

## Серия «НАУКИ О ЗЕМЛЕ»

УДК 55:553.04(470.1-922)

DOI 10.19110/1994-5655-2020-6-5-20

**А.И. АНТОШКИНА, Е.В. АНТРОПОВА, А.М. АСХАБОВ,  
П.А. БЕЗНОСОВ, Т.М. БЕЗНОСОВА,  
Н.С. БУРДЕЛЬНАЯ, И.Н. БУРЦЕВ, Д.А. БУШНЕВ,  
Я.А. ВЕВЕЛЬ, Т.А. ВОВЧИНА, Ю.В. ГОЛУБЕВА,  
О.В. ГРАКОВА, Д.А. ГРУЗДЕВ, Л.И. ЕФАНОВА,  
А.В. ЖУРАВЛЕВ, Н.С. ИНКИНА, И.С. КОТИК,  
О.С. КОТИК, О.Б. КОТОВА, Д.С. КУЗНЕЦОВ,  
С.К. КУЗНЕЦОВ, Д.В. КУЗЬМИН, К.В. КУЛИКОВА,  
И.В. КРЯЖЕВА, Т.П. МАЙОРОВА, Д.О. МАШИН,  
Т.П. МИТЮШЕВА, Н.Ю. НИКУЛОВА, А.Н. ПЛОТИЦЫН,  
И.Л. ПОТАПОВ, А.М. ПЫСТИН, В.А. САЛДИН,  
Н.Н. ТИМОНИНА, О.В. УДОРАТИНА, Н.С. УЛЯШЕВА,  
Р.И. ШАЙБЕКОВ, А.М. ШМАКОВА, Д.А. ШУШКОВ**

### **КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АРКТИКИ: КЛЮЧЕВЫЕ ВОПРОСЫ ГЕОЛОГИИ И МИНЕРАГЕНИИ СУБАРКТИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА**

*Институт геологии  
им. академика Н.П. Юшкина  
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН,  
г. Сыктывкар*

*[Institute@geo.komisc.ru](mailto:Institute@geo.komisc.ru)*

**A.I.ANTOSHKINA, E.V.ANTROPOVA, A.M.ASKHABOV,  
P.A.BEZNOSOV, T.M.BEZNOSOVA, N.S.BURDELNAYA,  
I.N.BURTSEV, D.A.BUSHNEV, YA.A.VEVEL',  
T.A.VOVCHINA, YU.V.GOLUBEVA, O.V.GRAKOVA,  
D.A.GRUZDEV, L.I.EFANOVA, A.V.ZHURAVLEV,  
N.S.INKINA, I.S.KOTIK, O.S.KOTIK, O.B.KOTOVA,  
D.S.KUZNETSOV, S.K.KUZNETSOV, D.V.KUZMIN,  
K.V.KULIKOVA, I.V.KRYAZHEVA, T.P.MAIOROVA,  
D.O.MASHIN, T.P.MITYUSHEVA, N.YU.NIKULOVA,  
A.N.PLOTITSYN, I.L.POTAPOV, A.M.PYSTIN,  
V.A.SALDIN, N.N.TIMONINA, O.V.UDORATINA,  
N.S.ULYASHEVA, R.I.SHAIBEKOV, A.M.SHMAKOVA,  
D.A.SHUSHKOV**

### **A COMPREHENSIVE STUDY OF THE ARCTIC: KEY ISSUES OF GEOLOGY AND MINERAGENY OF THE SUBARCTIC REGION OF THE EUROPEAN NORTHEAST**

*N.P. Yushkin Institute of Geology, Federal  
Research Centre Komi Science Centre,  
Ural Branch, RAS, Syktyvkar*

#### **Аннотация**

В статье приведены новые результаты геохронологических, структурных, петрографических, стратиграфических, палеонтологических исследований, проведенных на территории Тимана, Урала, Пай-Хоя. Полученные данные позволили уточнить возраст и условия образования докембрийских отложений, обосновать связь с плюмами протерозойских и палеозойских основных и щелочных магматитов, выделить интерфациальные корреляционные уровни и обосновать изменения в региональной и местных стратиграфических схемах, выяснить закономерности размещения полезных ископаемых, дать оценку перспективам развития промышленного потенциала и транспортной инфраструктуры арктических территорий.

#### **Ключевые слова:**

*Арктика, Тиман, Урал, Пай-Хой, геология, петрография, минерагения, стратиграфия, палеонтология, экономика*

#### **Abstract**

Age constrains of forming conditions of the Upper PreCambrian deposits of the Timan, Kanin Peninsula, Northern Urals, and Pay-Khoy are determined on the basis of new geochronological data and structural studies. It is discovered that the Parikvas'shor Formation is the youngest straton of the Kharbey Complex. The structural-textual, material and petrochemical characteristics of the volcanogenic and sedimentary Late Riphean associations of the Ochetyvis Fm. and Upper Vendian – Early Cambrian Enganape Fm. of the Polar Urals are compared. The late PreCambrian magmatic associations of the northwestern Pay-Khoy are assigned to the volcanic arc supra-subduction conditions. The data obtained indicate the need to re-evaluate the Pre-Cambrian stratigraphic schemes of the region.

New data on the composition, formation conditions, and age of the Proterozoic and Palaeozoic basic and alkaline magmatites and veins were obtained for the Middle and Northern Timan. It is proved that the rocks of the Upper Riphean metadolerite association, Upper Riphean-Vendian alkaline ultrabasic Chetlas Complex, Late Devonian basalts and dolerites of the Kanin-Timan Complex, and Early Permian high-potassium alkaline magmatic manifestations belong to the plum formations.

In the Palaeozoic of the Pay-Khoy and North Urals region, the event-stratigraphic approach allowed us to identify the interfacial correlation levels and substantiate changes in local and regional stratigraphic schemes.

Various biotopes of the Devonian Delta have been reconstructed in the North Timan, including one of the oldest forests on the planet. The remains of a tetrapod, an exceptionally primitive and miniature

genus of the oldest land vertebrates, were also found there.

Specific features of vegetation and microteriofauna development in the Late Glacial and Holocene periods in the Circumpolar Urals are revealed.

The mineral resource base and prospects of its development in the Vorkuta reference zone of the Arctic and adjacent territories are characterized. The issues of ensuring the raw material base of coal mining, the development of coal-chemical processing plants, and the development of coalbed methane reserves are considered.

The prospects of the territory in relation to the search for oil and gas deposits, as well as unconventional sources of hydrocarbons – gas hydrates – are shown. Exploration and development of depos-

its of chrome ores, barite, gold, fluorite, vein quartz, fresh and mineral underground waters have real potential. The development of deposits, construction mineral raw materials and the creation of a new economic sub-sector on their basis – the Arctic housing construction – has a great socio-economic effect. Based on a comprehensive analysis of the mineral resource base, assessment of the prospects for the development of industrial potential and transport infrastructure, the Pan-Arctic functions of the Vorkuta reference zone are specified.

**Keywords:**

*Arctic, Timan, Urals, Pay-Khoy, geology, petrography, minerageny, stratigraphy, palaeontology, economy*

**Введение**

Среди вопросов, от решения которых во многом зависит существенное продвижение в познании геологического строения и истории геологического развития, современного состояния и перспектив наращивания минерально-сырьевой базы субарктической области европейского Северо-Востока и которые были в центре внимания геологов ФИЦ «Коми НЦ УрО РАН» в последние годы, выделим следующие, как наиболее актуальные на сегодняшний день: уточнение глубинного строения Печорской плиты; корректная оценка возрастных рубежей докембрийских образований и особенно нижней возрастной границы рифейских отложений Тимано-Канинской гряды, севера Урала и Пай-Хоя, а также временного интервала формирования коллизионного орогена Протоуралид-Тиманид и времени заложения Палеоуральского океана; идентификация и изучение магматических комплексов, связанных с плюмовыми процессами; выявление и изучение важнейших биогеологических событий в фанерозойской истории региона, в особенности имеющих высокий корреляционный потенциал; установление закономерностей размещения полезных ископаемых; изучение состояния и структуры минерально-сырьевой базы угледобычи, нефтегазодобывающей промышленности, черной и цветной металлургии, высокотехнологичных отраслей, добычи и использования пресных и минеральных подземных вод; обоснование новых направлений поисков, оценки, вовлечения в промышленное освоение ресурсов стратегического и экономически важного минерального сырья; прогноз новых районов и зон нефтенакпления, добычи и переработки трудноизвлекаемых запасов углеводородного сырья; выделение минерально-сырьевых центров, районов нового промышленного освоения, создания и развития транспортной магистральной инфраструктуры, согласованных с планами развития сети особо охраняемых природных территорий и встроенных в генеральные планы социально-экономического развития территорий.

Ниже приводятся результаты исследований, которые вносят заметный вклад в решение перечисленных выше вопросов.

**Региональная геология**

1. В структурах Уралид и Тиманид установлены фрагменты нижнедокембрийского основания. Однако их точная возрастная привязка и стратиграфическая последовательность, слагающих эти фрагменты (метаморфические комплексы) толщ, остается неясной. Одним из наиболее крупных фрагментов нижнего докембрия не только в складчатых структурах европейского Северо-Востока, но и в пределах всего Тимано-Уральского региона является харбейский метаморфический комплекс Полярного Урала, слагающий одноименный тектонический блок, обнажающийся на площади более 2000 кв. км.

Взаимное расположение в разрезе свит, выделяемых в составе комплекса, является предметом давних и острых дискуссий. Узловым в решении этой проблемы является вопрос о стратиграфической позиции париквасьшорской свиты, которая занимает центральную часть Харбейского блока. При этом одни исследователи считают, что эта свита – наиболее древняя в составе харбейского комплекса и слагает архейско-нижнепротерозойский Париквасьшорский выступ [1], другие придерживаются альтернативного представления о синклинальном залегании париквасьшорской свиты, подстилаемой нижнепротерозойскими гнейсами и амфиболитами, известными как лаптаюганская и ханмейхойская свиты [2, 3].

В результате изучения макро- и микроструктур было установлено, что начиная с этапа формирования изоклинальных складок (первый этап деформации для пород париквасьшорской свиты и второй – для пород ханмейхойской и лаптаюганской свит), структуры всех трех стратонов развивались совместно. Установленные геологические взаимоотношения, различия в уровне метаморфизма пород и характере складчатости приводят к выводу,

что париквасьшорская свита является наиболее молодым стратонем харбейского комплекса, слагающим Париквасьшорскую синклиналь. Судя по данным о возрасте метаморфогенного циркона из гнейсов париквасьшорской свиты (1 896 млн лет), весь разрез харбейского комплекса относится к нижнедокембрийским образованиям. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что в составе рассматриваемого комплекса существенно метабазитовые породные ассоциации вверх по разрезу сменяются переслаивающимися амфиболитами и парагнейсами и далее высокоглиноземистыми кристаллическими сланцами и кварцитами. Установленная последовательность метаморфических толщ, слагающих харбейский комплекс, и имеющиеся данные об их возрастных ограничениях, выводят на новый уровень решение вопросов расчленения и корреляции разрозненных фрагментов нижнедокембрийского основания в структурах Уралид и Тиманид.

2. Возрастной интервал тимано-североуральского верхнего докембрия традиционно сопоставляется с рифеем в стратотипическом разрезе Башкирского антиклинория Южного Урала [4–6]. Здесь также, как и в стратотипе, выделяются нижне-, средне-, верхнерифейские и вендские отложения.

В последнее десятилетие работами многих геологов и, прежде всего, сотрудников ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН показано, что в разрезе тимано-североуральского докембрия, в отличие от более южных районов Урала, отсутствуют отложения нижнего и существенной части или всего разреза среднего рифея. Современное состояние вопроса недавно рассмотрено в статье [7]. Тем не менее, проблема нижней возрастной границы рифейских отложений рассматриваемого региона, связанная с решением вопроса о времени заложения позднедокембрийской (тиманской) пассивной окраины, а также слабо разработанные вопросы реконструкции палеогеодинамических обстановок формирования рифейских толщ, остаются весьма актуальными.

В последние годы на основании анализа структурно-текстурных, вещественных и петрохимических характеристик вулканогенно-осадочных позднерифейских образований очетывисской и ранневендско-раннекембрийской енганепэйской свит Полярного Урала, установлено, что терригенная часть очетывисской свиты является фаціальным аналогом нижней (вендской) части енганепэйской свиты, а следовательно, существует широтная и временная дифференциация развития территории – тектоническая стабилизация и морское осадконакопление началось в северных районах Полярного Урала, со временем захватывая более южные области. Полуторакилометровый непрерывный разрез енганепэйской свиты отражает постепенную смену тектонического режима, климатических условий, источников поступления обломочного материала и повышение седиментационной зрелости осадка [8].

Получены новые данные по петрографии, минералогии, геохимии и геохронологии верхнедокембрийских вулканогенных и вулканогенно-оса-

дочных образований Амдерминского поднятия северо-западного Пай-Хоя: карбонатной амдерминской свиты и вулканогенно-осадочных морозовской и сокольнинской свит [9, 10]. Установлено следующее: 1) позднедокембрийские магматические образования северо-западного Пай-Хоя формировались в островодужной надсубдукционной обстановке и обстановке задугового спрединга; фактические данные свидетельствуют о существовании двух пространственно разобщенных палеодуг: породы морозовской свиты представляют собой фрагменты позднерифейской Морозовской палеоостровной дуги и области задугового спрединга, а вулканы сокольнинской свиты являются реликтами более молодой Сокольнинской палеоостровной дуги рифейско-вендского возраста; 2) низкотитанистые базальтоиды морозовской и сокольнинской свит образовались из сходных по составу верхнемантийных источников с примесью субдукционной компоненты; высокотитанистые базальты морозовской свиты сформировались из более глубинного мантийного источника с примесью рециклированной компоненты; 3) фракционная кристаллизация являлась основным механизмом эволюции расплавов, из которых были сформированы магматические породы морозовской и сокольнинской свит основного состава; 4) получены первые результаты U-Pb датирования магматических и детритовых цирконов, которые приводят к заключению, что отложения сокольнинской свиты могли накапливаться не раньше конца позднего рифея, а амдерминская свита является наиболее молодой толщей (позднерифейско-вендской) в докембрийском разрезе Амдерминского поднятия.

Установленные возрастные ограничения и условия формирования верхнего докембрия Тимана, п-ова Канин, севера Урала и Пай-Хоя свидетельствуют о необходимости переоценки используемых в настоящее время схем стратиграфии этих районов и должны учитываться при проведении региональных геологических исследований, геолого-съемочных и поисковых работах.

3. Исследованиям в области плюм-тектоники и вопросам связи магматизма с плюмами должно внимание в нашем регионе стало уделяться только в последнее десятилетие. В рифейско-фанерозойской истории Урала в настоящее время с разной степенью обоснованности выделяется более 10 плюмовых эпизодов [11]. На европейском Северо-Востоке и особенно в его Канино-Тиманской части связь многих магматических комплексов с плюмами и суперплюмами представляется весьма вероятной. К плюмовым образованиям могут относиться породы верхнерифейского метадолеритового комплекса, верхнерифейско-вендские щелочно-ультраосновные породы четласского комплекса, позднедевонские базальты и долериты канино-тиманского комплекса и раннепермские проявления высококалийного щелочного магматизма. В последнее время новые данные о составе, условиях образования и возрасте протерозойских и палеозойских основных и щелочных магматитов и жильных образований, связанных с щелочно-ульт-

раосновными породами, получены для Среднего Тимана [12, 13 и др.]. Новыми материалами пополнилась коллекция по базитовому магматизму труднодоступной части Тимано-Канинской гряды – п-ову Канин [14]. К настоящему времени изучены породы гипабиссальной фации даек долеритов и эффузивной фации покровов базальтов канино-тиманского комплекса, распространенных в центральной части (реки Горелая, Тальбей, Падлей, Менсейяха, Мурсеяха) и на юго-востоке полуострова (побережье Чешской губы, бассейн р. Б. Ойва, р. Немазямаяха). В результате исследований минерального состава пород установлено, что долериты центра и юго-востока полуострова отличаются между собой по глубине кристаллизации пород и скорости остывания расплава. Помимо этого установлена зональность в телах дайковой серии, которая выражается в изменении химического состава пироксенов в зависимости от их расположения в теле. При общем сходстве, базальты и долериты имеют некоторые различия минерального и химического составов, что, вероятно, связано с эволюцией девонского магматического очага и процессами магматической дифференциации.

4. В результате комплексных исследований осадочных последовательностей палеозоя севера Урала, Приуралья и Пай-Хоя выделены интерфациальные корреляционные уровни, отвечающие следам глобальных геологических событий. Уровни охарактеризованы изменениями в составе отложений, комплексов органических остатков, а также вариациями изотопного состава углерода и кислорода карбонатов. Наибольшим корреляционным потенциалом обладают геологические события, связанные с крупными гляциоэвстатическими колебаниями уровня моря, которые отражаются на особенностях осадконакопления, изотопном составе морской воды, а также распределении и эволюции биоты. Благодаря своей природе, следы таких событий являются надежными интерфациальными корреляционными уровнями с высокой степенью изохронности, превосходящей изохронность границ биостратиграфических подразделений.

В нижнем палеозое Североуральского региона событийно-стратиграфический подход позволил обособить изменения в региональной стратиграфической схеме силура. Выделен новый войвывский горизонт в нижнем силуре [15]; выявлен стратиграфический перерыв в конце лудлова [16]. На Тимане и Приполярном Урале в разнофациальных разрезах уточнена характеристика границы среднего и верхнего девона, проведение которой в регионе уже три десятилетия является дискуссионным [17, 18].

Результатом мультидисциплинарных исследований геологических событий палеозоя Пай-Хоя стало создание обновленной стратиграфической схемы силурийско-каменноугольного интервала, в которой для интерфациальной корреляции использованы следы глобальных и региональных событий [19].

Региональные изотопно-стратиграфические исследования в верхнедевонско-каменноугольном

интервале позволили идентифицировать в разрезах Тимано-Печорского бассейна ряд изотопных аномалий по карбонатному углероду, обеспечивающих региональную и глобальную корреляцию [20–22].

Использование событийно-стратиграфических корреляционных уровней различной природы позволяет компенсировать недостатки биостратиграфического метода, обусловленные жестким экологическим контролем распределения организмов, и, как следствие, фациальным контролем распределения органических остатков.

Основываясь на известных палеонтологических находках и разработанной нами модели осадконакопления нижнепермских терригенных отложений двух крупных тектонических структур Пай-Хоя Коротайхинской (юго-запад) и Карской (северо-восток) впадин, предложена схема корреляции подугленосных отложений и сделан вывод о принадлежности отложений Карской впадины не к Предуральскому краевому прогибу, а к Западно-Уральской мегазоне.

Выявлены особенности развития растительности и микротириофауны в позднеледниковье и голоцене на Приполярном Урале на территории национального парка «Югыд ва». Тундроподобные позднеледниковые растительные ассоциации и сообщества грызунов, существовавшие в разные интервалы позднеледниковья, поэтапно трансформировались в голоценовые лесные экосистемы. В пребореале еще существовали сообщества тундрового облика, а повсеместное распространение лесов произошло в бореальном периоде голоцена [23].

На Северном Тимане реконструированы разнообразные биотопы девонской дельты, в том числе одни из древнейших на планете лесов, произраставших на ее берегах. Появление здесь древнейших лесов создало уникальные условия, которые способствовали возникновению первых на планете наземных позвоночных животных. Здесь в девоне обитал древнейший тетрапод, которого предвременно можно считать представителем сестринской группы по отношению ко всем остальным четвероногим животным, а также сделать вывод о том, что процесс приспособления позвоночных животных к жизни на суше и их экологическая диверсификация начались намного раньше, чем считалось до недавнего времени [24, 25]. Установление обширной девонской дельты и реконструкции биотопов, как и первые результаты исследований нового, исключительно примитивного и миниатюрного рода древнейших наземных позвоночных, являются новыми, абсолютно уникальными и чрезвычайно ценными результатами мирового уровня.

### **Минерально-сырьевые ресурсы, минерагения**

1. Изученность и освоенность минерально-сырьевой базы субарктической области европейского Северо-Востока остается низкой.

Наибольшее экономическое значение в Печорском угольном бассейне по-прежнему остается за месторождениями высококачественного коксующегося угля. Государственным балансом учитываются запасы Паэмбойского, Хальмерьюского, Верх-

несырьягинского, Нижнесырьягинского, Воркутского, Воргашорского, Юньягинского, Усинского, Сейдинского месторождений, разрабатываются Воркутское, Воргашорское месторождения (шахты Заполярная, Воркутинская, Воргашорская, Комсомольская). Открытым способом дорабатываются запасы Юньягинского месторождения (разрез Юньягинский).

Ресурсы углей Воркутинского района Республики Коми и Ненецкого автономного округа категории  $P_1+P_2+P_3$  составляют 175.7 млрд т, из них коксующихся – 20.8 млрд т, запасы категории  $A+B+C_1$  – 5.2 млрд т, из них коксующихся – 2.9 млрд т. При этом ресурсы углей в Ненецком автономном округе несколько выше, чем в Воркутинском районе, однако это преимущественно энергетические угли, большая часть из которых сосредоточена на Верхнероговском месторождении (угли бурые и переходные от бурых к длиннопламенным каменным).

Значительные ресурсы коксующихся углей локализованы на Янгарейском и Нямдинском месторождениях. В результате геологоразведочных работ, проведенных АО Северо-Западное ПГО на Силловской площади, установлены зольные и высокозольные (14.4–47.8 %, преобладают 23.8–36.3 %), низкосернистые (0.14–0.67 %, преобладают значения 0.21–0.39 %), высококалорийные (30.12–32.93 МДж/кг) угли, относящиеся к дефицитным маркам Ж, КЖ, К.

В то же время, исходя из современных реалий мирового рынка, требуется дополнительная переоценка кондиций, так как значительная часть запасов, подготовленных для промышленного освоения, заключена в тонких пластах, и при переоценке по новым кондициям во многих случаях будет переведена в забалансовые.

Для создания надежной сырьевой базы в Воркутском районе необходимо, помимо доизучения флангов и глубоких горизонтов действующих шахт, провести поиски и оценку новых полей в Хальмерьюском и Коротаихинском районах, выполнить переоценку южного блока шахты «Воргашорская», оценить возможность отработки запасов шахты №33 самостоятельно или через шахту «Заполярная» (100 млн т) и возможность доработки запасов шахты «Северная» со стороны шахты «Комсомольская». Это позволит продлить срок работы действующего угледобывающего предприятия более, чем на 25 лет. Кроме того, необходимо расширить проведение поисково-оценочных работ в Коротаихинском угленосном районе, в частности, на Силловской площади и Янгарейском месторождении. Перспективным является освоение открытым способом участков Юньягинского, Верхнесырьягинского, Нижнесырьягинского, Сейдинского и других месторождений.

Остается актуальной проблема поиска новых направлений использования угля и развитие углехимии, что отмечается на протяжении уже многих лет [26 и др.]. На основе углей Печорского бассейна могут быть получены, в частности, синтетическое жидкое топливо, синтез-газ, различные смолы, фенолы, парафины, воски, бездымные, обеззоленные и активированные угли, компоненты для производства электродных изделий для метал-

лургии и другие продукты. Для этих целей эффективно использование углей марок Б, Б–Д, Д, ДГ, Г, ГЖО, Ж.

В качестве одного из самых перспективных направлений в углепереработке выбрано получение обеззоленных углей (так называемых гиперуглей). Принципиальные возможности получения обеззоленного топлива рассматривались в работах [27, 28 и др.]. Изучено химическое строение горючей массы углей Печорского бассейна разных стадий метаморфизма, установлено «наследование» гиперуглем химических особенностей исходного угля, а также закономерные отличия состава угля и получаемого из него беззольного экстракта.

В связи с этим важной задачей представляется изучение возможности освоения крупного Сейдинского месторождения каменного угля. Значительное увеличение сырьевой базы возможно за счет вовлечения в добычу и переработку каменных углей печорской серии, а расширение – за счет добычи бурых углей (Верхнероговское, Неченское, Шарью-Заостренское месторождения, Берганты-мыльская площадь).

Актуальна проблема каптирования и утилизации шахтного метана, как и самостоятельная его добыча. Прогнозные ресурсы метана в угольных пластах Печорского бассейна составляют 1 942 млрд м<sup>3</sup>, в том числе 600 млрд м<sup>3</sup> – сосредоточено в Воркутском углепромышленном районе [29 и др.]. Ресурсный потенциал позволяет организовать добычу газа в объеме 1.0–1.5 млрд м<sup>3</sup>/год. В настоящее время дегазационными установками извлекается только 200 млн м<sup>3</sup>/год, а утилизируется 120–150 млн м<sup>3</sup>/год.

Районами с промышленной нефтегазонасностью, где ведется добыча УВ сырья и активно проводятся геологоразведочные работы, являются Усинский, Интинский Республики Коми и территория Ненецкого автономного округа. Приоритетными направлениями в этих районах определено дальнейшее изучение северной части Ижма-Печорской впадины, Малоземельско-Колгуевской моноклинали, Коротаихинской и Косью-Роговской впадин, совместно с грядой Чернышева, Денисовской впадины, севера Хорейверской впадины.

Наряду с активно осваиваемыми нефтегазонасными районами, также перспективны в отношении поисков залежей нефти и газа Воркутинский район и территории, тяготеющие к нему. В этот ареал входят территории Коротаихинского, Воркутского и Кочмесского нефтегазонасных районов. К глубокому бурению подготовлены Сырьягинская, Верхнесырьягинская и Верхнесырьягинская–II структуры. В Воркутском районе на территории Ненецкого автономного округа находится Падимейское нефтяное месторождение, установлены Ярвожская и Западно-Ярвожская локальные структуры. Предварительно оцененные (прогнозируемые) ресурсы нефти категории  $D_2$  составляют около 50 млн т, свободного газа – 160 млрд м<sup>3</sup>. Перспективы поисков промышленных месторождений нефти и газа связаны, главным образом, с зонами развития органогенных построек позднедевонского

возраста и со структурами их облекания, со средне-визейско-нижнепермскими отложениями внутреннего борта Косью-Роговской впадины, с зонами развития в них органогенных построек различного типа.

Крайнее истощение сырьевой базы, связанное как со значительной степенью выработки запасов (до 80 %) на эксплуатируемых месторождениях, так и с отсутствием фонда новых месторождений газа, подготовленных к разработке, вызывает интерес к изучению в числе нетрадиционных источников углеводородного сырья газогидратов.

О возможности газогидратообразования в рассматриваемом регионе указывалось неоднократно в работах А.И.Галкина, Е.С.Баркана, С.П.Никитина, Н.Н.Тимониной и других исследователей. Проведенными в ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН исследованиями установлены условия формирования и характер распространения зон возможного образования газовых гидратов. Максимальной глубины зоны возможного гидратообразования достигают в Коротайхинской впадине (1500 м), также значительные величины (1000–1200 м) определены в северных районах Хорейверской впадины и вала Сорокина. Ресурсы газа в зонах возможного гидратообразования могут составить 700–800 млрд м<sup>3</sup>. Они включают в себя потенциальные ресурсы газа в свободных газовых скоплениях, приуроченные к объему зоны до ее образования, газ, мигрирующий при неотектонических подвижках из нижних горизонтов в охлажденные зоны и накапливающийся в них, а также незначительную часть водорастворенного газа, перешедшего вначале в свободное и затем в гидратное состояние при изменении равновесных условий. Все перечисленные составляющие потенциального газового баланса в зоне гидратообразования в достаточной мере спорны при оценках и нуждаются в дальнейших методических исследованиях, а также анализе имеющейся информации.

Для более качественного прогноза территории на уголь, газ или жидкие углеводороды в Институте геологии выполняется структурно-тектоническое моделирование геологического строения, проводятся исследования, направленные на создание современной стратиграфической основы прогнозно-поисковых работ, реконструкция истории палеотектонического развития территории и палеопрогрева осадочных толщ, определение катагенетической преобразованности и нефтегазоматеринского потенциала органического вещества [30, 31], комплексное геохимическое изучение нефтей и нефтегазоматеринских пород [32, 33], изучение условий формирования и структуры порового пространства пород-коллекторов в терригенных и карбонатных нефтегазоносных комплексах [34, 35].

2. В пределах изучаемой территории выделяются две крупные минерагенические зоны – Полярно-Уральская и Вайгач-Пайхойская, которые, в свою очередь, делятся на рудные узлы и поля. К числу основных полезных ископаемых относятся хром, марганец, медь, никель, свинец, цинк, золото, бариты, флюорит [36].

К перспективным для проведения прогнозно-поисковых работ относятся Хойлинско-Лагортин-

ский хромитоносный, Кара-Силовский марганцевоносный районы, а также Центральнопайхойская зона развития платиноидно-медно-никелевой минерализации, Манитаньрдский золоторудный район, Карская алмазоносная астроблема. Эти районы и локализованные в их пределах месторождения полезных ископаемых в настоящее время изучаются специалистами Института геологии.

В пределах Хойлинско-Лагортинского рудного узла выявлены Хойлинское, Кечьпельское, Юньягинское, Водораздельное, Харотское проявления. По авторским оценкам ресурсы хромовых руд Хойлинско-Лагортинского узла составляют около 90 млн т.

В юго-восточной части Пай-Хоя выделяется Кара-Силовский рудный узел, включающий проявления карбонатных и оксидных руд марганца и железа (Юбилейное, Нядейское и др.), связанных с зонами дробления кремнистых сланцев верхнего девона. Мощность рудных зон составляет 150–200 м, мощность отдельных пластов – 1–5 м. Содержание марганца в рудах достигает 40 %. Ресурсы марганцевых руд по категории P<sub>2</sub>+P<sub>3</sub> оцениваются в 120 млн т.

Формирование и развитие Парнокского железорудного минерально-сырьевого центра предусмотрено Стратегией развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 г., однако для реализации этой цели необходимо провести геологическое доизучение перспективных площадей, прилегающих к участку «Магнитный–1» (Магнитный–2, Усть-Пачвожский, Восточный, Дальний, магнитной аномалии «Южная») и геолого-технологическую оценку руд, особенно карбонатных и силикатно-карбонатных, относящихся к основному промышленному типу.

На Полярном Урале выявлен целый ряд проявлений меди, относящихся к типу медистых песчаников. Наиболее крупным является Саурипейское проявление, локализовано в песчаниках манитаньрдской свиты нижнего ордовика. Рудоносный горизонт прослежен на 2.5 км по простиранию при мощности 110 м. Рудные тела имеют линзовидную форму. Их мощность колеблется от 0.7 до 14.7 м. Рудные минералы представлены самородной медью, халькопиритом, малахитом, ковеллином, купритом, халькозином, борнитом. В качестве попутного компонента присутствует серебро. Содержание меди в рудах достигает 2–2.5 %, серебра – 150–200 г/т. Суммарный рудный потенциал составляет 1.45 млн т меди и 5.3 тыс. т серебра. Дано обоснование целесообразности оценки рудопроявления. Выполнен сравнительный анализ добычи и переработки руд различными способами – подземного и наземного кучного выщелачивания, использования различных реагентов – сернокислых растворов, сульфатов железа, хлоридов, получения различной товарной продукции – флотогравитационных концентратов, цементационной меди, катодной меди. Проведены лабораторные эксперименты по замене серной кислоты растворителями на основе сульфата железа, возможно применение хлоридной технологии [37].

В центральной зоне Пай-Хоя широко развита кобальт-медно-никелевая минерализация, связанная с дифференцированными интрузиями основного состава. Рудные зоны прослеживаются по простиранию до 700 м. Их мощность колеблется от 5 до 20 м. Выявлены рудопроявления Дальнее, Длинное, Крутое, Малое, Северное, Первое и другие. Главными рудными минералами являются пентландит, халькопирит. Содержание меди в рудах достигает 0.62, никеля – 0.37, кобальта – 0.034 %. В ассоциации с минералами меди и никеля находятся минералы платиновых металлов, самородные, золото, серебро [38].

Для Пай-Хоя характерна гидротермально-метасоматическая флюоритовая минерализация. Выделяется несколько флюоритовых районов: Амдерминский, Среднепайхойский, Южнопайхойский.

Приполярный Урал наряду с Южным Уралом и Прибайкальем остается важнейшим регионом высококачественного кварцевого сырья. Здесь располагаются крупнейшие в России месторождения горного хрусталя и жильного кварца. В Республике Коми государственным балансом учтены пять месторождений (Желанное, Николайшор, Северная Лапча, Пелингичей и Омегашор).

Наиболее перспективными на Приполярном Урале являются Желаннинский и Неройский районы, в пределах которых находятся месторождения Желанное и Додо со значительными запасами гигантозернистого в разной степени прозрачного жильного кварца. Кроме того, заслуживает внимания Няртинский район, характеризующийся широким развитием жил гранулированного кварца.

Жильный кварц – крупно-гигантозернистый, молочно-белый, от полупрозрачного до прозрачного, трещиноватый, с незначительным количеством микропримесей. Используется для производства кварцевого стекла и синтеза искусственных кристаллов.

Горный хрусталь месторождения Желанное характеризуется высокой химической однородностью, низким содержанием микропримесей, используется в промышленности для получения кварцевого стекла и как пьезосырье. Средний размер кристаллов горного хрусталя и дымчатого кварца составляет 5–10 см по удлинению, 2–50 см в поперечнике, вес от 3 до 30 кг, максимальные 200–300 кг и выше. Также развиты цитриновые и дымчато-цитриновые разности кристаллов в Восточной зоне. Коллекционный интерес представляют щетки и друзы, нередко музейного качества.

Сложнее дело обстоит с особо чистым кварцевым сырьем, в первую очередь – с его высшими сортами. Такое сырье должно иметь светопропускание не менее 80 % и содержание элементов-примесей не более 25 %, что соответствует сорту кварцевых концентратов не ниже КГО-3. Этим требованиям наиболее соответствуют горный хрусталь 1 сорта и прозрачный жильный кварц высшего сорта.

Самостоятельные месторождения с таким качеством сырья в России неизвестны, а на известных месторождениях доля такого кварца составляет не более 1–2 %. Так, на самом крупном месторож-

дении Желанное среднее содержание прозрачного жильного кварца высшего сорта составляет всего 0.2 %. К тому же такой кварц рассеян в кварце более низких сортов и его селективная добыча практически невозможна.

Основным путем решения данной проблемы являются поиски месторождений кварца повышенной чистоты, аналогичным месторождениям США, Индии, Бразилии. В качестве одной из наиболее перспективных площадей является Манитаньрдская. Здесь ранее проведенными геолого-съёмочными работами (1980-е гг.) и поисковыми на горный хрусталь (1950–1960-е гг.) выявлены многочисленные небольшие проявления горного хрусталя, связанные с кварцевыми жилами средних размеров. Площадь была признана бесперспективной на пьезокварц, на прозрачный жильный кварц она не оценивалась.

По результатам полевых работ, проведенных в 2009–2010 гг. Институтом геологии, были околонтурены новые и подтверждены выделенные ранее участки локализации кварцевых жил. В ходе маршрутных геологических исследований, выполненных в масштабе 1:25 000, выявлено и изучено около 100 точек минерализации, в которых жильный кварц представлен жилами в коренном залегании или их развалами. В некоторых жилах крупнозернистый и гигантозернистый кварц представлен в значительной массе прозрачными и полупрозрачными разновидностями. Параметры жил определяются в границах от 0,1–0,5 до 1,0 м по мощности и от 20–50 до 200 м по протяженности. Основной состав жил – мономинеральный кварцевый, с преимущественным развитием средне-крупнозернистого молочно-белого кварца. Выявлены зоны осветления (возможно, вторичной перекристаллизации, грануляции), связанные с кварцевыми песчаниками манитаньрдской серии.

К числу основных коренных золоторудных месторождений и проявлений относятся Няюское, Няхойское, Дальнее (Полярный Урал), Чудное, Нестеровское, Синильга, Караванное, Лемвинское (Приполярный Урал). Золотоносными в основном являются гидротермальные кварцевые, кварц-сульфидные жилы, зоны прожилково-вкрапленной и вкрапленной сульфидной минерализации, метасоматиты и развивающиеся по ним коры выветривания [39].

Большой интерес представляет платиноидная, золото-палладиевая, золото-платино-палладиевая минерализация. В Кожимском районе Приполярного Урала в зоне межформационного контакта уралид и доуралид находятся золото-палладиевые месторождения – Чудное и Нестеровское [40 и др.]. Золото и минералы платиновых металлов (мертиит, атенеит) связаны в основном с тонкими фукситовыми прожилками в риолитах позднего рифея-венда и участками фукситизации в кварцевых конгломератах верхнего кембрия-нижнего ордовика.

На Полярном Урале в ультрабазитах и хромовых рудах Войкаросыньинского, Райизского и Сыумкеуского массивов отмечаются минералы платиновых металлов, золото, медь, известные медно-зо-

лото-платино-палладиевые проявления. Можно предполагать существование зон развития эпигенетической палладиевой, золото-палладиевой, медно-золото-палладиевой минерализации, контролирующихся разрывными нарушениями и наложенных как на ультрабазиты, так и на хромовые руды.

На Пай-Хое золото-платиноидная минерализация связана с участками развития магматогенной медно-никелевой минерализации в габбро-долеритах верхнего девона [38]. В ассоциации с сульфидами находятся самородные золото, серебро, медь, кобальт, свинец и минералы платиновых металлов.

Институтом геологии совместно с АО Северо-Западное ПГО (АО Росгеология) подготовлено геолого-экономическое обоснование для проведения поисково-оценочных работ на золото в Енганелз-Манитаньрдском районе Полярного Урала. Это наиболее крупный, открытый для геологоразведочных работ район в европейской части России. Здесь выделен Нияхойский золоторудный узел, а в его границах – Нияхойское и Верхняяньюское золоторудные поля. Известно одно мелкое по запасам месторождение коренного золота Верхняяньюское-2, несколько крупных рудопоявлений (Верхняяньюское-1, Нияхойское-1, 2 и Ягодное, более 10 пунктов минерализации). В северной части площади установлена россыпь Естошор. Программой геологоразведочных работ предполагается выявление объектов двух геолого-промышленных типов, со вмещенных в пространстве: золотоносных кор химического выветривания и золото-сульфидно-кварцевых руд в минерализованных зонах. Ожидаемые прогнозные запасы и ресурсы золота:  $C_2$  – 3.4 т, кат.  $P_1$  – 5 т,  $P_2$  – 15–20 т,  $P_3$  – 100–300 т. Содержание золота в рудах – 3–6 г/т. Изучена минералогия руд, установлены особенности самородного золота, свидетельствующие о формировании проявлений золоторудных полей в единой гидротермальной системе [41].

Среди подготовленных к эксплуатации месторождений особое место занимают месторождения барита. На Пай-Хое выделяется Карский баритоносный узел, в пределах которого выявлено несколько баритовых проявлений (Карское и др.). Баритовые залежи приурочены к карбонатным породам нижнего карбона и имеют пластовую форму. Ресурсы баритовой руды категории  $P_3$  составляют около 15 млн т. На Полярном Урале выделен Собско-Пальникский баритоносный район. Здесь находятся Хойлинское рудное поле с Хойлинским месторождением и Малохойлинским проявлением и Пальникское рудное поле с Пальникским проявлением.

На Хойлинском месторождении выявлено три крупных баритовых тела (Восточное, Центральное, Западное) протяженностью до 1500 м при мощности до 40 м. Рудные тела почти полностью сложены голубовато-серым, темно-серым баритом. Запасы баритовых руд категорий  $B+C_1+C_2$  оценены в объеме 9.2 млн т, запасы  $BaSO_4$  – 6.8 млн т. Запасы баритовой руды в контурах участка, подготовленного для открытой разработки составляют 2.1 млн т (1.79 млн.т  $BaSO_4$ ). Разработка месторождения велась эпизодически ЗАО «Хойлинский ГОК» с 1998 г. по 2009 г.

По вещественному составу руды Хойлинского месторождения являются существенно баритовыми с небольшой примесью кварца и кальцита. Средние содержания  $BaSO_4$  по рудным телам в контурах карьеров изменяются от 84.78 до 86.04 %. Баритовые руды Хойлинского месторождения практически без обогащения соответствуют классу Б маркам КБ-6, КБ-5, КБ-3 и могут использоваться для получения бурового баритового утяжелителя. Отходы добычи и обогащения могут эффективно утилизироваться при производстве цемента. Исходя из анализа проблем, возникших при разработке Хойлинского месторождения, подготовку и реализацию баритовых концентратов целесообразно проводить по следующим основным направлениям: буровой барит (20–30 тыс. т/год), барит для цементного производства и спецбетонов (20–30 тыс. т/год), микробарит для лакокрасочных материалов и химической промышленности (30–40 тыс. т/год), для металлургии (10–20 тыс. т/год), для стекольной промышленности (5–10 тыс. т/год), для ядерной энергетики и гражданской рентгенозащиты (5–10 тыс. т/год), для резинотехнической промышленности (5–10 тыс. т/год). По всем указанным направлениям необходимы технологические исследования и сертификация продукции [42, 43 и др.].

Расширение сырьевой базы баритов возможно за счет доизучения оцененных запасов (кат.  $C_2$ ) Хойлинского и Малохойлинского баритовых месторождений, составляющих в сумме 7.7 млн. т барита, а также прогнозных ресурсов на Хойлинском месторождении (7 млн т кат.  $P_1$ ), Малохойлинском и Пальникском месторождениях (10.9 млн т кат.  $P_1$  и 5.1 млн т кат.  $P_2$ ).

3. В связи с возможным в перспективе гражданским и промышленным строительством, созданием транспортной инфраструктуры в Арктической зоне Российской Федерации изучается сырьевая база минерального строительного сырья. Генеральным планом развития МОГО «Город Воркута» предусмотрена существенная реорганизация территории, с изменением функционального назначения и границ, предусматривающая реконструкцию и строительство новых жилых и промышленных объектов. Серьезная модернизация ожидается в транспортной инфраструктуре – обсуждается возможность строительства электрифицированной железной дороги «Воркута (Хальмер-Ю)–Усть-Кара», протяженностью в пределах МОГО «Город Воркута» 120 км, с тремя реконструируемыми мостами, а также строительство автомобильной дороги федерального значения III категории с капитальным типом дорожной одежды и асфальтобетонным покрытием «Северо-Восток–Полярный Урал» (Сыктывкар–Воркута с подъездом к Нарьян-Мару), реконструкция и расширение дорог в пределах города и между городскими поселками. Выполнение этих мероприятий обуславливает значительный рост потребности в строительных материалах.

Для производства цемента балансом запасов учитывается Воркутинское месторождение карбонатных (известняки и доломиты) и глинистых пород. Правобережный участок месторождения разрабатывается ООО «Карьер». До 2016 г. функциониру-

вал Воркутинский цементный завод, производивший до 450 тыс. т/год цемента. Ресурсный потенциал цементного сырья, наличие дешевых энергоресурсов позволяют организовать производство цемента по новым технологиям (сухим или полусухим способами).

На площадях, тяготеющих к Воркутинскому цементному заводу – юго-западное крыло Изъюровской антиклинали на правом берегу р. Воркуты, Аячягинская антиклиналь, имеются значительные прогнозные ресурсы и запасы сырья, пригодного для производства магнезиальных вяжущих, огнеупоров, каустического доломита, стеновых плит, пенодоломита, фибролита.

По многим свойствам магнезиальные цементы превосходят портландцемент; они обладают эластичностью, стойкостью к действию масел, смазок, органических растворителей, щелочей и солей, обеспечивают высокую огнестойкость и низкую теплопроводность, хорошие износостойкость и прочность при сжатии и изгибе. При строительстве жилых и производственных зданий в Арктике по новым технологиям такие цементы могут применяться при устройстве бесшовных монолитных полов.

Наличие ресурсов качественных известняков, разных источников энергоресурсов (уголь, шахтный метан, природный газ) для их обжига, дает основания для проектирования не только цементных производств, но и производства химически осажденного карбоната кальция (ХОКК). Сегодня ХОКК – один из самых дефицитных и востребованных на внутреннем и внешнем рынках видов минерального наполнителя в бумагу, пластики и лакокрасочные материалы. Исходное сырье для производства ХОКК должно иметь следующий состав (масс. %):  $\text{CaCO}_3$  90.00–96.00;  $\text{MgCO}_3$  0.30–0.80;  $\text{SiO}_2$  2.00–5.00;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  0.30–1.40;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  0.80–1.40;  $\text{SO}_3+\text{P}_2\text{O}_5$  1–2. По результатам проведенных нами исследований таким требованиям удовлетворяют известняки месторождений Воркутинское, Юньягинское, Береговое-1, Береговое-2, а также проявлений, выявленных на крыльях Изъюровской и Аячягинской антиклиналей.

Из известняков Юньягинского месторождения получены образцы химически осажденного карбоната кальция, направленные производителям (Филиал ООО «Омия Урал в г. Сыктывкаре») для сравнительной оценки.

В качестве основы для получения вспененного силиката могут быть использованы природное минеральное сырье (трепел, опока, диатомиты) и техногенное сырье (зола угольных ТЭЦ). Непосредственно в Воркутинском районе располагается Сейдинское месторождение опок с разведанными запасами 4.3 млн т, на границе с Интинским районом – Сармаюское месторождение опок с разведанными запасами 3.5 млн т. Перспективы прироста запасов значительные. Опочки могут использоваться как гидравлическая добавка к цементу, повышающая марочность обычного цемента, или как сырье для производства высококачественного цемента по бесклинкерной технологии. Нами предлагается использовать опочки для получения теплоизоляционных материалов – вспененного силиката или минеральной ваты.

Накопленный объем зольных отходов на ТЭЦ-2 (г. Воркута) составляет 3.5–4.0 млн т. Доказана возможность и высокая эффективность получения из зольных отходов искусственных цеолитов, пеностекла, поризованной керамики [44]. Высокопористое пеностекло и поризованная керамика по совокупности эксплуатационных показателей опережают другие теплоизоляционные материалы. Они имеют низкую плотность (до  $200 \text{ кг/м}^3$ ) и теплопроводность ( $0.07 \text{ Вт/мК}$ ), высокую прочность, относятся к категории влагостойких, негорючих материалов. Эти показатели не изменяются при эксплуатации в условиях низких температур на протяжении десятилетий.

В качестве исходного сырья или добавок для производства пеностекла могут также применяться глины, низкокачественное кварцевое сырье, кварц-каолиновые породы, отходы камнеобработки. Как углеродистая добавка могут быть использованы угли Верхнесырьягинского месторождения (марки Т), технический углерод, производимый Сосногорским ГПЗ (или продукты полукоксования углей), в качестве плавней – природные и искусственные цеолиты, флюорит месторождений Амдерминское, Буреданское, гряда Беляева, гидроалюмосиликаты натрия, образующиеся при переработке титановых руд Ярегского месторождения (АО СИТТЕК), бокситов Среднего Тимана (в перспективе).

Проявление Ния характеризуется крупными ресурсами кварц-каолиновых пород (более 20 млн т), высоким качеством сырья (содержание красящих примесей менее 1 %), пригодного для производства керамической напольной плитки, огнеупорных изделий, кирпича. Каолиновая фракция может использоваться как добавка в пигменты или для производства керамических изделий и огнеупоров, кварцевая составляющая – для производства стекла, пеностекла.

Ранее частными инвесторами были разработаны и предложены инвестиционные проекты по добыче блоков и производству облицовочных изделий на базе месторождений мраморизованных известняков Есто-то, Изъюровское, мощностью 15 тыс.  $\text{м}^3/\text{год}$ .

Таким образом, в пределах Воркутинского района имеется значительный потенциал разнообразного строительного минерального сырья, которое может быть востребовано при реализации социально-экономических, промышленных, инфраструктурных проектов в восточно-европейской Арктике [45].

Территория МОГО «Воркута» обладает большими прогнозными ресурсами подземных вод, оцениваемыми в количестве 3552.5 тыс.  $\text{м}^3/\text{сут}$ , в том числе пермских образований – 1507 тыс.  $\text{м}^3/\text{сут}$ . Проблема водопользования и обеспечения населения г. Воркуты качественными питьевыми водами сложилась в результате длительного (начиная с промышленного освоения территории в 1930-х гг.) техногенного преобразования гидродинамических и гидрохимических условий природных (поверхностных и подземных) вод. Для водообеспечения Воркутинской агломерации, в состав которой входило 25 шахт (в настоящее время действуют четыре шахты

и один углеразрез) и более 10 поселков (Мульда, Заполярный, Западный, Комсомольский, Воргашор, Промышленный, Юршор, Цементозаводский, Северный, Аяч-Яга, Октябрьский, Горняцкий (Рудник), Южный, Советский), в период с 1962 г. по 1998 г. было разведано 12 месторождений подземных вод.

Сегодня наблюдается снижение общего водопотребления на объектах Воркутинского промышленного района почти в два раза по сравнению с годами наибольшего промышленного развития территории. Потребности города в водах для хозяйственно-питьевых и производственно-технических нужд по состоянию на начало 2018 г. оцениваются в количестве  $\approx 70$  тыс.  $\text{м}^3/\text{сут}$ . Водоснабжение производится в основном за счет поверхностных водозаборов рек Усы и Воркуты и частично за счет подземных вод (пос. Заполярный). Подземные воды (дренажные воды) в объеме около  $\approx 55$  тыс.  $\text{м}^3/\text{сут}$  откачиваются при шахтном водоотливе АО «Воркутауголь». В настоящее время добыча хозяйственно-питьевых подземных вод осуществляется только на трех месторождениях, находящихся за пределами зон влияния шахтного водоотлива. АО «Водоканал» на Западноркутском месторождении осуществляет водоотбор в количестве  $\approx 7$  тыс.  $\text{м}^3/\text{сут}$  для водоснабжения поселков Мульда и Комсомольский, АО «Воркутауголь» на Дозмершорском и Койташорском месторождениях для водоснабжения шахт Воргашорская и Воркутинская добывает не более 5 тыс.  $\text{м}^3/\text{сут}$ .

Запасы подземных вод уже разведанных месторождений подземных вод в районе г. Воркуты (163,36 тыс.  $\text{м}^3/\text{сут}$ ) могут обеспечить требуемый водоотбор и город может быть частично или полностью переведен на снабжение водой из защищенных источников. Эти мероприятия следует осуществить в ближайшее время с учетом предельного износа (более 90 %) Усинского водовода протяженностью почти 30 км.

Минеральные воды также широко распространены на рассматриваемой территории. В пределах поднятий Чернышева и Чернова минеральные воды залегают ниже зоны свободного водообмена на глубинах более 200–700 м, в водоносных зонах трещиноватости пермских–девонских пород. Ресурсы подземных вод повышенной минерализации в районе поднятия Чернова были оценены в 1 300  $\text{м}^3/\text{сут}$ . В зонах разломов минеральные воды выходят на поверхность в виде соленых источников: Табей-Шор, Сала-Ю, Воркутские и другие. В г. Воркута и пос. Рудник имеется также несколько самоизливающихся сероводородными водами скважин. Воды гидрокарбонатно-натриевого состава с минерализацией 0,7–0,9 г/л.

Янейтивисское месторождение лечебных минеральных вод расположено на южном крыле поднятия Чернова в 30 км от г. Воркуты. Запасы утверждены в объемах: кат. А – 432  $\text{м}^3/\text{сут}$ , кат. В – 588  $\text{м}^3/\text{сут}$ . Потребность в лечебно-столовых водах для организации розлива была определена в 50  $\text{м}^3/\text{сут}$ . Подземные воды закарстованных кавернозных, трещиноватых известняков и доломитов каменноугольного возраста имеют сульфатно-хлоридный

кальциево-натриевый состав с минерализацией 2,4–3,2 г/л. Воды Янейтивисского месторождения являются близким аналогом лечебно-столовой Алма-Атинской воды (Курамский источник № 8, Казахстан). Месторождение не было обустроено и не эксплуатируется, требует доизучения для оценки запасов и качества вод. На его базе может быть организовано санаторно-курортное лечение в рамках предлагаемого арктического медико-биологического кластера. Естественные источники соленых вод могут служить объектами туристической деятельности.

4. В соответствии со Стратегией развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 г., утвержденной Указом Президента Российской Федерации 26 октября 2020 года № 645, на европейском Северо-Востоке в состав сухопутных территорий Арктической зоны Российской Федерации включены частично или полностью административно-территориальные образования Республики Карелия, Мурманской области, Архангельской области, Ненецкого автономного округа и Республики Коми. В Республике Коми это муниципальный район Усть-Цилемский и муниципальные образования городских округов Усинск, Инта, Воркута.

На основе проведенного комплексного анализа минерально-сырьевой базы, оценки перспектив развития промышленного потенциала и транспортной инфраструктуры, *конкретизированы пан-арктические функции* Воркутинской опорной зоны [45].

Для Воркутинской опорной зоны выделяются следующие основные направления, в диапазоне которых эти функции могут быть конкретизированы:

- *угольная промышленность* (сохранение угледобычи, развитие глубокой переработки угля);
- *комплексное обеспечение безопасности* (развитие арктической группировки войск, формированияй МЧС, модернизация аэропорта дальней авиации);
- *транспортно-логистический узел* (аэропорты, железные дороги, морские порты, трубопроводные системы);
- *арктическая связь* (волоконно-оптическая линия связи, мобильные телекоммуникационные платформы);
- *арктическое домостроение* (энергоэффективное строительство и эксплуатация зданий, индустрия строительных материалов);
- *полярная наука* (адаптация человека к условиям высоких широт, спортивная медицина, фармацевтика, экология восточно-европейских тундр, мерзлотоведение);
- *полярные кадры* (подготовка кадров в сфере нефтегазового комплекса).

### Заключение

В результате проведенных исследований получены новые данные о геологическом строении, истории геологического развития и минерально-сырьевых ресурсах субарктической области европейского Северо-Востока, включая Печорскую пли-

ту, Приполярный и Полярный Урал, Пай-Хой, Тиман. В частности, показано, что в разрезе тимано-североуральского докембрия в отличие от южных районов Урала, вероятно, отсутствуют отложения нижнего и существенной части или всего разреза среднего рифея. Уточнены условия формирования верхнедокембрийских образований ряда районов. Выявлены признаки связи многих магматических комплексов Канино-Тиманского региона с плюмами. В осадочных отложениях палеозоя выделены интерфациальные корреляционные уровни, отвечающие следам глобальных геологических событий.

Европейский Северо-Восток, включая арктические территории, имеет большое значение для освоения минерально-сырьевого потенциала, прежде всего, ресурсов нефти, газа и угля. Однако сырьевой потенциал региона раскрыт еще далеко не в полной мере. Наряду с рядом районов Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции, где ведется добыча углеводородного сырья, потенциально перспективными являются Воркутинский район и территории, тяготеющие к нему. Приоритетным является изучение северной части Ижма-Печорской впадины, Малоземельско-Колгуевской моноклинали, Коротайхинской и Косью-Роговской впадин. К числу заслуживающих внимания нетрадиционных источников углеводородного сырья относятся метан угольных пластов и газогидраты.

Для развития сырьевой базы угля Печорского бассейна необходимо доизучение флангов и глубоких горизонтов действующих шахт, проведение поисково-оценочных работ в Хальмеръюском и Коротайхинском угленосных районах. В разработку могут быть вовлечены уже подготовленные для этого Усинское, Сейдинское месторождения, участки Верхнесырьягинского, Нижнесырьягинского месторождений. Крайне актуальны проблемы поиска новых направлений использования угля, получения обеззоленных углей, каптирования и утилизации шахтного метана.

К числу основных металлических и неметаллических полезных ископаемых региона относятся хром, марганец, медь, никель, свинец, цинк, золото, бариты, флюорит, высококачественный жильный кварц. Перспективными для постановки прогнозно-поисковых работ являются Хойлинско-Лагортинский (хромовые руды, бариты), Кара-Силовский (марганцевые руды), Карский (бариты), Центральнопайхойский (медно-никелевые руды), Енганепэ-Манитаньрдский (золото) районы. На ранее разрабатывавшемся Хойлинском баритовом месторождении, в пределах которого сосредоточены значительные запасы высококачественного сырья, могут быть возобновлены добычные работы.

В связи с обострившимся в последнее время социально-экономическим положением заполярного города Воркута и выделением арктической Воркутинской опорной зоны проведен анализ ресурсного потенциала этого региона. Разработана стратегия его развития, включающая ряд мероприятий, реализация которых наряду с угледобычей будет способствовать организации новых производств, обеспечит занятость населения и позволит сохранить

этот один из важнейших промышленных центров Российской Арктики.

*Статья подготовлена в рамках выполнения темы НИР «Комплексные исследования Арктики», ГР № АААА-Ф20-120091090071-4.*

#### Литература

1. Геологическая карта России и прилегающих акваторий масштаба 1:2500000 / Главный редактор *Б. А. Яцкевич*. СПб.: ВСЕГЕИ, 2000.
2. Глубинное строение Тимано-Североуральского региона / *А.М. Пыстин, В.Л. Андреев, О.В. Удоротина и др.* Сыктывкар: Геопринт, 2011. 264 с.
3. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:200000. Издание второе. Серия Полярно-Уральская. Лист Q-42-VII, VIII (Обской). Объяснительная записка / *В.А. Душин, О.П. Сердюкова, А.А. Малюгин и др.* СПб.: ВСЕГЕИ, 2014. 384 с.
4. *Стратиграфические схемы* Урала (докембрий, палеозой). Екатеринбург: Уралгеолком, 1994.
5. Рифей и венд европейского Севера СССР / Редакторы: *В.А. Дедеев, В.Г. Гецен*. Сыктывкар, 1987. 124 с.
6. Тиманский кряж. В 2 т. Т. 2. Литология и стратиграфия, геофизическая характеристика земной коры, тектоника, минерально-сырьевые ресурсы / *Н.Д. Цхадая, А.И. Кобрунов, Л.П. Шилов и др.* Ухта: УГТУ, 2010. 427с.
7. *Pystin A. M., Pystina Yu. I., Ulyasheva N. S. Grakova O. V.* U-Pb dating of detrital zircons from basal Post Paleoproterozoic metasediments in the Subpolar and Polar Urals: Evidence for a Cryogenian, not Mesoproterozoic Age // *International Geology Review*. 2020. Vol. 62. No. 17. P. 2189–2202. DOI: 10.1080/002068 14.2019.1689533.
8. *Никулова Н. Ю.* Литология и геохимия допалеозойских песчаников Полярного Урала // Литология осадочных комплексов Евразии и шельфовых областей: Материалы IX Всерос. литологического совещания (с международным участием). Казань, 2019. С.323–324.
9. *Канева Т. А.* Петрогенезис и геодинамика позднедокембрийских вулканитов северо-западного Пай-Хоя // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН. 2016. №12. С. 3–15.
10. *Канева Т. А., Удоротина О. В., Старикова Е. В., Хубанов В. Б.* Оценка нижнего возрастного предела неопротерозойской сокольнинской свиты северо-западного Пай-Хоя на основе U-Pb датирования детритных цирконов // Бюл. Моск. общ-ва испытателей природы. Отд. геол. М.: Изд-во МГУ, 2015. Т. 90. Вып. 6. С. 3–10.
11. *Пучков В. Н.* Плюмы – новое слово в геологии Урала // Литосфера. 2018. Т. 18. № 5. С. 692–706.

12. Голубева И. И., Ремизов Д. Н., Куликова К. В. и др. Геология и вещественный состав раннепермских высококальциевых трахитов эксплозивной субвулканической фации Среднего Тимана // Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. геол. 2016. Т. 91. Вып. 2–3. С. 36–46.
13. Удоратина О. В., Капитанова В. А. Геохронология формирования пород субстрата и руд редкометалльно-редкоземельных месторождений и рудопроявлений на севере Урала и Тимане // Известия Коми НЦ УрО РАН. 2016. № 4(28). С. 86–101.
14. Шмакова А. М. Особенности минерального состава девонских долеритов и базальтов юго-восточной части полуострова Канин // Геология и минеральные ресурсы Европейского Северо-Востока России: Материалы XVII Геологического съезда Республики Коми. Т. II. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2019. С. 122–124.
15. Безносова Т. М., Лукин В. Ю., Мянник П. Возраст горизонтов нижнего силура Европейского Северо-Востока России // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН. 2016. №11. С. 10–14.
16. Безносова Т. М., Матвеев В. А., Соколова Л. В. Биостратиграфический и событийно-стратиграфический рубеж лудлова и пржи-дола на западном склоне Приполярного Урала // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН. 2018. № 11. С.31–37.
17. Soboleva M. A., Sobolev D. B. Conodonts and ostracodes from the Givetian-Frasnian shallow-water deposits of the Southern Timan // Vestnik IG Komi SC UB RAS. 2019. № 10. P. 28–38.
18. Тельнова О. П., Шумилов И. Х. Палинологическая и литологическая характеристики девонских терригенных отложений в бассейне р. Цильма (Средний Тиман) // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2019. Т.27. №1. С. 31–56.
19. Журавлев А. В., Вевель Я. А., Груздев Д. А. Местная стратиграфическая схема верхнего девона и карбона севера Пай-Хоя // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2018. Т.13. №2. [http://www.ngtp.ru/rub/2/19\\_2018.pdf](http://www.ngtp.ru/rub/2/19_2018.pdf) DOI: [https://doi.org/10.17353/2070-5379/19\\_2018](https://doi.org/10.17353/2070-5379/19_2018)
20. Ерофеевский А. В., Журавлёв А. В. Перспективы использования изотопно-стратиграфического метода ( $\delta^{13}\text{C}$  карб) для корреляции верхнедевонско-каменноугольного интервала востока Тимано-Печорской провинции // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2019. Т. 14. № 1. [http://www.ngtp.ru/rub/2019/9\\_2019.html](http://www.ngtp.ru/rub/2019/9_2019.html) DOI: [https://doi.org/10.17353/2070-5379/9\\_2019](https://doi.org/10.17353/2070-5379/9_2019)
21. New analytic study of Devonian-Permian deposits in the Polar Urals (Kozhim River) and Pay-Khoy (Yugorsky Peninsula) / O. L. Kossovaya, E. O. Petrov, I. O. Evdokimova, A. V. Shmanuyak, A. V. Zhuravlev, D. I. Leontiev, M. O. Berbenev, S.V. Yudin // Abstract. Third International Congress on Stratigraphy, Milano (Italy), 2-5 July 2019. P. 38.
22. Груздев Д. А., Плотицын А. Н., Журавлев А. В. и др. Лымбадьяхинская свита верхнего девона севера Пай-Хойского карбонатного паравтохтона: новые данные // Известия Коми НЦ УрО РАН. Серия «Науки о Земле». 2020. № 1(41). С. 5–15.
23. Голубева Ю. В., Кряжева И. В. Развитие растительности и микротериофауны в позднеледниковье и голоцене на территории национального парка “Югыд ва” // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2020. Т. 28. № 3. С. 148–160.
24. Безносков П. А., Снигиревский С. М., Наугольных С. В., Лукшевич Э. В. Верхнедевонский комплекс отложений дельтовой равнины на Северном Тимане // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН. 2018. № 1. С. 25–44.
25. Ahlberg P.E., Beznosov P. An extremely primitive miniature tetrapod from the Late Devonian (Early Famennian) of North Timan, Russia. Ichtholith Issues, Special Publication 14: Abstracts of the 15th International Symposium on Early and Lower Vertebrates. Qujing, 2019. P. 1–2.
26. Нетрадиционные источники углеводородного сырья арктической зоны европейского Северо-Востока России как основа развития новых отраслей промышленности / И.Н. Бурцев, Д.А. Бушнев, О.С. Котик, Д.В. Кузьмин, Д.О. Машин, И.Г. Бурцева // Известия Коми научного центра УрО РАН. 2015. № 3(23). С. 71–79.
27. Анализ и характеристика обеззоленных углей Печорского угольного бассейна, полученных методом экстракции органическим растворителем / Н. С. Бурдельная, И. Н. Бурцев, Д. А. Бушнев, Д. В. Кузьмин, М. В. Мокеев // Доклады Академии наук. 2017. Т. 477. № 6. С. 688–693.
28. Нифонтов Ю. А., Герасимов А. М., Бурцев И. Н., Карпунина В. П. К вопросу о переработке низкосортных углей и получении беззольного угольного топлива для прямого ввода в газовую турбину // Морские интеллектуальные технологии. 2019. Т. 45. № 3. Часть 2. С. 142–150. ISSN 2588-0233
29. Бурцева И. Г., Бурцев И. Н., Тихонова Т. В. Возможности освоения нетрадиционных ресурсов углеводородного сырья в Тимано-Североуральском регионе с учетом экосистемных услуг // Известия Уральского государственного горного университета. 2017. Вып. 4 (48). С. 95–99.
30. Котик И.С., Майдль Т.В., Котик О.С., Пронина Н.В. Нефтегазоматеринские отложения силура поднятия Чернова (Тимано-Печорский бассейн) // Георесурсы. 2020. №22(3). С. 12–20. DOI: <https://doi.org/10.18599/grs.2020.3.12-20>.
31. Котик О.С., Котик И.С., Каргиева Т.Г. Пермские отложения юго-востока Коротайхинской впадины: углепетрография, геохи-

- мия и нефтегазогенерационный потенциал // Геология нефти и газа. 2017. №4. С. 91–102.
32. *Валяева О.В., Бушнев Д.А.* Геохимическая характеристика нефтей вала Гамбургцева // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2020. Т.15. №2. [http://www.ngtp.ru/rub/2020/20\\_2020.html](http://www.ngtp.ru/rub/2020/20_2020.html).
33. *Валяева О.В., Рябинкина Н.Н., Бушнев Д.А.* Углеводороды-биомаркеры нефтей Лабаганского месторождения Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции // Георесурсы. 2020. 22(1).С. 46–54. DOI: <https://doi.org/10.18599/grs.2020.1.46-54>.
34. *Даньщикова И.И., Майдль Т.В., Журавлев А.В., Рязанов К.П.* Структура пустотного пространства в силурийских карбонатных породах северо-востока Тимано-Печорской провинции // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2020. Т.15. №3. [http://www.ngtp.ru/rub/2020/32\\_2020.html](http://www.ngtp.ru/rub/2020/32_2020.html).
35. *Тимонина Н.Н., Мочалова И.Л.* Литологические особенности продуктивных отложений нижнего триаса Шапкина-Юръяхинского вала (Тимано-Печорская нефтегазоносная провинция) // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2017. Т.12. №3. [http://www.ngtp.ru/rub/2/28\\_2017.pdf](http://www.ngtp.ru/rub/2/28_2017.pdf).
36. Минерально-сырьевая база Тимано-Североуральского региона и перспективы ее развития / *А. М. Асхабов, С. К. Кузнецов, М. Б. Тарбаев, И. Н. Бурцев, Н. Н. Тимонина, А.М. Пыстин* // Известия Коми научного центра УрО РАН. 2015. № 3 (23). С. 79–90.
37. *Бурцев И. Н.* Современные геотехнологические методы переработки медных руд и перспективы их использования на месторождениях Тимана и Урала // Перспективные геотехнологии. СПб.: Наука, 2010. 376 с.
38. *Шайбеков Р. И., Исаенко С. И., Тропников Е. М.* Минералого-спектроскопические особенности арсенидов платины из медно-никелевых проявлений Пай-Хоя (Ненецкий автономный округ, Россия) // Минералогия. 2019. № 2. С. 36–45.
39. *Кузнецов С. К., Майорова Т. П., Сокерина Н. В., Глухов Ю. В.* Золотоносные районы западного склона севера Урала и Тимана // Известия Коми научного центра УрО РАН. 2018. № 4(36). С. 25–38.
40. *Кузнецов С. К., Онищенко С. А.* Золотоносность локальных участков метасоматического изменения риолитов месторождения Чудное (Приполярный Урал) // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН. 2018. № 12. С.39–45.
41. *Майорова Т. П., Ефанова Л. И.* Проявление золото-мышьяковистого типа Нияхойское-2 на Полярном Урале (кряж Манитаньрд) // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН. 2019. № 8. С. 33–41. DOI: [10.19110/2221-1381-2019-8-33-41](https://doi.org/10.19110/2221-1381-2019-8-33-41).
42. Промышленные минералы севера европейской части России / *В.В. Щипцов, И.Н. Бурцев, Д.В. Жиров, А.В. Волошин, Д.О. Машин* // Труды Карельского научного центра РАН № 6. 2020. С. 7–35. DOI: [10.17076/them1267](https://doi.org/10.17076/them1267)
43. *Кузнецов Д. С.* Баритовые месторождения Республики Коми и перспективы их освоения // Актуальные проблемы, направления и механизмы развития производительных сил Севера – 2018: Сборник статей Шестой Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием). Сыктывкар: ООО «Коми республиканская типография», 2018. Ч. II. С.46–49.
44. *Kotova O.B., Ignatiev G.V., Shushkov D.A., Harja M., Broekmans M.A.T.M.* Preparation and Properties of Ceramic Materials from Coal Fly Ash. In: *Votyakov S., Kiseleva D., Grokhovsky V., Shchapova Y.* (eds). Minerals: Structure, Properties, Methods of Investigation / Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences // Springer, Cham. 2019. P.100-107. DOI: [10.1007/978-3-030-00925-0\\_16](https://doi.org/10.1007/978-3-030-00925-0_16)
45. *Бурцев И.Н., Дмитриева Т.Е.* Сырьевая база минерального строительного сырья Воркутинской опорной зоны Арктики // Актуальные проблемы, направления и механизмы развития производительных сил Севера – 2018: Сборник статей Шестой Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием). Сыктывкар: ООО «Коми республиканская типография», 2018. Ч. II. С.18–23.

#### References

1. *Geologicheskaya karta Rossii I privileyuschiy akvatorii masshtaba 1:2500000* [Geological map of Russia and adjacent water areas scale 1:2500000] / Chief ed. *B.A.Yatskevich*. St.Petersburg: Russian Geol. Research Inst. (VSEGEI), 2000.
2. *Glubinnoe stroenie Timano-Severouralskogo regiona* [Deep structure of the Timan-North Urals region] / *A.M.Pystin, V.L.Andreichev, O.V.Udoratina* et al. Syktyvkar: Geoprint, 2011. 264 p.
3. *Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiiskoi Federacii. Masshtab 1:200000. Izdanie 2. Seriya Polyarno-Uralskaya. List Q-42-VII, VIII (Obskoi). Obyasnitelnaya zapiska* [State geological map of the Russian Federation. Scale 1:200000. 2nd edition. Polar-Urals series. Sheet Q-42-VII, VIII (Ob). Explanatory note] / *V.A.Dushin, O.P.Sedyukova, A.A. Malyugin* et al. St.Petersburg: VSEGEI, 2014. 384 p.
4. *Stratigraficheskie shemy Urala (dokembrii, paleozoi)* [Stratigraphic schemes of the Urals (Precambrian, Paleozoic)]. Ekaterinburg: Uralgeolkom, 1994.
5. *Rifei i vend evropeiskogo Severa SSSR* [Riphean and Vendian of the European North of the USSR] / Eds. *V.A.Dedeev, V.G.Getsen*. Syktyvkar, 1987. 124 p.
6. *Timansky kryazh* [Timan ridge]. In 2 volumes. Vol. 2. Lithology and stratigraphy, geophysical characteristics of the Earth's crust, tectonics, mineral resources / *N.D.Tskhadaya, A.I.Kobrunov, L.P.Shilov* et al. Ukhta: Ukhta State Techn. Univ., 2010. 427 p.

7. *Pystin A.M., Pystina Yu.I., Ulyasheva N.S., Grakova O.V.* U-Pb dating of detrital zircons from basal Post Paleoproterozoic metasediments in the Subpolar and Polar Urals: Evidence for a Cryogenian, not Mesoproterozoic Age // *Intern. Geology Review*. 2020. Vol. 62. No. 17. P. 2189–2202. DOI: 10.1080/00206814.2019.1689533.
8. *Nikulova N.Yu.* Litologiya i geohimiya dopaleozoiskih peschanikov Polyarnogo Urala // *Litologiya osadochnykh kompleksov Evrazii i shelfovykh oblastei* [Lithology and geochemistry of pre-Paleozoic sandstones of the Polar Urals // *Lithology of sedimentary complexes of Eurasia and shelf areas*]: Materials of IX All-Russia Litholog. meeting (with intern. participation). Kazan, 2019. P. 323–324.
9. *Kaneva T.A.* Petrogenesis i geodinamika pozdnedokembriiskih vulkanitov severo-zapadnogo Pai-Hoya [Petrogenesis and geodynamics of Late Precambrian volcanites in northwestern Pay-Khoy] // *Bull. of Inst. of Geology, Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS*, 2016. №12. P. 3–15.
10. *Kaneva T.A., Udoratina O.V., Starikova E.V., Khubanov V.B.* Ocenka nizhnego vozrastnogo predela neoproterozoiskoi sokolninskoi svity severo-zapadnogo Pai-Hoya na osnove U-Pb datirovaniya detritnykh cirkonov [Estimation of the lower age limit of the Neoproterozoic Sokolninsk formation of the northwestern Pay-Khoy based on U-Pb Dating of detrital zircons] // *Bull. of Moscow society of nature explorers. Geology Dept. Moscow: Moscow State Univ. Publ.*, 2015. Vol. 90. Issue 6. P. 3–10.
11. *Puchkov V.N.* Plyumy – novoe slovo v geologii Urala [Plums – a new word in the Geology of the Urals] // *Lithosphere*. 2018. Vol. 18. № 5. P. 692–706.
12. *Golubeva I.I., Remizov D.N., Kulikova K.V.* et al. Geologiya i veschestvenny sostav rannepermiskih vysokokalievyykh trahitov eksplozivnoi subvulkanicheskoi facii Srednego Timana [Geology and material composition of Early Permian high-potassium trachytes of the explosive subvolcanic facies of the Middle Timan] // *Bull. of Moscow society of nature explorers. Geology Dept.* 2016. Vol. 91. Issue 2–3. P. 36–46.
13. *Udoratina O.V., Kapitanova V.A.* Geokhronologiya formirovaniya porod substrata i rud redkometallno-redkozemelnykh mestorozhdenii i rudoproyavlenii na severe Urala i Timana [Geochronology of formation of substrate rocks and ores of rare-metal-rare-earth deposits and ore occurrences in the North of the Urals and Timan] // *Proc. of Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS*. 2016. № 4(28). P. 86–101.
14. *Shmakova A.M.* Osobennosti mineralnogo sostava devonskikh doleritov i bazaltov yugovostochnoi chasti poluostrova Kanin [Features of the mineral composition of Devonian dolerites and basalts of the South-Eastern part of the Kanin Peninsula] // *Geology and mineral resources of the European North-East of Russia: Materials of XVII Geol. Congress of the Komi Republic. Vol. II. Сыктывкар: Inst. of Geology, Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS*, 2019. P. 122–124.
15. *Beznosova T.M., Lukin V.Yu., Männik P.* Vozrast gorizontov nizhnego silura evropeiskogo Severo-Vostoka Rossii [Age of Lower Silurian horizons in the European North-East of Russia] // *Bull. of Inst. of Geology, Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS*. 2016. №11. P. 10–14.
16. *Beznosova T.M., Matveev V.A., Sokolova L.V.* Biostratigraficheskie i sobitno-stratigraficheskie rubezh ludlova i przhidola na zapadnom sklone Pripolyarnogo Urala [Biostratigraphic and event-stratigraphic boundary of Ludlovian and Pridolian on the western slope of the Subpolar Urals] // *Bull. of Inst. of Geology, Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS*. 2018. № 11. P.31–37.
17. *Soboleva M.A., Sobolev D.B.* Conodonts and ostracodes from the Givetian-Frasnian shallow-water deposits of the Southern Timan // *Vestnik IG Komi SC UB RAS*. 2019. № 10. P. 28–38.
18. *Telnova O.P., Shumilov I.Kh.* Palinologicheskaya i litologicheskaya harakteristiki devonskikh terrigennykh otlozhenii v basseine r. Tsilma (Sredny Timan) [Palynological and lithological characteristics of Devonian terrigenous deposits in the Tsilma river basin (Middle Timan)] // *Stratigraphy. Geological correlation*. 2019. Vol.27. №1. P. 31–56.
19. *Zhuravlev A.V., Vevel' Ya.A., Gruzdev D.A.* Mestnaya stratigraficheskaya shema verhnego Devona i karbona severa Pay-Hoya [Local stratigraphic scheme of the Upper Devonian and Carboniferous of Northern Pay-Khoy] // *Oil-and-gas Geology. Theory and practice*. 2018. Vol.13. №2. [http://www.ngtp.ru/rub/2/19\\_2018.pdf](http://www.ngtp.ru/rub/2/19_2018.pdf) DOI: [https://doi.org/10.17353/2070-5379/19\\_2018](https://doi.org/10.17353/2070-5379/19_2018)
20. *Erofeevsky A.V., Zhuravlev A.V.* Perspektivy ispolzovaniya izotopno-stratigraficheskogo metoda ( $\delta^{13}\text{C}$  karb) dlya korrelyatsii verhnedevojsko-kamennougolnogo intervala vostoka Timano-Pechorskoi provincii [Prospects for using the isotope-stratigraphic method ( $\delta^{13}\text{C}$  carb) for correlation of the Upper Devonian-Carboniferous interval in the East of the Timan-Pechora province] // *Oil-and-gas Geology. Theory and practice*. 2019. T. 14. № 1. [http://www.ngtp.ru/rub/2019/9\\_2019.html](http://www.ngtp.ru/rub/2019/9_2019.html) DOI: [https://doi.org/10.17353/2070-5379/9\\_2019](https://doi.org/10.17353/2070-5379/9_2019)
21. New analytic study of Devonian-Permian deposits in the Polar Urals (Kozhim River) and Pay-Khoy (Yugorsky Peninsula) / *O.L. Kossovaya, E.O. Petrov, I.O. Evdokimova, A.V. Shmanyak, A.V. Zhuravlev, D.I. Leontiev, M.O. Berbenev, S.V. Yudin* // Abstract. Third International Congress on Stratigraphy, Milano (Italy), 2-5 July 2019. P. 38.
22. *Gruzdev D.A., Plotitsyn A.N., Zhuravlev A.V.* et al. Lymbadyahinskaya svita verhnego De-

- von Pai-Hoiskogo karbonatnogo paravtohtona: novie dannie [The Lymbadyakh suite of the Upper Devonian of the North of the Pay-Khoy carbonate parautochthon: new data] // Proc. of Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS. Series "Earth Sciences". 2020. № 1(41). P. 5–15.
23. Golubeva Yu.V., Kryazheva I.V. Razvitie rastitelnosti i mikroteriofauny v pozdnelednikovye i golocene na territorii nacionalnogo parka "Yugyd-va" [Development of vegetation and microteriofauna in the Late Glacial and Holocene on the territory of the "Yugyd-Va" National Park] // Stratigraphy. Geological correlation. 2020. Vol. 28. № 3. P. 148–160.
  24. Beznosov P.A., Snigirevsky S.M., Naugolnykh S.V., Lukshovich E.V. Verhnedevonskii complex otlozhenii deltovoi ravniny na Severnom Timane [Upper Devonian complex of Delta plain deposits in the Northern Timan] // Bull. of Inst. of Geology, Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS, 2018. № 1. P. 25–44.
  25. Ahlberg P.E., Beznosov P. An extremely primitive miniature tetrapod from the Late Devonian (Early Famennian) of North Timan, Russia. Ichthyolith Issues, Special Publication 14: Abstracts of the 15th International Symposium on Early and Lower Vertebrates. Qujing, 2019. P. 1–2.
  26. Netradicionnye istochniki uglevodorodnogo syr'ya arkticheskoi zony evropeiskogo Severo-Vostoka Rossii kak osnova razvitiya novykh otraslei promishlennosti [Unconventional sources of hydrocarbons in the Arctic zone of the European North-East of Russia as a basis for the development of new industries] / I.N. Burtsev, D.A. Bushnev, O.S. Kotik, D.V. Kuzmin, D.O. Mashin, I.G. Burtseva // Proc. of Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS. 2015. № 3(23). P. 71–79.
  27. Analiz i harakteristika obezzolennykh uglei Pechorskogo ugolnogo basseina, poluchennykh metodom ekstrakcii organicheskimi rastvoritelem [Analysis and characteristics of desalinated coals of the Pechora coal basin obtained by organic solvent extraction method] / N.S. Burdelnaya, I.N. Burtsev, D.A. Bushnev, D.V. Kuzmin, M.V. Mokeev // Doklady Earth Sciences. 2017. Vol. 477. № 6. P. 688–693.
  28. Nifontov Yu.A., Gerasimov A.M., Burtsev I.N., Karpunina V.P. K voprosu o pererabotke nizkosortnykh uglei i poluchenii bezzolnogo ugolnogo topliva dlya pryamogo vvoda v gazovuyu turbinu [On the issue of processing low-grade coal and obtaining ash-free coal fuel for direct input to a gas turbine] // Marine intelligent technologies. 2019. Vol. 45. № 3. Part 2. P. 142–150. ISSN 2588-0233
  29. Burtseva I.G., Burtsev I.N., Tikhonova T.V. Vozmozhnosti osvoeniya netradicionnykh resursov uglevodorodnogo syr'ya v Timano-Severouralskom regione s uchetom ekosistemnykh uslug [Opportunities for developing unconventional hydrocarbon resources in the Timan-North Urals region, taking into account ecosystem services] // Proc. of the Ural State Mining Univ. 2017. Issue 4 (48). P. 95–99.
  30. Kotik I.S., Maidl' T.V., Kotik O.S., Pronina N.V. Neftegazomaterinskie otlozheniya silura podnyatiya Chernova (Timano-Pechorskii Bassein) [Oil and gas source deposits of the Silurian of the Chernov uplift (Timan-Pechora basin)] // Georesources. 2020. № 22 (3). P. 12–20. DOI: <https://doi.org/10.18599/grs.2020.3.12-20>.
  31. Kotik O.S., Kotik I.S., Kargieva T.G. Permskie otlozheniya yugo-vostoka Korotaihinskoi vpadiny: uglepetrografiya, geohimiya i neftegazogeneracionnii potencial [Permian deposits of the southeast of Korotaihka depression: coal petrography, geochemistry, and oil and gas generation potential] // Oil and Gas Geology. 2017. № 4. C. 91–102.
  32. Valyaeva O.V., Bushnev D.A. [Geochemical characteristics of Gamburtsev swell oils] // Oil and Gas Geology. Theory and practice. 2020. Vol. 15. № 2. [http://www.ngtp.ru/rub/2020/20\\_2020.html](http://www.ngtp.ru/rub/2020/20_2020.html)
  33. Valyaeva O.V., Ryabinkina N.N., Bushnev D.A. Uglevodorody-biomarkery neftei Labagansko-gestorozhdeniya Timano-Pechorskoi neftegazonosnoi provincii [Hydrocarbons-biomarkers of oil from the Labagan field of the Timan-Pechora oil and gas province] // Georesources. 2020. 22(1). P. 46–54. DOI: <https://doi.org/10.18599/grs.2020.1.46-54>
  34. Danshikova I.I., Maidl' T.V., Zhuravlev A.V., Ryazanov K.P. Struktura pustotnogo prostanstva v siluriiskikh karbonatnykh porodakh severo-vostoka Timano-Pechorskoi provincii [Structure of void space in Silurian carbonate rocks of the North-East of the Timan-Pechora province] // Oil and Gas Geology. Theory and practice. 2020. Vol. 15. № 3. [http://www.ngtp.ru/rub/2020/32\\_2020.html](http://www.ngtp.ru/rub/2020/32_2020.html).
  35. Timonina N.N., Mochalova I.L. Litologicheskie osobennosti produktivnykh otlozhenii nizhnego triasa Shapkina-Yuryahinskogo vala (Timano-Pechorskaya neftegazonosnaya provinciya) [Lithological features of productive deposits of the Lower Triassic of Shapkin-Yuryakha swell (Timan-Pechora oil and gas province)] // Oil and Gas Geology. Theory and practice. 2017. Vol. 12. № 3. [http://www.ngtp.ru/rub/2/28\\_2017.pdf](http://www.ngtp.ru/rub/2/28_2017.pdf).
  36. Mineralno-siryevaya baza Timano-Severouralskogo regiona i perspektivy ee razvitiya [Mineral resource base of the Timan-North Urals region and its development prospects] / A.M. Askhabov, S.K. Kuznetsov, M.B. Tarbaev, I.N. Burtsev, N.N. Timonina, A.M. Pystin // Proc. of Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS. 2015. № 3 (23). P. 79–90.
  37. Burtsev I.N. Sovremennye geotekhnologicheskie metody pererabotki mednykh rud i perspektivy ih ispolzovaniya na mestorozhdeniyah Timana i Urala [Modern geotechnological methods of processing copper ores and prospects for their use in the Timan and Urals

- deposits] // Perspective geotechnologies. St. Petersburg: Nauka, 2010. 376 p.
38. *Shaibekov R.I., Isaenko S.I., Tropnikov E.M.* Mineralogo-spektroskopicheskie osobennosti arsenidov platiny iz medno-nikelevykh proyavlenii Pai-Hoya (Neneckii avtonomnyy okrug [Mineralogical and spectroscopic features of platinum arsenides from Copper-Nickel manifestations of Pay-Khoy (Nenets Autonomous area)] // Mineralogy. 2019. № 2. P. 36–45.
  39. *Kuznetsov S.K., Maiorova T.P., Sokerina N.V., Glukhov Yu.V.* Zolotonosnie raiony zapadnogo sklona severa Urala i Timana [Gold-bearing areas of the western slope of the North of the Urals and Timan] // Proc. of Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS. 2018. № 4(36). P. 25–38.
  40. *Kuznetsov S.K., Onishchenko S.A.* Zolotonosnost' lokalnykh uchastkov metasomaticeskogo izmeneniya riolitov mestorozhdeniya Chudnoe (Pripolyarnii Ural) [Gold content of local areas of metasomatic changes in rhyolites of the Chudnoye Deposit (Circumpolar Urals)] // Bull. of Inst. of Geology, Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS. 2018. № 12. P. 39–45.
  41. *Maiorova T.P., Efanova L.I.* Proyavlenie zolotomyslyakovistogo tipa Nitahoisкое-2 na Polyarnom Urale (kryazh Manitanyrd) [The manifestation Niyakhoy-2 of gold-arsenic type in the Polar Urals (Manitanyrd ridge)] // Bull. of Inst. of Geology, Komi Sci. Centre, Ural Branch, RAS. 2019. № 8. P. 33–41. DOI: 10.19110/2221-1381-2019-8-33-41
  42. Promishlennye mineraly severa evropeiskoi chasti Rossii [Industrial minerals of the North of the European Russia] / *V.V. Shchiptsov, I.N. Burtsev, D.V. Zhironov, A.V. Voloshin, D.O. Mashin* // Proc. of the Karelian Sci. Centre, RAS. 2020. № 6. P. 7–35. DOI: 10.17076/them1267
  43. *Kuznetsov D.S.* Baritovie mestorozhdeniya Respubliki Komi i perspektivy ih osvoeniya [Barite deposits of the Komi Republic and prospects for their development] // Actual problems, directions and mechanisms of development of productive forces of the North–2018: Collection of papers of the VI all-Russian sci. pract. conf. (with intern. partic.). Syktyvkar: Komi Republican Printing House, 2018. Part II. P.46–49.
  44. *Kotova O.B., Ignatiev G.V., Shushkov D.A., Harja M., Broekmans M.A.T.M.* Preparation and Properties of Ceramic Materials from Coal Fly Ash. In: *Votyakov S., Kiseleva D., Grok-hovsky V., Shchapova Y.* (eds). Minerals: Structure, Properties, Methods of Investigation / Springer Proc. in Earth and Environmental Sciences // Springer, Cham. 2019. P.100–107. DOI: 10.1007/978-3-030-00925-0\_16
  45. *Burtsev I.N., Dmitrieva T.E.* Siryevaya baza mineralnogo stroitelnogo sirya Vorkutinskoi opornoj zony Arktiki [Raw material base of mineral construction raw materials of the Vorkuta reference zone of the Arctic] // Actual problems, directions and mechanisms of development of productive forces of the North–2018: Collection of papers of the VI all-Russian sci. pract. conf. (with intern. partic.). Syktyvkar: Komi Republican Printing House, 2018. Part II. P.18–23.

Статья поступила в редакцию 15.10.2020