бортовых зонах МСЦТ 3-го порядка. В качестве примера можно привести такие дочерние морфоструктуры 4-го и 5-го порядков (рис. 3, А), как Ямало-Ненецкая, Гыданская (на севере от основной Обской) и Сосьвинская (на западе). На схеме дешифрирования космического снимка (рис. 3, А) отчетливо выделяются кольцевые структуры меньших порядков вдоль краевого шва Обской МСЦТ. Эти кольцевые структуры обусловлены в основном гранито-гнейсовыми образованиями фундамента. На северном обрамлении Западно-Сибирской плиты, в низовьях Оби, отчетливо выделяется региональная кольцевая Обская морфоструктура центрального типа 3-го порядка диаметром около 1400 км.

По результатам комплексных геолого-геофизических исследований [10—11] с использованием карт [4, 9, 12] и данных дешифрирования космических снимков [3] был построен схематический глубинный разрез земной коры, пересекающий Обскую МСЦТ (рис. 3, В).

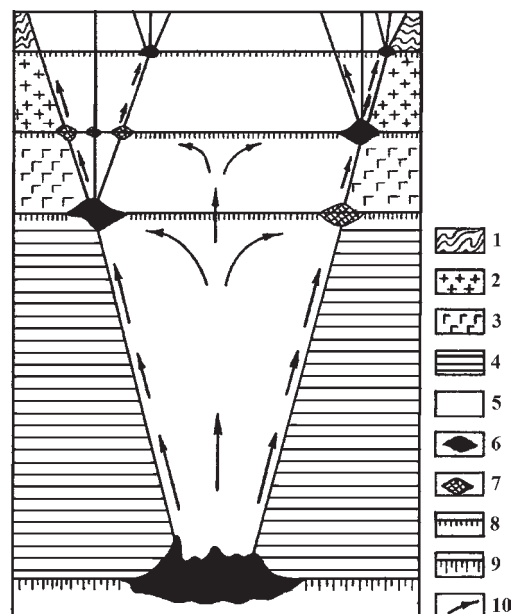


Рис. 2. Схематический глубинный разрез строения плюм-магматических морфоструктур центрального типа [11]: 1 — породы осадочного слоя земной коры; 2 — породы складчатого основания осадочного слоя земной коры; 3 — раздробленные породы на границе гранитного слоя земной коры; 4 — раздробленные породы на границе базальтового слоя земной коры; 5 — породы литосферного слоя мантии Земли; 6 — залежи жидких УВ на пересечении субгоризонтальных границ физических слоев Земли и субвертикальных границ МСЦТ; 7 — залежи газожидких полезных ископаемых на пересечении субгоризонтальных границ физических слоев Земли и субвертикальных границ МСЦТ; 8 — границы, разделяющие физические слои земной коры; 9 — граница Моховичича; 10 — направление субвертикального потока теплопереноса вещества (УВ флюидов) к поверхности Земли

Fig. 2. Schematic deep section of the structure and plume-magmatic morphological structures of the Central type [11]. 1 — rocks sedimentary layers of the Earth's crust; 2 — rocks of the folded base of sedimentary layers of the Earth's crust; 3 — shattered rocks on the border of the granite layer of the Earth's crust; 4 — crushed rock on the boundary of the basaltic layer of the Earth's crust; 5 — rocks of the lithospheric layer of the Earth mantle; 6 — deposits of liquid hydrocarbons at the intersection of sub-horizontal boundaries of the physical layers of the Earth and subvertical boundaries MTC; 7 — deposits of gas-fluid minerals at the intersection of sub-horizontal boundaries of the physical layers of the Earth and the subvertical boundaries of MTC; 8 — the boundaries separating the physical layers of the Earth's crust; 9 — the border of Mohorovichich; 10 — the direction of the subvertical flow of heat and mass transfer of matter (and C-H fluids) to the Earth's surface

Имеются и другие данные глубинных разрезов литосферы через территорию Обской МСЦТ [7], подтверждающие наши исследования о глубинных «корнях» Обской МСЦТ, находящихся ниже 150 километров (рис. 4).

На рис. 5 показано расположение крупных месторождений нефти и газа в пределах Обской МСЦТ и ее дочерних морфоструктур.

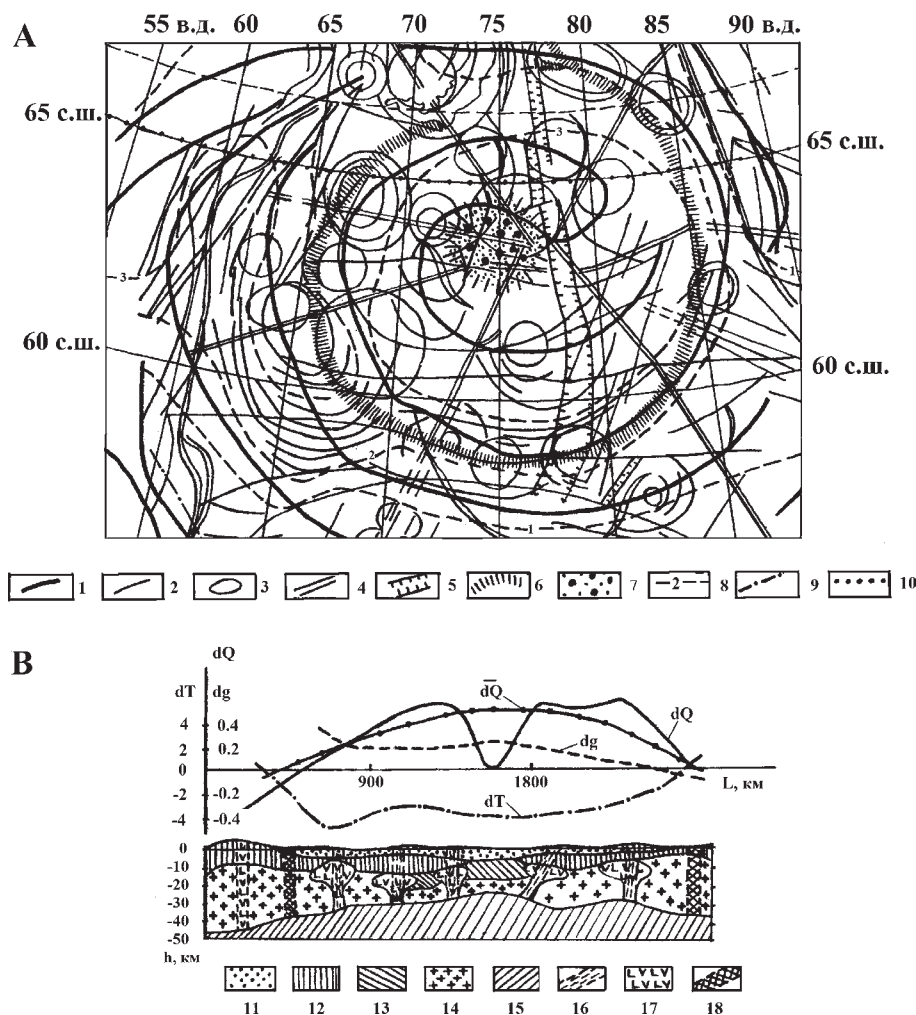


Рис. 3. Глубинное геолого-геофизическое строение земной коры под Обской морфоструктурой центрального типа [11]: А — схема геолого-геофизического строения Обской МСЦТ: 1 — оси высокой проницаемости земной коры; 2 — безамплитудные тектонические разломы и уступы, выраженные в рельефе земной поверхности; 3 — контуры брахиформных поднятий и структур центрального типа меньшего порядка; 4 — глубинные литосферные разломы; 5 — триасовые палеорифтовые системы; 6 — уступы поверхности Мохоровичича; 7 — блоки земной коры с наименьшей мощностью; 8 — изодинамы отрицательных значений аномального магнитного поля; 9 — изодинамы нулевых значений аномального магнитного поля; 10 — линия прохождения корреляционного профиля и геолого-геофизического разреза; В — разрез глубинного строения земной коры Обской МСЦТ: 11 — осадочные формации чехла Западно-Сибирской плиты (ЗСП), 12 — формационные комплексы герцинид ЗСП, 13 — структурно-вещественные комплексы байкалит ЗСП по геолого-геофизическим данным, 14 — области распространения глубинных горизонтов коры ЗСП, 15 — верхняя мантия, 16 — зоны повышенной проницаемости земной коры, 17 — мантийные и коровые диапиры, 18 — краевые швы ЗСП, dQ — аномальные значения теплового потока из недр

Земли, dg — значения аномалий гравитационного поля Земли, Q_{sr} — усредненные значения теплового потока из недр Земли

Fig. 3. Deep geological-geophysical structure of the crust beneath the Ob morphological structure of the Central type and the diagram of the structure of the Ob MSCT [11]: А — scheme of geological and geophysical structure of the Ob MSCT: 1 — axis high permeability of the earth's crust; 2 — no-amplitude tectonic faults and scarps expressed in the Earth's topography; 3 — contours brake force elevations and structures of the Central type of a smaller order; 4 — the deep lithospheric faults; 5 — Triassic paleo-rift system; 6 — ledges of Mohorovichich's surface; 7 — blocks of the crust with the lowest capacity; 8 — isodynamic negative values of the magnetic anomaly field; 9 — isodynamic zero values of the magnetic anomaly field; 10 — line passage of the correlation profile and geological section; В — cross-section of the deep structure of the crust of the Ob MSCT: 11 — formation of sedimentary cover of the West Siberian plate (WSP), 12 — formational complexes of rocks of Hercinian orogenic period of the WSP, 13 — structural-material complexes of rocks of Baykalian orogenic period of the WSP on geological and geophysical data, 14 — distribution of the deep levels of the crust of the WSP, 15 — upper mantle, 16 — zones of increased permeability of the crust, 17 — mantle and crustal diapirs, 18 — regional seams of WSP, dQ — anomalous values of heat flux from the earth's interior, dg — values of anomalies of the gravitational field of the Earth, Q_{sr} — averaged values of heat flux from the earth's interior

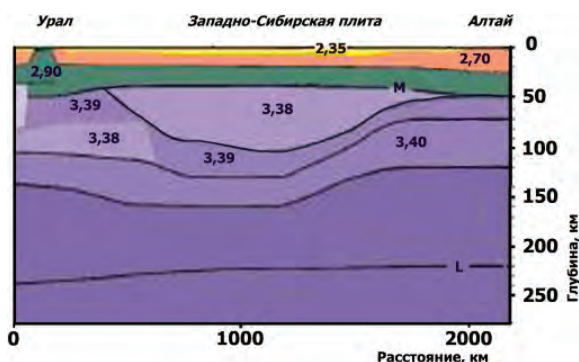


Рис. 4. Плотностной разрез литосферы Обской МСЦТ по региональному профилю, пересекающему территорию Западно-Сибирской плиты [7]

Fig. 4. Density section of the lithosphere of the Ob MSCT on the regional profile crossing the territory of the West Siberian plate [7]

Результаты и обсуждение

В построенном геолого-геофизическом разрезе, пересекающем Обскую морфоструктуру центрального типа (рис. 3, В), можно видеть, что на границе Мохоровичича имеется поднятие мантии амплитудой около 5 км. При этом комплексы глубинных горизонтов земной коры (14) значительно сокращены и образуют своеобразную воронку. Между горизонтами пород осадочного чехла в центре Обской МСЦТ расположена линза пород байкальского возраста (13). Кольцевая структура, ооконтуривающая на поверхности Земли Обскую морфоструктуру центрального типа, вместе с диапировыми структурами в глубине земной коры позволяют наметить субвертикальные глубинные границы этой МСЦТ. Как мож-

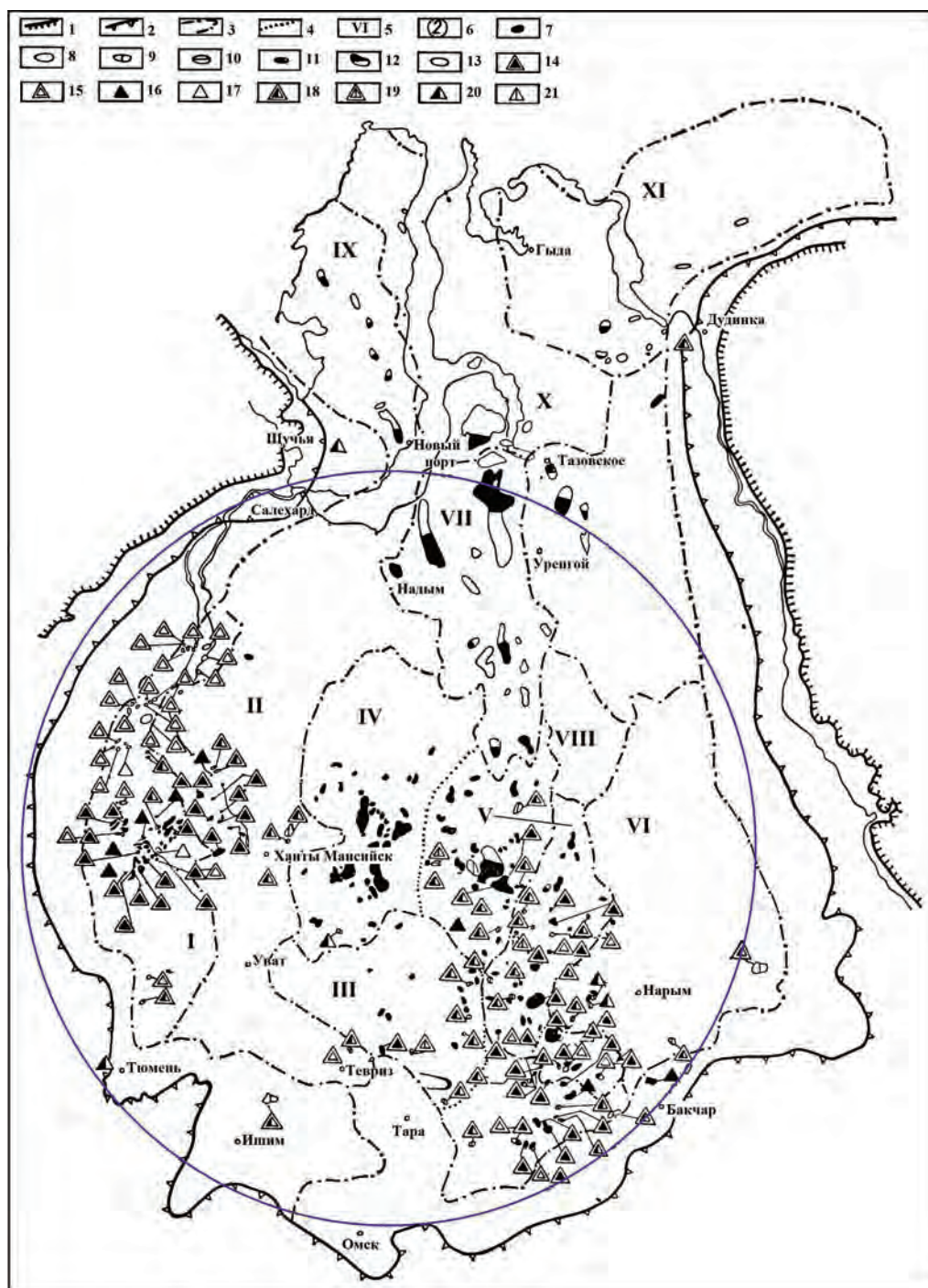


Рис. 5. Схема расположения основных нефтегазовых месторождений Западной Сибири в пределах Обской морфоструктуры центрального типа [8] (окружность синего цвета): 1 — границы нефтегазоносного бассейна; 2 — границы Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции; 3 — зоны нефтегазоаккумуляции, входящие в объединенные нефтегазоносные области: I — Приуральская, II — Фроловская, III — Каймысовская, IV — Среднеобская, V — Васюганская, VI — Пайдугинская, VII — Надым-Пурская, VIII — Пур-Тазовская, IX — Южно-Ямальская; 4 — границы нефтегазоносных районов; 5 — номера зон нефтегазоаккумуляции; 6 — нефтегазовые месторождения; 7 — месторождения нефти; 8 — месторождения газа; 9, 10 — частично заполненные газоперспективные структуры; 11 — заполненные нефтеперспективные структуры; 12 — частично заполненные нефтеперспективные структуры; 13 — пустые структуры; 14 — месторождения нефти и битума; 15 — месторождения газа и битума; 16 — месторождения битума; 17 — «пустые» битумоперспективные структуры; 18 — частично заполненные нефтью битумоперспективные структуры; 19 — частично заполненные газом битумоперспективные структуры; 20, 21 — нефтегазоконденсатные месторождения

Fig. 5. The scheme of location of the main oil and gas fields in Western Siberia within the limits of the Ob morphological structure of the Central type [8] (blue circle): 1 — boundary of basin; 2 — boundary of the West Siberian petroleum province; 3 — number of zones of oil entering into joint oil and gas field: I — Ural, II — Frolovsky, III — Caymisovsky, IV — Middle Obsky, V — Vasyugan, VI — Payduginy, VII — Nadym-Pursky, VIII — Pur-Tazovsky, IX — South-Yamal; 4 — border petroleum provinces; 5 — zones of oil-gas accumulation; 6 — oil and gas field; 7 — oil fields; 8 — deposits of gas; 9 and 10 partially filled gas perspective structure; 11 — oil-filled structure; 12 — partially completed structures prospective for oil; 13 — empty structure; 14 — oil and bitumen; 15 — deposits of gas and bitumen; 16 — deposits of bitumen; 17 — «empty» bitumen perspective structure; 18 — bitumen perspective structure partially filled with oil; 19 — bitumen perspective structure partially gas filled; 20, 21 — oil and gas condensate field

но видеть по графику аномальных значений теплового потока (dQ), поступающего из недр Земли, кольцевая структура аномального теплового потока смещена на запад и восток относительно центра Обской морфоструктуры центрального типа, то есть в бортовые зоны МСЦТ, где расположены мантийные диапиры. Это говорит о том, что тепловой поток распространяется в соответствии с направлением более глубокой, чем земная кора, «корневой» мантийной структуры центрального типа и подтверждается данными работы [7] (рис. 4). Кроме того, хорошо видно, что географическое расположение Обской МСЦТ (кольцевая структура, изображенная на рис. 3, совпадает с расположением наиболее продуктивной части Западно-Сибирской нефтегазовой провинции, круговые границы которой оконтурены на схеме (рис. 5). Анализ физических полей (рис. 3, В), измеренных над Обской МСЦТ, показывает повышенные значения аномалий гравитационного и магнитного полей в центральной части МСЦТ и локальных минимумов в ее периферийных частях. При этом часто фиксируются пониженные значения аномалий теплового потока в центре многих МСЦТ и локальных максимумов в ее бортовых зонах (например, в Прикаспийской МСЦТ).

Поэтому, по нашим данным, более перспективными районами для поиска месторождений углеводородов являются бортовые зоны многих морфоструктур центрального типа (например, Прикаспийская, Новороссийская, Московская) [11]. Однако Обская МСЦТ отличается от многих тем, что высокий тепловой поток распределен почти равномерно по всей ее площади, за исключением небольшой центральной части, где наблюдается пониженный тепловой поток. Это, по-видимому, и влияет на почти повсеместное распространение значительных по запасам месторождений нефти и газа, а не только в бортовых зонах. В отличие от Обской, многие морфоструктуры центрального типа, не имеющие в своих пределах зон с высоким тепловым потоком (например, Анабарская, Алданская, где сейчас начаты геологоразведочные изыскания), по-видимому, будут малоперспективны для поисков месторождений нефти и газа из-за слабого тепломассопереноса углеводородных флюидов из нижележащих слоев земной коры к поверхностным осадочным слоям аккумуляции залежей газообразных и жидких углеводородов.

Выводы

Построен комплексный геолого-геофизический разрез земной коры, пересекающий Обскую МСЦТ, который подтверждает теоретическое описание глубинного строения морфоструктур центрального типа, образованных мантийными термическими плюм-магматическими структурами (Обский мантийный плюм).

Разработана система прогнозных признаков нефтегазоносности: 1) корреляция крупных морфоструктур центрального типа с ареалом повышенной нефтегазоносности входящих в нее территорий; 2) наличие повышенных значений аномалий гравитационного и магнитного полей и пониженных значений аномалий теплового потока в центральной части (ядре) Обской МСЦТ, которые коррелируют с распо-

ложением очень крупных месторождений углеводородов в этой зоне.

Литература

1. Добрецов Н. Л., Кирдяшкин А. Г., Гладков И. Н. Проблемы глубинной геодинамики и моделирование мантийных плюмов // Геология и геофизика. 1993. Т. 4. № 12. С. 5—24.
2. Валяев Б. М. Нетрадиционные ресурсы и скопления углеводородов: особенности процессов нефтегазоаккумуляции углеводородов // Дегазация Земли и генезис нефтегазовых месторождений (к 100-летию со дня рождения академика П. Н. Кропоткина). М.: ГЕОС, 2011. С. 390—404.
3. Карта морфоструктур центрального типа территории СССР. Масштаб 1:10 000 000 / Под ред. В. В. Соловьева. М.: ГУГК, 1978. 1 лист.
4. Карта теплового потока и глубинных температур территории СССР. Масштаб 1:10 000 000 / Под ред. Я. Б. Смирнова. М.: ГУГК, 1978. 1 лист.
5. Кац Я. Г., Тевелев А. В. и др. Основы космической геологии. М.: Недра, 1988. 200 с.
6. Макаров В. П., Скобелев С. Ф., Трифонов В. Г. и др. Исследование природной среды космическими средствами // Геология и геоморфология. 1974. Т. 2. С. 9—42.
7. Павленкова Н. И., Павленкова Г. А. Строение земной коры и верхней мантии Северной Евразии по данным сейсмического профилирования с ядерными взрывами / Роснедра. ИФЗ РАН, Геокарт. М.: Геокарт-пресс, 2014. 193 с.
8. Порфирьев В. Б. Особенности глубинного строения земной коры и теоретические обоснования неорганического генезиса нефти. Киев: Наукова думка, 1982. 328 с.
9. Схематическая карта аномального магнитного поля (Та) Западно-Сибирской низменности / Под ред. П. А. Кукина. Масштаб 1: 1500000. М.: ГУГК, 1965. 4 л.
10. Харитонов А. Л. Применение элементов корреляционной теории для анализа и интерпретации аномального магнитного поля: Автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. М.: ИЗМИРАН, 1984. 25 с.
11. Харитонов А. Л. Изучение геолого-геофизического строения некоторых морфоструктур центрального типа, расположенных на территории Восточно-Европейской платформы // Геодинамика, вещество, рудогенез Восточно-Европейской платформы и ее складчатого обрамления: Материалы всероссийской научной конференции с международным участием. Сыктывкар, 2017. С. 229—231.
12. Bouguer gravity anomaly map of Asia. Scale 1: 9 000 000 // Published by the Aeronautical Chart and Information Center US Air Force. 1971. 4 pp.

References

1. Dobretsov N. L., Kiryashkin A. G., Gladkov I. N. *Problemi glubinnoy geodinamiki i modelirovanie mantiynih plumov* (Problems of deep geodynamics and mantle plume modeling). Geology and Geophysics, 1993, V. 4, No. 12, pp. 5—24.
2. Valyaev B. M. *Netraditsionnye resursy i skopleniya uglevodorodov: osobennosti protsessov neftegazonakopleniya uglevodorodov* (Unconventional resources and hydrocarbon accumulations: peculiarities of hydrocarbon oil and gas accumulation processes). In the book. Degassing of the Earth and Genesis of oil and gas deposits (100th Anniversary from the birthday of academician P. N. Kropotkin). Moscow: GEOS, 2011, pp. 390—404.



3. *Karta morfostruktur centralnogo tipa territorii SSSR* (Map of morphological structures of the Central type of the USSR). Scale 1: 10 000 000. Ed. by V.V. Soloviev. Moscow: MDGC, 1978. 1 pp.
4. *Karta teplovogo potoka i glubinnih temperatur* (Map of heat flow and deep temperatures in the USSR). Scale 1: 10000000. Ed. by Ya. B. Smirnov. Moscow: MDGC, 1978, 1 pp.
5. Katz Ya. G., Tevelev A. V., et al. *Osnovy kosmicheskoy geologii*. (Basics of Space Geology). Moscow: Science, 1988, 200 pp.
6. Makarov V. P., Skobelev S. F., Trifonov V. G., et al. *Issledovanie prirodnoy sredy kosmicheskimi sredstvami* (Study the natural environment of space vehicles). Russian Geology and geomorphology, Moscow: Science, 1974, V. 2, pp. 9—42.
7. Pavlenkova N. I., Pavlenkova G. A. *Stroenie kory i verkhney mantii Severnoy Evrazii po dannym seismicheskogo profilirovaniya s yadernymi vzryvami* (The Crust and the Upper Mantle Structure of the Northern Eurasia as Constrained by the Data on Seismic Profiling with Nuclear Explosions), ROSNEDRA, IFZ RAN, GEOKART. Moscow: GEOKART-PRESS, 2014, 105 pp.
8. Porfiriev V. B. *Osobennosti glubinnogo stroenia zemnoy kory i teoreticheskoe obosnovanie neorganicheskogo genezisa nefiti* (Features of the deep structure of the earth's crust and theoretical justification of the inorganic genesis of oil). Kyiv: Naukova Dumka, 1982, 328 pp.
9. *Skhematicheskaya karta anomalnogo magnitnogo polya (Ta) Zapadno-Sibirskoy nizmennosti* (Schematic map of the magnetic anomaly field (Ta) of the West Siberian lowland), Ed. by P. A. Kukin, Scale 1: 1 500 000, Moscow: MDGC, 1965, 4 pp.
10. Kharitonov A. L. *Ispolzovanie elementov korrelatsionnoy teorii dlya analiza i interpretatsii anomalnogo magnitnogo polya* (The use of elements of correlation theory for the analysis and interpretation of magnetic anomaly field). The ref. of the Dissertation on competition of a scientific degree of candidate of phys.-math. sciences. Moscow: IZMIRAN, 1984, 255 pp.
11. Kharitonov A. L. *Izuchenie geologo-geofizicheskogo stroeniya nekotorykh morfostruktur centralnogo tipa, raspolozhennykh na territorii Vostochno-Evropeyskoy platformy* (Study of geological and geophysical structure of some morphological structures of the Central type located in the territory of the East European platform). Proceedings of the all-Russian scientific conference with international participation «Geodynamics, matter, ore genesis of the East European platform and its folded framing». Institute of Geology Komi science centre UB RAS, Syktyvkar, 2017, pp. 229—231.
12. Bouguer Gravity anomaly map of Asia. Scale 1:9000000. Published by the Aeronautical Chart and Information Center US Air Force, 1971, 4 pp.



Арктический вектор геологических исследований Arctic vector of geological research

УДК 551.243 (234.82)

DOI: 10.19110/2221-1381-2018-7-10-15

ТЕКТОНОТИПИЧЕСКИЙ РАЗРЕЗ КОРОТАЙХИНСКОЙ ВПАДИНЫ

В. В. Юдин¹, С. В. Юдин²¹ МОО Крымская Академия наук, Симферополь, yudin_v_v@mail.ru² ВСЕГЕИ им. А. П. Карпинского, Санкт-Петербург, Sergey_Yudin@vsegei.ru

Кратко рассмотрены предшествующие несбалансированные модели тектонического строения центральной части Коротаихинской впадины. Авторская интерпретация разреза по сейсмопрофилю PC15-20689 с учетом открытого геолого-геофизического материала позволила существенно изменить предшествующие построения. Впервые создан подтвержденный структурной палинспастической реконструкцией сбалансированный геолого-геофизический разрез, который предлагается рассматривать как тектонотипический.

Основными зонами послонных срывов при структурообразовании являются: Коротаихинский детачмент (главный региональный базальный послонный срыв по пластичным верхнеордовикским соленосным толщам); основание раннепермского флиша и угленосные отложения кунгурского яруса; девонские эвапоритовые толщи в Лабогейской моноклинали.

Структурная палинспастическая реконструкция пайхонд показала, что суммарное горизонтальное сжатие структур впадины составляет около 60 км. Выделенный под аллохтоном Припайхойской структурной зоны стогообразный Припайхойский дуплексный вал оценивается как наиболее перспективная потенциально нефтегазоносная макроструктура впадины.

Ключевые слова: тектоника, Коротаихинская впадина, краевой прогиб, сбалансированные разрезы, палинспастическая реконструкция.

TECTONOTYPICAL CROSS SECTION OF THE KOROTAIKHA DEPRESSION

V. V. Yudin¹, S. V. Yudin²¹Crimean Academy of Sciences, Simferopol, yudin_v_v@mail.ru²A. P. Karpinsky Russian Geological Research Institute, Saint-Petersburg, Sergey_Yudin@vsegei.ru

The previous unbalanced models of tectonic structure of central part of Korotaiikha depression are briefly reviewed. The author's interpretation of the seismic section PC15-20689 in the light of open access geological and geophysical materials have significantly changed the previous constructions. For the first time, a balanced geological and geophysical section confirmed by structural palinspastic reconstruction, was created, which was suggested as tectonotypical.

The main zones of sole thrust in formation of the structure are: Korotaiikha detachment (main regional sole thrust on plastic Upper Ordovician salt strata); Lower Permian fliish floor and coal-bearing sediments of Kungurian Stage; Devonian evaporite layers in Labogeykaya monocline.

The structural palinspastic reconstruction of Paykhoides showed that the total horizontal compression of depression structures is about 60 km. Pay-Khoy antiformal stack full-duplex structural swell, distinguished under the allochthon of Pay-Khoy structural zone, was estimated as the most perspective potentially oil-and-gas bearing macrostructure of the depression.

Keywords: tectonics, Korotaiikha depression, foredeep, balanced section, palinspastic reconstruction.

Введение

Высокоперспективная на поиски залежей углеводородов Коротаихинская впадина расположена на крайнем северо-востоке Европы. Ее формирование связано с Предуральским краевым прогибом структурного комплекса уралид, на который ортогонально наложена более молодая складчатость пайхонд [11]. Почти вся территория впадины покрыта четвертичными отложениями. Поэтому без данных геофизики и бурения ее строение много лет было неясным. На первых геологических картах разрывные нарушения отсутствовали. Затем в обнаженной по рекам северо-восточной части выделялись мелкие складки, поразному нарушенные несбалансированными взбросами или субвертикальными «разломами» в соответствии с концепцией фиксизма.

Тридцать лет назад была разработана геодинамическая шарьяжная модель строения, которая от-

ражена в докторской диссертации 1991 года и опубликована в статьях и монографиях [9—11] и других. Детальное изучение тектоники по р. Хейяхе и другим рекам позволило доказать шарьяжное строение припайхойской части впадины. Тогда же с учетом сейсморазведки была разработана модель тектонической расслоенности чехла севера Предуральского краевого прогиба [9, 11]. Согласно этой модели весь осадочный комплекс впадины сорван по региональному детачменту, приуроченному к соленосной толще верхнего ордовика. Автохтоном можно считать лишь породные комплексы фундамента и терригенные толщи нижнего-среднего ордовика. Второй региональный послонный срыв приурочен к основанию орогенного комплекса и другим пластичным толщам [11]. Возраст формирования выделенной структурной комплекса пайхонд в Коротаихинской впадине был достоверно определен изотопным датированием и геологически-



ми методами как поздне триас-меловой, с миграцией зоны структурообразования к юго-западу [8, 11].

Составленные в последующие годы тектонические модели строения Коротаихинской впадины существенно различны [2, 3, 5–7]. Общепринятого представления о глубинном строении впадины нет. При анализе сейсмических профилей всей Коротаихинской впадины Д. О. Машинным выявлены несоответствия в разных интерпретациях залегания подошвы орогенного комплекса в 1.3–2.4 км, а по кровле фундамента — до 4 км [4]. Ни одна из моделей не допускала палинспастическую реконструкцию. В такой ситуации главным критерием правильности интерпретации следует считать структурную сбалансированность и учет всего комплекса геологических и геофизических данных.

Методы и подходы

В качестве тектонотипического разреза Коротаихинской впадины выбран региональный сейсмический профиль РС15-20689 с продолжением его на юго-запад. В Припайхойской зоне вдоль профиля у поверхности ранее были детально изучены структуры по р. Хейяхе [8, 11]. При составлении сбалансированного разреза проанализированы данные последних государственных геологических съемок. Учтены предшествующие интерпретации и данные бурения из публикаций разных авторов, основанных на материалах ЗАО КЦ «Росгеофизика» [1–7] и др.

Геолого-геофизические разрезы вдоль тектонотипического сейсмопрофиля были противоречивые. В первых интерпретациях тектоническая расслоенность не учитывалась. Разрывы рисовались или субвертикальными с «угасанием» в фундаменте, или в виде синформ с нереальным выходом сместителя на поверхность (данные М. Ф. Порошко, Л. Б. Попова за 1990 г.). Позже, в интерпретациях В. И. Богацкого с соавторами в 2000 г. и Б. П. Богданова в 2004 г., была частично принята модель срыва осадочного чехла по солям ордовика, но объяснялась она гравитационным соскальзыванием толщ с Пайхойского палеорогена [2, 3].

В 2008 г. коллектив сотрудников ВНИГРИ по профилю РС-15 вернулся к интерпретации неправдоподобных крутых разрывов, затухающих в фундаменте, и крупного сброса в Припайхойской зоне. При этом был показан срыв по границе нижней и верхней перми, который также считался ими гравигенным [5]. В следующем детально составленном разрезе (Ф. Н. Снисарь и др., 2009) с позиций сбалансированности были допущены ошибки. К ним относятся: сброс во фронте Вашуткино-Талотинского надвига и его обрыв на глубине; огромное тело триасовых базальтов (отсутствующее в керне скважины Лабогейская-15); «Бельково-Шучьинский глубинный разлом» (не соответствующий критериям выделения ГР); нереальные по балансу смещений «надвиго-сбросы» в Припайхойской зоне и др.

Впоследствии К. О. Соборнов [6 и др.] на современном сейсмическом материале, также без ссылок на работы предшественников, отразил нашу шарьяжную модель. Он добавил в нее сомнительные по балансу «вдвиги», непалинспастичное продолжение ка-

менноугольных толщ под Пай-Хоем и проблематичные надвиги, «угасающие» в жестком докембрийском фундаменте перед Байдарацкой сутурой. И наконец, в 2017 г. коллектив сотрудников МГУ опубликовал другую несбалансированную интерпретацию строения по параллельному профилю 20982-04 РС со «сбросами-надвигами», уходящими в фундамент [7]. На разрезах к последним государственным геологическим картам 2012 и 2017 гг. данные сейсморазведки и детального изучения тектоники вообще не учитывались. В результате в Припайхойской зоне были показаны или неправдоподобное опрокинутое крыло впадины с «висящими» надвигами, «взбросо-сбросами», или даже синхронные складкам сбросы, растяжения вдоль р. Хейяхи, что по балансу смещений невозможно.

Результаты и обсуждение

Интерпретация геологических и геофизических данных вдоль профиля 15-РС позволила существенно уточнить и изменить представление о глубинном строении Коротаихинской впадины, а также структур Варандей-Адзвинской структурной зоны к юго-западу от впадины (рис. 1).

Учитывая более чем 15-километровую амплитуду рэмпового Вашуткино-Талотинского надвига и 5-километровую амплитуду надвигов в основании валов Сорокина, Гамбурцева и др., суммарная горизонтальная амплитуда смещения по *Коротаихинскому детачменту* составляет около 20 км [10, 11]. В сейсмической записи этот региональный срыв подтверждается бескорневыми дизъюнктами (рис. 1), а также пологими складками в породах силура-девона, которые отсутствуют в отложениях нижнего-среднего ордовика и в фундаменте. В Припайхойской структурной зоне этот же срыв привел к формированию стогообразного Припайхойского дуплексного вала.

В Лабогейской моноклинали юго-запада Коротаихинской впадины нами выявлено более сложное строение, чем считалось ранее, вследствие срыва осадочного чехла по трем флэтам (рис. 2, А). В каждой из тектонических пластин развит свой тип дислокаций. Наиболее сложно построена верхняя пластина из орогенного комплекса формаций. В ней выделены дизъюнкты и аллохтонная структура поп-ап, подстилаемая флэтом по некомпетентным толщам перми (рис. 2, А). Средняя пластина сорвана по девонским эвапоритам, вскрытым юго-восточнее профиля в скв. Хавдейская-1, с мощностью нижнего пласта ангидритов до 50 м. То есть общепринятое представление [1, 2, 5, 6] о простом строении моноклинали с предполагаемыми в ней лишь литологическими ловушками некорректно, что следует учесть при планировании бурения на Саватинском лицензионном участке (ЛУ).

Под структурой поп-ап Центрально-Коротаихинского надвига по горизонтам силура-карбона выделена крупная *параавтохтонная Подлабогейская антиклиналь*. Она расположена прямо под аллохтонной синклиналью из пермско-триасовых отложений, что невозможно без разделяющего их флэта (рис. 2, А). Магнитная аномалия над фронтальной складкой Центрально-Коротаихинского надвига (рис. 2, А), согласно нашей интерпретации, связана не с наличием гипотетических базальтов по модели Ф. Н. Снисарь

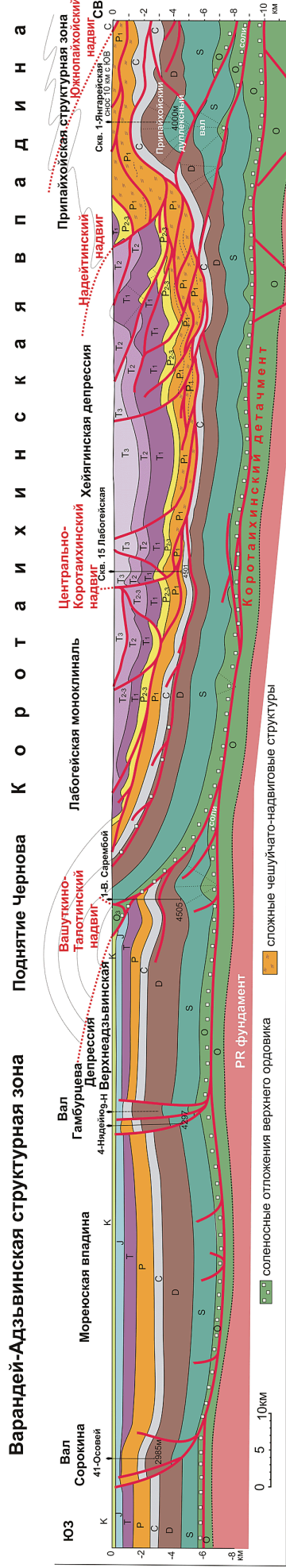


Рис. 1. Сбалансированный геолого-геофизический разрез Коротаихинской впадины и Варандей-Адзвинской структурной зоны с положением Коротаихинского детачмента по верхнеордовикским солям

Fig. 1. Balanced geological and geophysical section of the Korotaikha depression and the Varandey-Adzvin'skaya structural zone with the position of the Korotaikha detachment on the Upper Ordovician salts

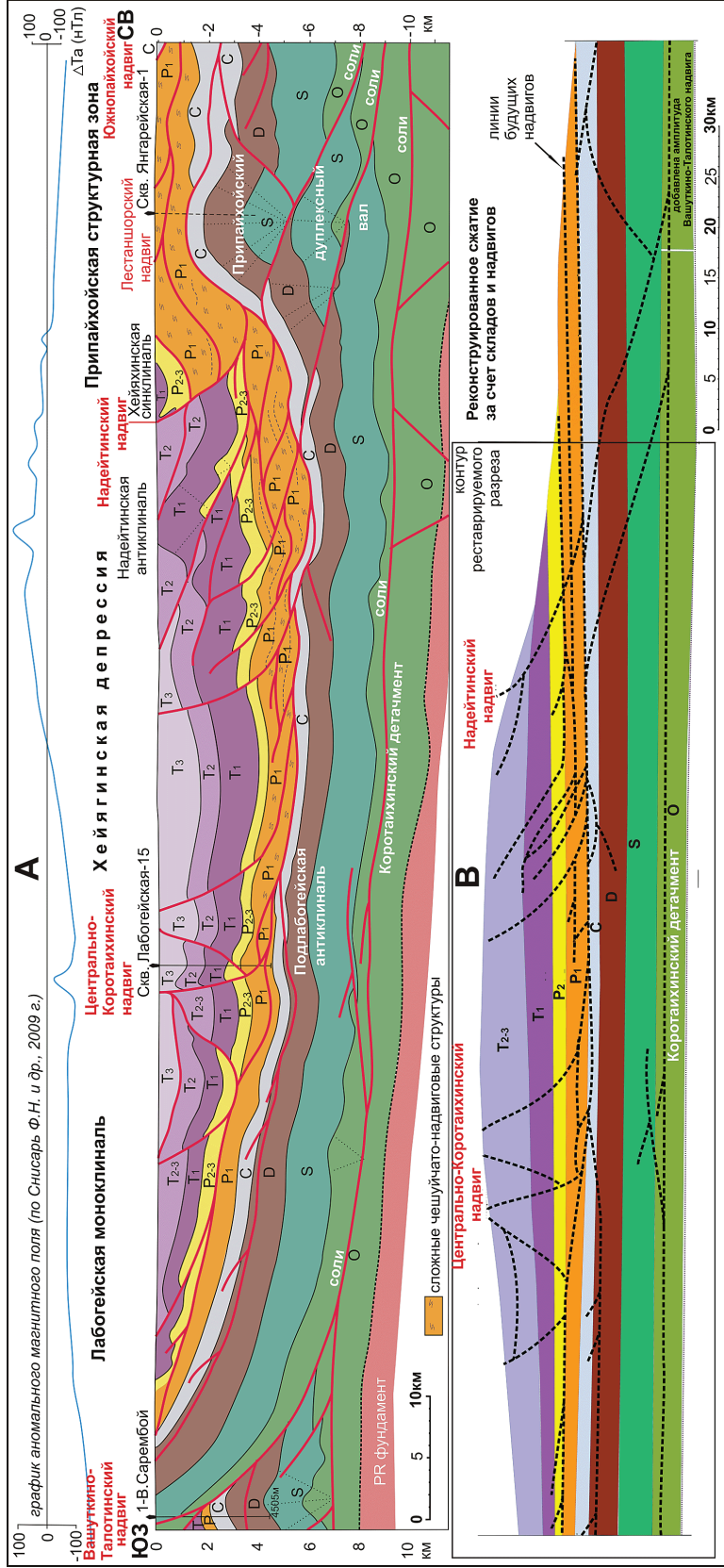


Рис. 2. Геолого-геофизический разрез Коротаихинской впадины (А) и его палинпастическая реконструкция в уменьшенном масштабе (В)

Fig. 2. Geological and geophysical section of the Korotaikha depression (А) and its palinspastic reconstruction on a reduced scale (В)



и др. (2009), а с крутым наклоном пластов триасовой молассы, которая содержит зерна магнетита. Аналогично объясняется линейная аномалия над аллохтонной Надейтинской антиклиналью, где также нет базальтов (рис. 2, А).

В Хейягинской депрессии в основании аллохтона выделено очень крупное узкое клиновидное тело — «темная зона» с аномально сложным строением (рис. 2, А). Оно ограничено кровельным и подстилающим надвигами и состоит из мелких чешуй с меланжированными отложениями нижней перми и хаотической сейсмической записью.

В Припайхойской структурной зоне под детально изученными сложными мелкочешуйчато-надвиговыми аллохтонными дислокациями [8, 11] на глубине выделен очень крупный *стогообразный Припайхойский дуплексный вал* (ПДВ). У поверхности в геологических и в сейсмических материалах он не выражен (рис. 2, А). Это связано со сложностью мелких чешуй и со значительными углами падения крыльев приразрывных дизъюнктивов. Поскольку крупные складки в параавтохтоне концентрические, к ним применим метод радиусов В. Н. Вебера, что позволило уточнить на разрезе положение поверхностей создавших их надвигов (см. точечные пунктирные линии на рис. 1; 2, А).

Учитывая линейность пайхойских структур, ПДВ не может быть локальной антиклиналью по балансу смещений создавших его надвигов и по положению крыльев приразрывных складок. Вал с ундулирующим шарниром прослеживается под Припайхойской зоной. Сложные приповерхностные структуры над ним интерпретируются как мощная зона эндогенного кровельного надвига с субгоризонтальным и ныряющим на ЮЗ сместителем.

Палинспастическая реконструкция сейсмогеологического разреза с увеличенным в два раза вертикальным масштабом приведена на рис. 2, В. Реконструкция проводилась уточненным методом «сдвижек» [10].

Несмотря на некоторую условность, она дает четкое представление о ширине зоны палеоосаждоаккумуляции ордовикско-триасовых пород, о суммарной горизонтальной амплитуде сжатия складчато-надвиговых структур на разрезе и о геометрической реальности составленной нами модели. Это не означает, что модель единственно правильная. В сбалансированных вариантах возможны и несколько иные детали строения, но при обязательном условии, что они будут допускать палинспастическую реконструкцию, чего не было в предшествующих интерпретациях [2, 3, 5–7]. Исключениями являются приближенные к сбалансированным разрезы, которые были составлены четверть века назад [11].

Припайхойская структурная зона — наиболее сложная по строению. Выделенный в ее параавтохтоне одноименный дуплексный вал представляют большой научный интерес и практическую значимость. Поэтому здесь была проведена более детальная структурная интерпретация и отдельная палинспастическая реконструкция разреза (рис. 3). Вертикальный и горизонтальный масштабы на разрезе были приведены к единому с учетом глубинной модели О. М. Прищепа и др. [5, рис. 3]. Кроме того, были учтены детально изученные приповерхностные структуры по р. Хейяхе, которые снесены на профиль по простиранию [8, 11] (рис. 3, С), а также мощности обнаженных на Пай-Хое палеозойских толщ по геолого-съемочным и тематическим работам.

Методика структурной палинспастической реконструкции здесь была иной. Составленный разрез был физически расчленен по линиям рэмповых надвигов, флэтов и ретронадвигов. В вырезанных тектонических чешуях-фрагментах складки были распрямлены до субгоризонтального положения линий по напластованиям. Полученные фрагменты последовательно приклеены на ватман с учетом горизонтальных перемещений по надвигам [12, рис. 3]. Итоговая

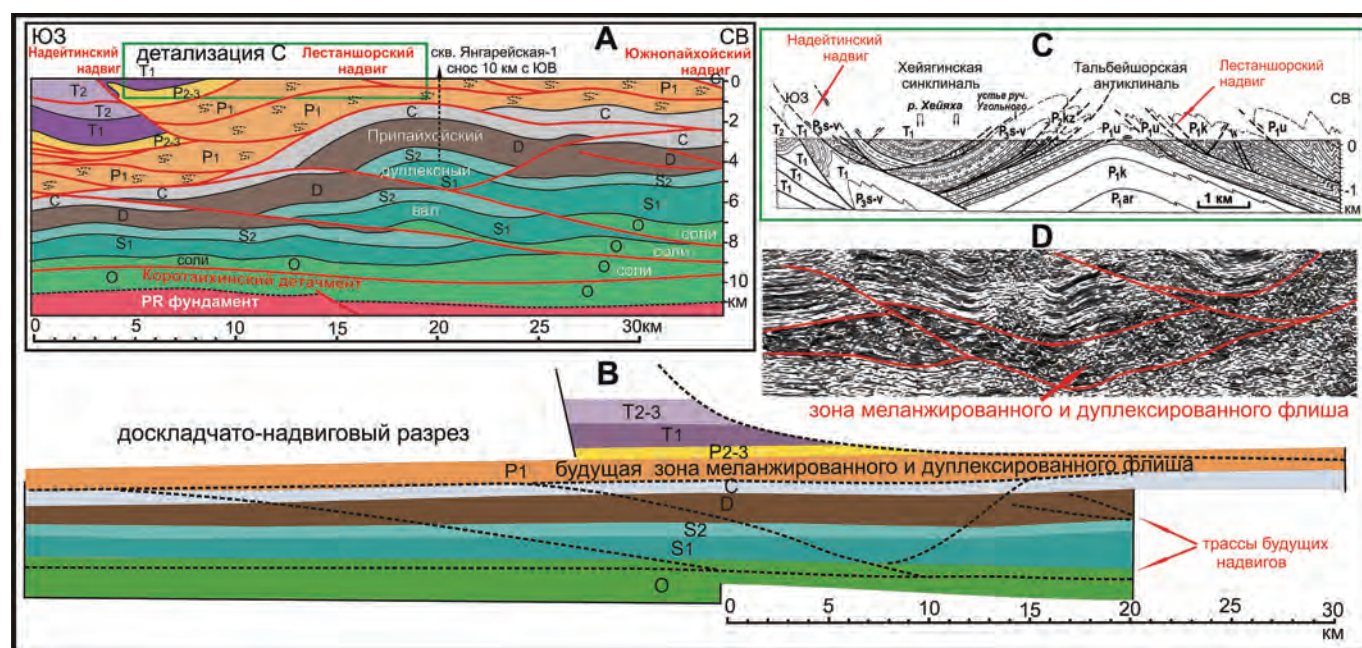


Рис. 3. Строение и палинспастическая реконструкция дислокаций Припайхойской структурной зоны

Fig. 3. The structure and the palinspastic reconstruction of dislocations of the Pay-Khoy structural zone

модель доскладчатого положения палеозойско-мезозойских осадочных комплексов отрисована в программе CorelDRAW и выведена в том же масштабе (рис. 3, В). При этом клиновидная «темная зона» дуплексов и меланжированного нижнепермского флиша на сейсмогеологическом разрезе (рис. 3, D) была приведена к нормально-осадочному слою без тектонического скупивания. Это поясняет визуально меньшую мощность пород перми на реставрации (рис. 3, А, В). Сокращение зоны осадконакопления палеозойско-триасовых осадочных пород при тангенциальном сжатии Припайхойской структурной зоны составляет более 30 километров.

Выводы

Интерпретация разреза через Коротаихинскую впадину с учетом открытого геолого-геофизического материала позволила существенно изменить предшествующие структурно несбалансированные построения [2, 3, 5—7 и др.], которые не могут считаться геометрически возможными. Впервые за 80-летнюю историю изучения Коротаихинской впадины создан геолого-геофизический разрез, подтвержденный структурной палинспастической реконструкцией. Реконструкция подтвердила геометрическую реальность интерпретации стогового дуплекса и позволила объяснить приповерхностные мелкочешуйчатые структуры на р. Хейяхе как зону кровельного надвига над ПДВ.

Основными зонами послонных срывов при структурообразовании по порядку значимости являются: 1) *Коротаихинский детачмент* (главный региональный базальный послонный срыв по пластичным верхнеордовикским соленосным толщам); 2) основание раннепермского флиша и угленосные отложения кунгурского яруса; 3) девонские эвапоритовые толщи в Лабогейской моноклинали.

Структурная палинспастическая реконструкция пайхонд по профилю показала, что амплитуда срыва осадочного чехла по Коротаихинскому детачменту составляет около 20 км, плюс общее сжатие чехла — более 30 км. Суммарное горизонтальное сжатие структур впадины (без учета Пай-Хоя) составляет около 60 км. Сбалансировать такое большое перемещение с поглощением значительной (площадью около 15 тыс. км²) части земной коры, на которой происходило палеозойское осадконакопление, возможно лишь в зоне Байдарацкой коллизионной сутуры [10, 11].

Геолого-геофизический разрез (рис. 1; 2, А) предлагается рассматривать как тектонотипический для понимания строения других структур Коротаихинской впадины, расположенных по простиранию. Это важно для правильной объемной модели строения этого крупного и малоизученного перспективного региона [4].

Стогообразный *Припайхойский дуплексный вал* мы считаем наиболее перспективной потенциально нефтегазоносной макроструктурой впадины. Пробуренная недавно в его юго-восточной части «сухая» скв. Янгарейская-1 (забой 4000 м в отложениях верхнего силура) [1] не вышла из второй чешуи (рис. 1; 3, А). Учитывая, что в 40 км от скважины расположена огромная Карская астроблема мел-палеоценового возраста (диаметром в 60 км), поверхностные сейсмические волны могли нарушить верхнюю ловушку

ПДВ. Для вскрытия нижней антиклинали нами рекомендуется углубление скважины до 6000 м.

В заключение нельзя не отметить путаницу в названиях структур и тектонических единиц. Например, у поверхности в районе скв. Янгарейская-1 при геологической съемке выделена очень сложно построенная линейная аллохтонная Тальбейшорская антиклиналь, осложненная Лестаншорским надвигом (рис. 3, С). Поэтому название скважины и самой структуры по реке Янгарей, которая протекает в 40 км северо-западнее (за пределами Янгарейского ЛУ), представляется неудачным.

Созданная сбалансированная модель обсуждена на Международной конференции «Геосочи-2018» [12]. Соавторы выражают благодарность многочисленным коллегам за плодотворные дискуссии и замечания по статье.

Литература

1. Акимов В. В. Органогенные постройки западного борта Коротаихинской впадины как наиболее перспективные объекты для поисков углеводородов // Вести газовой науки. 2017. № 3 (31). С. 112—116.
2. Богданов Б. П. Соленосные бассейны Европейской платформы и некоторые особенности тектоники в связи с перспективами нефтегазоносности // Геофизика. 2004. № 4. С. 55—59.
3. Грунис Е. Б., Ростовщиков В. Б., Богданов Б. П. Соли ордовика и их роль в особенностях строения и нефтегазоносности северо-востока Тимано-Печорской провинции // Георесурсы. 2016. Т. 18. № 1. С. 13—23.
4. Машин Д. О. Базовые принципы и исходные данные для создания трехмерной структурно-тектонической модели Коротаихинской впадины: Материалы 25-й научной конференции. Сыктывкар: Геопринт, 2016. С. 120—125.
5. Прищепина О. М., Орлова Л. А., Чумакова О. В. Направления геолого-разведочных работ на нефть и газ в северо-восточной части Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2008. Т. 3. № 3. С. 1—21.
6. Соборнов К. Структурные отношения и развитие Пай-Хоя и Полярного Урала. Россия. Поиск и обнаружение // Полярная нефтегазоносность: Материалы конф. Ставангер, 2015.
7. Ступакова А. В., Санникова И. А., Гильмуллина А. А. и др. Перспективы нефтегазоносности Коротаихинской впадины Тимано-Печорского бассейна // Георесурсы. 2017. Спецвыпуск. Ч. 1. С. 88—101.
8. Тимонин Н. И., Юдин В. В., Беляев А. А. Палеогеодинамика Пай-Хоя. Екатеринбург: УрО РАН, 2004. 226 с.
9. Юдин В. В. Послойные срывы в чехле востока Печорской плиты — возможный объект поиска углеводородов // Печорский нефтегазоносный бассейн. Сыктывкар, 1985. С. 38—45. (Труды Института геологии Коми ФАН СССР, вып. 52).
10. Юдин В. В. Палинспастические реконструкции сложнодислоцированных областей (на примере Урала, Приуралья и Пай-Хоя). Сыктывкар: Коми НЦ УрО АН СССР, 1990. Вып. 336, 24 с. (Новые научные методики).
11. Юдин В. В. Орогенез севера Урала и Пай-Хоя. Екатеринбург: Наука, 1994. 284 с.
12. Юдин В. В., Юдин С. В. Сбалансированный разрез Коротаихинской впадины // Геосочи-2018. Нефтегазовая



геология и геофизика: Материалы междунар. науч.-практ. конф. Тверь: ПолиПРЕСС, 2018. С. 8—12.

References

1. Akimov V. V. *Organogennyye postroyki zapadnogo borta Korotaihinskoy vpadiny kak naibolee perspektivnye ob"ekty dlya poiska uglevodorodov* (Organogenic constructions at the western part of Korotaihka depression as the most promising objects for hydrocarbon prospection). Scientific and technical digest «News of gas science», No 3 (31), 2017, pp. 112—116.
2. Bogdanov B. P. *Solenosnyye basseyny Evropeiskoy platformy i nekotoryye osobennosti tektoniki v svyazi s perspektivami neftegazonosnosti* (Saline basins of the European platform and some features of tectonics in connection with the oil and gas bearing). *Geofizika*, No 4, 2004, pp. 55—59.
3. Grunis E. B., Rostovshchikov V. B., Bogdanov B. P. *Soli ordovika i ih rol' v osobennostyakh stroeniya i neftegazonosnosti severo-vostoka Timano-Pechorskoj provincii* (Ordovician salts and their role in the features of the structure and oil and gas bearing of the northeast of the Timan-Pechora province). *Georesources*, 2016, V. 18, No 1, pp. 13—23.
4. Mashin D. O. *Bazovyye principy i iskhodnyye dannyye dlya sozdaniya trekhmernoy strukturno-tektonicheskoy modeli Korotaihinskoy vpadiny* (Basic principles and initial data for creating a three-dimensional structural-tectonic model of the Korotaihka depression). Proceedings of 25th scientific conference. Syktyvkar: Geoprint, 2016, pp. 120—125.
5. Prishchepa O. M., Orlova L. A., Chumakova O. V. *Napravleniya geologorazvedochnykh rabot na nef't i gaz v severo-vostochnoy chasti Timano-Pechorskoj neftegazonosnoy provincii* (Directions of geological exploration for oil and gas in the north-eastern part of the Timan-Pechora oil and gas province). *Neftegazovaya Geologiya. Theory and practice*, 2008, V. 3, No 3, pp. 1—21.
6. Sobornov K. *Strukturnyye otnosheniya i razvitiye Pay-Hoya i Polyarnogo Urala* (Structural relations and development of Pay-Khoy Ridge and the Polar Urals). Russia. search and discovery. Polar Oil and gas potential (Conference materials). Stavanger, 2015. No 30425
7. Stupakova A. V., Sannikova I. A., Gil'mullina A. A. et al. *Perspektivy neftegazonosnosti Korotaihinskoy vpadiny Timano-Pechorskogo basseyna* (Prospects of oil and gas potential of the Korotaihka depression of the Timan-Pechora basin). *Georesources*. 2017, Special issue, Part 1, pp. 88—101.
8. Timonin N. I., Yudin V. V., Belyaev A. A. *Paleogeodinamika Pay-Hoya* (Paleogeodynamic of Pay-Khoy). Ekaterinburg, Ural department of RAS Publishing house, 2004, 226 p.
9. Yudin V. V. *Posloynnyye sryvy v chekhle vostoka Pechorskoj plity — vozmozhnyy ob"ekt poiska uglevodorodov* (Sole thrust in the sedimentary cover of the east of the Pechora plate — a possible object for the search for hydrocarbons). In book: *Pechorskiy oil and-gas bearing basin* (Proceedings of Geological Institute Komi branch of Academy of Science of the USSR, Issue 52). Syktyvkar, 1985, pp. 38—45.
10. Yudin V. V. *Palinspasticheskie rekonstrukcii slozhnodislocirovannykh oblastey (na primere Urala, Priural'ya i Pay-Hoya)* (Palinspastic reconstruction of complexly dislocated regions (on the example of the Urals, the Nord West Urals and Pay-Khoy Ridge). A series of preprints «New scientific methods». Komi Scientific Center Ural branch of Academy of Science of the USSR, Syktyvkar, 1990, Issue 336, 24 p.
11. Yudin V. V. *Orogenez Severa Urala i Pay-Hoya* (Orogenesis of the North Urals and Pay-Khoy). Yekaterinburg, Ural Publishing house Firm «Science», 1994, 284 p.
12. Yudin V. V., Yudin S. V. *Sbalansirovannyiy razrez korotaihinskoy vpadiny* (Balanced section of the Korotaihka depression) Proceedings of scientific-practical conference «Geosochi — 2018. Oil and gas geology and geophysics». Tver: PolyPRESS, 2018, pp. 8—12.

РЕЛЬЕФООБРАЗУЮЩИЕ ТЕРРИГЕННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ С ФОССИЛИЗИРОВАННЫМИ РАСТИТЕЛЬНЫМИ ОСТАТКАМИ (БАССЕЙН СРЕДНЕЙ ПЕЧОРЫ)

В. А. Жарков¹, Е. В. Зиновьев², Т. В. Якубовская³, В. И. Силаев⁴, В. Н. Филиппов⁴

¹ВСЕГЕИ, г. Санкт-Петербург; vladimir_zharkov@vsegei.ru

²ИЭРиЖ УрО РАН, г. Екатеринбург; zin62@mail.ru

³Беларусь, Минск; tyakub@rambler.ru

⁴ИГ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар; silaev@geo.komisc.ru

Обсуждаются результаты геолого-палеоботанических исследований толщи рельефообразующих плиоцен-неоплейстоценовых терригенных отложений, первоначально разделённых снизу вверх на подморенные, мореноподобные и надморенные. На основании полученных данных делаются выводы о геологическом возрасте и ландшафтно-климатических условиях осадкообразования, палеосолёности среды седиментации. Анализируются формы и степень фоссилзации плиоценовых орешков вида *Carex cf. caespitosa* L. Впервые проведённые детальные оптико- и электронно-микроскопические исследования привели к выявлению на поверхности фоссиллий полиминеральных плёнок — нового источника геолого-палеоботанической информации.

Ключевые слова: плиоцен, неоплейстоцен, терригенные отложения, остатки растительности, фоссилзация орешков вида *Carex cf. caespitosa* L., полиминеральные плёнки на поверхности фоссиллий.

RELIEF-FORMING TERRIGENOUS DEPOSITS WITH FOSSIZED VEGETABLE RESIDUES IN THE MIDDLE PECHORIAN BASIN

V. A. Zharkov¹, E. V. Zinoviev², T. V. Yakubovskaya³, V. I. Silaev⁴, V. N. Filippov⁴

¹VSEGEI, St. Petersburg; vladimir_zharkov@vsegei.ru

²IERiZh UB RAS, Ekaterinburg; zin62@mail.ru

³Belarus, Minsk; tyakub@rambler.ru

⁴IG Komi SC of the UB RAS, Syktyvkar; silaev@geo.komisc.ru

The results of geologic-paleobotanical studies of the relief-forming Pliocene-Neopleistocene terrigenous deposits, originally divided from below upwards to moribund, morainic and overmature, are discussed. Based on the data obtained, conclusions are drawn about the geological age and landscape-climatic conditions of sedimentation, paleosolinity of the sedimentation environment. The forms and degree of fossilization of Pliocene nutlets of the species *Carex cf. caespitosa* L. The first detailed optical and electron-microscopic studies led to the discovery on the surface of fossils of polymineral films, a new source of geologic-paleobotanical information.

Keywords: Pliocene, Neopleistocene, terrigenous deposits, vegetation residues, fossilization of nut species *Carex cf. caespitosa* L., polymineral films on the fossil surface.

Введение

До настоящего времени не решена проблема генезиса и возраста основного объёма рельефообразующих образований в так называемой ледниковой зоне Тимано-Уральского региона. Большинство исследователей считает их возраст четвертичным, а генезис предполагает континентальным, с образованием пород в ходе чередования ледниковых и межледниковых эпох [1]. В рамках ледниковой модели сосуществуют разные взгляды на возраст рельефообразующих суглинков в районе среднего течения р. Печоры, относимых к верхней морене. На карте четвертичных образований масштаба 1:1 000 000, составленной в ФГУНПП «Аэрогеология» А. С. Лавровым и Л. М. Потапенко, эти суглинки сопоставлены с четвёртой ступенью верхнего неоплейстоцена [17]. На карте четвертичных образований Российской Федерации масштаба 1:2 500 000 ВСЕГЕИ те же суглинки сопоставлены с шестой ступенью среднего неоплейстоцена [13]. На указанных картах морские отложения показаны лишь в прибрежной зоне Карского и Печорского морей. На значительном удалении от моря наличие морских образований допускается лишь в погребённых впадинах доледникового рельефа.

Помимо гляциальной (ледниковой) существует альтернативная гляциомаринная модель строения и развития основного объёма позднекайнозойских образований [16, 23]. В этой модели рельефообразующие суглинки в бассейне средней Печоры относят к эоплейстоцену [8, 23] или к неогену [2, 3, 16], а их генезис интерпретируют как ледово- и ледниково-морской.

Проблема установления истинного возраста и генезиса отложений к настоящему времени зашла в своеобразный тупик. Обнаружение в рельефообразующих суглинках или песках слоистых текстур, морской фауны и микрофауны, а также литолого-геохимических признаков, позволяющих отнести их к морским образованиям, сторонники ледниковой модели развития не признают в качестве объективных критериев, поскольку ледник якобы обладал способностью ассимилировать морские отложения, находившиеся на пути его движения, и консервировать указанные признаки в оставленной им морене. Неогеновый и эоплейстоценовый возраст рельефообразующих суглинков, устанавливаемый спорово-пыльцевым методом, также подвергается сомнению из-за возможности пересотложения. Отметим, что в ледниковой модели для датировки межледниковых отложений со слоисты-



ми текстурами спорово-пыльцевой метод используют уже без учёта возможной аллохтонности растительных остатков. Сходные проблемы, характеризующиеся недостаточной обоснованностью и дискуссионностью стратиграфических схем и противоречивостью палеогеографических построений, основанных на различном понимании возраста и границ оледенений Центральной России, указаны в обстоятельном обзоре Г. И. Рычагова [20].

Исследованный геологический разрез

В описаниях многих исследователей Большеземельской тундры, касающихся характеристик базальных горизонтов подразделений, составляющих так называемую большеземельскую серию, нередко упоминания о наличии в них маломощных прослоев торфа или рассеянных растительных остатков [2—4, 9—12, 16, 23]. На притоке р. Нечи (лист Q-40-XVIII) глины со слоями торфа в основании одного из обнажений интерпретировали как наиболее древние из «доледниковых» образований гряды Чернышева [6]. И. Д. Данилов, описывая состав наиболее древних кайнозойских отложений Большеземельской тундры, также упоминал редко встречаемые линзочки намывного аллохтонного торфа и маломощные слои, обогащённые растительным детритом. Однако видовые определения ископаемой флоры в статьях не приведены.

В ходе ГДП-200 листа Q-40-XXIX в 2014 г. в 40-метровом эрозионном обрыве р. Бол. Аранец (обн. 1080, координаты N64°59'48,30" E58°06'05,88") были изучены терригенные отложения (рис. 1), отнесённые предшествующими исследователями [7] к морене днепровского оледенения (среднеплейстоценовая пещорская морена Европейского Северо-Востока). В основании обрыва вверх от уреза воды (абс. отм. ~ 80 м) вскрыт разрез слоистых подморенных отложений (снизу вверх):

1. Песчано-гравийно-галечные отложения с мелкими валунами разного состава и различной степени окатанности. Мощность 2.5 м.

2. Пески серые, среднетонкозернистые, сортированные, преимущественно кварцевые. Мощность 2.5 м.

3. Пески разномасштабные, с примесью 15—20 % гравия и гальки. Мощность 0.65 м.

4. Гравий и галька в песчаном заполнителе, цементированные оксигидроксидами железа в конгломератогравелит. Окатанность обломков неравномерная, чаще хорошая. Мощность 0.65 м.

5. Суглинки алевроитовые, голубоватые, с коричневыми пятнами, указывающими на скопления растительного шлама. Мощность 0.3 м.

6. Пески тонкие, серые, линзовидно-переслаивающиеся с серыми алевроитами. Слои алевроита в верхней части содержат растительную труху (мохоподобный детрит). Мощность 0.2 м.

7. Алевроитовые пески тонкослоистые, с редкими видимыми растительными остатками и интенсивным ожелезнением по слоистости и по поперечным трещинам. Мощность 0.4 м.

8. Пески тонкие линзовидно-косослоистые. Над подошвой располагается протяжённый прослой оторфованного алевроита мощностью 0.5—1 см с примесью моховидных растительных остатков и редких расплюснутых веточек. Мощность 0.8 м.

9. Глины алевроитистые, голубоватые, плотные, с редким гравием, включают в верхней части линзы песков серых, мелкозернистых, мощностью 10—30 см. Переходная пачка к вышележащей мореноподобной толще. Мощность 1.8 м.

Общая мощность нижней (слоистой) части разреза составила 9.8 м.

На глинах слоя 9, с разрывом, выраженным появлением песчаных линз, залегает толща мореноподобных суглинков-супесей песчаных, с гравием и галькой, мощностью 21.5 м, в которую врезана пачка ленточно-слоистых алевроитов, глин и песков мощностью 8.6 м.

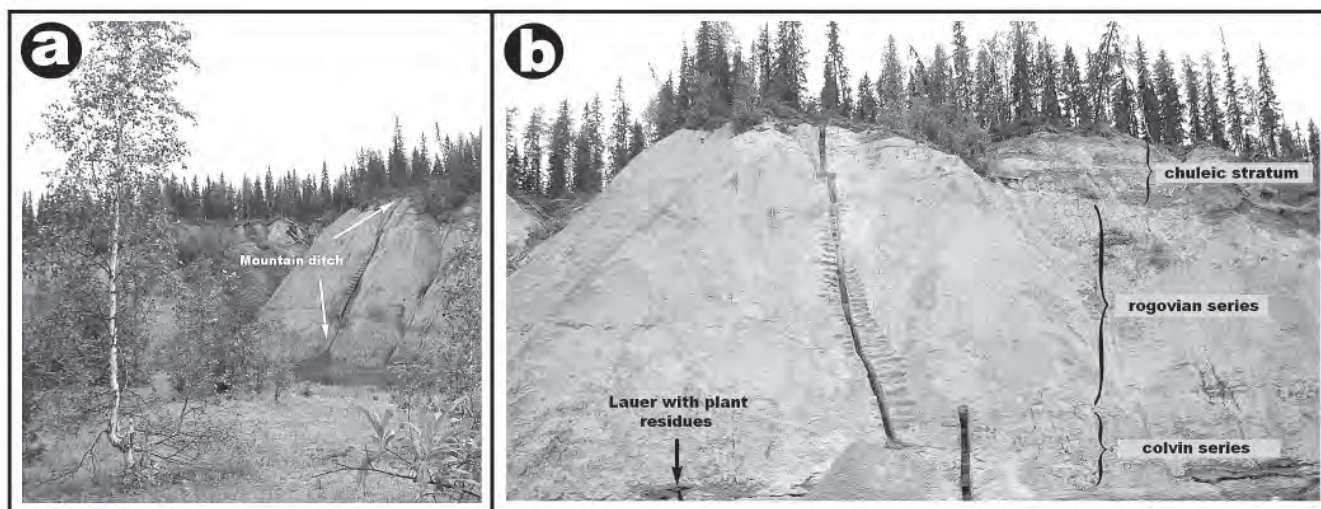


Рис. 1. Схема вскрытия (а) и стратиграфического расчленения (б) рельефообразующих и вложенных терригенных отложений в правобережном эрозионном обрыве на р. Бол. Аранец

Fig. 1. Outcrop (a) and stratigraphic dismemberment (b) of relief-forming and embedded terrigenous deposits in the right-bank erosion cliff at the river. Bol. Aranets

Растительные остатки, датирование отложений

Свежезачищенный прослой с растительным детритом у подошвы слоя 8 сначала был почти не заметен. Лишь через сутки, когда растительные волокна набухли, впитав влагу из воздуха, прослой стал объёмным и хорошо заметным, похожим на минерализованный торф. При прослеживании оторфованного слоя по простиранию расчисткой в 30 м от канавы из него были извлечены расплюснутые стебли и древесные веточки, нередко имеющие обугленный вид. В составе растительных остатков определены *Betula* sp., *Salix* sp., *Carex aquatilis*, *C. limosa*, *Carex caespitosa*, *Calliergon* sp., *Warnstorfia* sp., *Limprichtia* sp., *Polytrichum* sp., *Scorpidium scorpioides*. По заключению д. б. н. О. Л. Кузнецова (Институт биологии Карельского НЦ РАН), эта флора характерна для болот, питаемых богатыми кальцием водами. Из слоёв 5

Флора, отмытая из торфа, детально исследована Т. В. Якубовской в 2017 году. В числе 49 выявленных таксонов разного ранга (табл. 1), определены *Scirpus* cf. *pliocenicus*, *Carex* cf. *rostrata-pliocenica* и *C. paucifloroides*, подтверждающие плиоценовый возраст отложений, определённый палинологическим методом. Помимо флоры в отмытых препаратах обнаружены фрагменты надкрыльев жуков, среди которых Е. В. Зиновьев определил *Pterostichus costatus* (2 кусочка), *Simplocaria* sp. (основание левого надкрылья) и фрагменты долгоносиков, возможно рода *Rhynchaenus*. Из этого перечня наиболее информативен *P. costatus*, который сейчас обитает в тундре и южнее не встречается; *Simplocaria* обитают в поймах рек, в настоящее время приурочены к таёжной зоне, но с лесами не связаны, поэтому их совместное обитание выглядит вполне нормальным. Долгоносики *Rhynchaenus* обычно живут на ивах. Для слоёв 5 и 9 методом Г. Л. Стадниковой определена

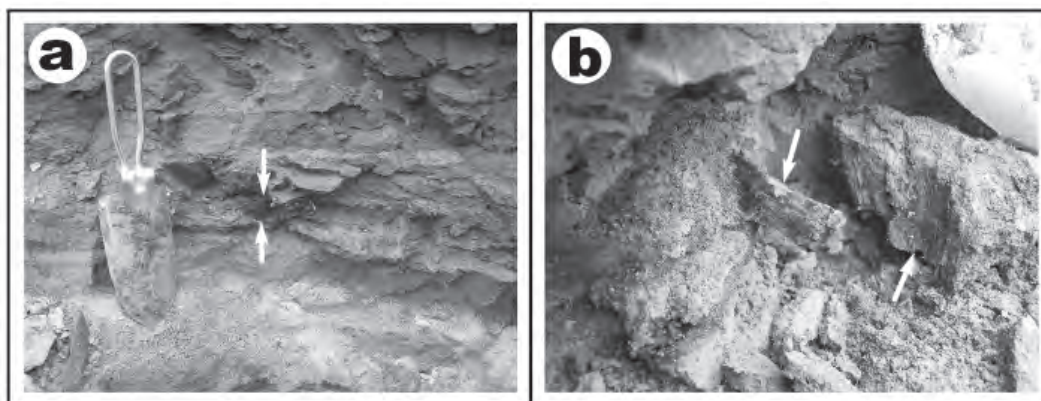


Рис. 2. Прослой оторфованного алевроита: а — с растительными остатками; б — с фрагментами расплюснутых растительных стеблей

Fig. 2. Layer of decayed silt: a — with plant residues; b — with fragments of flattened plant stalks

и 6 выделены спорово-пыльцевые комплексы, которые, по мнению палинолога Л. Г. Деревянко, характеризуют лесную растительность плиоценового времени, когда на исследуемой территории росли берёзово-хвойные леса с долей умеренно теплолюбивых деревьев. Пыльца голосеменных растений соответствует ели и сосне с частотой встречаемости (%): *Picea abies* — 26—24, *Pinus sibirica* — 2—7, *P. sylvestris* — 0—2. Частота встречаемости пыльцы древесных мелколистных и кустарничковых растений в целом составляет 24—27 %, а для конкретных таксонов (%): *Betula* sect. *Albae* — 19—20, *Alnus* sp. — 1—2, *Salix* sp. — 3—4, *Alnaster* sp. — 0—1, *Betula* sect. *Nanae* — 0—1. Встречаемость микрофоссилий умеренно теплолюбивых растений оценивается в 7—8 % (*Corylus* sp. — 1—2, *Myrica* sp. — 1, *Castanea* sp. — 1—2, *Carya* sp. — 2—3, *Juglans* sp. — 1). Участие пыльцы травянистых растений достигало 20 %: разнотравье — 1—6, *Chenopodiaceae* — 1—4, *Cyperaceae* — 4—9, *Ranunculaceae* — 3—5, *Pyrolaceae* — 1, *Caryophyllaceae* — 1, *Asteraceae* — 1 %. Из споровых растений определены (%): *Sphagnum* sp. — 7—8, сем. *Polypodiaceae* — 6—10, *Lycopodium* sp. — 1—2. В мацератах, полученных из проб растительных остатков, угольной крошки, обнаружены спиккулы губок, гифы грибов.

морская слабоопреснённая среда осадкообразования. Присутствие надкрыльев жуков в морских отложениях не является экзотикой; причём в палеоэнтмологическом обзоре [14] отмечено, что находки насекомых в прибрежно-морских фациях более часты, нежели в отложениях открытого моря.

Вышеизложенные данные свидетельствуют о прибрежно-морских (дельтово-лиманных, лагунных, эстуариевых) обстановках седиментации. Показательно также, что состав флоры, выявленной в обнажении 1080, совпадает с видами, выявленными И. Д. Даниловым в колвинско-туруханских отложениях Западной Сибири [11]. Кроме этих признаков, очень важных для определения возраста отложений, об относительной древности флоры красноречиво говорит значительная степень фоссилизации растительного детрита, характерная также для ископаемой флоры из отложений позднего плиоцена Белоруссии.

С учётом полученной информации описанный выше разрез подморенных отложений может быть интерпретирован как один из элементов трансгрессивных лагунных фаций неогеновой колвинской (?) серии. В разрезе нами не обнаружены морская фауна и микрофауна. Основной причиной этого может быть быстрое растворение скелетов после отмирания орга-



Таблица 1. Состав ископаемой флоры из образца p-108006 обнажения 1080 в правом борту реки Бол. Аранец
Table 1. The composition of the fossil flora from sample p-108006 exposure 1080 on the right flank of the Big Aranets River

1	Bryopsida	Множество веточек и отдельных листочков Many branches and separate leaves
2	Fungi	1 оогоний / 1 oogonium
3	<i>Picea</i> sp.?	1 верхушка хвой / 1 top of fir needle
4	<i>Scheuchzeria</i> cf. <i>palustris</i> L.	2 семени / 2 seeds
5	<i>Allium</i> L. vel <i>Gagea</i> Salisb.	3 луковички / 3 bulbs
6	<i>Schoenoplectus</i> sp.	3 орешка / 3 nuts
7	<i>Scirpus</i> cf. <i>pliocenicus</i> Szafer.	2 орешков / 2 nuts
8	<i>Blismus</i> sp.	2 орешка / 2 nuts
9	<i>Eriophorum scheuchzeri</i> Hoppe	1
10	<i>Eleocharis</i> sp. 1	7 орешков / 7 nuts
11	<i>Eleocharis</i> sp. 2	1 орешек / 1 nut
12	<i>Cyperus fuscus</i> L.	2 орешка / 2 nuts
13	<i>Carex</i> cf. <i>aquatilis</i> Wahlenb.	9 орешков / 9 nuts
14	<i>C.</i> cf. <i>chordorrhiza</i> Ehrh.	1 орешек / 1 nut
15	<i>C.</i> cf. <i>caespitosa</i> L.	> 78 орешков / >78 nuts
16	<i>C.</i> cf. <i>diandra</i> Schrank	1 орешек / 1 nut
17	<i>C.</i> cf. <i>pauciflora</i> L.	3 орешка / 3 nuts
18	<i>C. paucifloroides</i> Wielicz	2 орешка / 2 nuts
19	<i>C.</i> cf. <i>rostrata-pliocenica</i> P. Nikit.	2 орешка / 2 nuts
20—38	<i>Carex</i> sp. 1—19	47 орешков / 47 nuts
39	<i>Carex</i> sp. div	>100 орешков >100 nuts
40	Cyperaceae gen. 1	1 орешек / 1 nut
41	Cyperaceae gen. 2	1 орешек / 1 nut
42	Cyperaceae gen. 3	16 орешков (<i>Scirpus</i> или <i>Carex</i> ?) / 16 nuts
43	<i>Ranunculus</i> sp.	1 половинка плодика / 1 half of carpophyl
44	<i>Ranunculus</i> ex gr. <i>flammula</i> L.	1 половинка плодика / 1 half of carpophyl
45	<i>Betula</i> sp.?	1 чешуя без лопастей / 1 scale
46	<i>Potentilla</i> sp. 1	5 плодиков / 5 carpophyls
47	<i>Potentilla</i> sp. 2	5 плодиков / 5 carpophyls
48	<i>Cirsium palustre</i> (L.) Scop.	5 семян / 5 achenes
49	<i>Carpolithes</i> sp.	5 экз. / 5 pcs
	Incertae sedis	67 экз. / 67 pcs

низмов в холодных водах северного моря, сильно недосыщенных бикарбонат-ионами ($2\text{HCO}_3^{2-} + \text{Ca}^{2+} \leftarrow \leftarrow \text{CaCO}_3 + \text{CO}_2$). Повлияло также то, что мы вслед за предшественниками считали исследованные породы плейстоценовыми континентальными и поэтому не опробовали их с достаточной детальностью и тщательностью. При разборе карпологических остатков Т. В. Якубовская встречала белоснежные остатки мелких тонкостенных катушек моллюсков и хрупких раковин остракод, которые не удалось извлечь и сохранить — они рассыпались при малейшем прикосновении. Встречены также копролиты — ископаемые экскременты, предположительно грызунов.

В шести образцах из вышележащих монотонных мореноподобных суглинков-супесей мощностью 21.5 м, содержащих до 3 % гравия, гальки и мелких валунов, среди которых встречены обломки юрских белемнитов и ауцелл, выделены раковины фораминифер (3—5 штук на пробу) плохой сохранности (ломанные, частично окатанные). Мезозойской микрофауны не обнаружено. Среди кайнозойских видов определены *Marginulina* sp. и *Lenticulina* sp., встречаемые в отложениях не моложе верхов раннего неоплейстоцена, а также виды: *Cribrononion incertus*, *Criboelphidium vulgare*, *Nonionellina labradorica*, *Retroelphidium atlanticum*, возраст которых определяют в интервале от палеогена

на до настоящего времени. По столь малому количеству фораминифер можно лишь предположить, что условия для развития и сохранности микрофауны были неблагоприятными и что возраст вмещающих пород не моложе раннего неоплейстоцена, т. е. предположительно эоплейстоценовый.

Кроме фораминифер в суглинках обнаружены растительные остатки, угольная крошка, много геммул и спикул губок, единичные мегаспоры и радиоларии. Определения палеосолёности среды осадко-накопления по методу Г. Л. Стадникова показали, что мореноподобные суглинки отложились в слабо-опреснённой морской воде. Данные спорово-пыльцевого анализа 10 проб из суглинков (палинолог Л. Г. Деревянко) показали доминирование (85—95 %) переотложенных форм преимущественно мезозойского, а также палеозойского и кайнозойского (N_1 ?) возраста. Среди инситных форм преобладает пыльца древесно-кустарниковой группы (%) — *Betula* sect. *Albae* — 20—34, *Betula* sect. *Nanae* — 2—6, *Alnus* sp. — 1—5, *Alnaster* sp. — 0—2, *Salix* sp. — 2—5, *Picea abies* — 10—18, *Pinus sibirica* — 0—3, *Pinus sylvestris* — 0—2. В небольшом количестве (до 4 % в низах толщи) встречена пыльца умеренно теплолюбивых древесных растений (%): *Corylus* sp. — 0—3, *Juglans* sp. — 0—1, *Quercus* sp. — 0—1, *Castanea* sp. — 0—1, *Carya* sp. — 0—2, которые мо-

гут быть переотложенными из подстилающей плиоценовой толщи. Среди споровых растений господствовали (%): сем. Polypodiaceae — 5–15, *Sphagnum* sp. — 10–19, Lycopodiaceae — 0–4. Разнотравье составляло 5–10 %, включая 2–4 % Chenopodiaceae, 0–8 % Cyperaceae, 0–4 % Ranunculaceae, 0–1 % Pyrolaceae, 0–3 % Caryophyllaceae, 0–2 % Asteraceae, 0–1 % Apiaceae, 0–1 % Onagraceae. Пыльца и споры часто имеют плохую сохранность — мятые, рваные. В препаратах много растительных фрагментов, угольной крошки, спикул губок.

Исследования показали, что мореноподобные суглинки сформированы в эпиконтинентальном море, вдоль побережья которого были развиты таёжные ландшафты, характерные для эоплейстоценового времени [25]. В палеобассейн с Урала спускались горнодолинные ледники, за счёт которых формирующиеся суглинки приобретали мореноподобный облик, характерный для ледово- и ледниково-морских образований.

В надморенных ленточно-слоистых песчанистых алевролитах (на ГК-200 первого издания [7] они показаны как нерасчленённые озёрно-аллювиальные и озёрно-ледниковые образования среднего неоплейстоцена с индексом $lal-lglII^{2-4}$) Л. Г. Деревянко определила остатки растительности лесного типа. В комплексе доминирует пыльца мелколиственных древесных и кустарниковых растений (%): *Betula* sect. *Albae* — 38–40, *Alnus* sp. — 1–2, *Alnaster* sp. — 1–2, *Betula* sect. *Nanae* — 4–5, *Salix* sp. — 1. Голосеменные растения представлены елью и сосной (%): *Picea abies* — 11–13, *Pinus sibirica* — 1. В общем балансе травянистые растения составляют 29 %, в том числе разнотравье — 21–22, сем. Chenopodiaceae — 1, Cyperaceae — 1–2, Ranunculaceae — 0–2, Caryophyllaceae — 1, Asteraceae — 1 %. Из споровых видов определены (%): *Sphagnum* sp. — 4–6, сем. Polypodiaceae — 6–8, *Lycopodium* sp. — 1–2. В изученных пробах выявлено множество неопределимых растительных фрагментов, угольная крошка, спикеры губок, отмечены также центрические диатомовые водоросли и единичные переотложенные формы мезозойского возраста. Отметим, что указанный спорово-пыльцевой комплекс из надморенных ленточно-слоистых алевроглин вполне сопоставим с III и IV комплексами из среднеплейстоценовых ленточно-слоистых отложений р. Вёртный, детально изученных Т. И. Марченко-Вагаповой [18]. Также при этом сравнении видна близость геолого-геоморфологического положения и литологического состава отложений. Таким образом, время формирования толщи надморенных ленточно-слоистых алевролитов, песков и глин можно сопоставить с одним из относительно термохронных этапов среднего неоплейстоцена.

Фоссилизация растительных остатков

Одной из важных проблем кайнозойской геологии является оценка степени фоссилизации погребённых растительных остатков, по минералого-геохимическим особенностям которых можно судить об их относительном возрасте, среде погребения, условиях эпигенетических изменений, степени сохранения первичных биологических свойств, характере

ризующих былые биосферы. В нашем случае объектом исследований послужили сильно деформированные орешки осоки дернистой (*Carex* cf. *caespitosa* L.), отобранные из горизонта оторфованных алевролитов в основании слоя 8 подморенных отложений колвинской серии (рис. 2, а; табл. 1). Современный вид *Carex caespitosa* L. широко распространён от Приатлантической Европы почти по всей территории Европейской России, Беларуси, на Кавказе, в Северо-Восточном Китае, Турции. Он обитает на осоковых болотах, торфяниках, в болотистых лугах, заболоченных кустарниках, мелкоколесье и лиственных лесах. Этот вид очень полиморфный, имеет соплодие в виде колоска, плодики длиной до 2.5 мм, орешки без столбика размером около 1.5–2 мм, покрытые плёночными мешочками. В ископаемом состоянии остатки этого и близких видов известны от плиоцена в Воронежской области [19] до неоплейстоцена в Польше, Европейской России, Беларуси [15, 24]. Наиболее крупные ископаемые плиоценовые орешки размером $(1.4–1.9) \times (1.0–1.1)$ мм П. И. Никитин трактовал как *Carex caespitosa* f. *pliocenica* P. Nikit. Среди отобранных нами 78 орешков преобладали экземпляры сходного размера.

Подвергшиеся исследованиям ископаемые плодики преимущественно чёрной, иногда бурой окраски, двояковыпуклой, сильно уплощенной (сплюснутой) эллиптической формы, на некоторых экземплярах наблюдается концентрический валик по краю плода (рис. 3). Эффект уплощения семян при фоссилизации объясняют их деградацией в ходе диагенеза вмещающих осадков, в условиях анаэробной среды, насыщенной гуминовыми кислотами. В ходе такой деградации у плодов и семян исчезает внутреннее содержимое — семядоли, зародыш и эндосперм. На их месте образуется пустота, которая и способствует сплющиванию. В результате остаются только кожура семени и покровы плодов, в случае с осокой дернистой — ячеистая кожура орешков, изредка с остатками мешочка.

Фоссилизированные орешки осоки имеют несколько неправильную эллипсоидальную форму, варьируясь по размеру в пределах $(1462 \pm 93) \times (1146 \pm 205) \times (98 \pm 28)$ мкм (среднее $\pm$ СКО), что несколько уступает размерам рецентных орешков. Коэффициент удлинения составляет 1.31 ± 0.23 . Коэффициент корреляции между длиной и шириной фоссилий достигает 0.52. По элементному составу сохранившаяся растительная ткань в этих образованиях — углеродно-водородно-кислородная. Относительно исходного состояния семян пропорции между этими элементами в исследуемых фоссилиях несколько сдвинуты в пользу углерода, т. е. вещество фоссилизированных плодов осоки претерпело карбонизацию, как это происходит на стадии начальной углефикации. Выявляется также значительное обогащение вещества фоссилий серой в пределах (2811 ± 655) г/т. Это в 5–8 раз превышает содержание серы в наземных растениях, наземных животных, бактериях [5]. Кроме того, растительное вещество ископаемых плодов осоки обогащено ксенобионтными примесями — SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 и др. — вследствие иллювиирования в них вещества вмещающих терригенных пород (рис. 4).

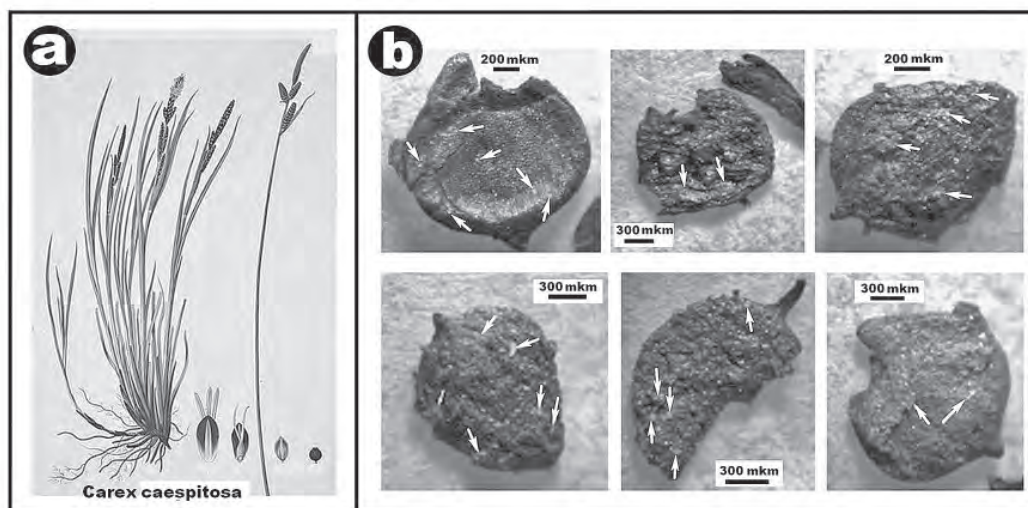
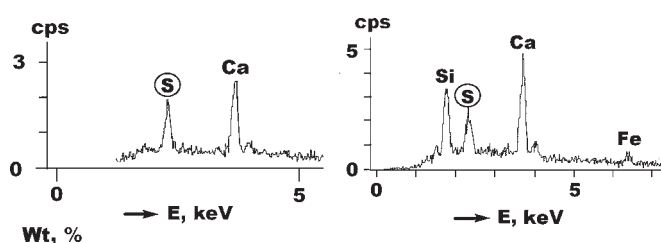


Рис. 3. Осока *Carex cf. caespitosa* L.: современное растение (а) и ископаемые орешки (б). Стрелками показаны наиболее крупные индивиды в полиминеральных пленках на поверхности фоссилий

Fig. 3. Carex *Carex cf. caespitosa* L.: modern plant (a) and fossil nuts (b). Arrows show the largest individuals in polymineral films on the fossil surface



Компоненты	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO ₂	3.55	0.96	1.86	1.01	0.58	1.80	No	2.38	No
Al ₂ O ₃	0.76	0.42	0.81	0.75	No	0.87	«	0.45	«
Fe ₂ O ₃	0.70	1.18	0.66	0.91	0.44	0.46	«	0.49	«
MgO	0.62	No	No	0.62	No	0.57	«	No	«
CaO	2.88	3.81	4.50	2.58	1.61	1.11	1.58	1.94	1.09
SO ₃	0.78	0.78	0.82	0.78	0.64	0.67	0.55	0.92	0.37
Sum	9.29	7.15	8.65	6.65	3.27	5.48	2.13	6.18	1.46

Рис. 4. Типичные энергодисперсионные спектры (вверху) и результаты рентгеноспектрального микрозондового анализа растительного вещества в фоссилизированных орешках осоки *Carex cf. caespitosa* L.

Fig. 4. Typical energy-dispersive spectra (top) and results of X-ray spectral microprobe analysis of plant matter in fossilized nut sediments *Carex cf. caespitosa* L.

Изотопный состав углерода в исследуемых фоссилиях (масс-спектрометр Delta V Advantage фирмы Termo Fishg Scientific) колеблется в пределах $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}} = -27.62 \dots -26.61 \text{ ‰}$, что соответствует параметрам как современных наземных растений, так и ископаемого растительного детрита плиоцен-плейстоценового возраста. Например, изотопный состав углерода в древесных остатках из ляхвинского горизонта среднего плейстоцена составляет в среднем $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}} = -25.15 \text{ ‰}$.

Исследования фоссилизированных орешков осоки методом аналитической сканирующей электронной микроскопии (JSM-6400 Jeol) выявили на их поверхности почти сплошные полиминеральные плен-

ки (рис. 5, а—d, g, h, o, p, q, r), образовавшиеся, вероятно, на самой ранней стадии аккумуляции плодов в терригенных осадках. В составе этих пленок к настоящему времени установлены до 15 минералов (в скобках встречаемость, %), а именно кварц (6.9), полевые шпаты (10.3), слюды (14.9), хлориты (37.9), титанит (7), циркон (4.5), гранаты (4.6), оксиды Fe-Ti (17.2), фосфаты (10.4), сульфиды (1.2).

Кварц, полевые шпаты и филосиликаты образуют индивиды размером $(19 \pm 14) \times (11 \pm 8) \text{ мкм}$, с коэффициентом удлинения в среднем около 1.75 (рис. 5, k, l). Коэффициент корреляции между длиной и шириной достигает 0.75, что обычно свойственно обломочным минералам, претерпевшим механический износ. Коэффициент удлинения составляет в среднем 1.73. Полевые шпаты представлены альбитом, ортоклазом и анортоклазами с K/Na-отношением от 0.25 до 1. Филосиликаты подразделяются на несколько гидратированный мусковит и прохлорит с коэффициентом железистости 0.58 ± 0.12 . В единичных случаях встречается тюрингит — хлорит с коэффициентом железистости более 0.71 (табл. 2).

Из силикатов установлены циркон, гранаты и титанит, размер частиц которых в полиминеральных пленках изменяется от 12×7 до $15 \times 10 \text{ мкм}$, коэффициент удлинения составляет 1.5—1.7 (рис. 5, i, j). Циркон по содержанию Hf может быть определен как относительно высокогафниевый ($\text{ZrO}_2/\text{HfO}_2 = 28\text{—}55$), что характерно для магматитов кислого-среднего состава [22]. Гранаты представлены альмандин-гроссуляром со спорадической примесью шорломита и голдманита (табл. 3). Титанит характеризуется постоянной минеральной примесью вюаньяита $\text{CaAl}[\text{SiO}_3(\text{OH})]$ в количестве 6—16 мол. %.

Среди оксидов преобладают шпинелиды, ильменит и рутил. Размеры частиц этих минералов в пленках изменяются от 7×3 до $34 \times 17 \text{ мкм}$, коэффициент удлинения колеблется в пределах 2—2.3 (рис. 5, m, n). Ильменит содержит минеральные примеси (мол. %) гематита (0—27), гейкилита MgTiO_3 (0—15), пирофани-

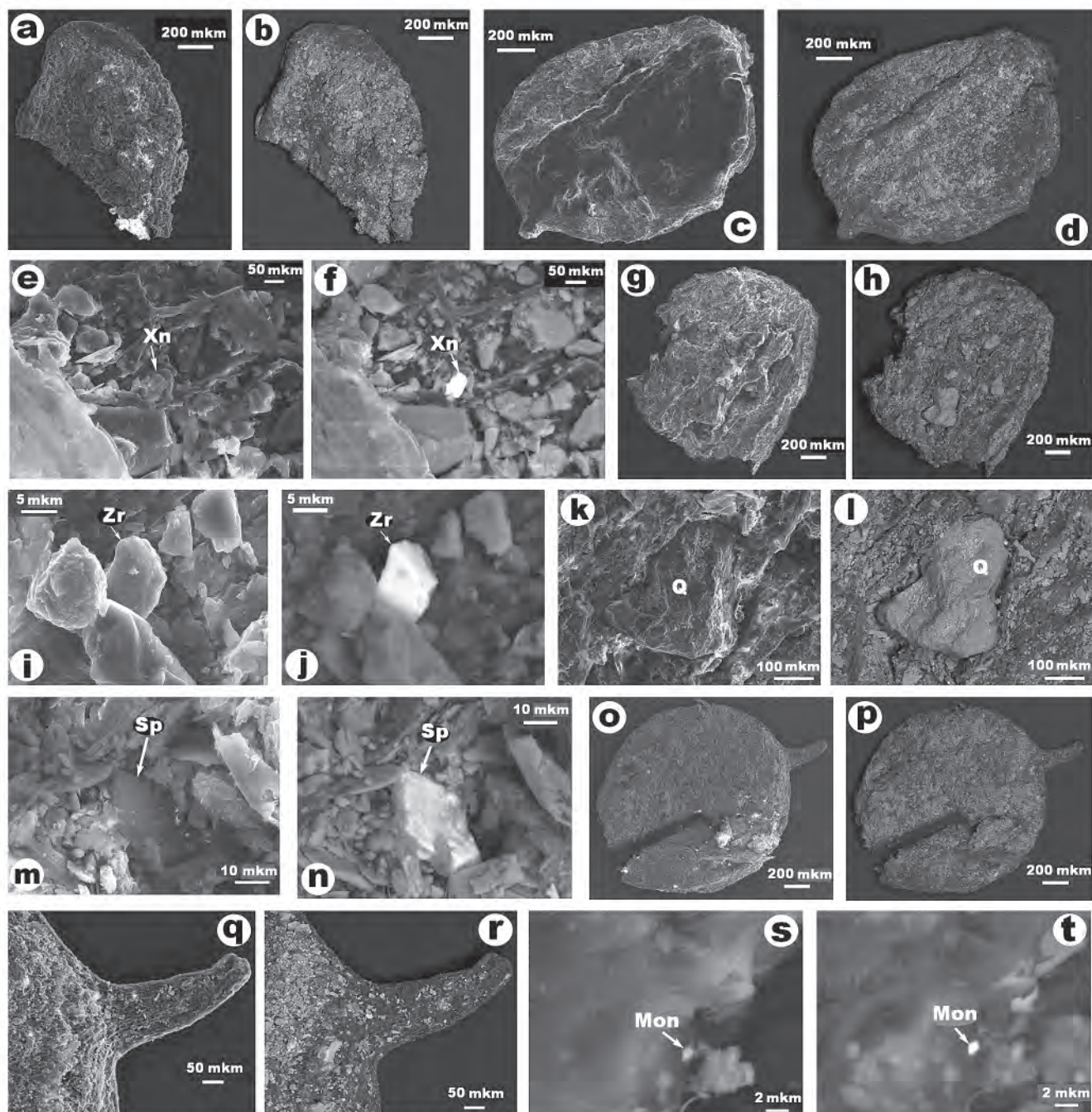


Рис. 5. Полимнеральные пленки на поверхности фоссилизированных орешков осоки *Carex cf. caespitosa* L. СЭМ-изображения в режиме вторичных (a, c, e, g, i, k, m, o, s) и упруго-отраженных (b, d, f, h, j, l, n, p, r, t). Минералы: Q — кварц (k, l), Zr — циркон (i, j), Sp — шпинелиды (m, n), Xn — ксенотим (e, f), Mon — монацит (s, t)

Fig. 5. Polyminerale films on the surface of fossilized nut sediments *Carex cf. caespitosa* L. SEM images in the secondary (a, c, e, g, i, k, m, o, s) and elastically reflected (b, d, f, h, j, l, n, p, r, t). Minerals: Q — quartz (k, l), Zr — zircon (i, j), Sp — spinels (m, n), Xn — xenotime (e, f), Mon — monazite (s, t)

та $MnTiO_3$ (0—5), корунда Al_2O_3 (1—9) и карелианита V_2O_3 (0—1). Шпинелиды представлены магнетитом с минеральными примесями ульвита Fe_2TiO_4 и герцинита $FeAl_2O_4$, а также ульвита с примесями магнетита, герцинита, галаксита $MnAl_2O_4$ и FeV_2O_4 (табл. 3).

Фосфаты наблюдаются в виде единичных частиц, варьирующихся по размеру в очень широких пределах — от 1.5×1 до 60×45 мкм. При этом коэффициент удлинения этих частиц очень устойчив и составляет 1.4—1.5 (рис. 5, e, f, s, t). В число фосфатов входят

карбонатапатит В-типа, характеризующийся значениями апатитового модуля $Ca/P_{ат} = 1.77—1.86$; ксенотим и негидратированный серосодержащий монацит (табл. 4).

Спорадически в минеральных пленках встречаются единичные выделения галенита размером до 5 мкм.

Результаты проведенных минералого-геохимических исследований приводят к следующему заключению. Основными проявлениями фоссильзации плио-



Таблица 2. Химический состав полевых шпатов и филосиликатов на поверхности фоссилизированных орешков осоки *Carex cf. cespitosa* L., мас. %

Table 2. Chemical composition of feldspars and filo silicates on the surface of fossilized fruits of the, *Carex cf. cespitosa* L., %

№ п/п	SiO ₂	TiO ₂	ZrO ₂	HfO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	V ₂ O ₅	SO ₃
1	65.97	He обн.	He обн.	He обн.	18.69	He обн.	He обн.	He обн.	He обн.	3.59	11.75	He обн.	He обн.
2	64.89	«	«	«	18.17	«	«	«	«	He обн.	16.94	«	«
3	64.79	«	«	«	18.32	«	«	«	«	«	16.89	«	«
4	65.79	«	«	«	19.56	«	«	«	0.75	5.52	8.38	«	«
5	68.59	«	«	«	19.43	«	«	«	«	11.98	He обн.	«	«
6	46.95	«	«	«	40.61	«	«	«	«	He обн.	12.44	«	«
7	49.71	4.34	«	«	38.49	«	«	«	«		7.46	«	«
8	47.75	He обн.	«	«	40.73	«	«	«	«		11.52	«	«
9	46.16	1.09	«	«	38.55	«	«	«	«		12.86	«	1.34
10	48.00	0.68	«	«	40.91	«	«	«	«		10.41	«	He обн.
11	46.81	He обн.	«	«	39.64	«	«	«	«		13.55	«	«
12	48.53	«	«	«	41.48	«	«	«	«		9.99	«	«
13	47.35	«	«	«	40.09	«	«	«	«		12.56	«	«
14	45.70	«	«	«	38.36	«	«	«	«		11.99	«	3.95
15	47.58	0.60	«	«	39.51	«	«	«	«		12.31	«	He обн.
16	47.36	He обн.	«	«	40.28	«	«	«	«		12.36	«	«
17	32.66	«	«	«	18.45	25.47	«	23.42	«		«	«	«
18	29.51	«	«	«	16.72	41.97	«	11.80	«		«	«	«
19	29.47	3.05	«	«	16.70	36.08	«	14.70	«		«	«	«
20	28.58	He обн.	«	«	15.90	49.55	0.99	4.98	«		«	«	«
21	29.68	«	«	«	16.81	40.53	0.61	12.37	«		«	«	«
22	31.93	«	«	«	18.08	28.39	0.71	20.89	«		«	«	«
23	31.97	«	«	«	18.50	27.53	0.79	21.21	«		«	«	«
24	30.33	«	«	«	12.88	46.62	He обн.	10.17	«		«	«	«
25	30.92	«	«	«	17.62	34.09	0.85	16.52	«		«	«	«
26	29.09	«	«	«	16.85	42.98	0.62	10.46	«		«	«	«
27	30.57	«	«	«	17.63	35.30	He обн.	16.50	«		«	«	«
28	29.85	«	«	«	17.08	40.66	0.78	11.63	«		«	«	«
29	31.42	«	«	«	17.47	32.43	He обн.	18.68	«		«	«	«
30	29.78	«	«	«	16.70	40.05	1.68	11.79	«		«	«	«
31	30.81	«	«	«	17.19	34.77	0.91	16.32	«		«	«	«
32	28.91	«	«	«	16.26	45.38	«	9.45	«		«	«	«
33	29.75	«	«	«	17.11	39.43	0.69	13.02	«		«	«	«
34	30.15	«	«	«	17.21	37.73	0.61	14.30	«		«	«	«

Примечание. 1—5 — полевые шпаты; 6—16 — слюды; 17—34 — хлориты.

Note. 1 — 5 — feldspars; 6 — 16 — micas; 17—34 — chlorites.

Эмпирические формулы: 1 — $(K_{0.68}Na_{0.32})[AlSi_3O_8]$; 2 — $K[Al_{0.99}Si_3O_8]$; 3 — $K[AlSi_3O_8]$; 4 — $(Na_{0.48}K_{0.48}Ca_{0.04})[Al_{1.04}Si_{2.96}O_8]$; 5 — $Na[AlSi_3O_8]$; 6 — $K_{0.97}Al_{1.91}[AlSi_3O_{10}](OH)_{1.7}$; 7 — $K_{0.57}(Al_{1.73}Ti_{0.20})_{1.93}[AlSi_3O_{10}](OH)_{1.36}$; 8 — $K_{0.92}Al_{2.01}[AlSi_3O_{10}](OH)_{1.95}$; 9 — $K_{1.05}(Al_{1.91}Ti_{0.05})_2[AlSi_3O_{10}](OH)_{1.7}(SO_4)_{0.07}$; 10 — $K_{0.83}(Al_2Ti_{0.03})_{2.03}[AlSi_3O_{10}](OH)_{1.92}$; 11 — $K_{1.12}Al_{1.99}[AlSi_3O_{10}](OH)_{2.19}$; 12 — $K_{0.79}Al_{1.99}[AlSi_3O_{10}](OH)_{1.76}$; 13 — $K_{1.02}Al_{1.99}[AlSi_3O_{10}](OH)_{1.99}$; 14 — $KAl_{1.96}[AlSi_3O_{10}](OH)_{1.5}(SO_4)_{0.19}$; 15 — $K_{0.99}(Al_{1.93}Ti_{0.03})_{1.96}[AlSi_3O_{10}](OH)_{1.87}$; 16 — $KAl_2[AlSi_3O_{10}](OH)_2$; 17 — $(Mg_{3.23}Fe_{1.75})_{4.98}Al_{0.99}[AlSi_3O_{10}](OH)_{7.93}$; 18 — $(Fe_{3.2}Mg_{1.8})_5Al[AlSi_3O_{10}](OH)_8$; 19 — $(Fe_{2.75}Mg_{2.25})_5(Al_{0.77}Ti_{0.23})[AlSi_3O_{10}](OH)_8$; 20 — $(Fe_{3.97}Mg_{0.94}Mn_{0.09})_5Al[AlSi_3O_{10}](OH)_8$; 21 — $(Fe_{3.07}Mg_{1.87}Mn_{0.06})_5Al[AlSi_3O_{10}](OH)_{7.98}$; 22 — $(Mg_{2.94}Fe_2Mn_{0.06})_5Al[AlSi_3O_{10}](OH)_8$; 23 — $(Mg_{2.98}Fe_{1.94}Mn_{0.06})_{4.98}Al_{1.04}[AlSi_3O_{10}](OH)_{8.08}$; 24 — $(Fe_{3.46}Mg_{1.51})_{4.97}Al_{0.95}[AlSi_3O_{10}](OH)_{7.79}$; 25 — $(Fe_{2.48}Mg_{2.40}Mn_{0.07})_{4.95}Al_{1.01}[AlSi_3O_{10}](OH)_{7.93}$; 26 — $(Fe_{3.32}Mg_{1.62}Mn_{0.03})_{4.97}Al[AlSi_3O_{10}](OH)_{8.06}$; 27 — $(Mg_{2.43}Fe_{2.60})_{5.03}Al[AlSi_3O_{10}](OH)_{8.15}$; 28 — $(Mg_{1.75}Fe_{3.07}Mn_{0.07})_{4.89}Al_{1.02}[AlSi_3O_{10}](OH)_{7.84}$; 29 — $(Mg_{2.68}Fe_{2.32}Mn_{0.03})_5Al[AlSi_3O_{10}](OH)_{7.58}$; 30 — $(Mg_{1.78}Fe_{3.03}Mn_{0.14})_{4.95}Al_{0.98}[AlSi_3O_{10}](OH)_{7.84}$; 31 — $(Mg_{2.38}Fe_{2.54}Mn_{0.07})_{4.99}Al_{0.97}[AlSi_3O_{10}](OH)_{7.89}$; 32 — $(Mg_{1.47}Fe_{3.53})_5Al_{0.98}[AlSi_3O_{10}](OH)_{7.94}$; 33 — $(Mg_{1.97}Fe_{2.98}Mn_{0.02})_{4.97}Al_{1.03}[AlSi_3O_{10}](OH)_{8.03}$; 34 — $(Mg_{2.13}Fe_{2.82}Mn_{0.05})_5Al_{1.01}[AlSi_3O_{10}](OH)_{8.03}$

Таблица 3. Химический состав силикатов и оксидов на поверхности фоссилизированных орешков осоки *Carex cf. cespitosa* L., мас. %Table 3. Chemical composition of silicates and oxides on the surface of fossilized fruits of the *Carex cf. cespitosa* L., %

№ п/п	SiO ₂	TiO ₂	ZrO ₂	HfO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	V ₂ O ₅
1	33.88	He обн.	64.17	1.95	He обн.	He обн.	He обн.	He обн.	He обн.	He обн.
2	32.62	«	66.14	1.24	«	«	«	«	«	«
3	32.40	«	65.35	2.25	«	«	«	«	«	«
4	32.46	«	65.54	2.0	«	«	«	«	«	«
5	38.55	«	He обн.	He обн.	21.45	13.04	«	«	26.96	«
6	39.78	1.06	«	«	21.71	0.02	«	«	37.43	«
7	38.20	He обн.	«	«	21.63	14.87	«	«	25.30	«
8	38.20	«	«	«	21.14	14.26	«	«	26.40	«
9	31.17	37.23	«	«	2.64	He обн.	«	«	28.96	«
10	31.09	37.94	«	«	2.19	«	«	«	28.78	«
11	30.82	38.73	«	«	1.59	«	«	«	28.86	«
12	31.53	34.82	«	«	4.42	«	«	«	29.23	«
13	30.86	38.30	«	«	1.92	«	«	«	28.92	«
14	He обн.	45.68	«	«	5.64	45.94	2.74	«	He обн.	«
15	«	49.93	«	«	1.29	48.03	He обн.	«	«	0.75
16	«	36.32	«	«	2.59	56.48	0.55	4.06	«	He обн.
17	«	48.19	«	«	2.36	47.49	1.96	He обн.	«	«
18	«	39.49	«	«	1.65	56.63	He обн.	1.09	«	1.14
19	«	28.74	«	«	4.10	64.83	1.36	He обн.	«	0.97
20	«	3.80	«	«	1.94	94.26	He обн.	«	«	He обн.

Примечание. 1—4 — циркон; 5—8 — гранаты; 9—13 — титанит; 14—18 — ильменит; 19, 20 — шпинелиды.

Note. 1—4 — zircon, 5—8 — garnets; 9—13 — titanite; 14—18 — ilmenite; 19, 20 — spinelides.

Эмпирические формулы и минеральный состав: 1 — (Zr_{0.97}Hf_{0.02})_{0.99}[SiO₄]; 2 — (Zr_{0.99}Hf_{0.01})[SiO₄]; 3 — (Zr_{0.98}Hf_{0.02})[SiO₄]; 4 — (Zr_{0.97}Hf_{0.02})[SiO₄]; 5 — (Ca_{2.25}Fe_{0.76})_{3.01}Al_{1.96}[Si₃O₁₂] (гроссуляр 0.75; альмандин 0.25); 6 — Ca_{3.01}(Al_{1.94}Ti_{0.06})[Si₃O₁₂] (гроссуляр 0.97; шорломит 0.03); 7 — (Ca_{2.13}Fe_{0.92})_{3.05}Al₂[Si₃O₁₂] (гроссуляр 0.7; альмандин 0.3); 8 — (Ca_{2.22}Fe_{0.84})_{3.06}(Al_{1.95}V_{0.04})[Si₃O₁₂] (гроссуляр 0.71; альмандин 0.27; голдманит 0.04); 9 — Ca_{0.99}(Ti_{0.9}Al_{0.1})[SiO₄]O_{0.9}(OH)_{0.1} (вюаньяит 0.1); 10 — Ca_{0.99}(Ti_{0.92}Al_{0.08})[SiO₄]O_{0.92}(OH)_{0.08} (вюаньяит 0.08); 11 — Ca(Ti_{0.94}Al_{0.06})[SiO₄]O_{0.94}(OH)_{0.06} (вюаньяит 0.06); 12 — Ca_{0.99}(Ti_{0.83}Al_{0.17})[SiO₄]O_{0.83}(OH)_{0.17} (вюаньяит 0.16); 13 — Ca(Ti_{0.93}Al_{0.07})[SiO₄]O_{0.93}(OH)_{0.07} (вюаньяит 0.07); 14 — (Fe_{0.89}Mn_{0.06})_{0.95}(Ti_{0.88}Al_{0.17})_{1.05}O₃ (ильменит 0.82; пирофанит 0.05; гематит 0.04; корунд 0.09); 15 — Fe_{0.96}(Ti_{0.99}Al_{0.04}V_{0.01})_{1.04}O₃ (ильменит 0.97; корунд 0.02; карелианит 0.01); 16 — (Fe_{0.84}Mg_{0.15}Mn_{0.01})_{0.95}(Ti_{0.69}Fe_{0.23}Al_{0.08})_{1.05}O₃ (ильменит 0.52; пирофанит 0.01; гейкилит 0.15; гематит 0.27; корунд 0.04); 17 — (Fe_{0.94}Mn_{0.04})_{0.98}(Ti_{0.95}Al_{0.07})_{1.05}O₃ (ильменит 0.91; пирофанит 0.04; гематит 0.01; корунд 0.04); 18 — (Fe_{0.96}Mg_{0.04})(Ti_{0.83}Fe_{0.15}V_{0.02})O₃ (ильменит 0.74; гейкилит 0.04; гематит 0.19; корунд 0.02; карелианит 0.01); 19 — (Fe_{0.96}Mn_{0.04})(Fe_{0.94}Ti_{0.84}Al_{0.19}V_{0.03})₂O₄ (ульвит 0.84; магнетит 0.05; герцинит 0.05; галаксит 0.04; кулсонит 0.02); 20 — Fe(Fe_{1.79}Ti_{0.11}Al_{0.10})₂O₄ (магнетит 0.84; ульвит 0.11; герцинит 0.05).

Таблица 4. Химический состав фосфатов на поверхности фоссилизированных плодов плиоценовой осоки, мас. %

Table 4. Chemical composition of phosphates on the surface of fossilized fetuses of the Pliocene sedge, %

Компоненты Components	1	2	3	4	5
P ₂ O ₅	41.79	40.61	34.35	34.35	32.51
CaO	58.21	59.39	0.46	He обн.	2.65
Y ₂ O ₃	He обн.	He обн.	50.26	53.64	He обн.
Gd ₂ O ₃	«	«	2.47	2.44	«
Dy ₂ O ₃	«	«	6.48	6.36	«
Er ₂ O ₃	«	«	3.15	3.21	«
Yb ₂ O ₃	«	«	2.83	He обн.	«
La ₂ O ₃	«	«	He обн.	«	16.36
Ce ₂ O ₃	«	«	«	«	32.77
Nd ₂ O ₃	«	«	«	«	13.55
SO ₃	«	«	«	«	2.16



ценовых орешков вида *Carex cf. cespitosa* L. являются: 1) порфиризация первичного растительного вещества, сопровождающаяся карбонизацией органического вещества и многократным возрастанием в нем концентрации серы; 2) иллювиирование фоссилий тонкодисперсным веществом вмещающих терригенных отложений; 3) образование на поверхности фоссилий полиминеральных пленок, микроструктура и состав которых отражают условия речного переноса и аккумуляции первичных плодов в осадках.

Незначительный размер минеральных индивидов в пленках и резкое преобладание в них филосиликатов дает основание предполагать, что образование их на поверхности плодов происходило в условиях бассейна окончательного стока — заболоченной речной дельты или эстуария. Присутствие в составе минеральных пленок анортоклазов, Mg-Fe-хлоритов, циркона, титанита, магнезильного ильменита, титанистого магнетита, ульвошпинели свидетельствует о магматических источниках обломочного материала [21] и о преобладании в плиоцене уральского вектора его привноса на территорию современного бассейна средней Печоры.

Заключение

Проведены геолого-палеоботанические исследования рельефообразующих плиоцен-плейстоценовых терригенных отложений, подразделяющихся в направлении снизу вверх на толщи: 1) подморенных гравийно-галечных песков, песков и суглинков позднеплиоценового возраста мощностью около 10 м; 2) мореноподобных песчаных суглинков с гравием и галькой эоплейстоцен-ранннеоплейстоценового возраста, мощностью 21—22 м; 3) надморенных песчанистых ленточно-слоистых алевритов и песков среднепозднеоплейстоценового возраста, мощностью около 9 м. В изученных породах выявлены и диагностированы многочисленные растительные остатки, по которым осуществлялись геологическое датирование и ландшафтно-климатические реконструкции. Так, в подморенных отложениях обнаружены остатки растительности, отвечающие березово-хвойным умеренно теплолюбивым лесам и заросшим осокой болотам. В мореноподобных суглинках установлены остатки древесно-кустарниковой лесотундровой растительности, а в надморенных алевритах и песках зарегистрирован тундровый растительный детрит.

Впервые проведенные детальные оптико- и электронно-микроскопические исследования показали, что фоссильзация плиоценовых плодов вида *Carex cf. caespitosa* L. привела к порфиризации первичного растительного вещества, сопровождающейся карбонизацией исходного растительного вещества и скачкообразным возрастанием в нем содержания серы; загрязнению фоссилий тонкодисперсным веществом вмещающих терригенных пород (иллювиированию); образованию на поверхности орешков полиминеральных пленок. В составе последних установлены и проанализированы до 15 минералов: кварц, полевые шпаты, филосиликаты, Fe-Ti-оксиды, шпинелиды, фосфаты, сульфиды. Незначительный размер минеральных индивидов в пленках и резкое преобладание в них филосиликатов дает основание предполагать, что об-

разование минеральных пленок на поверхности плодов происходило в условиях бассейна окончательного стока — заболоченной речной дельты или эстуария. Присутствие в составе минеральных пленок анортоклазов, магнезильно-железистых хлоритов, циркона, титанита, магнезильного ильменита, титанистого магнетита, ульвошпинели свидетельствует о магматических источниках обломочного материала и о преобладании в плиоцене уральского вектора его привноса на территорию современного бассейна средней Печоры.

Авторы благодарят за поддержку и ценные советы геохимика д. г.-м. н. М. П. Отрошко и палинолога к. г.-м. н. Т. И. Марченко-Вагапову.

Литература

1. Астахов В. И., Назаров Д. В., Семёнова Л. Р., Спиридонов М. А., Шкатова В. К. К проблеме картографирования северного плейстоцена // Региональная геология и металлогения. 2015. № 62. С. 20—33.
2. Афанасьев Б. Л., Белкин В. И. Проблемы геологии кайнозоя Большеземельской тундры // Кайнозойский покров Большеземельской тундры. М.: МГУ, 1963. С. 4—9.
3. Белкин В. И. О неогеновых отложениях Большеземельской тундры // ДАН СССР. 1963. Т. 149. № 3. С. 660—662.
4. Белкин В. И., Зархидзе В. С., Семенов И. Н. Стратотипический разрез Колвинской свиты // Вопросы стратиграфии и корреляции плиоценовых и плейстоценовых отложений северной и южной частей Предуралья. Выпуск 1. Уфа, 1972. С. 5—8.
5. Войткевич Г. В., Кокин А. В., Мирошников А. Е., Прохоров В. Г. Справочник по геохимии. М.: Недра, 1990. 480 с.
6. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200000. Серия Северо-Уральская. Лист Q-40-XVIII. Объяснительная записка / С. А. Князев; ред. В. П. Горский. М.: Недра, 1964. 74 с.
7. Геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Серия Северо-Уральская. Лист Q-40-XXIX. Объяснительная записка / Б. В. Грибанов; ред. А. Д. Миклухо-Маклай. М.: Недра, 1972. 76 с.
8. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Серия Уральская. Лист Q—40 (Печора). Объяснительная записка / В. П. Водолазская, Л. И. Опаренкова и др. СПб., 2010.
9. Данилов И. Д. Плейстоценовые отложения востока Большеземельской тундры и условия их образования // Известия АН СССР. Сер. геогр. 1962. № 6. С. 74—80.
10. Данилов И. Д. К вопросу о генезисе плейстоценовых отложений восточной части Большеземельской тундры // Информационный сборник НИИГА. 1962. Вып. 31. С. 46—53.
11. Данилов И. Д. Плейстоцен морских субарктических равнин. М.: Изд-во МГУ, 1978. 198 с.
12. Данилов И. Д. О генезисе толщ мореноподобных отложений равнин Севера // Исследования прибрежных равнин и шельфа арктических морей. М.: Изд-во МГУ, 1979. С. 97—135.
13. Застрожных А. С., Минина Е. А., Шкатова В. К., Тарноградский В. Д., Круткина О. Н., Рыжкова В. М., Астахов В. И., Гусев Е. А. Карта четвертичных образований территории Российской Федерации. Масштаб 1 : 2 500 000. СПб.: ВСЕГЕИ, 2016.

14. *Историческое развитие класса насекомых* // Труды Палеонтологического института. Т. 178. М.: Наука, 1980. 256 с.

15. Кац Н. Я., Кац С. В., Кипиани М. Г. Атлас и определитель плодов и семян, встречающихся в четвертичных отложениях СССР. М., 1965. 367 с.

16. Крapiвнер Р. Б. Стратиграфия новейших отложений бассейна р. Печоры от Камо-Печоро-Вычегодского водораздела до устья р. Цильмы // Вопросы стратиграфии и корреляции плиоценовых и плейстоценовых отложений северной и южной частей Предуралья. Уфа: Изд-во БФАН СССР, 1976. С. 90—141.

17. Лавров А. С., Потапенко Л. М. Неоплейстоцен северо-востока Русской равнины. М., 2005. 222 с.

18. Марченко-Вагапова Т. И. Палинологическая характеристика отложений среднего неоплейстоцена в бассейне р. Печоры (Республика Коми) // Актуальные проблемы современной палинологии: Материалы XIV Всероссийской палинологической конференции. М.: МГУ, 2017. С. 179—182.

19. Никитин П. А. Плиоценовые и четвертичные флоры Воронежской области. М.-Л., 1957. 207 с.

20. Рычагов Г. И. Географический подход к реконструкции палеогеографических событий // БКЧП. 2017. № 75. С. 112—134.

21. Силаев В. И., Хазов А. Ф., Филиппов В. Н., Жарков В. А. Шлиховые минералы как источник геологической информации // Уральский геологический журнал. 2015. № 3. С. 60—73.

22. Хабибулина Т. С. Типология и состав цирконов гранитоидов Верхояно-Колымских мезозоид (петрогенетические аспекты). Якутск: Сахаполиграфиздат, 2003. 148 с.

23. Чочия Н. Г., Евдокимов С. П. Палеогеография позднего кайнозоя Восточной Европы и Западной Сибири (ледниковая и ледово-морская концепции). Саранск: Мордовский ун-т, 1993. 248 с.

24. Якубовская Т. В. Палеогеография лихвинского межледниковья Гродненского Понеманья. Минск, 1976. 300 с.

25. Шполянская Н. А. Плейстоцен-голоценовая история развития криолитозоны Российской Арктики «глазами» подземных льдов. Москва; Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2015. 344 с.

References

1. Astahov V. I., Nazarov D. V., Semenova L. R., Spiridonova M. A., Shkatova V. K. *K probleme kartografirovaniya severnogo pleystotsena* (Problem of mapping of Northern Pleistocene). *Regionalnaya geologia i metallogeniya* (Regional geology and metallogeny), 2015. No. 62, pp. 20—33.

2. Afanasiev B. L., Belkin V. I. *Problemi geologii kaynozoya Bolshezemelskoy tundra* (Problems of Cenozoic geology of Bolshezemelskaya tundra). *Kaynozoy sky pokrov Bolshezemelskoy tundra* (Cenozoic cover of Bolshezemelskaya tundra). Moscow: MSU, 1963, pp. 4—9.

3. Belkin V. I. *O neogenovih otlozheniyah Bolshezemelskoy tundra* (Neogenic deposits of Bolshezemelskaya tundra). DAN SSSR. 1963, V. 149, No. 3, pp. 660—662.

4. Belkin V. I., Zarhidse V. S., Semenov I. N. *Stratotipichesky razrez Kolvinskoy sviti. Voprosi stratigrafii i korrelazii pliozenovih i pleystozenovih otlozheny severnoy i yuzhnoy chastey Preduraliya* (Stratotype of Kolva suite. Stratigraphy and correlation of Pliocene and Pleistocene deposits of northern and southern parts of Urals). Ufa, 1972, 1, pp. 5—8.

5. Voitkevich G. V., Kokin A. V., Miroshnikov A. E., Prohorov V. G. *Spravochnik po geohimii* (Geochemistry). Moscow: Nedra, 1990, 480 pp.

6. *Geologicheskaya karta SSSR masshtaba 1:200000. Seriya Severo-Uralskaya. List Q-40-XVIII. Obyasnitelnaya zapiska* (Geological map of the USSR, 1:200000 scale. Northern Urals, Sheet Q-40-XVIII). S. A. Knyazev. Ed. V. P. Gorsky. Moscow: Nedra, 1964, 74 pp.

7. *Geologicheskaya karta SSSR masshtaba 1:200000. Seriya Severo-Uralskaya. List Q-40-XVIII. Obyasnitelnaya zapiska* (Geological map of the USSR, 1:200000 scale. Northern Urals, Sheet Q-40-XVIII) B. V. Gribanov. Ed. A. D. Mikluho-Maklay. Moscow: Nedra, 1972, 76 pp.

8. *Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii masshtaba 1:1000000 (tretie pokolenie). Seriya Uralskaya. List Q-40 (Pechora). Obyasnitelnaya zapiska* (Geological map of Russian Federation, scale 1:1000000 (third generation). Urals. Sheet Q-40 (Pechora)). V. P. Vodolazskaya, L. I. Oparenkova et al. St. Petersburg, 2010.

9. Danilov I. D. *Pleystozenovii otlozheniya vostoka Bolshezemelskoy tundri i usloviya ih obrazovaniya* (Pleistocene deposits of eastern Bolshezemelskaya tundra and formation conditions). Proceedings of AS USSR. Ser. Geogr., No. 6, pp. 74—80.

10. Danilov I. D. *K voprosu o genesise pleystozenovih otlozheny vostochnoy chasty Bolshezemelskoy tundra* (Genesis of Pleistocene deposits of eastern part of Bolshezemelskaya tundra). *Informatsionnyy sbornik NIIGA*, 1962, 31, pp. 46—53.

11. Danilov I. D. *Pleystozen morskikh subarkticheskikh ravnin* (Pleistocene of marine subarctic plains). Moscow: MSU, 1978, 198 pp.

12. Danilov I. D. *O genesise tolshe morenopodobnih otlozheny ravnin severa* (Genesis of morena-like deposits of Northern plains). *Issledovaniya pribrezhnykh ravnin i shelfa Arkticheskikh morey* (Researches of coastal plains and shelf of Arctic seas). Moscow: MSU, 1979, pp. 97—135.

13. Zastozhnov A. S., Minina E. A., Shkatova V. K., Tarnogradsky V. D., Krutkina O. N., Rizhkova V. M., Astahov V. I., Gusev E. A. *Karta chetvertichnykh obrazovany territorii Rossiyskoy Federatsii. Masshtab 1:250000* (Map of Quarternary formations of Russian Federation. Scale 1 : 250000). SPb.: VSEGEI, 2016.

14. *Istoricheskoe razvitiye klassa nasekomi* (Insect historical development). Proceedings of Paleontological Institute, V. 178, Moscow: Nauka, 1980, 256 pp.

15. Kaz N. Ya., Kaz S. V., Kipiani M. G. *Atlas i opredelitel plodov i semyan, vstrechayushchihся v chetvertichnykh otlozheniyah SSSR* (Atlas and reference of fruits and seeds). Moscow, 1965, 367 pp.

16. Krapivner R. B. *Stratigrafiya noveishih otlozheny basyna r. Pechora ot Kamo-Pechoro-Vichegodskogo vodorazdelado ustyа r. Zilma* (Stratigraphy of the newest deposits of basin of Pechora river from Kama-Pechora-Vyshegda watershed to the mouth of Zilma river). *Voprosi stratigrafii i korrelyazii pliozenovih i pleystozenovih otlozheny severnoy i yuzhnoy chastey Preduraliya* (Stratigraphy and correlation of Pliocene and Pleistocene deposits of northern and southern parts of Urals). Ufa: BFAS USSR, 1976, pp. 90—141.

17. Lavrov A. S., Potapenko L. M. *Neopleystozen severo-vostoka Russkoy ravnini* (Neopleistocene of North-Eastern Russian plain). Moscow, 2005, 222 pp.

18. Marchenko-Vagapova T. I. *Palinologicheskaya harakteristika otlozheny srednego neopleystozena v basseynе r. Pechora (Respublika Komi)* (Palynological characteristics of deposits of Middle Pleistocene in the basin of Pechora river). *Aktualnie problemy sovremennoy palinologii: Materialy XIV Vserossiyskoy pal-*



inologicheskoy konferenzii (Problems of modern palynology: Proceedings of conference). Moscow: MSU, 2017, pp. 179—182.

19. Nikitin P. A. *Pliozenovie i chetvertichnie flori Voronezhskoy oblasti* (Pliocene and Quarternary floras of Voronezh region). Moscow—Leningrad, 1957, 207 pp.

20. Richagov G. I. *Geografichesky podhod k rekonstrukzii paleogeograficheskikh sobity* (Geographical approach to reconstruction of paleogeographical events). BKChP, 2017, 75, pp. 112—134.

21. Silaev V. I., Hazov A. F., Filippov V. N., Zharkov V. A. *Shlihovie minerali kak istochnik geologicheskoy informazii* (Placer minerals as source of geological information). *Uralsky geologicheskyy gurnal* (Ural geological journal), 2015, No. 3, pp. 60—73.

22. Habibulina T. S. *Tipologiya i sostav tsirkonov granitoidov Verhoyano-Kolimskikh mezozoid (petrogeneticheskie aspekty)* (Typology and composition of zircon granitoids of

Verkhoyan-Kolyma mesosoids (petrogenetic aspects). Yakutsk: Sahapoligrafizdat, 2003, 148 pp.

23. Chochia N. G., Evdokimov S. P. *Paleogeografiya pozdnego kaynozoya Vostochnoy Evrope i Zapadnoy Sibiri (lednikovaya i ledovo-morskaya konzeptsii)* (Paleogeography of Late Cenozoic of Eastern Europe and Western Siberia. Saransk, Mordva University, 1993, 248 pp.

24. Yakubovskaya T. V. *Paleogeografiya lihvinskogo mezhglednikoviya Grodnenskogo Ponemaniya* (Paleogeography of likhvinskoe interglacial period of Grodno Ponemaniys). Minsk, 1976, 300 pp.

25. Shpolyanskaya N. A. *Pleistozen-golozenovaya istoriya z razvitiya kriolitotsoni Rossyskoy Arktiki «glasami» podzemnih ldov* (Pleistocene-Holocene history of development of cryolithozone of Russian Arctics by eyes of underground ices). Moscow—Izhevsk: Institute of computer researches, 2015, 344 pp.



Арктический вектор геологических исследований Arctic vector of geological research

УДК 551.435.138:551.793(470.1)

DOI: 10.19110/2221-1381-2018-7-28-33

ЛИТОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ НЕОПЛЕЙСТОЦЕНОВОГО АЛЛЮВИЯ НА ВОСТОКЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ СУБАРКТИКИ РОССИИ

Л. Н. АндреичеваИнститут геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, andreicheva@geo.komisc.ru

Проведено литологическое изучение аллювиальных отложений и выявлены особенности гранулометрического и минерального состава чирвинского (лихвинского), родионовского (шкловского), сулинского (микулинского) и бызовского (ленинградского) аллювия. Установлено изменение гранулометрического состава аллювиальных отложений, связанное с их фациальной принадлежностью. В разрезах ископаемого аллювия в основном наблюдается его русловая фация, а точнее отложения прирусловой отмели, в целом довольно хорошо сортированные. Минеральный состав тяжелой фракции аллювиальных отложений указывает на формирование его в основном за счет материала подстилающих тиллов, в ряде случаев — коренных пород Уральской и Тиманской горных систем, гряды Чернышева, а также пород близкого транзита, в значительной мере определивших особенности минеральных ассоциаций аллювия в отдельных разрезах, о чем убедительно свидетельствуют вариации содержания эпидота, амфиболов, гранатов, пирита и сидерита.

Ключевые слова: верхний неоплейстоцен, средний неоплейстоцен, аллювиальные отложения, межледниковье, гранулометрический состав, минеральный состав, литология.

LITHOLOGICAL COMPOSITION OF NEOPLEISTOCENE ALLUVIUM ON THE EAST OF THE EUROPEAN SUBARCTIC OF RUSSIA

L. N. Andreicheva

Institute of Geology named after academician N. P. Yushkin, Komi SC UB RAS, Syktывkar

A lithological research of alluvial deposits was carried out and identified features of the granulometric and mineral composition of the Chirvino (Likhvin), Rodionovo (Shklov), Sula (Mikulino) and Byzovaya (Leningrad) alluvium. A change in the granulometric composition of alluvial deposits was established, which was associated with their facial affiliation. The sections of fossil alluvium mainly presented its fluvial facies, or, more accurately, the sedimentary shoal deposits, on the whole quite well sorted. The mineral composition of the heavy fraction of alluvial deposits indicates its formation mainly due to the material of the underlying tills, in some cases — the bedrock of the Ural and Timan mountain systems, the Chernyshev ridge, and also the rocks of the near transit, which to a large extent determined the features of the mineral alluvium associations in individual sections, as evidenced by variations in the content of epidote, amphiboles, garnets, pyrite and siderite.

Keywords: Upper Neopleistocene, Middle Neopleistocene, alluvial deposits, interglacial, granulometric composition, mineral composition, lithology.

Введение

Аллювий является важным элементом при палеогеографических реконструкциях и геологической корреляции и одним из основных генетических типов континентального осадочного комплекса четвертичных отложений. Однако планомерно и целенаправленно аллювиальные отложения на востоке Европейской Субарктики России не изучались. На исследованной территории аллювий имеет широкое распространение, слагая как современные речные террасы, так и межледниковые горизонты неоплейстоцена. Цель наших исследований состояла в выявлении закономерностей изменения гранулометрического и минерального состава аллювиальных отложений и возможности их использования при фациально-генетическом анализе неоплейстоценового аллювия на основе комплекса выделенных признаков фациальных типов современного аллювия в долине р. Вычегды [3]. Вещественный состав аллювия изучался для установления местоположений геологических объектов, за счет обломочного материала которых он формиро-

вался. Кроме того, предполагалось выяснить возможность стратиграфического расчленения аллювиальных отложений на основе использования литологических данных. Помимо чисто теоретического интереса исследование аллювия имеет важное прикладное значение, поскольку с ним связаны месторождения различных полезных ископаемых, источники стройматериалов, вод, россыпей ценных минералов.

Объектом исследования являлись межледниковые аллювиальные отложения среднего и верхнего неоплейстоцена на Европейском Северо-Востоке России. Поскольку в основе фациально-генетических исследований лежит структурно-текстурный анализ, в процессе работы изучались главным образом береговые отложения, где на дневную поверхность выходят отложения не древнее среднепозднеплейстоценовых. Мощность аллювиальных осадков в обнажениях различна: от первых метров до нескольких десятков метров.

Поскольку формирование аллювиальных отложений связано с гидродинамическими условиями седи-



ментации, составом размываемых пород и дальностью транспортировки обломочного материала, данные отложения характеризуются значительным разнообразием гранулометрического состава. Исследованиями Е. В. Шанцера [16], Ю. А. Лаврушина [9] и других авторов установлено, что соотношение фаций в строении аллювиальной толщи в значительной степени определяется климатом. Общим для аллювиальных отложений рассматриваемой территории, большая часть которой находится в субарктической зоне, является то, что разрезы ископаемого аллювия сложены в основном довольно хорошо сортированными отложениями прирусловой отмели фации русла. Преобладание руслового аллювия в строении аллювиальных свит рек Енисея, Индигирки и их притоков отмечалось и Ю. А. Лаврушиным [9], который связывает эту особенность с нехарактерностью для рек субарктической зоны резко выраженных паводков и половодий.

Методы исследования

Во время полевых работ в береговых обнажениях проводились послойное описание и отбор образцов для литологического анализа. Особое внимание уделялось седиментологическим признакам: условиям залегания пород, характеру контактов между отложениями разных генетических типов, текстурному анализу. Текстуальные особенности аллювия исследовались с учетом представлений по текстурному анализу Л. Н. Ботвинкиной [6, 7], Г.-Э. Рейнека и И. Б. Сингха

[12]; Р. К. Селли [13]; «Обстановок осадконакопления...» [10]; Sam, Jr. Boggs [16]. Для получения структурной характеристики и выделения фациальных типов аллювия был изучен гранулометрический состав. Гранулометрический анализ выполнен с применением ситового и пипеточного методов [8]. Результаты анализа интерпретировались с помощью гистограмм и кумулятивных кривых, для всех образцов были подсчитаны средние диаметры зерен (d_{cp}) и коэффициенты сортировки (S_c). Коэффициент сортировки осадков выражен через нормированную энтропию [5], которая изменяется от нуля до единицы и растет в направлении увеличения сортированности: при наилучшей сортировке $S_c = 0$, для однофракционных отложений $S_c = 1$. Минеральный состав мелкозема аллювиальных отложений определялся в мелкопесчаной фракции (0.25–0.1 мм), доступной для изучения и достаточно представительной по весу и набору тяжелых минералов. В ряде случаев возможность проведения минералогического анализа ограничивалась незначительным содержанием в аллювии пойменной фации материала мелкопесчаной размерности.

Результаты исследований и их обсуждение

В процессе полевых работ на Европейском Северо-Востоке России аллювиальные отложения были изучены в многочисленных береговых обнажениях и скважинах (рис. 1). Комплексные детальные

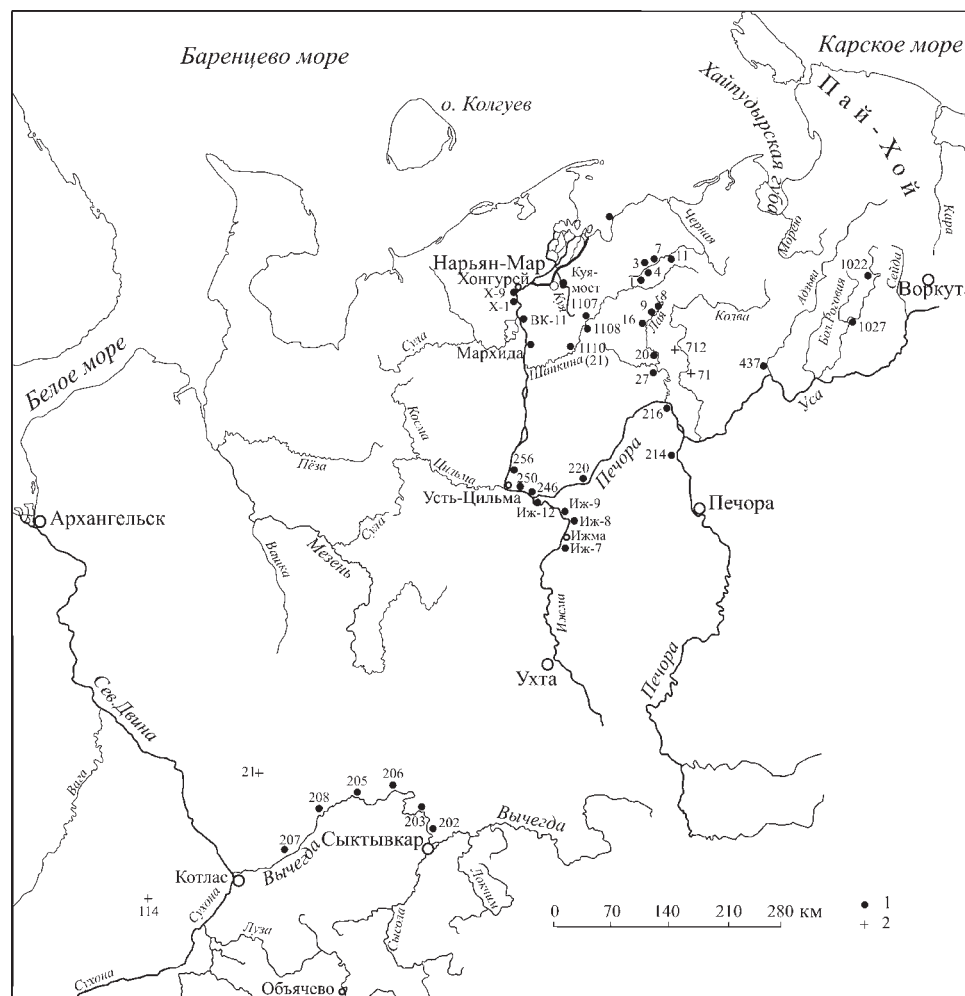


Рис. 1. Схема расположения обнажений и скважин, вскрывших аллювиальные отложения: 1 — обнажения; 2 — скважины

Fig. 1. Locations of outcrops and boreholes that drilled alluvial deposits: 1 — outcrops, 2 — boreholes

литолого-стратиграфические исследования позволили выделить в разрезах аллювий среднего и верхнего неоплейстоцена. В среднем неоплейстоцене межледниковые горизонты сложены чирвинскими (лихвинскими) и родионовскими (шкловскими) аллювиальными отложениями, в верхнем — сулинским (микулинским) и бызовским (ленинградским) аллювием.

Чирвинский (лихвинский) аллювий (Q_{II}^{1c})

Чирвинские отложения крайне редко выходят в береговых обнажениях. Они составляют основания разрезов, видимая мощность их не превышает 1–5 м. На большей части Европейского Севера России чирвинский межледниковый горизонт вскрыт скважинами. Аллювий, слагающий чирвинское межледниковье, приурочен к погребенным палеодолинам и заполняет эрозионные врез в помусовских (окских) и более древних отложениях.

На территории исследований чирвинский аллювий представлен средне-хорошо сортированными песками: $S_c = 0.39–0.79$. Наилучшим образом сортированы мелкозернистые пески на Печоре и Ижме — $S_c = 0.54–0.79$. Аллювий на р. Адзьве имеет самый крупный состав — $d_{cp} = 0.460$ мм, что, вероятно, связано с фациальной принадлежностью песков, обусловленной гидродинамическими условиями седиментации. Кроме того, разнообразие гранулометрического состава теснейшим образом связано с составом размываемых пород и дальностью транспортировки обломочного материала. Так, наиболее грубый состав аллювия в восточной части региона — в долине р. Адзьвы — может быть связан с близостью гряды Чернышева и Уральской горной системы.

Минеральные ассоциации аллювия разного возраста в Тимано-Печоро-Вычегодском регионе характеризуются определенным сходством минерального состава тяжелой фракции, в отличие от горных районов, где они резко меняются на площади в связи с разнообразием источников сноса и частой сменой их по долине реки. Обусловлено это тем, что на территории исследований основным материалом при формировании аллювия являлись тиллы и генетически связанные с ними отложения. И только там, где в качестве дополнительных источников питания выступали коренные породы гряды Чернышева, Урала и Тимана, особенности минеральных ассоциаций аллювиальных отложений в значительной степени сформированы под влиянием этих горных систем. В тяжелой фракции аллювия установлено преобладание минералов группы эпидота, гранатов и амфиболов. Подчиненное значение имеют ильменит, сидерит и пирит, хотя в ряде случаев они входят в ряд основной минеральной ассоциации. Второстепенную минеральную ассоциацию составляют лейкоксен, рутил, титанит, циркон, апатит, магнетит, значительно реже гематит и ставролит.

Минеральный состав чирвинского аллювия изучен лишь в нескольких разрезах: на р. Адзьве в обн. 437, в 10 км выше ее устья; в долине р. Колвы в скв. 712; в нижнем течении р. Ижмы в обн. 12 и на р. Вычегде в обн. 208-Слободчиково (рис. 2). Тяжелая фракция аллювия в обн. 437 (выход 0.65 %) характеризуется преобладанием эпидота (40.7 %) и гра-

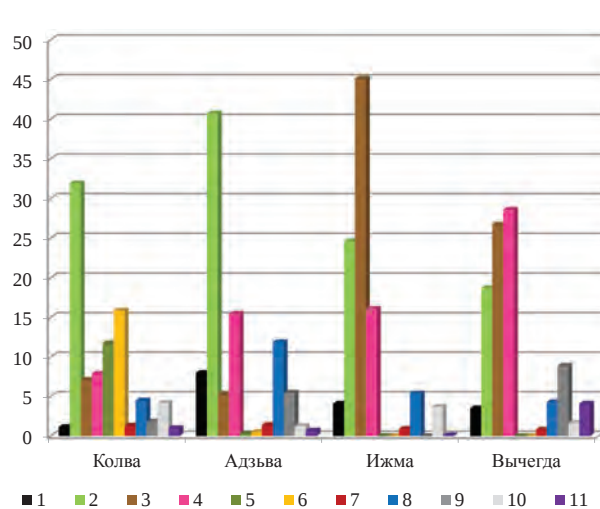


Рис. 2. Минеральный состав тяжелой фракции чирвинского аллювия: 1 — ильменит, 2 — эпидот, 3 — амфибол, 4 — гранат, 5 — пирит, 6 — сидерит, 7 — циркон, 8 — группа титановых минералов (рутил, титанит, лейкоксен), 9 — группа метаморфических минералов (кианит, ставролит, силлиманит), 10 — апатит, 11 — пироксен

Fig. 2. Mineral composition of heavy fraction of Chirvin alluvium: 1 — ilmenite, 2 — epidote, 3 — amphibole, 4 — garnet, 5 — pyrite, 6 — siderite, 7 — zircon, 8 — group of titanium minerals (rutile, titanite, leucoxene), 9 — group of metamorphic minerals (kyanite, staurolite, sillimanite), 10 — apatite, 11 — pyroxene

натов (15.5 %), на ильменит приходится 8 %, количество амфиболов понижено (5.3 %). До 11.5 % повышены содержания титановых минералов (рутил, титанит, лейкоксен), 5.5 % составляют метаморфогенные минералы (кианит, ставролит и силлиманит). Тяжелые минералы в аллювии скв. 712, содержание которых составляет 0.28 %, образуют пирит (11.8 %)-сидерит (15.9 %)-эпидотовую (31.9 %) ассоциацию, на амфибол приходится всего 7.1 %. На р. Ижме в обн. 12 выход тяжелой фракции самый высокий — 0.98 %, сложена она гранат (16.1 %)-эпидот (24.6 %)-амфиболовой (45.1 %) минеральной ассоциацией. В обн. 208 тяжелых минералов содержится 0.69 % и составляют они эпидот (18.7 %)-амфибол (26.7 %)-гранатовую (28.6 %) минеральную ассоциацию. Отмечается повышенная концентрация метаморфогенных минералов (8.9 %), обусловленная высокой долей кианита (6.3 %). Высокие содержания амфиболов и гранатов в долинах Ижмы и Вычегды, вероятно, обусловлены формированием аллювиальных отложений за счет материала помусовского тилла, образование которого здесь связано с Фенноскандинавией. Для аллювия северо-востока региона характерны повышенные содержания эпидота и пониженные концентрации амфиболов и гранатов в сравнении с более южным и центральными районами Тимано-Печоро-Вычегодского региона. Не имея данных о составе подстилающего помусовского тилла в этом районе, можно предположить, что существенное влияние на формирование минерального состава чирвинского аллювия оказывали породы близкого транзита — пермские терригенные отложения, широко развитые к востоку (в бассейнах рек Бол. Роговой и Сейды), тяжелая фракция ко-



торых на 60 % состоит из минералов группы эпидота-цоизита [15], и уральские породы, для которых также типичен эпидот — минерал Северо-Восточной питающей провинции. В долине Колвы резко повышены содержания пирита и сидерита, что, возможно, связано с возросшей ролью в процессе осадконакопления пород верхнего триаса, обогащенных сидеритом и сидеритовыми стяжениями.

Родионовский (шкловский) аллювий (Q_{II}^{3r})

Аллювий представлен преимущественно мелко- и среднезернистыми ($d_{cp} = 0.071–0.368$ мм) хорошо сортированными песками ($S_c = 0.52–0.82$). Степень сортированности алевритов пойменной фации ниже и составляет 0.35–0.52, средний диаметр колеблется от 0.030 до 0.071 мм. Наиболее грубым составом определяется родионовский аллювий бассейнов рек Адзвы и Ижмы ($d_{cp} = 0.368–0.306$ мм), а самым тонким — аллювий рек Шапкиной, Лаи и Колвы. На Ижме крупность аллювия обусловлена близким расположением Тимана, а на Адзве, как уже отмечалось — близостью Урала и гряды Чернышева. В условиях высокоширотного седиментогенеза для аллювия обычно характерна более низкая степень сортированности мелкозема [14]. При сопоставлении гранулометрического состава аллювия в разрезах северных и южных районов территории исследований никаких закономерностей в сортировке материала в меридиональном направлении не установлено. Напротив, в обн. Хонгурей-1 — на крайнем севере региона на нижней Печоре — аллювий оказался наиболее хорошо сортированным — $S_c = 0.82$. Аллювиальные отложения в пределах региона характеризуются схожей степенью сортированности мелкозема.

На основной части Европейского Севера России выход тяжелой фракции в родионовском аллювии составляет 0.52–0.70 %, возрастающая в южных районах. На севере в составе тяжелых минералов повышены содержания эпидота до 39.2 % и амфибола до 17.9 %, а в обн. Хонгурей-1 гранат составляет 20.7 % (рис. 3). В долине р. Черной тяжелая фракция, кроме того, обогащена минералами, отсутствующими в аллювиальных отложениях юга и востока региона — пиритом (14.6 %) и сидеритом (17 %), а в бассейне Шапкиной — сидеритом (12.2 %). В отдельных разрезах (обн. 214-Акись)

отмечаются аномально высокие концентрации ильменита (22.6 %) и циркона (10.5 %), связанные, возможно, с тонким гранулометрическим составом исследованных осадков. На востоке региона в тяжелой фракции аллювия доминирует эпидот (37.9–39.1 %), отмечаются повышенные содержания ильменита, что, вероятно, обусловлено образованием аллювия за счет размыва подстилающего печорского тилла, обогащенного этими минералами. На всей территории Тимано-Печоро-Вычегодского региона формирование этого тилла связано с Северо-Восточной терригенно-минералогической провинцией [2, 4]. Кроме того, в восточных районах источником повышенных концентраций ильменита, а также лейкоксена в аллювии могли являться метapelиты Париквасьшорского блока Полярного Урала. На юге региона в родионовском аллювии существенны содержания тяжелых минералов — 1.19–1.68 %. Тяжелая фракция сложена эпидотом (18 %)-гранатом (27.5 %)-амфиболом (27.7 %) минеральной ассоциацией с повышенными содержаниями ильменита (7.2–8.1 %) и метаморфогенных минералов (5.2–8.1 %). Состав тяжелых минералов аллювия из скважины 114, расположенной в бассейне р. Уфтьюги в 90 км к западу от г. Великий Устюг, кардинально иной: резко преобладают амфиболы (36.9 %) и гранаты (32.7 %), эпидот содержится в небольшом количестве — 12.6 %. Скорее всего, образование горкинского (родионовского) аллювия здесь также происходило в результате размыва вологодского (печорского) тилла, который западнее Северной Двины формировался под влиянием Фенноскандинавского центра оледенения [11, 1]. Типичными минералами пород в нем являются амфиболы и гранаты.

Сулинский (микулинский) аллювий (Q_{III}^{1s})

Аллювиальные отложения сулинского горизонта в центральной части Печорской низменности хорошо сортированы ($S_c = 0.55–0.60$) и сложены мелкозернистыми песками со средним диаметром $d_{cp} = 0.112–0.191$ мм. В нижнем течении р. Печоры (обнажения Хонгурей и Вастьянский Конь) и в долине р. Куи сулинский аллювий сложен тонко- и мелкозернистыми песками, средний диаметр которых составляет 0.087–0.134 мм. На крайнем севере региона, как и в родионовском аллювии, степень сортированности аллювия су-

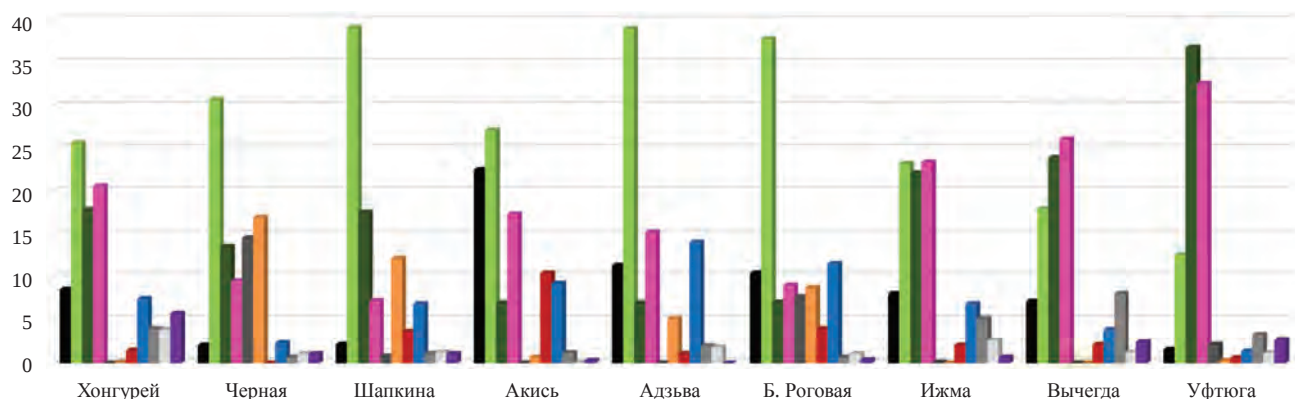


Рис. 3. Минеральный состав тяжелой фракции родионовского аллювия. Усл. обозначения — на рис. 2

Fig. 3. Mineral composition of heavy fraction of Rodionovsky alluvium. Legend — for Fig. 2

щественно выше — $S_c = 0.60–0.82$. На юге региона — в долине Ижмы — аллювий представлен среднезернистым песком ($d_{cp} = 0.390$ мм) с самой низкой на территории исследований степенью сортированности материала ($S_c = 0.43$).

Минеральный состав тяжелой фракции сулинского аллювия приведен на рис. 4. В низовье Печоры (в обнажениях Вастьянский Конь и Хонгурей) и в нижнем течении р. Куи аллювий содержит 0.43–0.62 % тяжелых минералов, которые слагают сходные минеральные ассоциации с преобладанием эпидота (25–31.4 %), гранатов (19.1–23.3 %) и амфиболов (17.3–18.3 %). Содержание титановых минералов составляет 6–8.9 %, метаморфогенных — 3–4.8 %. В обн. Вастьянский Конь отмечается аномально высокое содержание апа-

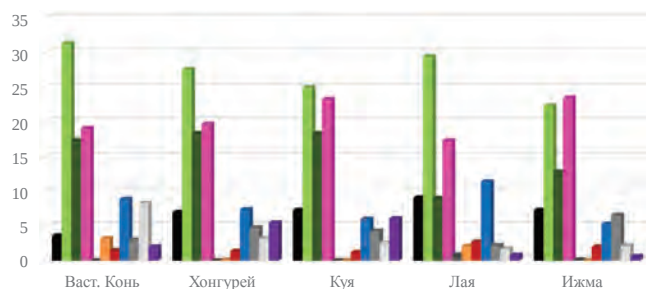


Рис. 4. Минеральный состав тяжелой фракции сулинского аллювия. Усл. обозначения — на рис. 2

Fig. 4. Mineral composition of heavy fraction of Sulinsky alluvium. Legend — for Fig. 2

тита — 8.3 %. В центре Печорской низменности, в долине р. Лаи, средний минеральный состав сулинского аллювия изучен в нескольких разрезах. Тяжелая фракция, средний выход которой в русловом аллювии составляет 0.68 %, характеризуется гранат (17.3 %)-эпидотовой (29.5 %) минеральной ассоциацией с почти равными повышенными концентрациями амфиболов и ильменита — 9 и 9.1 %. Титановые минералы составляют в среднем 11.4 %, в отдельных пробах их количество достигает 15.4 % за счет высоких содержаний лейкоксена. В долине р. Ижмы выход тяжелой фракции в сулинском аллювии составляет 0.59 %, и сложена она амфибол (12.8 %)-эпидот (22.3 %)-гранатовой (23.5 %) минеральной ассоциацией с несколько повышенными содержаниями ильменита (7.3 %), метаморфогенных (6.6 %) и титановых (5.3 %) минералов.

Бызовской (ленинградский) аллювий (Q_{III}^{3bz})

Аллювиальные отложения представлены фациями русла и поймы и сложены желтовато-бурыми алевритами и мелкозернистыми песками с тонкой горизонтальной и субгоризонтальной слоистостью. В долине р. Черной аллювий представлен русловой фацией — хорошо сортированными крупными алевритами ($S_c = 0.81$), и пойменными менее сортированными осадками ($S_c = 0.44$) со средним диаметром $d_{cp} = 0.056$ мм. В бассейне р. Шапкиной средний диаметр зерен составляет 0.098 мм и отложения чуть менее сортированы ($S_c = 0.45$). На р. Лае русло-

вой аллювий, представленный мелкозернистым песком с $d_{cp} = 0.131$ мм, имеет самую высокую степень сортировки — $S_c = 0.86$. Бызовской аллювий на юге региона (в долинах рек Вычегды и Пинеги) сложен хорошо сортированными мелкозернистыми песками с коэффициентами сортировки, равными соответственно 0.61 и 0.48.

Минеральный состав бызовского аллювия изучен лишь на реках Черной, Лае и Вычегде (рис. 5). В долине р. Черной в пойменном аллювии установлен самый низкий выход тяжелой фракции — 0.34 %, представленной амфибол (13.2 %)-сидерит (21.9 %)-эпидотовой (25.5 %) минеральной ассоциацией. Выход тяжелой фракции в аллювии р. Лаи существенно выше — 1.04 %, сложена она ильменит (14.3 %)-гранат (17.9 %)-эпидотовой (35.8 %) минеральной ассоциацией с аномально высоким для территории исследований содержанием титановых минералов (15.9 %), в которой преобладает лейкоксен (9.8 %). Повышенное количество лейкоксена в долине р. Лаи фиксируется в среднееоплейстоценовых тиллах, а также в сулинском и лайском горизонтах верхнего неоплейстоцена. В бассейн Лаи этот минерал, вероятно, поступал из Канино-Тиманского региона, где широко развиты метаморфизованные образования рифея, а также различные кластогенные породы с высокоустойчивым минеральным комплексом. Самое высокое содержание тяжелой фракции установлено в аллювии на р. Вычегде — 1.73 %. Представлена она эпидот (15.2 %)-амфибол (25.8 %)-гранатовой (30.6 %) минеральной ассоциацией. Несколько повышено содержание минералов группы метаморфических, составляющих 6.2 %.

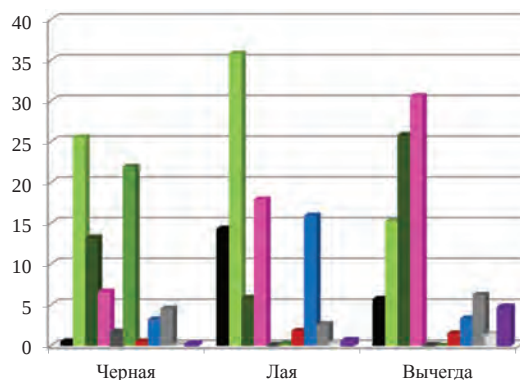


Рис. 5. Минеральный состав тяжелой фракции бызовского аллювия. Усл. обозначения — на рис. 2

Fig. 5. Mineral composition of heavy fraction of Bysovsky alluvium. Legend — for Fig. 2

Выводы

1. Изменчивость гранулометрического состава аллювия в разрезе обусловлена его фациальной принадлежностью, а на площади — гидродинамическим режимом реки, типом размываемых пород, характером рельефа и площадью водосбора.

2. Анализ особенностей минерального состава тяжелой фракции разновозрастного аллювия указывает на изменения минеральных ассоциаций по латерали. В первую очередь это обусловлено особенностями вещественного состава подстилающих леднико-



вых отложений, связанными с разными питающими терригенно-минералогическими провинциями — Северо-Восточной и Северо-Западной. В ряде случаев большое участие при формировании минерального состава аллювия принимали коренные породы Урала, Тимана, гряды Чернышева, а также породы близкого транзита, о чем убедительно свидетельствуют вариации содержаний эпидота, ильменита, амфиболов, гранатов, пирита и сидерита.

3. Стратиграфическое расчленение аллювиальных отложений на основе использования литологических данных не представляется возможным.

Работа выполнена в рамках темы НИР ГР № АААА-А17-117121140081-7 и при частичной поддержке Комплексной программы фундаментальных исследований УрО РАН № 18-5-5-50.

Литература

1. Андрищева Л. Н. Плейстоцен Европейского Северо-Востока. Екатеринбург: УрО РАН, 2002. 323 с.
2. Андрищева Л. Н. Литология верхнесреднеплейстоценовых тиллов на крайнем северо-востоке Европейской России // Литология и полезные ископаемые. 2012. № 3. С. 285—297.
3. Андрищева Л. Н., Буравская М. Н. Фациальное расчленение голоценового аллювия на средней Вычегде // Известия Коми научного центра УрО РАН. 2011. № 3 (7). С. 59—63.
4. Андрищева Л. Н., Марченко-Вагапова Т. И., Буравская М. Н., Голубева Ю. В. Природная среда неоплейстоцена и голоцена на Европейском Северо-Востоке России. М.: ГЕОС, 2015. 224 с.
5. Белкин В. И., Рязанов И. В. Понятие и меры гранулометрической сортированности и однородности // Тезисы V Коми республик. науч. молод. конф. Сыктывкар, 1972. С. 184—185.
6. Ботвинкина Л. Н. Слоистость осадочных пород. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 542 с. (Тр. ГИН АН СССР; Вып. 59).
7. Ботвинкина Л. Н. Методическое руководство по изучению слоистости. М.: Наука, 1965. 259 с. (Тр. ГИН АН СССР; Вып. 119).
8. Качинский Н. А. Механический и микроагрегатный анализ почвы, методы его изучения. М.: Изд-во АН СССР, 1958. 191 с.
9. Лаврушин Ю. А. Аллювий равнинных рек субарктического пояса и перигляциальных областей материковых оледенений. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 266 с. (Тр. ГИН АН СССР; Вып. 87).
10. Обстановки осадконакопления и фации / Под ред. Х. Рединга. М.: Мир, 1990. Т. 1. 352 с.; Т. 2, 384 с.
11. Останин В. Е., Левина Н. Б. Разновозрастные ледниковые отложения бассейнов рек Северной Двины, Пинеги, Вычегды и положение их границ в соответствии с новейшим структурным планом // Новые материалы по палеогеографии и стратиграфии плейстоцена. Уфа, 1986. С. 55—62.
12. Рейнек Г.-Э., Сингх И. Б. Обстановки терригенного осадконакопления. М.: Недра, 1981. 439 с.
13. Селли Р. К. Введение в седиментологию. М.: Недра, 1981. 370 с.
14. Страхов Н. М. Основы теории литогенеза. М., 1962. Т. 1. 212 с.; Т. 2. 574 с.
15. Чалышев В. И., Варюхина Л. М. Биостратиграфия верхних перми северо-востока европейской части СССР. Л.: Наука, 1968. 234 с.
16. Boggs Sam, Jr. Principles of sedimentology and stratigraphy. Prentice Hall. Englewood Cliffs, New Jersey. 1995. 774 p.

References

1. Andreicheva L. N. *Pleistotsen Evropeiskogo Severo-Vostoka* (Pleistocene European North-East). Ekaterinburg: UB RAS, 2002, 323 pp.
2. Andreicheva L. N. *Litologiya verkhne-sredne-pleistotsenovykh tillov na krainem Severo-Vostoke Evropeiskoi Rossii* (Lithology of Upper-Middle Pleistocene tills in the North-East of European Russia). *Litologiya i poleznye iskopaemye* (Lithology and mineral resources), 2012, No. 3, pp. 285—297
3. Andreicheva L. N., Buravskaya M. N. *Fatsialnoe raschlenenie golotsenovogo allyuviya na srednei Vychehge* (Facial division of Holocene alluvium at Middle Vychegda). Proceedings of Komi Science Center UB RAS, 2011, No. 3 (7), pp. 59—63.
4. Andreicheva L. N., Marchenko-Vagapova T. I., Buravskaya M. N., Golubeva Yu. V. *Prirodnaya sreda neopleistotsena i golotsena na Evropeiskom Severo-Vostoke Rossii* (Environment of Neopleistocene and Holocene at European North-East of Russia). Moscow: GEOS, 2015, 224 pp.
5. Belkin V. I., Ryazanov I. V. *Ponyatie i mery granulometricheskoi sortirovanosti i odnorodnosti* (Concept and measures of granulometric sorting and homogeneity). Proceedings of conference. Syktyvkar, 1972, pp. 184—185.
6. Botvinkina L. N. *Sloistost osadochnykh porod* (Stratification of sedimentation rocks). Moscow: AS USSR, 1962, 542 pp.
7. Botvinkina L. N. *Metodicheskoe rukovodstvo po izucheniyu sloistosti* (Methodical book on stratification). Moscow: Nauka, 1965, 259 pp.
8. Kachinskii N. A. *Mehanicheskii i mikroagregatnyi analiz pochvy, metody ego izucheniya* (Mechanical and microaggregate analysis of soil, methods of its study). Moscow: AS USSR, 1958, 191 pp.
9. Lavrushin Yu. A. *Allyuvii ravninnykh rek subarkicheskogo poyasa i periglyatsial'nykh oblastei materikovykh oledeneniya* (Alluvium of plain rivers of Sub-Arctic belt and periglacial regions of terrestrial glaciations). Moscow: AS USSR, 1963, 266 pp.
10. *Obstanovki osadkonakopleniya i fatsii* (Sedimentation conditions and facies). Ed. H. Reding. Moscow: Mir, 1990, V. 1, 352 pp.; V. 2, 384 pp.
11. Ostanin V. E., Levina N. B. *Raznovozrastnye lednikovye otlozheniya basseinov rek Severnoi Dviny, Pinegi, Vychegdy i polozhenie ih granits v sootvetstvi s noveishim strukturnym planom* (Heterofacial glacial deposits of rivers Northern Dvina, Pinega, Vychegda and position of their borders according to the newest structural plan). *Novye materialy po paleogeografii i stratigrafii pleistotsena* (New materials on paleogeography and stratigraphy of Pleistocene). Ufa, 1986, pp. 55—62.
12. Reineck G.-E., Singh I. B. *Obstanovki terrigenno osadkonakopleniya* (Terrigenous sedimentation conditions). Moscow: Nedra, 1981, 439 pp.
13. Selli R. K. *Vvedenie v sedimentologiyu* (introduction to sedimentology). Moscow: Nedra, 1981, 370 pp.
14. Strahov N. M. *Osnovy teorii litogeneza* (Basics of lithogenesis). Moscow, 1962, V.1, 212 pp.; V.2, 574 pp.
15. Chalyshev V. I., Varyuhina L. M. *Biostratigrafiya verkhnei permi severo-vostoka evropeiskoi chasti SSSR* (Biostratigraphy of Upper Permian North-East of European part of USSR). Leningrad: Nauka, 1968, 234 pp.
16. Boggs Sam, Jr. Principles of sedimentology and stratigraphy. Prentice Hall. Englewood Cliffs, New Jersey, 1995, 774 p.



Арктический вектор геологических исследований Arctic vector of geological research

УДК 562.32:551.799

DOI: 10.19110/2221-1381-2018-7-34-40

МЕЛКИЕ МЛЕКОПИТАЮЩИЕ ГОЛОЦЕНА ИЗ ПЕЩЕРНЫХ МЕСТОНаХОЖДЕНИЙ БАССЕЙНА Р. УСЫ (ГРЯДА ЧЕРНЫШЕВА, СЕВЕРО-ВОСТОК ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ)

И. В. Кряжева¹, Д. В. Пономарев¹, Т. ван Кольфсхотен², Й. ван дер Плихт^{2,3}

¹ИГ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, Россия, innageologi@mail.ru;

²Лейденский университет, Лейден, Нидерланды; ³Центр изотопных исследований, Гронинген, Нидерланды

Важность исследования истории фауны мелких млекопитающих в голоцене определяется значением этих данных в качестве примера естественного развития сообществ под влиянием изменений климата. Объектами изучения являлись 5223 щечных зуба мелких млекопитающих из пещерных местонахождений и погадок долины р. Усы (правый приток р. Печоры), которые исследовались стандартными палеонтологическими методами. Для датирования ископаемых комплексов использовался ¹⁴C УМС-метод. Местонахождения представляют собой зоогенные скопления с массовыми остатками позвоночных животных. В результате исследования описаны три фазы развития микротеридофауны гряды Чернышева: бореального, суббореального и современного периодов. В бореальное время, когда территорию севера Восточной Европы занимали таежные леса, в фауне мелких млекопитающих лесные и интразональные виды находились примерно в равных соотношениях, а на тундровые и степные виды приходилось всего по 10—13 % от всех остатков. Выявлено, что в суббореальном периоде голоцена в фауне млекопитающих доминировали обитатели ельников зеленомошных и сосняков. В современной фауне гряды Чернышева встречаются только обычные виды таежных лесов.

Ключевые слова: мелкие млекопитающие, голоцен, гряда Чернышева, северо-восток европейской части России.

HOLOCENE SMALL MAMMALS FROM CAVES LOCALITIES OF USA RIVER VALLEY (CHERNYSHEV'S RIDGE, NORTH-EASTERN PART OF EUROPEAN RUSSIA)

I. V. Kryazheva¹, D. V. Ponomarev¹, T. van Kolfshoten², J. van der Plicht^{2,3}

¹Institute of Geology of Komi SC UB RAS, Syktyvkar, ²Leiden University, Leiden, Netherlands,

³Center for Isotope Research, Groningen, Netherlands

Reconstructing the Holocene history of the small mammal fauna is of special value because it provides an example of the natural development of mammalian communities under the influence of climate changes. We studied 5223 teeth of small mammals from the cave sites and avian pellets in the valley of the Usa River (right tributary of the Pechora River) by standard paleontological methods. Radiocarbon dating of fossil assemblages was made by ¹⁴C AMS method. Localities are of zoogenic origin with numerous remains of vertebrates. As a result of the study, three phases of the development of micromammalian fauna in the Chernyshev's ridge were described: of Boreal, Subboreal and modern periods. During the Boreal, when the territory of the north of Eastern Europe was occupied by taiga forests, fauna of small mammals comprised forest and intrazonal species approximately in equal proportions, and only 10—13 % of all remains were represented by tundra and steppe species. It was revealed that during the Subboreal period of the Holocene mammalian fauna consisted of inhabitants of spruce and pine forests. Modern rodent fauna of the Chernyshev's ridge is inhabited only by taiga species.

Keywords: small mammals, Holocene, Chernyshev's ridge, north-eastern part of European Russia.

Введение

В позднем неоплейстоцене фауна мелких млекопитающих претерпевала существенные изменения состава и экологической структуры в ответ на динамику климата. Исследования этих изменений, произошедших в недавнем геологическом прошлом, позволяют приблизиться к пониманию того, какими факторами — естественно-историческими, природными или антропогенными — обуславливается современное состояние природы, а также выявить характеристики естественной динамики климата по реакции на них микротеридофауны. Остатки мелких млекопитающих распространены в континентальных отложениях квартала Палеарктики и весьма многочисленны в пещерных местонахождениях карстовых районов различных горных стран, в том числе на Урале, Тимане и гряде Чернышева. В результате деятельности хищников (как правило, пернатых) в карстующихся палеозойских породах Урала и его предгорий, а также других горных районов формируются захоронения костных остатков



Рис. 1. Карта местонахождений костных остатков мелких млекопитающих

Fig. 1. Map of locations of bone residues of small mammals



позвоночных. Пещерные зоогенные скопления костных остатков занимают одно из первых мест по информативности среди других типов захоронений остатков плейстоценовых и голоценовых позвоночных. Остеологический материал накапливается в них, как правило, или на месте гибели животного, или вблизи него, причем ископаемый комплекс воспроизводит видовой состав исходного естественного сообщества в максимально возможной полноте [15, 17].

В данной работе приводятся результаты изучения двух пещерных местонахождений гряды Чернышева, расположенных на реке Усе (правый приток р. Печоры) на территории Адакского заказника (рис. 1). До настоящего времени гряда Чернышева оставалась слабоизученным районом в отношении истории микротериофауны голоцена. Выявлению ее специфики посвящена настоящая работа.

Материал и методы

Местонахождения Уса-1 и Уса-2 (66°29.815' с. ш., 59°33.413' в. д.) расположены на левом берегу р. Усы, в 1.5 км выше по течению от устья р. Большой Адак, в скальном выходе известняков силура, на высоте 11 м от уреза воды, на расстоянии 1 метра друг от друга.

Местонахождение Уса-1 представляет собой грот высотой 1.3 м, шириной 2 м и глубиной 7 м (рис. 2). Разрез рыхлых отложений разделен на две части, исходя из литологических и стратиграфических признаков, и представлен алевроитовыми (слой 1) и суглинистыми (слой 2) отложениями. Площадь раскопа составила 1 м². Мощность рыхлых отложений — 0.4 м.

Местонахождение Уса-2 представляет собой грот высотой 1.1 м, шириной 1.5 м и глубиной 7 м (рис. 2). По литологическим и стратиграфическим признакам разрез рыхлых отложений разделен на два слоя, представленных алевроитовыми и суглинистыми отложениями. Площадь раскопа составила 0.8 м². Мощность рыхлых отложений — 0.4 м. Радиоуглеродная датировка, сделанная по костям грызунов из слоя 2, показала возраст (8470 ± 45) некалиброванных л. н. (GrA-66466), что соответствует раннему голоцену.

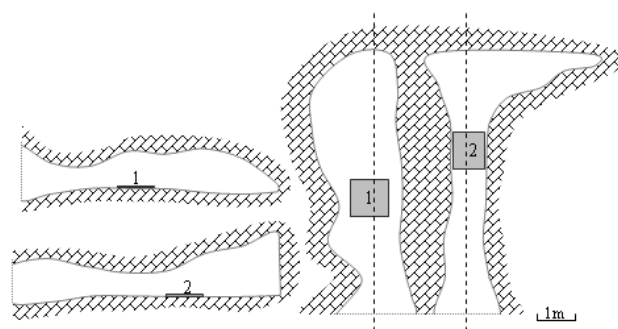


Рис. 2. План-схема гротов Уса-1 и Уса-2

Fig. 2. Schematic plan of grottoes Usa-1 and Usa-2

Сохранность костных остатков мелких млекопитающих (характер коррозии от действия пищеварительных ферментов, степень раздробленности и т. д.) из двух местонахождений свидетельствуют о погачном происхождении ископаемого комплекса, а наличие небольших фрагментов костей крупных млекопитающих со следами погрызов говорит о незначительном участии четвероногих хищников в формировании ориктоценоза.

В результате исследования было определено 14 видов мелких млекопитающих. Все встреченные виды были сгруппированы по зональной приуроченности. Предпочитаемая природная зона — наиболее всеобъемлющий параметр, который включает в себя и тип растительности, и некоторый перечень возможных кормов, и климатические характеристики.

Всего из отложений двух гротов определено 5059 (без учета материала из погачок) зубов мелких млекопитающих (см. таблицу).

Раскопки в гротах Уса-1 и Уса-2 проводились по стандартным методикам [10, 11, 12]. Рыхлые отложения вскрывались условными горизонтами мощностью не более 10 см. Извлечение костных остатков животных производилось при помощи ручной промывки вмещающей породы на ситах с размером ячеек 0.8—1.0 мм.

Количество щечных зубов и соотношение остатков (в скобках, %) мелких млекопитающих из местонахождений р. Усы

Number of buccal teeth and ratio of residues (in parentheses, %) of small mammals from locations at the Usa river

Вид / Species	Уса-1 / Usa-1		Уса-2 / Usa-2		Pellets
	Сл. 1	Сл. 2	Сл. 1	Сл. 2	
<i>Sciurus vulgaris</i>	-	-	-	-	24 (14.6)
<i>Sicista betulina</i>	-	-	-	-	4 (2.4)
<i>Ondatra zibethicus</i>	-	-	-	-	18 (10.9)
<i>Craseomys rufocanus</i>	123 (26.8)	43 (12.7)	883 (25)	108 (15.3)	6 (3.6)
<i>Myodes glareolus</i>	33 (7.2)	16 (4.8)	320 (9)	26 (3.6)	5 (3)
<i>Myodes rutilus</i>	97 (21)	23 (6.9)	676 (19)	24 (3.3)	3 (1.8)
<i>Dicrostonyx torquatus</i>	-	7 (2)	-	16 (2.3)	-
<i>Lemmus sibiricus</i>	11 (2.5)	23 (6.8)	96 (2.7)	25 (3.6)	-
<i>Myopus schisticolor</i>	58 (12.6)	23 (6.8)	316 (8.9)	30 (4)	5 (3.2)
<i>Arvicola amphibius</i>	30 (6.4)	28 (8.3)	342 (9.6)	47 (6.7)	54 (32.9)
<i>Microtus agrestis</i>	56 (12)	42 (12)	275 (7.7)	105 (15)	25 (15.2)
<i>Lasiopodomys gregalis</i>	-	15 (4.4)	-	25 (3.6)	-
<i>Alexandromys middendorffii</i>	-	-	-	1 (0.3)	-
<i>Alexandromys oeconomicus</i>	51 (11)	120 (35.3)	642 (17.9)	297 (42.3)	20 (12.4)
Bcero / Total	462	340	704	3553	164

Полученная смесь костей и обломков породы высушивалась, из нее вручную отбирались остатки позвоночных.

Для расчета каждого вида полевок все зубы, определенные как *Microtus* sp., распределялись по видам в соответствии с соотношением первых нижних коренных. Морфологически сходные виды, такие как полевка Миддендорфа — темная полевка и лесной лемминг — сибирский лемминг, диагностика которых представляет определенные трудности, разделялись нами по методике, описанной Н. Г. Смирновым с соавторами [19]. Моляры трех видов родов *Myodes* и *Craseomys* идентифицировались согласно методу, предложенному А. В. Бородиным с соавторами [3].

Группировка видов грызунов по биологическим и экологическим свойствам осуществлялась на основе общеизвестных особенностей биологии и экологии видов, как это сделано, например, в работе Т. В. Фадеевой и Н. Г. Смирнова [21].

УМС ^{14}C -датировка по костям грызунов была выполнена Й. ван дер Плихтом (Центр изотопных исследований университета г. Гронинген, Нидерланды).

Результаты и их обсуждение

Самый древний ископаемый комплекс происходит из отложений слоя 2 грота Уса-2 (20—40 см). Здесь были найдены полевка-экономка (42.3 %), рыжие полевки (22.2 %), темная полевка (15 %), водяная полевка (6.7 %), лесной лемминг (4 %), узкочерепная полевка (3.6 %), сибирский (3.6 %) и копытный (2.3 %) лемминги и единичные остатки полевок Миддендорфа (рис. 3).

Одновозрастные (в широком смысле) фауны, датируемые ранним голоценом, также известны из местонахождений гряды Чернышева (Пымва-Шор) и Приполярного Урала (Кожым-1). В слое 3 местонахождения Пымва-Шор [18] найдены лесные полевки (33.3 %), полевка-экономка (32 %), водяная полевка (12.9 %), лесной (8.8 %), копытный (4.1 %) и сибирский (4.1 %) лемминги, узкочерепная полевка (2 %), полевка Миддендорфа (0.7 %) и единичные остатки лесной мышовки.

В слое 2 грота Кожым-1 [6, 8] найдены водяная полевка (30.6 %), полевка-экономка (16.3 %), копытный (12.8 %) и сибирский (10.6 %) лемминги, узкоче-

репная (12.3 %) и темная (10.5 %) полевки, лесные полевки (5.5 %) и лесной лемминг (1.6 %).

По составу и структуре ископаемый комплекс из слоя 2 Уса-2 очень похож на фауну из слоя 3 местонахождения Пымва-Шор (рис. 3), который имеет возраст (8500 ± 250) лет (ГИН-9005), что соответствует середине бореального периода. Здесь также доминируют лесные и интразональные виды (44.8 и 44.9 %), а на тундровые и степные виды приходится всего 10 % [18]. В то же время он сильно отличается от ископаемой фауны слоя 2 грота Кожым-1 (рис. 3), радиоуглеродная датировка которой указывает на то, что этот комплекс сформировался в конце пребореального — начале бореального времени. По составу и структуре локальная фауна Кожым-1 имеет гипербореальный, тундростепной облик со значительным и равным участием сибирского и копытного леммингов и узкочерепной полевки (вместе 35 %) и низкой долей лесных видов (17.6 %) [6, 8].

По палинологическим данным, начало формирования рыхлых отложений грота Уса-2 (35—40 см) происходило в период, когда в растительном покрове преобладали тундроподобные кустарниковые заросли с единичными деревьями ели.

Подобная картина наблюдалась и в западной части Приполярного Урала в период позднепребореального похолодания. Растительность представляла собой травяно-кустарниковую тундру с единичными деревьями ели [5, 7, 25]. По данным разных авторов, в пребореале кустарниковая тундра заместились лесотундровыми растительными ассоциациями в форме сосново-березовых лесов с участием ели и тундростепных сообществ, но перигляциальные тундростепные элементы на севере Восточной Европы оставались частью растительности вплоть до бореала (9000 лет назад). В бореальное же время таежные леса уже полностью доминировали и занимали всю территорию севера Восточной Европы до побережья северных морей [1, 4, 13, 23, 24, 26, 27].

Таким образом, учитывая палинологическую характеристику и залегание образца под осадками с датировкой (8470 ± 45) л. н. (GrA-66466), начало формирования рыхлых отложений в основании разреза грота Уса-2 можно соотносить с поздним пребореалом.

Слой 2 грота Уса-1 (20—40 см) имеет схожие состав и структуру с локальными фаунами из слоя 2 грота Уса-2 и слоя 3 местонахождения Пымва-Шор

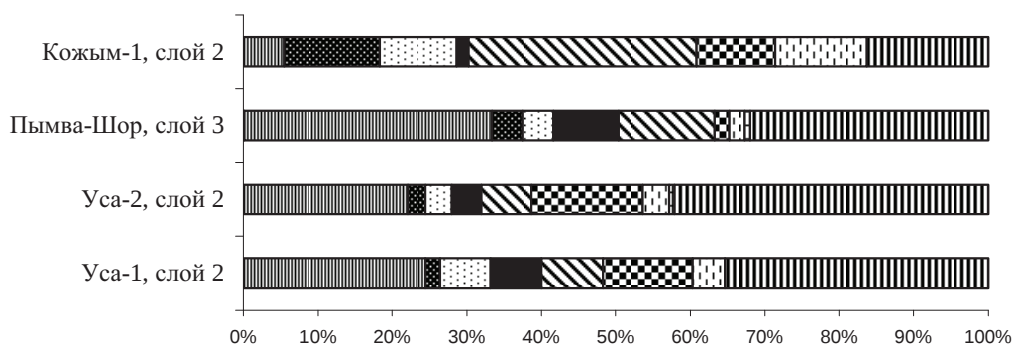


Рис. 3. Соотношение долей остатков мелких млекопитающих (в процентах) гряды Чернышева и Приполярного Урала в раннем голоцене

Fig. 3. Ratio of remains of small mammals (in percents) of Chernyshev ridge and Subpolar Urals in Early Holocene



(рис. 3). Здесь были найдены рыжие полевки (24.4 %), полевка-экономка (20.3 %), темная полевка (20 %), водяная полевка (15.3 %), лесной и сибирский лемминги (по 6.8 %), узкочерепная полевка (4.4 %), и копытный лемминг (2 %).

О возрасте слоя 2 грота Уса-1 можно судить по сходству состава и, главное, структуры его фауны с сообществами раннего голоцена из слоя 2 грота Уса-2 и слоя 3 из местонахождения Пымва-Шор, а также по положению в разрезе. Все признаки указывают на то, что он, скорее всего, сформировался в течение раннего голоцена.

В слое 1 грота Уса-1 (0–20 см) были найдены лесные полевки (55 %), лесной лемминг (12.6 %), темная полевка (12 %), полевка-экономка (11 %), водяная полевка (6.4 %) и сибирский лемминг (2.5 %).

В слое 1 грота Уса-2 (0–20 см) были найдены лесные полевки (53 %), полевка-экономка (17.9 %), водяная полевка (9.6 %), лесной лемминг (9 %), темная полевка (7.7 %) и сибирский лемминг (2.7 %).

Состав и структуры этих двух ископаемых фаун схожи между собой и с ископаемой фауной из слоя 1 грота Соколиный (Приполярный Урал), датировка которого (4540 ± 50) л. н. (GrA-66864), что соответствует раннему суббореалу. Здесь были найдены лесные полевки (63 %), темная полевка (19.7 %), лесной лемминг (5.5 %), полевка-экономка (5.3 %), водяная полевка (2.6 %), полевка Миддендорфа (2.8 %), копытный лемминг (0.4 %), узкочерепная полевка и сибирский лемминг (по 0.3 %) [16].

Учитывая, что предпочитаемыми местообитаниями таких видов, как красная и рыжие полевки, являются ельники зеленомошные и спелые еловые леса [22], доминирование этих видов в гроте Соколиный, по нашему мнению, связано с расцветом еловых лесов на Приполярном Урале в период с 9 до 4.5 тыс. лет назад [25].

По палинологическим данным, формирование слоя 1 происходило в период произрастания на территории исследований северотаежных еловых лесов со значительной примесью сосны (палинолог Ю. В. Голубева).

К сожалению, отсутствие абсолютных датировок затрудняет более точное определение времени осадконакопления кровли разреза Уса-2.

Представление о современной фауне района исследований дает комплекс остатков из погадок, собранных на территории Адакского заказника. Из них были определены 10 видов мелких млекопитающих (см. таблицу): водяная полевка (32.9 %), темная полевка (15.2 %), белка (14.6 %), полевка-экономка (12.4 %), ондатра (10.9 %), лесная полевка (8.4 %), лесной лемминг (3.2 %) и лесная мышовка (2.4 %).

В современной фауне Приполярного (рр. Кожым, р. Щугер) и Северного Урала (рр. Подчерем, Шежым) наблюдаются схожие видовой состав и экологическая структура. В местонахождении Кожым-5 [6, 8] были обнаружены темная полевка (37.6 %), водяная полевка (19.9 %), полевка-экономка (19.5 %), лесной лемминг (12.2 %), красная и рыжая полевки вместе (9.9 %), белка (0.5 %) и ондатра (0.4 %). В погадках, собранных в долине реки Щугер [6, 9], были определены полевка-экономка (40.4 %), белка (25 %), темная полевка (12.4 %), лесной лемминг (11 %), лесные полевки (6 %) и водяная полевка (4.4 %). В погадках, собранных в долине р. Подчерем, преобладают остатки водяной полевки (27 %), примерно в равных долях (по 16–18 %) представлены остатки темной полевки и белки. По 10 % приходится на остатки лесного лемминга, полевки-экономки и полевок родов *Myodes* и *Craseomys*. В местонахождении Шежым преобладают остатки белки (29.8 %), примерно в равных долях (по 8–11 %) представлены остатки водяной, темной полевок, полевки-экономки, лесного лемминга. Полевки трех видов *Myodes* и *Craseomys* вместе составили 13 % [20]. Все упомянутые виды обычны для таежной зоны всей территории севера Восточной Европы.

Выводы

В середине бореального периода на гряде Чернышева обитала таежная фауна грызунов с участием тундровых видов. В ископаемых комплексах,

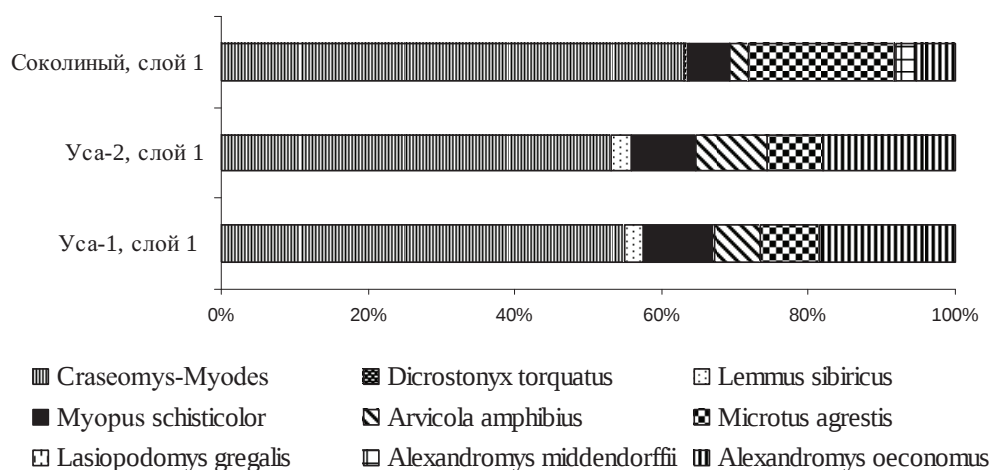


Рис. 4. Соотношение долей остатков мелких млекопитающих (в процентах) гряды Чернышева и Приполярного Урала в суббореальном периоде голоцена

Fig. 4. Ratio of remains of small mammals (in percents) of Chernyshev ridge and Subpolar Urals in the subboreal period of Holocene

датируемых этим временем, остатки лесных и интразональных видов находились примерно в равных соотношениях (по 42–49 %), а на тундровые виды приходится всего по 10–13 % от всех остатков. Палеофаунистические материалы хорошо согласуются со спорово-пыльцевыми данными, свидетельствующими о том, что к началу бореального периода произошло потепление климата, в результате которого таежные леса распространились вплоть до побережья северных морей.

К началу суббореального периода голоцена в фауне млекопитающих гряды Чернышева и Приполярного Урала практически полностью доминировали лесные виды (70–88 %), причем почти 60 % от всех остатков занимали обитатели ельников зеленомошных и сосняков, тогда как доля остатков тундровых видов составляла 2.5–3.5 %. Очевидно, это связано с расцветом еловых лесов в период с 9 до 4.5 тыс. лет назад [4, 14, 25]. Особенностью состава микротериофауны этих районов является наличие в них тундровых видов в относительно теплые бореальный и суббореальный периоды голоцена. Это может объясняться северным положением этих районов и их горным характером, определяющим разнообразие локальных местообитаний. Скорее всего, тундровые виды грызунов встречались в это время на гряде Чернышева и Приполярном Урале только в годы пиков своей численности. В настоящее время гряде Чернышева (р. Уса) занимает крайнесеверная тайга [2]. В современной микротериофауне гряды Чернышева встречены только обычные обитатели таежных лесов.

Работа выполнена по теме НИР ГР № АААА-А17-117121140081-7 и проекта Президиума УрО РАН № 18-5-5-50.

Литература

1. Арсланов Х. А., Лавров А. С., Никифорова Л. Д. О стратиграфии, геохронологии и изменениях климата среднего и позднего плейстоцена и голоцена на северо-востоке Русской равнины // Плейстоценовые оледенения Восточно-Европейской равнины. М.: Наука, 1981. С. 37–52.
2. Атлас Коми АССР. М., 1964. 112 с.
3. Бородин А. В., Коурова Т. П., Маркова Е. А. Размерные характеристики щечных зубов лесных полевок *Clethrionomys (Craseomys) rufocanus*, *Cl. (Clethrionomys) glareolus*, *Cl. (Cl.) rutilus* (Arvicolinae, Rodentia) и их использование для видовой идентификации // Зоологический журнал. 2005. Т. 84. № 2. С. 236–244.
4. Голубева Ю. В. Климат и растительность голоцена на территории республики Коми // Литосфера. 2008. № 2. С. 124–132.
5. Голубева Ю. В., Кряжева И. В. Развитие растительных и фаунистических сообществ голоцена на Приполярном Урале (по результатам изучения осадков пещерных местонахождений Щугер и Кожым) // Фундаментальные проблемы квартера, итоги изучения и основные направления дальнейших исследований: Материалы X Всероссийского совещания по изучению четвертичного периода (г. Москва, 25–29 сентября 2017 г.). Москва: GEOS, 2017. С. 101–103.
6. Кряжева И. В. Мелкие млекопитающие позднего плейстоцена и голоцена Приполярного Урала: Автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук. Сыктывкар, 2012. 18 с.
7. Кряжева И. В., Голубева Ю. В. Новые данные по пещерным отложениям бассейна р. Кожым // Структура, вещество, история литосферы Тимано-Североуральского сегмента: Мат. XXV научн. конф. Сыктывкар: Геопринт, 2016. С. 102–105.
8. Кряжева И. В., Пономарев Д. В. Микротериофауна западного склона Приполярного Урала в позднем плейстоцене и голоцене (р. Кожым) // Вестник Института геологии. 2014. № 5. С. 3–9.
9. Кряжева И. В., Пономарев Д. В., Т. ван Кольфсхотен, Х. ван дер Плихт. История формирования современных сообществ микромамманий Приполярного Урала // Экология. 2012. № 6. С. 434–441.
10. Методическое руководство по изучению и геологической съемке четвертичных отложений. М.: Госгеолтехиздат, 1955. Ч. 2. 486 с.
11. Методическое руководство по изучению и геологической съемке четвертичных отложений. Л.: Недра, 1987. 308 с.
12. Методы изучения осадочных пород. М.: Госгеолтехиздат, 1957. Т. 2. 564 с.
13. Никифорова Л. Д. Динамика ландшафтных зон голоцена северо-востока Европейской части СССР // Развитие природы территории СССР в позднем плейстоцене и голоцене. М.: Наука, 1982. С. 154–162.
14. Никифорова Л. Д. Изменение природной среды в голоцене на северо-востоке европейской части СССР: Дис.... канд. геогр. наук. М., 1979. 154 с.
15. Оводов Н. Д. Палеофаунистическое изучение пещер // Общие методы изучения истории современных экосистем. М.: Наука, 1979. С. 102–128.
16. Пономарев Д. В. Остатки мелких млекопитающих из грота Соколиный (Приполярный Урал) // Квартер-2005: Материалы IV Всерос. совещания по изучению четвертичного периода. Сыктывкар: Геопринт, 2005. С. 334–33.
17. Смирнов Н. Г. Динамика видов и их комплексов как предмет исследований исторической экологии // Экология. 2006. № 6. С. 452–456.
18. Смирнов Н. Г., Андреичева Л. Н., Корона О. М., Зиновьев Е. В., Головачев И. Б., Павлов П. Ю., Хуфтаммер А.-К. Материалы к характеристике биоты Приуральской Субарктики в голоценовом оптимуме // Биота Приуральской Субарктики в позднем плейстоцене и голоцене: Сб. науч. тр. Екатеринбург: Екатеринбург, 1999. С. 23–60.
19. Смирнов Н. Г., Головачев И. Б., Бачура О. П., Кузнецова И. А., Чепраков М. И. Сложные случаи определения зубов грызунов из отложений позднего плейстоцена и голоцена тундровых районов Северной Евразии // Материалы по истории и современному состоянию фауны севера Западной Сибири: Сб. науч. тр. Челябинск, 1997. С. 60–90.
20. Смирнов Н. Г., Садыкова Н. О. Источники погрешностей при фаунистических реконструкциях в четвертичной палеозоологии // Четвертичная палеозоология на Урале. Екатеринбург: изд. Урал. ин-та, 2003. С. 98–115.
21. Фадеева Т. В., Смирнов Н. Г. Мелкие млекопитающие Пермского Предуралья в позднем плейстоцене и голоцене. Екатеринбург: Гошицкий, 2008. 172 с.
22. Фауна Европейского Северо-Востока России. Млекопитающие. Т. II. Ч. 1. СПб.: Наука, 1994. 280 с.
23. Kaakinen A., Eronen M. Holocene pollen stratigraphy indicating climatic and tree line changes derived from a peat section at Ortino, in the Pechora lowland, northern Russia. The Holocene. 2000, No. 10, pp. 611–620.



24. Kremenetski C. V., Sulerzhitsky L. D., Hantemirov R. M. Holocene history of the northern range limits of some trees and shrubs in Russia. Arctic and Alpine Research. 1998, No. 30, pp. 317–333.

25. Kultti S., Völiranta M., Sarmaja-Korjonen K., Solovieva N., Virtanen T., Kauppi T., Eronen M. Palaeoecological evidence of changes in vegetation and climate during the Holocene in the pre-Polar Urals, northeast European Russia. Journal of Quaternary Science. 2003, Vol. 18, pp. 503–520.

26. Velichko A. A., Andreyev A. A., Klimanov V. A. Climate and vegetation dynamics in the Tundra and Forest Zone during the Late glacial and Holocene. Quaternary International. 1997, No. 41/42, pp. 71–96.

27. Velichko A. A., Catto N., Drenova A. N., Klimanov V. A., Kremenetski K. V., Nechaev V. P. Climate changes in East Europe and Siberia at the Late glacial–holocene transition. Quaternary International. 2002, No. 91, pp. 75–99.

References

1. Arslanov H. A., Lavrov A. S., Nikiforova L. D. O stratigrafii, geohronologii i izmenenii klimata srednego i pozdnego pleistotsena i golocena na severo-vostoke Russkoj ravniny (On stratigraphy, geochronology and climate changes in the Middle and Late Pleistocene and Holocene in the northeast of the Russian Plain). In: Pleistocene glaciations of the East European Plain. Moscow: Nauka, 1981, pp. 37–52.

2. Atlas Komi ASSR (Atlas of Komi ASSR). Moscow, 1964, 112 pp.

3. Borodin A. V., Kourova T. P., Markova E. A. Razmernye karakteristiki shhechnykh zubov lesnykh polevok Clethrionomys (Craseomys) rufocanus, Cl. (Clethrionomys) glareolus, Cl. (Cl.) rutilus (Arvicolinae, Rodentia) i ih ispol'zovanie dlya vidovoy identifikatsii (Dimensional characteristics of the buccal teeth of forest voles Clethrionomys (Craseomys) rufocanus, Cl. (Clethrionomys) glareolus, Cl. (Cl.) rutilus (Arvicolinae, Rodentia) and their use for species identification). Zoologicheskij zhurnal, 2005, V. 84, No. 2, pp. 236–244.

4. Golubeva Yu. V. Klimat i rastitelnost golotsena na territorii respubliki Komi (Climate and vegetation in Holocene in Komi Republic). Litosfera, 2008, No. 2, pp. 124–132.

5. Golubeva Yu. V., Kryazheva I. V. Razvitie rastitel'nykh i faunisticheskikh soobshchestv golocena na Pripoljarnom Urale (po rezul'tatam izucheniya osadkov peshchernykh mestonahozhdenij Shhuger i Kozhym) (Development of the vegetation and faunal communities of the Holocene in the Subpolar Urals (based on the results of the study of the sediments of the cave sites of Schuger and Kozhym)). In: Fundamental problems of the Quarter, the results of the study and the main directions for further research. Materials of the 10th all-Russian conference on the study of the Quaternary period (Moscow, September 25–29, 2017). Moscow: GEOS Publishing House, 2017, pp. 101–103.

6. Kryazheva I. V. Melkie mlekopitayushchie pozdnego pleistotsena i golotsena Pripolyarnogo Urala (Small mammals in Late Pleistocene and Holocene in Subpolar Urals). Extended abstract of PhD dissertation (geology and mineralogy). Syktyvkar, 2012, 18 pp.

7. Kryazheva I. V., Golubeva Yu. V. Novye dannye po peshchernym otlozheniyam bassejna r. Kozhym (New data on the cave sediments of the basin of the River Kozhym). In: Structure, substance, history of the lithosphere of the Timan-Severoural segment. Materials of XXV conference. Syktyvkar: Geoprint, 2016, pp. 102–105.

8. Kryazheva I. V., Ponomarev D. V. Mikroteriofauna zapadnogo sklona Pripolyarnogo Urala v pozdnem pleistotsene i golotsene (r. Kozhym) (Microteriofauna of western slope of Subpolar Urals in Late Pleistocene and Holocene (Kozym river)). Vestnik of Institute of geology. Syktyvkar, 2014, No. 5, pp. 3–9.

9. Kryazheva I. V., Ponomarev D. V., T. van Kol'fshoten, H. van der Pliht. Istoriya formirovaniya sovremennykh soobshchestv mikromammalii Pripolyarnogo Urala (History of formation of modern communities of micromammals of the Nether-Polar Urals). Russian Journal of Ecology. 2012, No. 6, pp. 434–441.

10. Metodicheskoe rukovodstvo po izucheniyu i geologicheskoi semke chetvertichnykh otlozhenii (Guide to study and geological survey of Quaternary deposits). Moscow: Gosgeoltekhizdat, 1955, Ch. 2, 486 pp.

11. Metodicheskoe rukovodstvo po izucheniyu i geologicheskoi s'emke chetvertichnykh otlozhenii (Guide to study and geological survey of Quaternary deposits). Leningrad: Nedra, 1987, 308 pp.

12. Metody izucheniya osadochnykh porod (methods of study of sedimentary rocks). Moscow: Gosgeoltekhizdat, 1957, V. 2, 564 pp.

13. Nikiforova L. D. Dinamika landshaftnykh zon golotsena Severo-Vostoka Evropeiskoi chasti SSSR (Dynamics of landscape zones of Holocene in north-western part of European USSR). In: Razvitie prirody territorii SSSR v pozdnem pleistotsene i golotsene (Development of nature of USSR area in Late Pleistocene and Holocene). Moscow, Nauka, 1982, pp. 154–162.

14. Nikiforova L. D. Izmenenie prirodnoy sredy v golocena na severo-vostoke Evropejskoj chasti SSSR (Changes in the natural environment in the Holocene in the northeast of the European part of the USSR). PhD dissertation (geography). Moscow, 1979, 154 p.

15. Ovodov N. D. Paleofaunisticheskoe izuchenie pescher (Paleofaunistical study of caves). In: Obschie metody izucheniya istorii sovremennykh ekosistem (General methods of study of history of modern ecosystems). Moscow: Nauka, 1979, pp. 102–128.

16. Ponomarev D. V. Ostatki melkikh mlekopitayushhih iz grota Sokolinyj (Pripoljarnyj Ural) (Remains of small mammals from the Sokoliny grotto (the Subpolar Urals)). Kvarter-2005. Materials of All-Russian conference on the study of the Quaternary. Syktyvkar: Geoprint, 2005, pp. 334–33.

17. Smirnov N. G. Dinamika vidov i ih kompleksov kak predmet issledovaniya istoricheskoi ekologii (Species and their complexes dynamics as object of historical ecology). Russian Journal of Ecology, 2006, No. 6, pp. 452–456.

18. Smirnov N. G., Andreicheva L. N., Korona O. M., Zinovev E. V., Golovachev I. B., Pavlov P. J., Hufthammer A.-K. Materialy k karakteristike bioty Priural'skoj Subarktiki v goloceno-vom optime (Materials to characterize biota of the Pre-Urals Subarctic during the Holocene optimum). In: Biota Priural'skoj Subarktiki v pozdnem pleistotsene i golocena: collection of papers. Ekaterinburg, 1999, pp. 23–60.

19. Smirnov N. G., Golovachev I. B., Bachura O. P., Kuznetsova I. A., Cheprakov M. I. Slozhnye sluchai opredeleniya zubov gryzunov iz otlozhenii pozdnego pleistotsena i golotsena tundrovyykh raionov Severnoi Evrazii (Problems of determination of gnawer species from Late Pleistocene and Holocene deposits of Eurasia tundra). In: Materialy po istorii i sovremennomu sostoyaniyu fauny severa Zapadnoi Sibiri (Materials on history and modern state of fauna of northern Western Siberia). Chelyabinsk, 1997, pp. 60–90.

20. Smirnov N. G., Sadykova N. O. Istochniki pogreshnostei pri faunisticheskikh rekonstruktsiyah v chetvertichnoi paleozoologii (Sources of errors at faunistical reconstructions in Quaternary paleozoology). In: Chetvertichnaya paleozoologiya na



Urale (Quaternary paleozoology in Urals). Ekaterinburg, 2003, pp. 98–115.

21. Fadeeva T. V., Smirnov N. G. *Melkie mlekopitajushhie Permskogo Predural'ja v pozdnem plejstocene i golocene* (Small mammals of Perm Preurals during Late Pleistocene and Holocene), 2008, 172 pp. Goschitsky, Ekaterinburg.

22. *Fauna evropeiskogo Severo-Vostoka Rossii. Mlekopitayushchie* (Fauna of European northeast of Russia. Mammals). V. II, part 1, St. Petersburg: Nauka, 1994, 280 pp.

23. Kaakinen A., Eronen M. Holocene pollen stratigraphy indicating climatic and tree line changes derived from a peat section at Ortino, in the Pechora lowland, northern Russia. *The Holocene*. 2000, No. 10, pp. 611–620.

24. Kremenetski C. V., Sulerzhitsky L. D., Hantemirov R. M. Holocene history of the northern range limits of some trees

and shrubs in Russia. *Arctic and Alpine Research*. 1998, No. 30, pp. 317–333.

25. Kultti S., Vdleranta M., Sarmaja-Korjonen K., Solovieva N., Virtanen T., Kauppila T., Eronen M. Palaeoecological evidence of changes in vegetation and climate during the Holocene in the pre-Polar Urals, northeast European Russia. *Journal of Quaternary Science*. 2003, V. 18, pp. 503–520.

26. Velichko A. A., Andrev A. A., Klimanov V. A. Climate and vegetation dynamics in the Tundra and Forest Zone during the Late glacial and Holocene. *Quaternary International*. 1997, No. 41–42, pp. 71–96.

27. Velichko A. A., Catto N., Drenova A. N., Klimanov V. A., Kremenetski K. V., Nechaev V. P. Climate changes in East Europe and Siberia at the Late glacial–holocene transition. *Quaternary International*, 2002, No. 91, pp. 75–99.

ЯРЕГСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ ТЯЖЕЛОЙ НЕФТИ: ИСТОРИЯ РАЗРАБОТКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Н. Н. Тимонина¹, В. В. Пьянков²

¹Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

² Министерство инвестиций, промышленности и транспорта Республики Коми
nntimonina@geo.komisc.ru

В старых нефтедобывающих районах в структуре запасов увеличивается доля трудноизвлекаемой нефти за счет интенсивного отбора активных запасов. Проблема освоения месторождений тяжелых нефтей крайне актуальна для России, но промышленное освоение идет недостаточно быстрыми темпами в связи с низкой рентабельностью их разработки. Статья посвящена истории разработки Ярегского месторождения тяжелой нефти, которое было открыто в 1932 году. Залежь нефти приурочена к кварцевым песчанникам девонского возраста. Особенностью коллектора, вмещающего нефтяную залежь, является то, что он содержит промышленные запасы титана. При освоении Ярегского месторождения разработаны оригинальные и эффективные термошахтные технологии. Опыт их использования представляет большой интерес и свидетельствует о реальной возможности достижения высокой нефтеотдачи на месторождениях тяжелой нефти. Значительный сырьевой потенциал Ярегского месторождения, продолжающиеся технологические исследования позволяют прогнозировать сохранение и даже увеличение объемов добычи нефти. Остается актуальной проблема комплексной разработки Ярегского месторождения с добычей не только нефти, но и титановых руд.

Ключевые слова: запасы нефти, высоковязкая нефть, разработка месторождения, коэффициент извлечения нефти, термогравитационное дренирование.

YAREGA OIL DEPOSIT: THE HISTORY OF DEVELOPMENT AND PROSPECTS

N. N. Timonina¹, V. V. Pyankov²

¹Institute of Geology Komi SC UB RAS, Syktivkar

² Ministry of Investments, Industry and Transport of the Republic of Komi

In the old oil-producing regions, the content of hard-to-recover reserves increases due to intensive development of active reserves. The problem of developing heavy oil deposits is extremely relevant for Russia, but industrial development is not going fast enough due to their low profitability. The article is devoted to the history of the development of the Yarega heavy oil field, which was discovered in 1932, and since 1939 it has been mining. The oil deposit is confined to quartz sandstones of Devonian age. A feature of the reservoir, containing the oil deposit, is that it contains industrial reserves of titanium. Therefore, the uniqueness of the Yarega field lies not only in the mine method of extracting heavy high-viscosity oil, but also in the integrated development of minerals that, at the whim of nature, are combined in one facility.

Keywords: oil reserves, high-viscosity oil, oil development, oil recovery factor, steam-assisted gravity drainage.

Введение

Ресурсная база углеводородного сырья Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции имеет сложную структуру как по категорийности, так и по соотношению активных и трудноизвлекаемых запасов. Доля активных в остаточных запасах составляет 30 %, причем в Республике Коми только 25.8 % остаточных запасов нефти относится к активным. Проблема освоения месторождений с тяжелой высоковязкой нефтью весьма актуальна для европейской части России, где преобладают «старые» нефтедобывающие регионы. Тяжелые нефти этих регионов часто являются основным источником восполнения минерально-сырьевой базы. Большая часть запасов тяжелой нефти сосредоточена в недрах Татарстана, Республики Коми и Ненецкого автономного округа (рис. 1).



Рис. 1. Распределение запасов тяжелых нефтей по регионам европейской части России, % (по [4])

Fig. 1. Heavy oil reserves in European Russia

В Республике Коми на долю тяжелых высоковязких нефтей приходится более 51 % запасов. Основная их часть сосредоточена на Ярегском и Усинском месторождениях. Добыча тяжелой нефти в последние годы неуклонно растет (рис. 2).

Ярегское месторождение тяжелой нефти открыто в 1932 году, оно находится в Ухтинском районе с хорошо развитой инфраструктурой. Вблизи месторождения расположен крупный Ухтинский нефтеперерабатывающий завод. В текущем году исполняется 60 лет нефтешахтному управлению

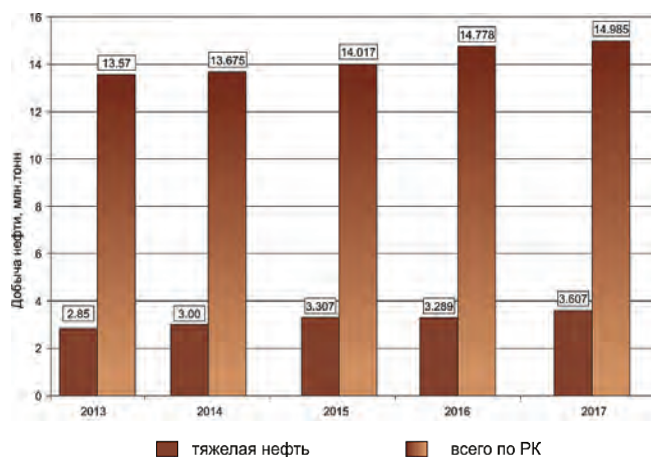


Рис. 2. Доля добычи тяжелой нефти в общем объеме добываемой нефти на территории Республики Коми

Fig. 2. Extraction of heavy oil in the Komi Republic

«Яреганефть», которое было создано в 1958 году. В результате переработки тяжёлой нефти получают различные редкие и ценные продукты — дорожные битумы; хрупкие и лаковые битумы, востребованные в авиационной, электротехнической и лакокрасочной промышленности; трансформаторные, белые технические и медицинские масла; арктическое дизельное топливо и другие. В связи с уникальными физико-химическими свойствами нефти Ярегское месторождение представляет большой интерес как в отношении геологического строения, так и технологических особенностей разработки.

Краткая геологическая характеристика месторождения

В геологическом отношении Ярегское нефтяное месторождение представлено Ярегской, Лыаельской и Вежавожской положительными структурами третьего порядка, приуроченными к сводовой части крупной Ухтинской брахиантиклинали Южного Тимана (рис. 3). Протяженность структур 13—14.9 километров при ширине 4—5.5 км, амплитуда 82—87 м. Промышленная залежь нефти залегает на глубинах 130—300 м в кварцевых девонских песчаниках, образуя единую пластовую сводовую, тектонически и ли-

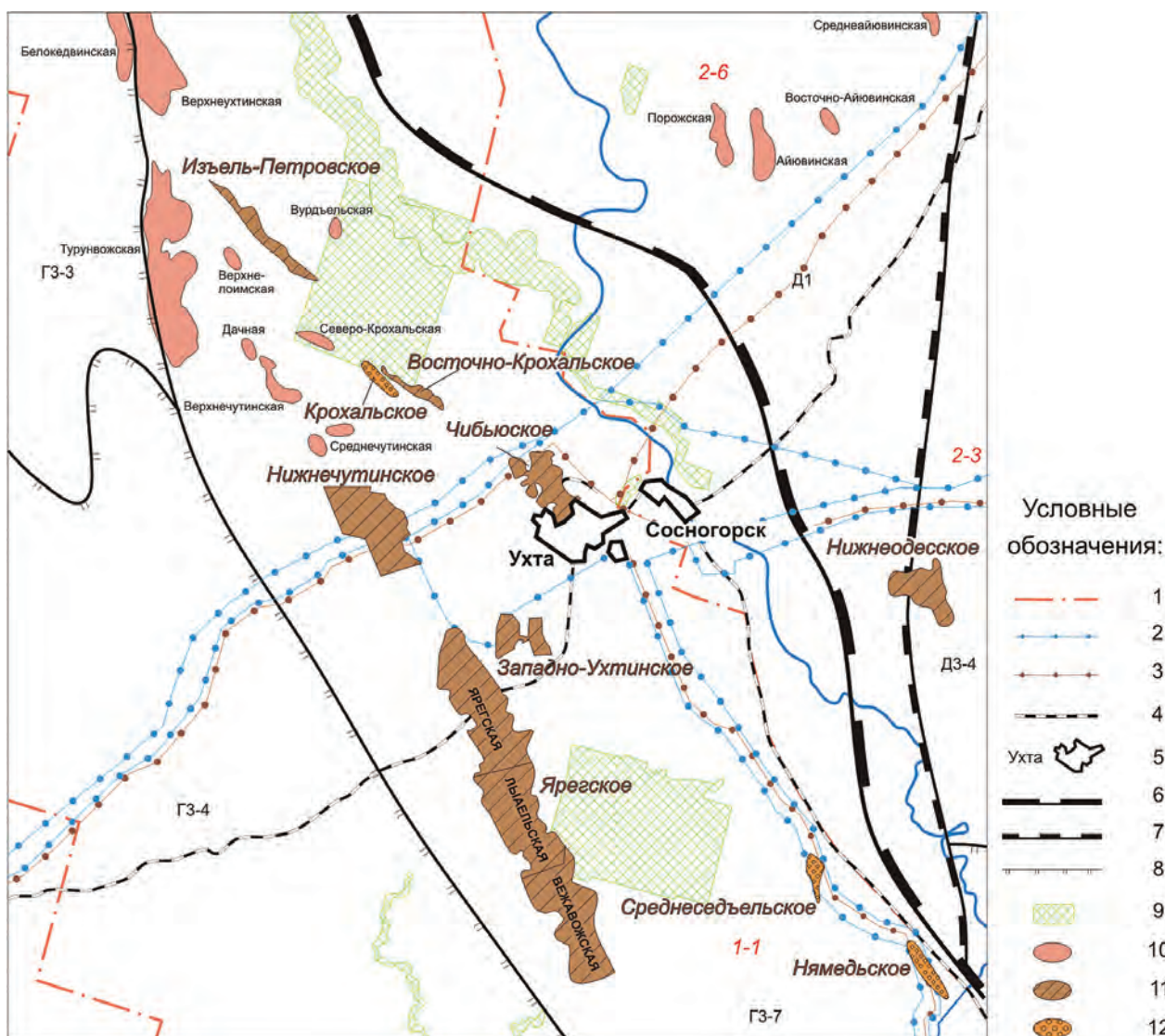


Рис. 3. Ухтинский район: фрагмент схемы тектонического и нефтегазогеологического районирования Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции [по 10]:

1 — границы административных районов; 2 — нефтепровод, 3 — газопровод, 4 — железная дорога, 5 — населенные пункты; границы тектонических элементов: 6 — надпорядковых, 7 — первого порядка, 8 — второго порядка; 9 — заповедник комплексный; 10 — выявленные структуры; 11—12 — месторождения: 11 — газовые, газоконденсатные, 12 — нефтяные. Нефтегазогеологическое районирование: 1-1 — Ухта-Ижемский НГР, 2 — Ижма-Печорская НГО, 2-3 — Велью-Тэбукский НГР, 2-6 — Тобышско-Нерицкий НГР. Элементы тектонического районирования: Г — Тиманский кряж, Г3 — Восточно-Тиманская структурная зона, Г3-1 — Вымский вал, Г3-3 — Эшмеская ступень, Г3-4 — Тобышская депрессия, Г3-7 — Ухта-Ижемский вал, Д — Ижма-Печорская синклиза, Д1 — Нерицкая ступень, Д3-4 — Тэбукская ступень

Fig. 3. Ukhita district: a copy from the scheme of tectonic and oil and gas geological zoning of the Timan-Pechora oil and gas province: 1 — boundaries of administrative areas; 2 — oil pipeline, 3 — gas pipeline, 4 — railway, 5 — settlements; boundaries of tectonic elements: 6 — super-order; 7 — the first order, 8 — the second order. 9 — comprehensive reserve; 10 — structures; 11—12 — deposits, 11 — gas, gas condensate, 12 — oil. Elements of oil and gas geological zoning: 1 — Timan PD, 1-1 — Ukhita-Izhma PR, 2 — Izhma-Pechora PD, 2-3 — Veliu-Tebuk PR, 2-6 — Tobysk-Neritskiy PR. Major structures: Г — Timansky Ridge, Г3 — East Timan Structural Zone, Г3-1 — Vymsky swell, Г3-3 — Eshmeskaya step, Г3-4 — Tobyskaya Depression, Г3-7 — Ukhita-Izhemsky swell, Д — Izhma-Pechora depression, Д1 — Neritskiy step, Д3-4 — Tebuk step



тологически экранированную залежь. Месторождение имеет сложное геологическое строение; то обстоятельство, что оно разрабатывается шахтным способом, позволяет наблюдать характер распределения нефти в разрезе. В геологическом строении месторождения принимают участие докембрийские, девонские отложения. В основании залегают интенсивно дислоцированный венд-рифейский складчатый комплекс фундамента [4, 7, 8, 9].

Венд-рифейские образования сложены различными тонкослоистыми сланцами, а также массивными кварцитами и метаморфизованными кварцитовидными песчаниками. Сланцы преимущественно зеленовато-серые серицит-хлорит-кварцевые и темно-серые. Кварциты и кварцитовидные песчаники обычно слоистые, с серицит-хлоритовым и регенерационным кварцевым цементом. Сланцы, главным образом графитизированные разности, содержат как мелкие, так и достаточно крупные (до 0.5–2.5 мм) зерна лейкоксона и ильменита. Кварциты и кварцито-песчаники беднее титаном, но содержат мелкие зерна рутила, анатаза, циркона и турмалина [9].

На эродированной поверхности метаморфических сланцев с угловым и стратиграфическим несогласием залегают отложения среднего отдела девонской системы.

Эйфельский ярус ($D_2 ef$). Эродированная поверхность венд-рифейских метаморфических сланцев с угловым и стратиграфическим несогласием перекрывается образованиями среднего отдела девонской системы [9]. Представлен он отложениями верхнего подъяруса эйфельского яруса ($D_2 ef_2$) (ранее — по уральской стратиграфической номенклатуре — афонинский горизонт ($D_2 af$)).

В целом базальный пласт песчаников пласта III, продуктивный на Ярегском месторождении, сложен тремя литологическими пачками терригенного состава: нижней, средней и верхней, последняя пачка относится уже к верхнему девону. Разрез нижней пачки начинается с грубозернистых разностей песчаника, включающих линзы конгломерата со слабоскатанными обломками кварца и метаморфических сланцев. При закономерном уменьшении крупности зёрен и улучшении сортировки материала снизу вверх по разрезу в его строении выделяются два цикла отложений: основной — нижний, грубозернистый и меньший — верхний, мелкозернистый [8].

Верхняя часть нижней пачки («надрудные алевролиты») характеризуется более сложным строением и резкой фациальной изменчивостью. Она сложена обычно серыми, плотными, горизонтально-слоистыми и узловатыми алевролитами и тёмными тонкослоистыми аргиллитами с прослоями плотных тонкозернистых, редко глинистых мелкозернистых песчаников. Максимальная общая мощность нижней пачки на объекте доходит до 30 м.

Практически все песчаники обладают высокими ёмкостно-фильтрационными свойствами. Открытая пористость их достигает 36–40 %, а газопроницаемость — до 10 мкм² и более.

Выше залегают отложения *живетского яруса ($D_2 zv$)* (*Старооскольский горизонт ($D_2 st$)*). Сложены они мономинеральными (кварцевыми), хорошо сортированными, косослоистыми, преимущественно мел-

ко- и тонкозернистыми песчаниками с подчинённым участием разномзернистых, прослоев аргиллитов, алевролитов и с линзами, прослоями олигомиктовых (лейкоксен-кварцевых) разностей, залегающих в верхней части разреза старооскольского горизонта.

Характерной особенностью кварцевых песчаников старооскольского горизонта является сравнительно однообразный гранулометрический состав, весьма малая глинистость, практическое отсутствие сидеритового материала и слабая сцементированность. Состав цемента серицитовый, реже глинистый (каолининовый), нередко он практически отсутствует, поэтому в водоносной части прослои встречаются в виде рыхлого песка. Песчаники имеют типичную псаммитовую структуру с беспорядочной и параллельно-слоистой текстурой. Песчаники отличаются хорошо выраженной косой, преимущественно крутопадающей (до 35°) слоистостью, которая характерна главным образом для средней и верхней частей. Но велика роль и горизонтальной слоистости, преобладающей в низах разреза. Средняя толщина отложений старооскольского горизонта на Ярегском месторождении — 36 м (0–65 м).

Отложения верхнего девона на Ярегской площади имеют большое распространение и большую мощность, представлены нижнефранским и среднефранским подъярусами ($D_3 f_1$ – $D_3 f_2$). *Джьерский горизонт ($D_3 dzr$)* (ранее пашийский) на Ухтинской складке включает часть разреза поддоманиковых отложений от подошвы верхней пачки III пласта до кровли II пласта. Он расчленяется на три толщи. Первая из них включает залегающие в основании разреза верхнего девона песчаники верхней пачки III пласта и перекрывающие пласт надпластовые аргиллиты, вторая включает базальты, диабазы, туфы и туффиты, и третья — песчано-глинистые отложения с пластами Б и II, венчающие разрез горизонта.

Надпластовые аргиллиты, непосредственно перекрывающие песчаники продуктивного пласта III, представляют собой горизонтально-слоистые глинистые отложения с прослойками и линзами песчаников и конгломератобрекчий. Толщина надпластовых аргиллитов составляет в среднем около 8 м.

Вышезалегающая туфобазальтовая (туфодиабазовая) толща (или «туфоидные слои») сложена различными туффитами с подчиненными прослоями туфобрекчий, туфопесчаников и туфоидных глин. Среди них встречаются пластовые тела диабазов и базальтов, реже встречаются диабазовые дайки. Средняя толщина туфоидных слоев на Ярегском месторождении около 40 м при колебаниях от 5–10 до 60 м [4].

Неизменные диабазовые и андезитобазальтовые туфы, обычно средней крепости и плотности, имеют пеструю, зеленовато-серую, местами буроватую окраску с черными, желтыми, коричневыми и сиреневыми пятнами; неравномерно раскристаллизованы, хлоритизированы, участками каолинизированы; трещиноватые, по трещинам кальцит, хлорит, участками нефть. В туфах часто встречаются вулканические бомбы различных размеров и форм. Диабазовые туфы и сами диабазы в периферических зонах и апофизах иногда переполнены миндалинами и пустотами (миндальная текстура), заполненными белым и розовым кварцем, халцедоном, опалом, хлоритом, кальцитом, иногда гематитом и каолинитом.

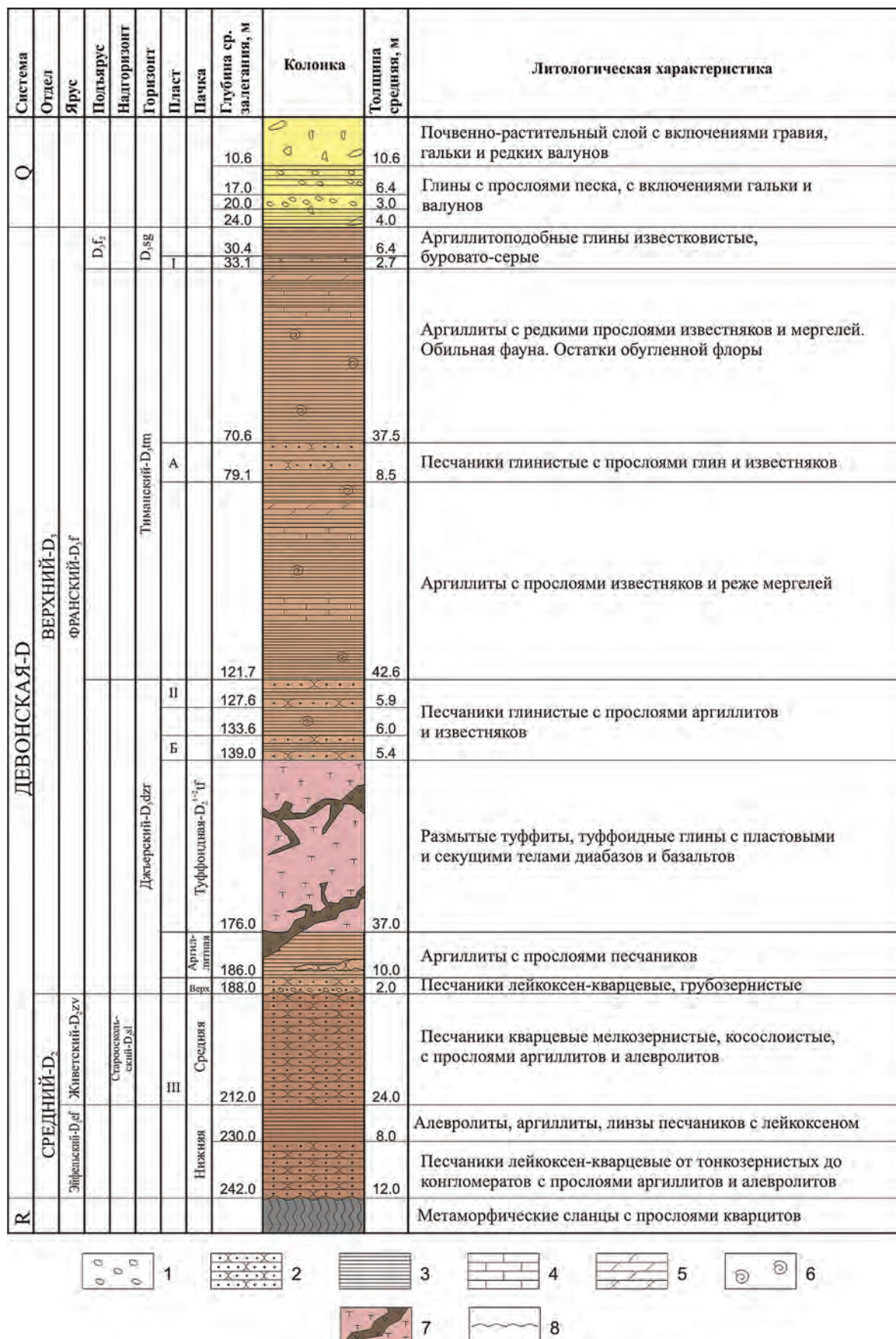


Рис. 4. Сводный литолого-стратиграфический разрез Ярегского месторождения (по [7]):

1 — включения гравия и гальки, 2 — песчаники, 3 — алевролиты и аргиллиты, 4 — известняки, 5 — мергели, 6 — фауна, 7 — туффоидный горизонт, сложенный туфами и диабазами, 8 — поверхность несогласия

Fig. 4. Schematic section of the Yarega deposit:

1 — gravel and pebbles, 2 — sandstone, 3 — siltstones and mudstone, 4 — limestone, 5 — marls, 6 — fauna, 7 — tuffoid horizon, folded by tuffs and diabases, 8 — stratigraphic discordance



Наиболее мощные слои диабазов и базальтов залегают главным образом в основании толщи в виде неправильных, среднего размера пластообразных тел с апофизами. Количество прослоев доходит до 5, обычно их 1—2. Средняя толщина диабазовых и базальтовых тел — 10—12 м при колебаниях от 0.5 до 80 м. Они имеют северо-западное и субмеридиональное простирание, неправильные очертания в плане и плоские караваеобразные формы в разрезе.

Тиманский горизонт ($D_3 tm$) (ранее кыновский $D_3 kn$) средней мощностью на Ярегской площади около 85—90 м представлен толщей слабоизвестковистых аргиллитов и аргиллитоподобных глин зеленовато-серого цвета и пестро окрашенных, участками и прослоями буровато-коричневых, с подчинёнными прослоями мергелей, известняков и песчаников.

В разрезе верхней части нижнетиманского подгоризонта преобладают плотные, неяснослоистые, темно-серые аргиллиты, местами алевроитистые или известковистые, содержащие обугленный растительный детрит. В верхней части этой терригенной толщи встречаются прослои кварцевых и полимиктовых тонко- и мелкозернистых песчаников (пласты Б и П местной промысловой номенклатуры). Толщина пластов 1.5—3.0 и 4—6 м соответственно. Проницаемые песчаники указанных пластов пропитаны и насыщены нефтью.

Отложения верхнетиманского подгоризонтов представлены слабоизвестковистыми аргиллитами и аргиллитоподобными глинами зеленовато-серого, участками и прослоями буровато-коричневого и шоколадного цвета, с тонкими редкими прослоями мергелей и известняков, с прослоями алевролитов и глинистых песчаников (пласт А), встречающихся в верхней части горизонта. Перекрывается пласт А пачкой пестроцветных глин с прослоями известняков, мергелей и алевролитов.

Среднефранский подъярус ($D_3 f_2$) в пределах Ухтинской складки выделяется в объёме саргаевского и доманиковского горизонтов. Саргаевский горизонт представлен переслаиванием зеленовато-серых и коричневатых, тонко- и мелкозернистых песчаников с глинисто-карбонатным цементом и слюдистых алевролитов и глин с фауной брахиопод плохой сохранности.

Разработка Ярегского месторождения показала, что структура разбита трещинами на множество блоков, на каждые 25 метров подземных выработок приходится одна тектоническая трещина. Трещины зияющие и выполненные глиной, рыхлым песком или минеральными образованиями, амплитуды смещения от 1 мм до 2 м. Более крупные нарушения сопровождаются зонами дробления и микротрещиноватостью, а смещения крыльев достигают 20 м по вертикали. Основным промышленным объектом является пласт среднего девона, представленный чередующимися кварцевыми песчаниками, алевролитами и конгломератами. Коллекторские свойства этого пласта хорошие, коэффициент пористости варьирует от 0.03 до 0.33, средние значения составляют 0.14—0.15 [6], трещиноватость пород значительно улучшает коллекторские свойства. Нефтедержавные песчаники по своему составу содержат титановые и редкоземельные руды.

Технологические особенности и история добычи тяжелой нефти

Нефть Ярегского месторождения тяжелая, смолистая, плотность ее составляет 0.945 г/см³, плотность в пластовых условиях 0.933 г/см³. Вязкость высокая — 12000—16000 мПа при пластовой температуре 6—8 °С, температура застывания —10 °С [5]. Содержание сернокислых смол до 70 %, масел — 73.3 %, парафина — 0.48 %, серы — 1.12 %, асфальтенов — 3.7 %. Газонасыщенность нефти в пластовых условиях достигает 10 м³/т. Групповой состав: метановые углеводороды — 21.2 %, нефтяные — 45.6 %, ароматические — 33.2 %.

В связи с высокой вязкостью нефти и сложностью ее извлечения руководство СССР в 1936 году приняло решение о строительстве опытной нефтяной шахты. Проект нефтяной шахты разработали инженеры А. И. Гармаш, С. С. Гембицкий, П. З. Звягин, А. П. Нестеренко, А. В. Кулевский, И. С. Новосильцев и другие. К строительству приступили 9 июня 1937 года [7]. Средства, вкладываемые в этот проект, были настолько значительны, что потребовались особые гарантии и государственная оценка нефтяного месторождения, которая была проведена впервые в истории нашей страны 26 ноября 1937 года. Первая шахтная нефть страны была получена 9 сентября 1939 года. В то время нефть добывалась следующим образом. Из вспомогательных выработок, расположенных прямо в пласте, бурили короткие скважины, по которым нефть стекала и собиралась в резервуары. Перевозили её в вагонетках на лошадиной тяге (первые электровагоны «Лилипут» для горной породы стали работать только с ноября 1945 года), затем переливали в бадьи и поднимали по стволу на поверхность.

Когда началась Великая Отечественная война, потребность в нефти была так велика, что в 1942 году на Яреге началось ускоренное строительство ещё двух шахт. Из 550 тысяч тонн нефти, добытых за годы войны в Республике Коми, около 400 тысяч тонн дала Ярега. Из тяжёлой нефти на Ухтинском нефтеперерабатывающем заводе получали некоторые виды остродефицитных продуктов для фронта и оборонных предприятий.

Однако более 90 % запасов тяжелой нефти по-прежнему оставались в пласте. В 1954 году на нефтяных шахтах была внедрена более прогрессивная система разработки — уклонно-скважинная, позволившая в несколько раз уменьшить объёмы горных работ и экономить значительные средства. Она была предложена Е. Я. Юдиным, А. А. Бабаяном, В. Н. Мишаковым, С. Ф. Здоровым, Н. Н. Челинцовым, М. А. Бернштейном, Б. Ф. Харитоненко и И. Ф. Солоцким. К концу 1955 года благодаря новой технологии у Яреги открылось «второе дыхание» [6, 7].

В конце 60-х годов добыча нефти на ярегских шахтах постепенно начала снижаться. Искли новые пути добычи тяжёлой нефти, и в результате появился новый метод — термошахтный, в его основу было положено свойство нефти резко уменьшать свою вязкость при нагреве. Государственный комитет СССР по делам изобретений и открытий выдал авторские свидетельства группе инженеров и учёных, разработавших технологию: П. Г. Воронину, В. Г. Вертигу, Е. И. Гурову, В. С. Зубкову, В. Н. Мишакову, Н. И. Мельничуку,



Г. Г. Миллеру, Л. М. Рузину, В. С. Сукрушеву, В. П. Табакову. Следует заметить, что еще в 30-х годах И. Н. Стриженовым было предложено использование термического воздействия на нефтяной пласт, однако слабая техническая база не позволила это осуществить.

В июне 1968 года на первой нефтяной шахте организовали опытный участок по термическим методам добычи нефти. Для закачки пара в пласт и отбора нефти использовались старые скважины. Нефтеотдача пласта стала повышаться. В августе 1969 года приказом по Министерству нефтедобывающей промышленности СССР было начато промышленное внедрение этого метода. С 1972 года нефтяные шахты полностью перешли на термошахтную технологию, что позволило увеличить в десять раз нефтеотдачу пласта и в 3,5 раза — добычу нефти. К 12 января 1977 года коллектив НШУ «Яреганефть» добыл термошахтным способом 1 млн тонн нефти. 25 декабря 1977 года за разработку и внедрение комплексного освоения Ярегского месторождения лауреатами Государственной премии СССР стали: Е. И. Гуров, В. Н. Мишаков, К. Г. Болтенко, М. А. Генс, И. Г. Фотиев, Г. П. Левин, В. А. Калужный, Е. Я. Юдин, А. П. Сушон, Н. Д. Борисенко, С. В. Огурцов, О. К. Комаров. Патенты на термошахтную технологию добычи тяжелой нефти были приобретены в США, Канаде, Японии, Венесуэле и Франции [2, 6].

В ноябре 1992 года НШУ «Яреганефть» вошло в состав ЗАО «Битран» (позже ОАО «Битран»). В марте 1993 года объединение «Коминепфть» было преобразовано в открытое акционерное общество. ЗАО «Битран» было создано британской фирмой «Ютро Лтд.» и ОАО «Коминепфть» на базе Ухтинского нефтеперерабатывающего завода для совершенствования технологии и углубления переработки высоковязкой нефти. Предприятие владело лицензией на доразведку и разработку северной части Ярегского нефтетитанового месторождения. Было создано два производства — по добыче нефти шахтным способом и по переработке нефти. Предполагалось создать единую технологическую цепочку с получением широкой гаммы нефтепродуктов.

В конце 80-х годов добыча ярегской нефти поднималась до уровня 512 тыс. тонн в год, но с началом реформ 90-х годов резко упала. В дальнейшем в ЗАО «Битран» добыча нефти стала устойчиво расти и приблизилась к полумиллиону тонн в год. В 1994 году на всех нефтешахтах Яреги были введены новые подземные станки ПБС-А 300 — для замены морально и физически устаревших ПБС-2Т.

ЗАО «Битран» планомерно осуществляло реконструкцию своего нефтеперерабатывающего производства, внедряло технологические процессы, позволяющие сократить негативное влияние производства на окружающую природную среду. На нефтеперерабатывающем заводе в короткое время была коренным образом реконструирована битумная установка № 1, готовый битум стал выпускаться в таблетированном виде. В январе 1996 года была завершена модернизация битумной установки № 2, которая была введена в действие ещё в 1942 году и представляла угрозу здоровью населения города из-за выбросов в атмосферу вредных веществ. Выбросы прекратились, условия труда

стали более комфортными, повысилось качество продукции.

В 1996 году была проведена реконструкция, позволившая увеличить глубину переработки нефти. В 1998 году ЗАО «Битран» производило из тяжелой ярегской нефти высококачественные термостабильные дорожные битумы, отвечающие требованиям мировых стандартов, специальный хрупкий битум марки «Г», масла-мягчители, используемые в резинотехнической и полиграфической отраслях промышленности, и другую продукцию.

В дальнейшем снова встал вопрос о пересмотре действовавшей термошахтной технологии в целях сокращения эксплуатационных расходов. Первые попытки реализовать эту идею были предприняты в 1997 году на одном из участков нефтешахты № 2 и увенчались успехом инженеров и руководителей «Битрана», учёных института «ПечорНИПИнефть». Впоследствии осуществлялась программа научно-исследовательских работ по совершенствованию термошахтной технологии добычи нефти. Велась опытная работы по закачке пара в пласт с поверхности при добыче с существующих в шахте выработок. Новая технология позволяла повысить коэффициент нефтеотдачи [6].

С августа 2000 года ОАО «НК «ЛУКОЙЛ»» в рамках общей реорганизации компании передало переработку высоковязкой нефти предприятию «ЛУКОЙЛ-Ухтанефтепереработка». С 2003 года инвестиционные проекты, связанные с развитием Яреги, вошли в число приоритетных направлений развития ООО «ЛУКОЙЛ-Коми». В сентябре 2003 года на опытном участке нефтешахты № 2 всего за один месяц было добыто рекордное количество нефти — 1 % от балансовых запасов. В целом же за год нефтеизвлечение составило 9,8% от балансовых запасов, или почти 22 % от извлекаемых [7].

В 2016 году ОАО «ЛУКОЙЛ» реализовал крупнейший инвестиционный проект «Ярега-1», в рамках которого построен ряд производственных объектов. В конце года вместе с новым пунктом подготовки и сбора нефти здесь была запущена в эксплуатацию уникальная водоподготовительная установка ВПУ-700. По итогам 2016 года добыча нефти на Ярегском месторождении выросла на 23 % и составила 912,886 тыс. тонн, в 2017 году добыча составила 1 081,789 тыс. тонн высоковязкой нефти (рис. 5).

На Ярегской и Лыаельской площадях Ярегского месторождения осуществляется добыча нефти с применением тепловых методов: термошахтного и термогравитационного дренирования пласта [6]. С 2005 по 2011 годы на участке ОПУ-3 проводились опытные работы по испытанию технологии термогравитационного дренирования пласта (ТГДП) в системе горизонтальных скважин с горизонтальным продолжением 300 м. Термогравитационное дренирование пласта — эффективный метод добычи высоковязкой нефти, который представляет собой две горизонтальные параллельные скважины, расположенные одна над другой, где верхняя скважина нагнетательная, а нижняя — добывающая, при постоянной закачке пара в верхнюю скважину образуется паровая камера [11].

Всего в ходе эксплуатации Ярегского месторождения по термошахтной технологии создано и вне-



дрено несколько систем разработки — двухгоризонтная, одногоризонтная, панельная и их комбинации [3,12]. При всех перечисленных системах закачка пара ведется через подземные скважины, пробуренные из горных выработок, а добыча нефти — через подземные горизонтальные и пологовосстающие скважины, пробуренные из горных выработок (добывающие галереи), пройденных в подошве нефтенасыщенной части пласта.

До 1998 г. основной была двухгоризонтная система, при которой достигается максимальная степень охвата пласта, но она требует большого объема проходки горных выработок — 240 м/га. Для устранения недостатков, свойственных этим системам, была разработана новая подземно-поверхностная система, отличающаяся закачкой пара через скважины, пробуренные с поверхности. Увеличение параметров пара и темпа закачки по подземно-поверхностной системе позволило более чем в два раза увеличить темпы отбора нефти. Доказательством этому может служить следующее: на одном из блоков нефтешахты № 2 за 22 года разработки по одногоризонтной и двухгоризонтной системам коэффициент извлечения нефти составил 0.439, а за 11 лет разработки другой части блока по подземно-поверхностной системе коэффициент извлечения нефти достиг 0.564. На основе полученных результатов в 2003 г. был подготовлен проект разработки площадей по подземно-поверхностной системе. При этом проходка горных выработок сократилась с 240 м/га (по двухгоризонтной системе) до 92 м/га (по подземно-поверхностной). Совершенствование подземно-поверхностной системы привело к объединению ее с панельной системой вскрытия шахтных полей, что позволило сократить проходку горных выработок до 57 м/га.

ОАО «ЛУКОЙЛ-Коми» постоянно проводятся работы по повышению эффективности термощахтной разработки Ярегского месторождения, среди которых: увеличение протяженности подземных скважин до 1000 м вместо существующих 300 м, автоматизация технологических процессов по термощахтной добыче нефти [2, 12]. В перспективе это позволит перейти на закрытый режим эксплуатации шахтных блоков, увеличить коэффициент нефтеотдачи до 0.7, снизить затраты на добычу нефти.

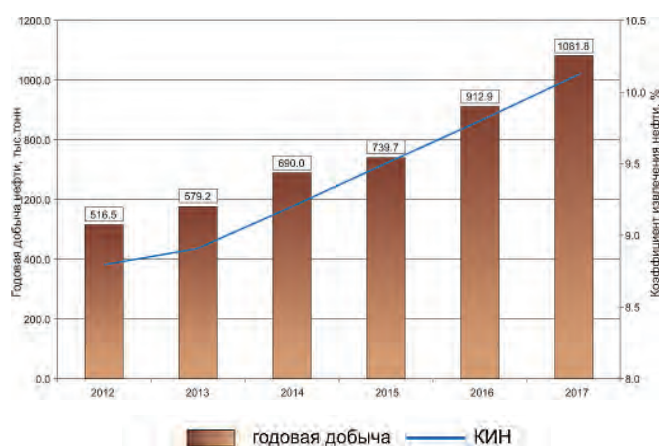


Рис. 5. Динамика добычи нефти на Ярегском месторождении

Fig. 5. Oil production at the Yarega deposit

Наряду с нефтью Ярегское месторождение представляет интерес в отношении титановых (лейкоксовых) руд, запасы которых значительные. С 2017 года НШУ «Яреганефть» осуществляет добычу титановых руд для переработки в АО «СИТТЕК» с целью производства титанового коагулянта для водоочистки [1].

Заключение

Разрабатываемое в течение многих лет Ярегское месторождение тяжелой нефти занимает важное место в структуре нефтегазового комплекса Республики Коми. Это месторождение относится к числу крупных и, что очень важно, находится в промышленно развитом районе. Тяжелая нефть характеризуется уникальными физико-химическими свойствами, и ее переработка обеспечивает получение целого ряда ценных продуктов, использующихся в различных отраслях промышленности.

При освоении Ярегского месторождения разработаны оригинальные и эффективные технологии термощахтной добычи тяжелой нефти. Постоянно проводятся работы по их совершенствованию, что позволяет повысить темпы отбора и коэффициент извлечения нефти, сократить проходку горных выработок, перейти на закрытую эксплуатацию горных блоков. В конечном счете это способствует существенному снижению финансовых затрат. Опыт термощахтной разработки Ярегского месторождения представляет большой интерес и свидетельствует о реальной возможности достижения высокой нефтеотдачи на подобных месторождениях тяжелой нефти. Это крайне важно, учитывая вероятность того, что доля запасов трудноизвлекаемой нефти в относительно хорошо разведанных районах традиционной нефтедобычи будет возрастать. Значительный сырьевой потенциал Ярегского месторождения, имеющиеся и продолжающиеся технологические разработки, востребованность тяжелой нефти при условии благоприятной ценовой конъюнктуры дают основания для прогнозирования сохранения и даже увеличения объемов добычи нефти в среднесрочной перспективе. Актуальной остается давно обсуждающаяся проблема комплексной разработки Ярегского месторождения с добычей не только нефти, но и титановых руд.

Литература

1. Дмитриева Е. В. Производство титанового коагулянта на основе сырьевой базы Ярегского месторождения // Горный журнал. 2013. № 9. С. 73—76.
2. Коноплев Ю. П., Алабушин А. А., Гуляев В. Э. Опыт и перспективы развития термощахтной разработки Ярегского месторождения высоковязкой нефти // Высоковязкие нефти и природные битумы: проблемы и повышение эффективности разведки и разработки месторождений: Материалы международной науч.-практ. конференции. Казань: ФЭН, 2012. С. 74—77.
3. Коноплев Ю. П., Гуляев В. Э. Внедрение новых методов термощахтной разработки на Ярегском месторождении высоковязкой нефти // Проблемы освоения Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции: Сборник трудов / ООО «ЛУКОЙЛ-Ижиниринг» «ПечорНИПИнефть» в г. Ухте. 2012. С. 149—156.



4. Кремс А. Я., Вассерман Б. Я., Матвиевская Н. Д. Условия формирования и закономерности размещения залежей нефти и газа. М.: Недра, 1974. 336 с.
5. Макаревич В. Н., Искрицкая Н. И., Богословский С. А. Ресурсный потенциал месторождений тяжелых нефтей европейской части Российской Федерации // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2012. Т. 7. № 3. URL: http://www.ngtp.ru/rub/6/43_2012.pdf
6. Муляк В. В., Чертенков М. В., Коноплев Ю. П. История, опыт и перспективы разработки Ярегского месторождения высоковязкой нефти // Проблемы освоения Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции: Сборник трудов / ООО «ЛУКОЙЛ-Ижиниринг» «ПечорНИПИнефть» в г. Ухте. 2012. С. 119—143.
7. Нефтегазоносность и геолого-геофизическая изученность Тимано-Печорской провинции: история, современность, перспективы. Ухта: УГТУ, 1999. 1062 с.
8. Природные резервуары в терригенных формациях Печорского нефтегазоносного бассейна / Коми научный центр УрО РАН. Сыктывкар, 1993. 154 с.
9. Природные резервуары нефтегазоносных комплексов Тимано-Печорской провинции / Минприроды РК, ГУП РК ТП НИЦ. СПб.: Реноме, 2011. 286 с.
10. Прищепа О. М., Богацкий В. И., Макаревич В. Н., Чумакова О. В., Никонов Н. И., Куранов А. В. Новые представления о тектоническом и нефтегазогеологическом районировании Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2011. Т. 6. № 4. URL: http://www.ngtp.ru/rub/4/40_2011.pdf
11. Рузин Л. М. Инновационные направления разработки залежей высоковязких нефтей и битумов // Нефтяное хозяйство. 2012. № 1. С. 70—73.
12. Чикишев Г. П., Герсимов И. В., Коноплев Ю. П., Кольцов Е. В. Совершенствование технологии разработки Ярегского месторождения высоковязкой нефти с поверхности // Проблемы освоения Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции: Сборник трудов / ООО «ЛУКОЙЛ-Ижиниринг» «ПечорНИПИнефть» в г. Ухте. 2012. С. 144—148.
- References**
1. Dmitrieva E. V. *Proizvodstvo titanovogo koagulyanta na osnove syr'evoi bazy Yaregskogo mestorozhdeniya* (Manufacturing of titanium coagulant on the basis of raw materials of Yaregskoe field). *Gornyi zhurnal*, 2013, No. 9, pp. 73—76.
2. *Opyt i perspektivy razvitiya termoshahnoi razrabotki Yaregskogo mestorozhdeniya vysokovязкой нефти*. Konoplev Yu. P., Alabushin A. A., Gulyaev V. E. *Vysokovязkie neftei i prirodnye bitumy: problemy i povyshenie effektivnosti razvedki i razrabotki mestorozhdenii. Materialy Mezhdunarodnoi nauch.-prakt. Konferentsii* (Experience and perspectives of development of thermo-drafting of the Yarega deposit of high-viscosity oil. Konoplev Yu. P., Alabushin A. A., Gulyaev V. E. High viscosity oil and natural bitumen: problems and increasing the efficiency of exploration and development of deposits. Proceedings of the International Scientific-Practical Conference). Kazan: Fan, 2012, pp. 74—77.
3. Konoplev Yu. P., Gulyaev V. E. *Vnedrenie novykh metodov termoshahnoi razrabotki na Yaregskom mestorozhdenii vysokovяз-*
- koi neftei. Problemy osvoeniya Timano-Pechorskoi neftegazonosnoi provintsii: sbornik trudov* (Introduction of new methods of thermal drafting at the Yaregskoye high-viscosity oil field. Problems of development of the Timan-Pechora oil and gas province: a collection of proceedings). LUKOIL-Izhiniring, PechorNIPIneft in Ukhta, 2012, pp. 149—156
4. Krems A. Ya., Wasserman B. Ya., Matvievskaya N. D. *Usloviya formirovaniya i zakonomernosti razmescheniya zalezhei neftei i gaza* (Conditions for the formation and regularity of the distribution of oil and gas deposits). Moscow: Nedra, 1974, 336 p.
5. Makarevich V. N., Iskrikskaya N. I., Bogoslovskiy S. A. *Resursnyi potentsial mestorozhdenii tyazhelykh neftei evropeiskoi chasti Rossiiskoi Federatsii. Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika* (Resource potential of heavy oil fields in European Russia. Neftgazovaya geologia. Teoria i praktika). 2012, V. 7, No. 3, http://www.ngtp.ru/rub/6/43_2012.pdf
6. Mulyak V. V., Chertenkov M. V., Konoplev Yu. P. *Istoriya, opyt i perspektivy razrabotki Yaregskogo mestorozhdeniya vysokovязкой нефти. Problemy osvoeniya Timano-Pechorskoi neftegazonosnoi provintsii: sbornik trudov* (History, experience and prospects of development of the Yaregsky high-viscosity oil field. Problems of development of the Timan-Pechora oil and gas province: a collection of works). LUKOIL-Izhiniring, PechorNIPIneft in Uhta, 2012, pp. 119—143
7. *Neftegazonosnost i geologo-geofizicheskaya izuchennost Timano-Pechorskoi provintsii: istoriya, sovremennost, perspektivy* (Oil and gas content and geological-geophysical study of the Timan-Pechora province: history, modernity, prospects). Ukhta, UkhTU, 1999, 1062 pp.
8. *Prirodnye rezervuary v terrigennykh formatsiyah Pechorskogo neftegazonosnogo basseina* (Natural reservoirs in terrigenous formations of the Pechora oil and gas basin). Komi Science Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktvykar, 1993, 154 p.
9. *Prirodnye rezervuary neftegazonosnykh kompleksov Timano-Pechorskoi provintsii* (Natural reservoirs of oil-and-gas bearing complexes of the Timan-Pechora province). Ministry of nature of Komi Republic, St. Petersburg: Renome, 2011, 286 pp.
10. Prishepa O. M., Bogatskiy V. I., Makarevich V. N., Tchumakova O. V., Nikonov N. I., Kuranov A. V. *Novye predstavleniya o tektonicheskom i neftegeogeologicheskom raionirovani Timano-Pechorskoi neftegazonosnoi provintsii/Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika* (New ideas about tectonic and oil and gas geological zoning of the Timan-Pechora oil and gas province. Oil and gas geology. Theory and practice) 2011, V. 6, No. 4 http://www.ngtp.ru/rub/4/40_2011.pdf.
11. Ruzin L. M. *Innovatsionnye napravleniya razrabotki zalezhei vysokovязких нефтей i bitumov* (Innovative directions for the development of deposits of high-viscosity oils and bitumen). Oil industry, 2012, No. 1, pp. 70—73.
12. *Sovershenstvovanie tehnologii razrabotki Yaregskogo mestorozhdeniya vysokovязкой нефти s poverhnosti* (Perfection of the technology of development of the Yarega deposit of high-viscosity oil from surface). Chikishev G. P., Gersimov I. V., Konoplev Yu. P., Koltsov E. V. Problems of development of the Timano-Pechora oil and gas province: a collection of works. LUKOIL-Izhiniring, PechorNIPIneft in Ukhta, 2012, pp. 144—148.



НАУЧНЫЙ И ИННОВАЦИОННЫЙ ВКЛАД ООО «ГАЗПРОМ ВНИИГАЗ» В РАЗРАБОТКУ ВУКТЫЛЬСКОГО НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

В. В. Сергеева

Филиал ООО «Газпром ВНИИГАЗ в г. Ухта», Ухта

v.sergeeva@sng.vniigaz.gazprom.ru

Изложенные в данной статье материалы рассказывают о наиболее интересных научных и инженерных разработках специалистов института ВНИИГАЗ, созданных для Вуктыльского нефтегазоконденсатного месторождения в период с 1966 по 2018 годы.

Принимая во внимание тот факт, что большая часть нефтегазоконденсатных месторождений страны эксплуатируется в режиме истощения (извлечение конденсата составляет в среднем не более 40 %) изучение исторического опыта Вуктыла становится неопенимым для решения проблем месторождений, вступивших в завершающую стадию разработки.

Ключевые слова: Вуктыл, ВНИИГАЗ, газ, конденсат, исследования, технологии, интенсификация, добыча, скважина, эксперимент.

SCIENTIFIC AND INNOVATIVE CONTRIBUTION OF GAZPROM VNIIGAS COMPANY TO THE DEVELOPMENT OF VUKTYL OIL-GAS-CONDENSATE DEPOSIT

V. V. Sergeeva

Gazprom VNIIGAZ, Ukhta Branch Office, *v.sergeeva@sng.vniigaz.gazprom.ru*

The materials, presented in this paper, inform about the most interesting scientific and engineering solutions created for Vuktyl conditions from 1966 to 2018.

Taking into account the fact that most of the national oil and gas condensate fields are operated in the depletion regime, resulted in the extraction of condensate no more than 40 %, the research of Vuktyl historical experience becomes invaluable to solve problems of the fields in the final stage of operation.

Keywords: Vuktyl, VNIIGAZ, gas, condensate, exploration, technologies, stimulation, production, well, experiment.

Введение

История отечественной нефтегазовой отрасли насчитывает множество примеров удачного синтеза науки и производства, в результате которого рождались и реализовывались масштабные проекты, спустя годы ставшие хрестоматийными. Весьма показателен опыт освоения уникального Вуктыльского нефтегазоконденсатного месторождения, научное сопровождение разработки которого осуществляли специалисты ВНИИГАЗ (в настоящее время — ООО «Газпром ВНИИГАЗ»).

Месторождение стало базой для развития научных исследований по целому ряду направлений, начиная от геологии и заканчивая математическим моделированием процесса разработки. Все, что было изучено, апробировано и внедрено в промышленном масштабе на Вуктыле, в последующем нашло практическое применение на других месторождениях страны.

В данной статье рассказывается о научных разработках, созданных специалистами института «Газпром ВНИИГАЗ» и его ухтинского филиала специально для Вуктыльского месторождения, а также о технических решениях, направленных на повышение газоконденсатоотдачи пласта. Отдельное внимание уделено теме проведения на месторождении эксперимента по извлечению ретроградного конденсата, доказавшего возможность его промышленной добычи. Дополнительно приведено краткое описание работ, выполняемых в настоящее время ухтинским филиалом ООО «Газпром ВНИИГАЗ» для комплексного развития Вуктыльского геолого-экономического района.

История. События. Факты

В свое время ООО «Газпром ВНИИГАЗ», отмечаящий в этом году 70-летие, стал первым специализированным центром, который объединил научный потенциал страны для оперативного решения задач молодой газовой отрасли. Очень скоро в основных газодобывающих районах бывшего СССР — Харькове, Ташкенте, Ставрополе, Тюмени, Оренбурге, Ашхабаде и Ухте — были открыты филиалы ВНИИГАЗ. В настоящее время все они превратились в самостоятельные структуры, и лишь ухтинский филиал ООО «Газпром ВНИИГАЗ», ранее известный как Коми филиал ВНИИГАЗ и Севернипигаз, остается форпостом института на Европейском Севере страны. Несмотря на существенное расширение географии работ, важную роль в научной жизни филиала по-прежнему играет Вуктыльское нефтегазоконденсатное месторождение, открытие которого в 1964 г. придало мощный импульс развитию газовой индустрии республики и всей страны.

С точки зрения разработки Вуктыл являлся весьма сложным объектом. Газоконденсатная залежь характеризовалась большой глубиной залегания, аномально высоким пластовым давлением, высоким этажом газоносности и большим содержанием в газе стабильного конденсата. В те годы месторождений с такими параметрами не встречалось ни в отечественной, ни в мировой практике. С самого начала специалисты столкнулись с комплексом факторов, осложнявших процесс бурения. Кроме того, под воздействием ряда причин значительно снижалась проницаемость коллектора в призабойной части, что негативно ска-

зывалось на последующей продуктивности скважины. Другой сложностью стала недостаточная изученность вопроса о возможном присутствии нефтяной оторочки, наличие которой внесло бы определенные коррективы в процесс разработки и эксплуатации месторождения.

В 1966 г. специалисты ухтинского филиала совместно с коллегами из ВНИИГАЗ подготовили проект опытно-промышленной эксплуатации (получивший бронзовую медаль ВДНХ СССР), в котором обосновали метод разработки месторождения в режиме истощения пластовой энергии. В качестве альтернативы были выполнены и расчеты по применению на месторождении сайклинг-процесса, что позволило бы увеличить добычу конденсата на 30 %. Однако от этой идеи отказались ввиду ее дороговизны. Разработка на истощение представлялась наиболее подходящей и оправданной, если учесть, что ускоренный ввод Вуктыла позволял решить неотложные задачи народного хозяйства тех лет.

Научный проект предусматривал ряд оригинальных и весьма смелых решений, а именно: начало эксплуатации на стадии разведки месторождения, бурение скважин увеличенного диаметра в зонах повышенной продуктивности, использование собственных рациональных конструкций скважин и рецептур карбонатно-глинистых растворов, проведение двухэтапной солянокислотной обработки для интенсификации добычи, сокращение эксплуатационного фонда за счет вскрытия полуторакилометровой толщи залежи одной сеткой скважин и многое другое. Практическая реализация данных мероприятий позволила на два года раньше срока достичь проектных показателей добычи, а реализованные решения, по самым скромным подсчетам, только в первое десятилетие эксплуатации месторождения дали экономии народному хозяйству более полутора миллиарда рублей.

Параллельно с освоением Вуктыла шло строительство конденсатопровода для доставки сырья на Ухтинский газоперерабатывающий завод (в настоя-

щее время — Сосногорский ГПЗ). В связи с этим перед учеными филиала были поставлены задачи по изучению состава и свойств пластовых флюидов, а также возможности использования стабильного конденсата Вуктыльского месторождения. Только в период с 1966 по 1969 гг. было подготовлено 17 отчетов с рекомендациями для оптимизации процессов на Ухтинском ГПЗ. Предложения касались самых разных вопросов — от борьбы с отложениями солей в технологических аппаратах установки стабилизации конденсата до получения различных видов топлива. За вклад в реализацию дела, по сути государственной важности, труд специалистов, принимавших участие в запуске установки стабилизации конденсата, был отмечен серебряными и бронзовыми медалями, а также дипломами ВДНХ СССР.

В 1975 г. на скважине 38-Вуктыльская с глубины 5038 метров получили аварийный фонтан газа. Это обстоятельство дало толчок к расширению поисковых работ на глубокозалегающие горизонты (рис. 1). В последующие годы на месторождении было пробурено более полутора десятка скважин с глубиной забоя до 6500 метров и более, в том числе и самая глубокая в нефтегазовой промышленности СССР скважина 58 с забоем 7026 метров, вскрывшая отложения ордовикского возраста Предуральского краевого прогиба (за разработку технологии проводки 58-й скважины коллектив ученых филиала был награжден премией Коми комсомола). Последующие результаты испытаний подтвердили продуктивность глубоких горизонтов Вуктыла. Однако по ряду причин работы в этом направлении были приостановлены. Вернулись к вопросу изучения нижней залежи только в начале 2000-х гг. Проведенные учеными исследования, а также масштабная обработка старых сейсмических материалов совместно с сейсморазведкой 3D на ограниченном участке позволили уточнить геологическое строение и произвести подсчет запасов поднадвиговых отложений, которые по оценкам составляют более 30 миллиардов кубических метров газа и 6 миллионов тонн конденсата.



Рис. 1. Буровая на Вуктыльском месторождении, 1970-е гг.

Fig. 1. The Vuktyl field drilling rig, 1970 s.



В 1970-х еще не уделяли такого пристального внимания вопросам экологии, поэтому исследования газоконденсатных скважин повсеместно проводились с выпуском газа в атмосферу. Такая технология была оправдана на стадии разведки, когда на месторождении еще не было соответствующей инфраструктуры, оборудования для сбора и транспортировки сырья. Но на обустроенных промыслах проведение исследований приводило к большим потерям — миллионы кубометров газа просто сжигались на факелах. Это заставило ученых филиала задуматься над созданием новой прогрессивной технологии. Полигоном для испытания стал Вуктыл, где в 1973 г. Коми филиал ВНИИГАЗ создал специальную группу, которая базировалась непосредственно на промысле (рис. 2). По мнению специалистов, единственным возможным вариантом избежать потерь было проведение исследований через установки комплексной подготовки газа (УКПГ). Конечно, данный способ был более трудоемким, так как требовал регистрации множества параметров и большего отбора проб, но при этом позволял сберечь сотни миллионов кубометров газа, тысячи тонн конденсата и не наносил ущерб экологии. Годы работы увенчались успехом. В начале 1980-х на месторождении начали проводить исследования скважин через УКПГ, что фактически ознаменовало собой новый этап в изучении Вуктыла. А авторы разработки — коллектив молодых специалистов Коми филиала ВНИИГАЗ — были удостоены премии Коми комсомола в области науки и техники.

Интенсивная разработка Вуктыла в режиме истощения пластовой энергии привела к тому, что в 1982 г. на месторождении начался период падающей добычи. Кроме того, остро встала и проблема извлечения из недр выпавшего в пласт конденсата, объем потерь которого достиг почти 60 % от запасов. Учеными ВНИИГАЗ и филиала совместно с производственными

были разработана методика извлечения ретроградного конденсата путем закачки в пласт обогащенного газа. С мая по сентябрь 1983 г. метод опробовали на скважине 26. По итогам эксперимента фактический прирост добычи газа составил 48 тысяч кубометров в сутки, конденсатосодержание продукции скважины увеличилось на 27 %. Полученные результаты доказали возможность эффективного восстановления дебита, а также предоставили промысловое подтверждение общих закономерностей поведения пластовой системы при закачке в пласт обогащенного газа. Позднее с помощью этой и несколько модернизированной технологии была восстановлена продуктивность десятков скважин на Вуктыльском и Западно-Соплесском месторождениях.

Следующим этапом эксперимента стал проект «Конденсат», суть которого заключалась в закачке в пласт широкой фракции легких углеводородов (рис. 3). Несмотря на то что метод оказался эффективным, ученые продолжили исследования для поиска оптимального решения. В итоге был найден способ резкой активизации процесса испарения ретроградной жидкой фазы за счет закачки «сухого» тюменского газа. В 1993 г. на опытном полигоне стартовали промысловые испытания, а в 1997 г. на месторождении началась широкомасштабная закачка «сухого» газа в пласт.

В настоящее время филиал продолжает научные работы по комплексному развитию Вуктыльского геолого-экономического района. Для обеспечения дальнейшей бесперебойной работы единого производственного комплекса «добыча — транспорт — переработка» специалистами предложены варианты загрузки мощностей Сосногорского ГПЗ с учетом разрабатываемых и перспективных месторождений, а также осуществления переработки попутных нефтяных газов, поступающих от компаний, работающих в регионе. Реализация данных мероприятий позволит на 25-летний период продлить жизнеспособ-



Рис. 2. Пионерная база лаборатории комплексных исследований Коми филиала ВНИИГАЗ на Вуктыльском месторождении, 1971 г.

Fig. 2. The Pioneer base of the integrated exploration laboratory of VNIIGAZ Komi at the Vuktyl field, 1971



Рис. 3. Установка комплексной подготовки газа. Реализация проекта «Конденсат». В центре — руководитель экспериментальных работ по извлечению ретроградного конденсата Р. М. Тер-Саркисов, заместитель генерального директора по науке ООО «ВНИИГАЗ». Вуктыл, 2000 г.

Fig. 3. Integrated Gas Treatment Unit. «Condensate» project execution. In the center — Rudolf M. Ter-Sarkisov, Deputy Director for Science at VNIIGAZ who was in charge of retrograde condensate recovery experimental works. Vuktyl, 2000

ность производственной инфраструктуры района и поможет решить социально-экономические проблемы двух городов — Вуктыла и Сосногорска, на территориях которых располагаются крупные производственные объекты.

Вуктыл был и остается полигоном для испытания новых технологий газовой отрасли. Научный опыт, полученный специалистами ВНИИГАЗа на этом уникальном месторождении, уже успешно используется на месторождениях Тюменской и Оренбургской областей, на таких газоконденсатных месторождениях-гигантах, как Карачаганакское, Уренгойское и Астраханское.

Заключение

Вуктыльское нефтегазоконденсатное месторождение обогатило теорию и практику газовой отрасли принципиально новыми решениями. Именно на Вуктыле впервые были решены такие сложные инженерные задачи, как сепарация и осушка газа с высоким содержанием конденсата, транспорт нестабильного конденсата на большие расстояния, бурение скважин увеличенного диаметра, технология исследования скважин через УКПГ, осуществлена промышленная добыча выпавшего в пласт конденсата и многое другое.

Поскольку большое количество нефтегазоконденсатных месторождений страны, в том числе и месторождений-гигантов, вступают в завершающую стадию разработки, опыт Вуктыла приобретает колоссальное значение для решения отраслевых задач.

Литература

1. Векшина Т. А., Матросова Т. А., Корненкова М. В., Сергеева В. В. На перекрестках времен / Под ред. Е. М. Гурленова. Сыктывкар: Коми республиканская типография, 2009. 424 с.
2. Жогова Л. В., Векшина Т. А., Шаманьева И. В. Вуктыл. Дороги, которые мы выбираем / Под ред. А. А. Захарова. Сыктывкар: Коми республиканская типография, 2006. 704 с.
3. Третья жизнь Вуктыла // Нефть и капитал. 2006. № 3. С. 116—118.
4. Умняев В. Г., Zubov Г. Б., Усатова О. Е. От Вуктыла до Ямала / Под ред. А. В. Скобелева. Сыктывкар: Коми республиканская типография, 2014. 168 с.

References

1. Vekshina T. A., Matrosova T. A., Kornenkova M. V., Sergeeva V. V. *Na perekryostkakh vremyon* (At the time-crossings). Ed. Gurlenov Ye. M. Syktyvkar: Komi Respublikanskaya Tipografiya, 2009, 424 p.
2. Zhogova L. V., Vekshina T. A., Shamanayeva I. V. *Vuktyl. Dorogi, kotoryye my vybiraem* (Vuktyl. The roads we choose). Ed. Zakharov A. A. Syktyvkar: Komi Respublikanskaya Tipografiya, 2006, 704 p.
3. *Tret'ya zhizn' Vuktyla* (The third life of Vuktyl). Oil Capital, 2006, No. 3, pp. 116-118.
4. Umnyaev V. G., Zubov G. B., Usatova O. Ye. *Ot Vuktyla do Yamala* (From Vuktyl to Yamal). Ed. Skobelev A. V. Syktyvkar: Komi Respublikanskaya Tipografiya, 2014. 168 p.



40 ЛЕТ ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКОМУ МУЗЕЮ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

40-TH ANNIVERSARY TO GEOLOGICAL-MINERALOGICAL MUSEUM OF THE FAR EAST GEOLOGICAL INSTITUTE

The paper presents a short history of origination, development, and the today state of the Mineralogical Museum of the Far East Geological Institute, FEB of RAS, which in the richness and impressive appearance of the collections comes to the forefront in the region.

Геолого-минералогический музей Дальневосточного геологического института ДВО РАН, учрежденный в 1978 г., по богатству и представительности коллекций не имеет равных в регионе. В нем хранятся более 8 тыс. образцов, отражающих многообразие горных пород, минералов и руд континентальной части Дальнего Востока и ложа Тихого океана. Большая их часть — архивные материалы, использующиеся палеонтологами, минералогами, петрографами в научных целях.

Развитие одного из первых в регионе музеев минералогического профиля неразрывно связано с историей Дальневосточного геологического института ДВО РАН, образованного в 1959 г. Музейные фонды, представляющие научный, учебно-познавательный и историко-эстетический интерес, формировались на основе коллекций каменного материала, собранного специалистами института в ходе многолетних полевых экспедиций и исследований Тихоокеанского складчатого пояса, где отмечается повышенная концентрация месторождений полезных ископаемых.

Сначала это было просто хранилище образцов. Становление музея как просветительского и учебно-го центра началось в конце 1970-х — начале 1980-х гг. с выставок «Фантазия в камне», «Приоткрой маляхитовую шкатулку» и связано с именем кандидата геолого-минералогических наук Мирославы Ефимовой — первого руководителя музея (1978—1991 гг.). Окончание каждого полевого сезона в ин-

ституте отмечали выставкой новых интересных находок геологов, работавших в районах Дальнего Востока и за его пределами. В 1985—1991 гг. при музее действовала «малая академия» для школьников, интересовавшихся геологией и минералогией, слушатели которой впоследствии становились студентами вузов, в том числе МГУ им. М. В. Ломоносова.

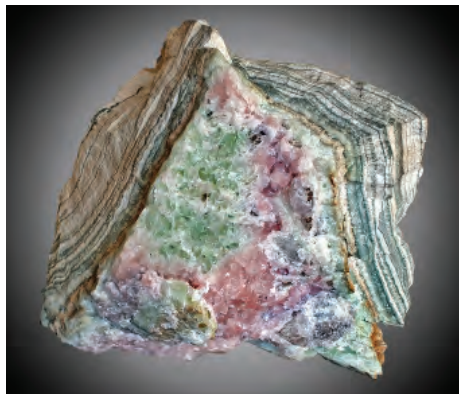
Кризисная ситуация в стране в 1990-е гг. привела к сокращению штата и финансирования на организацию самостоятельных полевых сборов, но стратегическая основа для развития музея уже была создана. Как ни парадоксально, возникшие трудности стали стимулом для проявления инициативы, познавательной активности. Именно в 1992—1999 гг. удалось сформировать новый подход к комплектованию, хранению и использованию фондовых собраний, активизировать работу по созданию научно-тематических и монографических коллекций, которые комплектуются из материалов ученых института при их непосредственном участии.

С 1999 г. началась реорганизация музея, укрепление его материально-технической базы. В рамках этой деятельности музей получил дополнительное рабочее помещение, был оснащен современными компьютерами. В 2006—2007 гг. в музее провели ремонтные работы, была подготовлена новая экспозиция. В выставочных залах общей площадью 100 м² в 34 современных витринах размещены около 1500 образцов.

В настоящее время основу коллекционного фонда музея составляют каменные материалы многочисленных экспедиций, дары научных сотрудников и коллекционеров; часть коллекций приобретена в фирме «Союзкварцсамоцветы», а последние экземпляры — в ООО «Минералы Приморья». Здесь собраны и систематизированы геологические материалы со всей территории Российского Дальнего Востока: образцы магматических, осадочных, метаморфических пород континента и Тихого океана, руды всех генетических типов известных месторождений, уникальные минералы и их кристаллические природные образования, ископаемая фауна и флора.

Разнообразие руд, минералов и характер минерализации иллюстрируют размещенные в витринах коллекции из золоторудных и свинцово-цинковых, разных генетических типов вольфрамовых и оловянных

месторождений Дальнего Востока, апатит-ильменит-титаномагнетитовых проявлений Джугджурского, Каларского и Сехтагского анортозитовых массивов, платиноносного Кондерского массива и др.



Датолит-волластонит-геденбергитовый скарн с полостью, выполненной датолитом и апофиллитом (21 × 18 × 16 см).

Приморье, Дальнегорск, месторождение Бор.

Фото Ю. Т. Васьковского

A cavity incrustated with datolite and apophyllite in datolite-wollastonite-hedenbergite skarn (21 × 18 × 16 cm). Bor deposit, Dalnegorsk, Primorye. Photo: Y. Vas'kovsky

Известные на весь мир дальнегорские скарновые (полиметаллические и боросиликатные) и кавалеровские (оловополиметаллические) месторождения на протяжении многих десятилетий являются не только промышленными объектами, но также источниками коллекционного сырья. Уникальные по красоте друзы кальцита, кварца, апофиллита, датолита, галенита, сфалерита и других минералов (их еще называют каменными цветами) — подлинное украшение нашего музея. Геометрическое совершенство образующих друз кристаллов в сочетании с несколько хаотическим расположением воплощают ту грациозную небрежность, с какой природа обращается со своими сокровищами. Экспозиция «Коллекционные минералы из природной лаборатории Приморских месторождений — источник генетической информации» появилась благодаря изучению, в том числе методом инфракрасной спектроскопии и рентгеноструктурным методом, кристаллов, их сростков и друз из месторождений Приморья.

Развитие фундаментальной науки требует постоянного обновления всей экспозиции или ее элементов. Это удастся делать благодаря сотрудничеству с неравнодушными талантливыми учеными института. Только за последние годы в музее появились следующие выставки: «Геммология камнесамоцветного сырья Дальневосточного региона России» (коллекция коллектива геммологической лаборатории); «Гиалокластиты Шкотовского базальтового плато — важнейший источник археологического обсидиана на юге Дальнего Востока России» (колл. В. К. Попова). Экспозиция «Олигоценные флоры Приморья — уникальные сообщества древних растений» иллюстрирует результаты многолетних исследований авторами (Б. И. Павлюткин и И. Ю. Чекрызов) комплексов растительных остатков, собранных в породах двух озерных палеобассейнов в окрестностях населенных пунктов Богополь

(Кавалеровский район) и Краскино (Хасанский район). Коллекция из 30 образцов «Золотосеребряные месторождения Магаданского региона (Омолонский массив и Эвенская металлогеническая область)» передана в музей геологом «Полиметалл Управляющей компании» Б. И. Ишковым. Список коллекций дополнили также экспозиции «Новые среднеоленинские (раннетриасовые) аммоноидеи Южного Приморья» (авторы Ю. Д. Захаров и О. П. Смышляева); «Геопарк неогенового периода „Кипарисовский карьер“ на юге Приморья» (колл. В. К. Попова, В. А. Свиденко и Д. Г. Федосеева); «Новые поступления коллекционных минералов», где собраны образцы, приобретенные по программе поддержки музеев с 2011 по 2014 гг. из Дальнегорских и других месторождений.



Скрученный кварц, окрашенный включениями актинолита, на андрадите (5 × 4 × 4 см). Приморье, Кавалеровский район, Синереченское месторождение. Фото В. А. Соляник

Twisted quartz crystals tinted by inclusions of actinolite on andradite (5 × 4 × 4 cm). Sinerechenskoye deposit, Kavalеровskiy region, Primorye. Photo: V. Solyanik

Впервые в музее представлены месторождения Забайкалья — «Генетические и геолого-промышленные типы золоторудных месторождений забайкальской части Монголо-Охотского складчатого пояса». Это результат работы ученых ДВГИ (А. С. Вах, В. И. Гвоздев, Д. Г. Федосеев, Н. А. Горячев) по проекту «Изучение закономерностей эволюции рудно-магматических систем Сихотэ-Алиня и Монголо-Охотского пояса: хронология процессов магматизма и рудообразования, флюидный режим, закономерности размещения, факторы рудопродуктивности».

По материалам, полученным учеными ДВГИ при исследовании уникальных природных объектов Приморского края, в музее ДВГИ подготовлены экспозиция и слайд-фильм «Исчезающие вулканы полуострова Краббе» и видеофильм «Пепловые туфы в кайнозойских впадинах юго-западного Приморья — свидетели катастрофических вулканических извержений» (коллекция к. г.-м. н. В. К. Попова). Озвученный показ подобранных материалов (схематические и геологические карты, геологические разрезы и космические снимки, фотографии ландшафтов, геологических памятников природы и обнажений горных пород) позволяет проводить в музее виртуальные



научно-образовательные экскурсии, вызывающие неизменный интерес у наших посетителей.

Наконец, по результатам исследований, проводимых учеными ДВГИ, к 40-летию юбилею музея подготовлена новая экспозиция — «Открытия и находки ученых Дальневосточного геологического инсти-



Друзовое срастание 2-х генераций кварца: разноориентированных длиннопризматических кристаллов красно-оранжевого и мозаичных нарастаний желтовато-белого кварца разного габитуса — от уплощенно-призматических до пирамидальных ($9 \times 9 \times 7$ см). Приморье, Дальнегорск, Второй Советский рудник. Фото Г. К. Гришина

Druze of two generations of quartz: differently oriented red-orange long prismatic crystals and mosaic growth of yellowish-white quartz of a varied habitus — from flattened-prismatic to pyramidal ($9 \times 9 \times 7$ cm). Sovetskoye-2 deposit, Dalnegorsk, Primorye. Photo: G. Grishin

тута и дары друзей музея». В ней проиллюстрированы наиболее значимые публикации научных сотрудников института: новые минералы, открытые на месторождениях; находка голубого янтаря в угленосных отложениях Приморья впервые в восточной Азии; охарактеризованные современными изотопно-геохимическими методами ранее малоизученные магматические комплексы Приморья; разработанная методика обогащения незаметинских корундов и т. д.

За 40 лет своего существования музей стал известным научно-просветительским учреждением Приморского края. Для студентов высших учебных заведений Владивостока, изучающих минерало-



Макет действующего вулкана для демонстрации извержения вулкана с использованием химических реактивов

Model of active volcano for public show of eruption using the chemical

гию, кристаллографию, геммологию, экспозиционные залы давно стали учебной базой (здесь проходят тематические экскурсии с учетом вузовских образовательных программ), а наша систематическая коллекция — лабораторией для практического знакомства с представителями всех классов минералов. Для школьников Владивостока и других городов Приморья в музее проводятся уроки географии и природоведения, на которых они знакомятся с многоцветным миром минералов и богатствами недр родного края. В 2016 и 2017 гг. музей ДВГИ участвовал в реализации совместного проекта пяти музеев ДВО РАН «Путешествие в науку. Наука в путешествии», тогда наш музей посетило более 500 семей с детьми 6—10 лет.

Каждый год коллекции музея пополняются, в экспозиционном зале появляются новые разделы, разрабатываются новые образовательные программы и экскурсии. Это позволяет сделать работу музея интересной и полезной не только для геологов, но и для специалистов смежных областей знания и широкой публики.

*С. н. с. Геолого-минералогического музея
Дальневосточного геологического института
В. Соляник, solyanik109@mail.ru*

Хроника

29 июня — к. г.-м. н. Н. Н. Пискуновой вручен почетный диплом имени Н. П. Юшкина за цикл научных работ в области кристалломорфологии минералов «Прямые наблюдения процессов роста кристаллов с помощью атомно-силовой микроскопии».

7 июля — 80-летний юбилей старшего научного сотрудника лаборатории литологии и геохимии осадочных формаций Марины Петровны Кетрис.

10 июля — 40 лет трудовой деятельности старшего техника-геолога Геологического музея имени А. А. Чернова Любови Николаевны Божеско.

11 июля — ученый секретарь к. г.-м. н. И. В. Козырева принимала участие в Первой академической ассамблее научно-технологического сотрудничества России и Китая и учредительном собрании первого созыва Ассоциации научно-технического сотрудничества России и Китая, состоявшихся в Екатеринбурге.

31 июля — с полевых работ вернулись отряды Н. С. Ковальчук, А. Н. Сандулы.

Chronicle

June 29 — Ph. D. N. N. Piskunova was awarded with the N. P. Yushin Honorary Diploma for a series of scientific works in the field of crystal-morphology of minerals «Direct observations of processes of crystal growth with the help of atomic force microscopy».

July 7 — the 80th Anniversary of geologist, senior researcher of the laboratory of lithology and geochemistry of sedimentary formations, Marina Petrovna Ketris.

July 10 — 40-years experience of work of senior technician — geologist of the Geological Museum named after A. A. Chernov, Lyubov Nikolaevna Bozhesko.

July 11 — Science Secretary, Ph. D. I. V. Kozyreva took part in the First Academic Assembly of Scientific and Technological Cooperation between Russia and China and the Constituent Assembly of the First Convocation of the Association of Scientific and Technical Cooperation of Russia and China held in Ekaterinburg.

July 31 — field teams headed by N. S. Kovalchuk and A. N. Sandula came back.



ПОВЕЛИТЕЛЬНИЦА КЛАРКОВ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД

(к 80-летию М. П. Кетрис)

LADY OF SEDIMENTARY ROCK CLARKS

(the 80th anniversary of M. P. Ketris)

Marina Petrovna Ketris — a well-known expert in the field of geochemistry of sedimentary rocks. She has published dozens of articles and 26 publications.

Марина Петровна Кетрис — известный специалист в области геохимии осадочных пород.

После окончания геологического факультета Ленинградского университета по специальности «Геологическая съемка и поиски полезных ископаемых» и аспирантуры под руководством Б. К. Львова Марина Петровна уже почти 50 лет работает в Институте геологии Коми НЦ УрО РАН.

Ею опубликованы десятки статей и 26 отдельных изданий по геохимии углей, геохимии черных сланцев, региональной геохимии и минералогии хрома, региональной геохимии и рудогенезу черносланцевых толщ севера Урала и Пай-Хоя, глиноземистым и железистым породам Приполярного Урала, региональной геохимии древних толщ на севере Урала, геохимии карбонатных пород, минеральным индикаторам литогенеза, геохимической и минералогической диагностике продуктов вулканизма в осадочных толщах, геохимической диагностике литогенеза. Среди этих результатов по своей значимости заметно выделяются не имеющие мирового аналога расчеты кларков элементов-примесей в углях и в черных сланцах, получившие широкий международный резонанс после опубликования итоговой англоязычной статьи, ставшей бестселлером в геохимическом научном мире.

Трудно переоценить вклад в создание основ литохимии и разработку ее отдельных проблем, в особенности Литохимического стандарта ЮК — алгоритма обработки данных химических анализов осадочных горных пород и их аналогов. На двух всероссийских школах по литохимии (в 1997 и 2006 гг.) М. П. Кетрис проводила практические занятия, в процессе которых обучила методике литохимии несколько десятков российских специалистов — докторов и кандидатов наук.

М. П. Кетрис является ветераном КНЦ (2008), награждена Государственной премией Республики Коми



(1999), Почетной грамотой РАН и профсоюза работников РАН (2008), Почетной грамотой Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды РК (2009), бронзовой медалью Российского минералогического общества (2010), почетной грамотой КНЦ УрО РАН (2013), Премией РАН по геохимии имени академика А. П. Виноградова (2011), Премией имени Л. Д. Шевякова (2015).

Глубокоуважаемая Марина Петровна! От всего сердца поздравляем Вас с юбилеем и желаем здоровья, счастья и семейного благополучия!

Редакция «Вестника»

Ответственный за выпуск:

Ю. В. Денисова

Редакторы издательства:

О. В. Габова, К. В. Ордин (английский)

Компьютерная верстка

А. Ю. Перетягина

Свид. о рег. средства массовой информации
ПИ № ФС77-56817 от 29.01.2014
Подписано в печать 08.07.2018

Тираж 140  Заказ 1067
Редакция: 167982, Сыктывкар,
Первомайская, 54

Тел.: (8212) 24-51-60
Факс: (8212) 24-09-70
E-mail: vestnik@geo.komisc.ru