

М. Григорьев^{1,2}, Ж. Светлова¹, Е. Соколова¹

ЛОКАЛИЗАЦИЯ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВЫХ ЦЕНТРОВ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Mikhail Grigoryev^{1,2}, Zhanna Svetlova¹, Elena Sokolova¹

LOCALIZATION OF MINERAL RESOURCE CENTERS OF THE ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION

Введение

Выделение минерально-сырьевых центров (МСЦ) как объектов управления развитием и освоением минерально-сырьевой базы стало общепринятым подходом в документах стратегического развития территорий Арктической зоны Российской Федерации [1]. Переход нефтегазовых и горнорудных компаний на интегрированные проекты регионального развития окончательно определил МСЦ как общепонимаемый объект управления, обеспечив сближение позиций государства и бизнеса, что является эффективным условием развития МСЦ и транспортной системы Арктической зоны на условиях государственно-частного партнерства.

С позиций планирования развития транспортной системы Арктической зоны МСЦ играют роль основных точек генерации грузовой базы, определяя требования как к пространственному развитию транспортной системы, так и к пропускной способности отдельных ее линейных элементов и транспортных узлов.

В настоящее время проведены работы по выделению МСЦ как углеводородного сырья, так и твердых полезных ископаемых [2, 3]. Вместе с тем отсутствие общего методического подхода приводит к избыточному укрупнению МСЦ (Карело-Кольский МСЦ, Полярно-Уральский МСЦ) или объединению в один Эбелях-Томторский МСЦ принципиально разных по задачам проектов (освоение Томторского месторождения редкоземельных элементов и месторождений алмазов) [4]. Более тревожным представляется выделение МСЦ без понимания не только особенностей структуры их ресурсной базы и транспортного обеспечения, но и без элементарного знания географии Арктической зоны и ее транспортной системы. Примерами [5, стр.134] служат отнесение Павловского месторождения свинцово-цинковых руд на архипелаге Новая Земля к трассе Северного широтного хода в Ямало-Ненецком АО; отгрузка

Introduction

The identification of the mineral resource centers (the MRCs) as objects of management of the modernization and development of the mineral resource base has become a generally accepted approach in the documents for the strategic development of the territories of the Arctic zone of the Russian Federation [1]. The transition of oil and gas companies, as well as mining ones, to the integrated regional development projects has finally defined the MRCs as a generally understandable object of management and ensured the convergence of the positions of the state and business, which is an effective condition for the development of the MRCs and the transport system of the Arctic zone on the basis of the public-private partnership.

From the perspective of planning the development of the transport system of the Arctic zone, the MRCs play the role of the main points of generation of the cargo base, determining the requirements for both the spatial development of the transport system and the capacity of its individual linear elements and transport hubs.

Currently, work has been carried out to identify the MRCs as both hydrocarbon resources and solid commercial minerals [2, 3]. At the same time, the lack of a common methodological approach leads to excessive enlargement of the MRCs (Karelo-Kola MRC, Polar-Ural MRC) or to the merger into a single Ebelyakh-Tomtor MRC of the projects that are fundamentally different in their tasks (the development of the Tomtor deposit of rare earth elements and diamond deposits) [4]. More alarming seems to be the identification of the MRCs not only without understanding the features of the structure of their resource base and transport support, but also without basic

¹ Консультационный центр «Гекон».

² Научный совет Российской академии наук по изучению Арктики и Антарктики.

¹ Gecon Consulting Center.

² Scientific Council of the Russian Academy of Sciences for the Study of the Arctic and Antarctic.

knowledge of the geography of the Arctic zone and its transport system. Examples [5, page.134] are the assignment of the Pavlovskoye deposit of lead-zinc ores in the Novaya Zemlya archipelago to the route of the Northern Latitudinal Railway in the Yamalo-Nenets Autonomous District, as well as shipment of coal of the Vorkuta and other deposits of the Pechora coal basin from the Naryan-Mar seaport, which has no connection with the railway and unlikely will have in the foreseeable future.

The purpose of this article is to outline the principles of a methodological approach to identifying and localizing the MRCs of the Arctic zone of the Russian Federation, which has developed in the course of almost twenty years of research [6, 7] and made it possible to switch to systemic monitoring of the development of the mineral resource potential of the Arctic zone [8].

Modeling and Mapping MRCs

The MRCs are model cluster combinations of objects of ongoing or potential extraction of mineral resources and objects of delivery of raw materials to receiving points for external transport, that is, a combination of two groups of elements of production systems – extraction and transportation of raw materials.

The MRCs consist of two groups of objects, which differ in the degree of involvement in the economic activity. The first group includes resource objects, within which the minerals are already being extracted, as well as existing transport communications that ensure the delivery of extracted raw materials to external transport. Resource objects are hydrocarbon fields, mines and quarries for the extraction of ore and nonmetallic minerals, the location of which, regardless of their type, is uniquely determined by the boundaries of the site with the right to use subsurface resources. The key objects of the transport system are the points of supply of raw materials, which include points of delivery of hydrocarbons to pipeline systems, sea port terminals, railway terminals, etc. (see below for details). The first group of the MRC objects forms the so-called technological mining center (hereinafter, the TMC), which is the production core of the formation of a mineral commodity product, invariably isolated from a multicomponent economic

угля Воркутинского и других месторождений Печорского угольного бассейна из морского порта Нарьян-Мар, который не имеет связи с железной дорогой и вряд ли получит такую связь в обозримом будущем.

Задачей настоящей статьи является изложение принципов методического подхода к выделению и локализации МСЦ Арктической зоны Российской Федерации, сложившегося в ходе почти двадцатилетних исследований [6, 7] и позволившего перейти к системному мониторингу освоения минерально-сырьевого потенциала Арктической зоны [8].

Моделирование и картографирование МСЦ

МСЦ представляют собой модельные территориально-производственные сочетания объектов ведущейся или потенциальной добычи полезных ископаемых и объектов доставки сырья к пунктам приема на внешний транспорт, то есть сочетания двух групп элементов производственных систем – добычи и транспортировки сырья.

МСЦ состоят из двух групп объектов, которые различаются степенью вовлеченности в хозяйственную деятельность. В первую группу входят ресурсные объекты, в пределах которых уже происходит извлечение полезного ископаемого, а также действующие транспортные коммуникации, обеспечивающие доставку добываемого сырья на внешний транспорт. Ресурсные объекты – это промыслы углеводородного сырья, шахты и карьеры добычи рудных и нерудных ископаемых, размещение которых независимо от вида ископаемого однозначно определяется границами участка с правом пользования недрами. Ключевыми объектами транспортной системы являются пункты поставки сырья, к числу которых относятся пункты сдачи углеводородов в трубопроводные системы, морские портовые терминалы, железнодорожные терминалы и т.п. (подробнее см. ниже). Первая группа объектов МСЦ формирует так называемый технологический центр добычи (далее – ТЦД), являющийся производственным ядром формирования минерального товарного продукта, инвариантно вычленяемым из многокомпонентного хозяйственного комплекса благодаря ясности и обозримости слагающих его объектов. Наиболее существенная черта ТЦД – сложившаяся структура производственного и вспомогательного комплексов, а также принятые решения о направлениях и способах



сбыта сырья. ТЦД, независимо от вида полезного ископаемого, однозначно устанавливаются при наличии достаточных для их идентификации данных, что определяет универсальность методики выделения МСЦ как углеводородов, так и твердых полезных ископаемых.

Зону расширения МСЦ, вторую группу его объектов, обеспечивают проекты разработки новых месторождений полезных ископаемых. Эта зона определяется по результатам экспертного отбора объектов распределенного и нераспределенного фондов недр. Новые объекты вместе с уже стартовавшими поддерживают суммарный уровень добычи и заполнения имеющихся транспортных мощностей или мощностей, планируемых к дополнительному размещению.

МСЦ определяются как в рамках уже действующих и развивающихся (строящихся) проектов, так и для перспективных проектов нового освоения с разведенной ресурсной базой и проектными вариантами транспортного обеспечения.

Рассмотрим более подробно методику моделирования состава МСЦ на примере МСЦ углеводородного сырья.

Территориальный подход к выработке принципов освоения минерально-сырьевой базы реализуется прежде всего в приоритете картографических методов моделирования МСЦ. Эти методы в своем комплексе включают в себя тематическую визуализацию, выполнение метрических операций, анализ взаимного размещения, отбор, группировку исходных пространственных объектов и создание новых пространственных объектов, являющихся результатом моделирования.

На первом этапе оценивается состояние лицензирования фонда недр на углеводородное сырье, так как именно на лицензионном участке возникает промысел – первичный элемент производственной системы добычи полезного ископаемого. В тематическую группу инфраструктурных объектов входят коммуникации транспортировки добываемого сырья и узловые объекты приема сырья на внешнем транспорте.

Для наиболее полного охвата территориального и ресурсного потенциала ТЦД в его состав часто включают ресурсные объекты с предложенными недропользователями и утвержденными соответствующими отраслевыми органами проектами разработки месторождений. При этом включение объектов в конкретный ТЦД определяется территориальной близостью рассматриваемого лицензионного участка к ресурсным и инфраструктурным объектам ТЦД, для чего производят измерение взаимного расположения объектов и их анализ.

После идентификации размещения объектов ТЦД, являющихся ядром МСЦ, выполняют отбор объектов зоны расширения МСЦ. Принцип использования преимущества географического положения реализуется при включении в зону расширения МСЦ не только активов основного крупного недропользователя, но также сближенных с транспортными системами участков

complex due to the clarity and comprehension of its constituent objects. The most significant feature of the TMC is the existing structure of the production and auxiliary complexes, as well as the decisions made on the directions and methods of selling raw materials. The TMCs, regardless of the type of mineral, are unambiguously established if there are sufficient data for their identification, which determines the universalism of the method for identifying the MRCs of both hydrocarbons and solid commercial minerals.

The expansion zone of the MRCs, the second group of its objects, is ensured by projects for the development of new mineral deposits. This zone is determined based on the results of an expert selection of objects of distributed and undistributed subsoil funds. New objects, together with those already launched, maintain the total level of production and the filling of existing transport capacities or capacities planned for additional location.

The MRCs are determined both within the framework of existing and developing (under construction) projects and for promising new development projects with an explored resource base and project options for transport support.

Let us consider in more detail the methodology for modeling the composition of the MRCs using the example of the MRC of hydrocarbon raw materials.

The territorial approach to the working out of the principles for the development of a mineral resource base is implemented primarily in the priority of mapping modeling methods of the MRCs. These methods as a whole include thematic visualization, metric operations, analysis of reciprocal location, selection, grouping of original spatial objects, and creation of new spatial objects that are the result of modeling.

At the first stage, the state of licensing of the subsoil fund for hydrocarbons is assessed, since it is in the licensed area that a field appears – the primary element of the production system for the extraction of minerals. The thematic group of infrastructural objects includes communications for the transportation of the raw materials extracted and hub objects for receiving raw materials on external transport.

To have the most complete coverage of the territorial and resource potential, the TMC often includes resource objects with the field development projects proposed by subsoil users and approved by the relevant industry bodies. In this case, the inclusion of objects in a specific TPD is determined by the territorial proximity of the considered licensed area to the resource and infra-

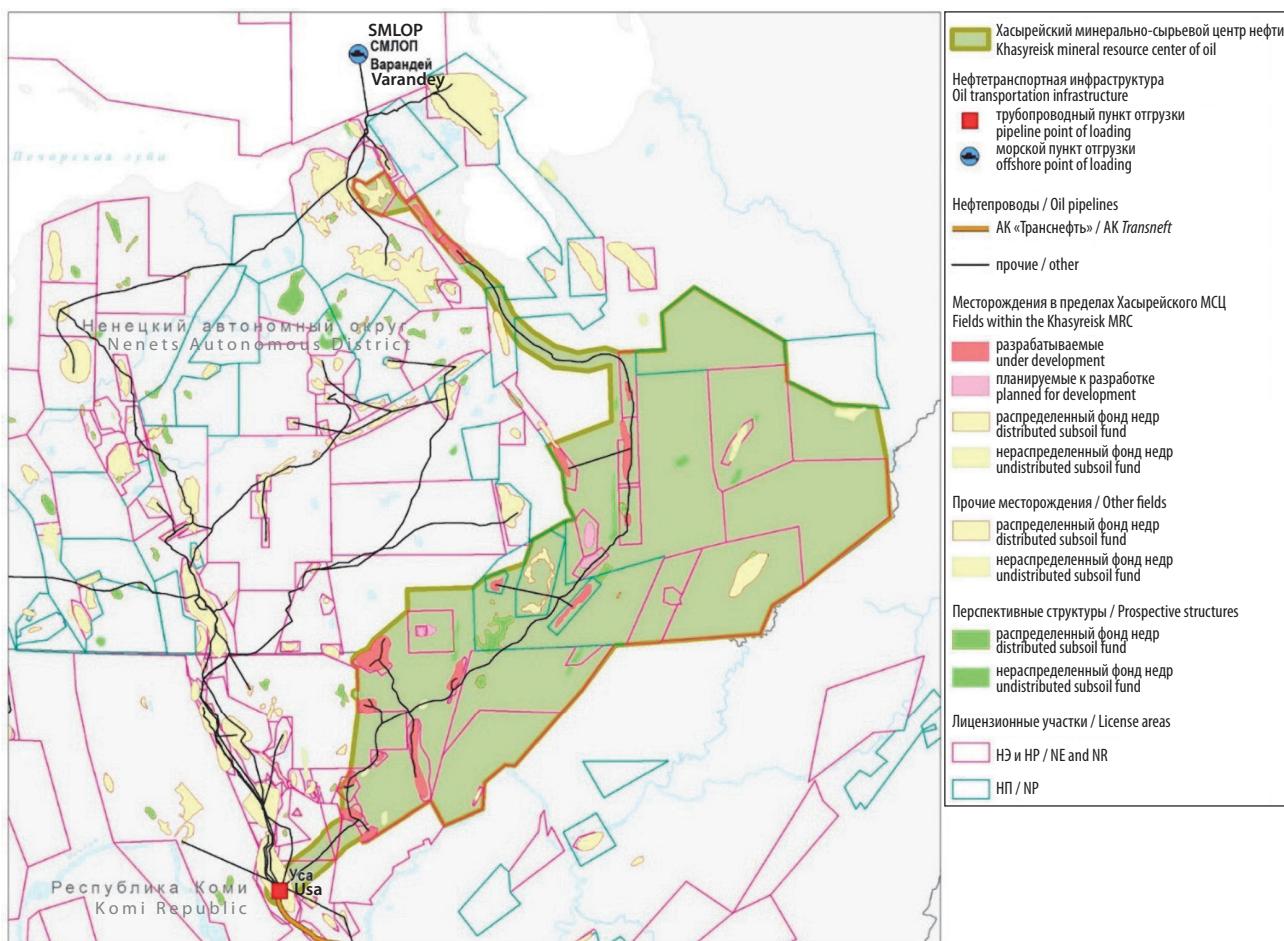


Рис. 1. Выделение Хасырейского нефтяного трубопроводного МСЦ в Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции

Fig. 1. Allocation of the Khasyreisk oil pipeline MRC in the Timan-Pechora oil and gas province

structure objects of the TPD, for which the reciprocal location of the objects is measured and analyzed.

After identifying the location of the TMC objects, which are the core of the MRC, the objects of the MRC expansion zone are selected. The principle of using the advantage of geographical location is implemented when not only the assets of the main large subsoil user are included in the expansion zone of the MRC, but also the areas with the right to extract (with licenses of the type NE³ and NR⁴) of other subsoil users that are adjacent to the transport systems but do not have their own supply infrastructure. This category of sites is added to the MRC based on the condition of the possibility of weakening monopolization and the formation of alliances of oil and gas companies in the transport sector, contributing to reducing the pressure of business activities effects on the environmentally sensitive nature of the Arctic zone.

³ For exploration and production of mineral resources (operational).

⁴ Through or combined for all of the listed types of work (on the terms of the entrepreneurial risk).

с правом добычи (с лицензиями вида НЭ³ и НР⁴) других недропользователей, не владеющих собственной подводящей инфраструктурой. Эта категория участков добавляется в МСЦ исходя из условия возможности ослабления монополизации и формирования альянсов нефтегазовых компаний в транспортном секторе, способствующих снижению давления результатов хозяйственной деятельности на экологически уязвимую природу Арктической зоны.

После отбора объектов зоны расширения МСЦ все пространственные объекты каждого конкретного МСЦ объединяются внешним замкнутым контуром, в результате чего формируется площадной объект территории размещения данного МСЦ. В большинстве случаев территории МСЦ компактны, то есть один МСЦ представлен одним непрерывным площадным объектом (рис. 1).

Но есть примеры разрозненных в пространстве частей одного МСЦ, когда развитие ТЦД идет по кустовому территориальному продвижению или происходит

³ На разведку и добычу полезных ископаемых (эксплуатационные).

⁴ Сквозные или совмещенные на все перечисленные виды работ (на условиях предпринимательского риска).

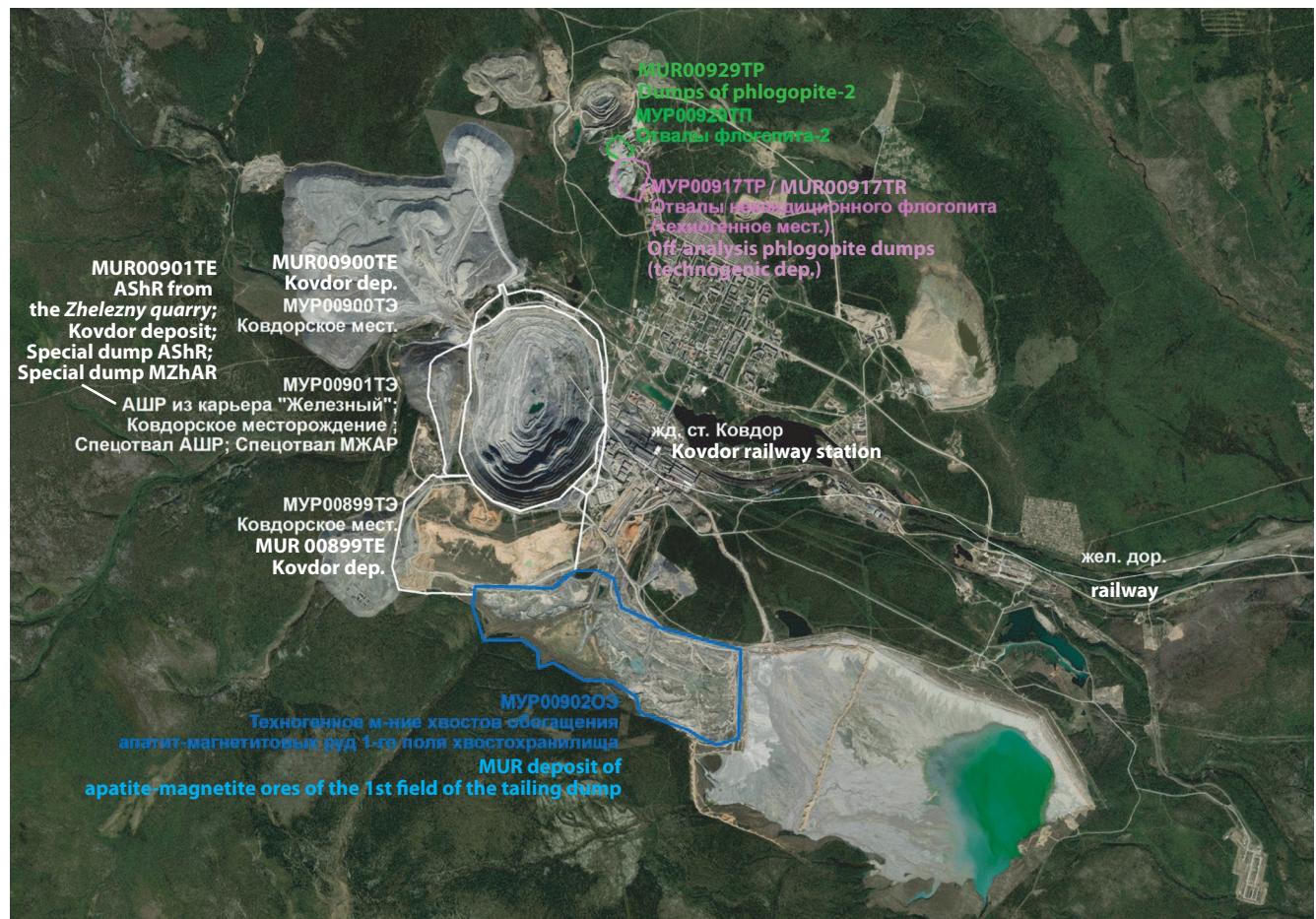


Рис. 2. Результат моделирования МСЦ апатитов, железных руд, флогопита Ковдорского месторождения

Fig. 2. The modeling result of the MRC of apatite, iron ore, and phlogopite of the Kovdor deposit

перераспределение в направлениях товарных потоков между пунктами внешнего транспорта.

Изложенная выше методика пространственной локализации МСЦ применительно к проектам добычи твердых полезных ископаемых имеет специфику, связанную с тем, что зоны расширения определяются в зависимости от способа разработки. Для шахтных производств развитие ТЦД до МСЦ возможно за счет более глубоких горизонтов концентрации полезных ископаемых. Резерв стабильности объемов разработки представляют техногенные месторождения на карьерных и шахтных отвалах, хвостохранилищах горно-обогатительных комбинатов. Для визуализации МСЦ с карьерной разработкой или формирующих поля хвостохранилищ (зачастую образующих техногенные месторождения) хорошие результаты дает применение космических снимков. Пример локализации МСЦ апатитов, железных руд и флогопита Ковдорского месторождения приведен на рис. 2.

Определение пунктов отгрузки МСЦ

Важными задачами при выделении МСЦ являются определение пункта отгрузки, который представляет собой точку генерации грузовой базы арктической

After the selection of the objects of the extension zone of the MRC, all spatial objects of each specific MRC are united by an external closed circuit system, which results in an area symbol of the territory of this MRC location. In most cases, the territories of the MRCs are compact, that is, one MRC is represented by one continuous area symbol (fig. 1).

But there are examples of one MRC parts that are scattered over a distance when the development of the TMC proceeds according to a cluster territorial advancement or there is redistribution in the directions of commodity flows between the points of the external transport.

The above methodology of the spatial localization of the MRCs in relation to the projects for the extraction of solid commercial minerals has a special nature associated with the fact that the expansion zones are determined depending on the method of development. For mine production, the development of the TMC to MRC is possible due to deeper horizons of mineral resources concentration. The reserve for the stability of production volumes is represented by technogenic deposits at quarrying

and mine dumps, tailings of mining and processing plants. To visualize the MRC with quarry development or tailing dumps that form fields (often forming technogenic deposits), the use of satellite images gives good results. An example of the visualization of the MRC of apatites, iron ores, and phlogopite of the Kovdor deposit is shown in fig. 2. Determination of the MRC Shipping Points

The important tasks in identifying the MRCs are to determine the point of shipment, which is the point of generation of the cargo base of the Arctic transport system, its localization and correlation with linear elements and transport hubs of the federal or regional transport infrastructure.

The points of shipment of mineral raw materials exported by various types of transport are:

- for the MRCs of hydrocarbon raw materials with the export of products through the system of main oil or gas pipelines – the reception and delivery points of *Transneft* or the entry zone of *Gazprom* gas transmission system;
- for the MRCs of hydrocarbons and solid commercial minerals with the export of products by sea – sea shipping terminals located both within the water areas of the seaports and their sections (remote terminals) and beyond their boundaries (for example, the offshore ice-resistant stationary platform *Prirazlomnaya*);
- for the MRCs of hydrocarbon raw materials and solid commercial minerals with the product export by inland water transport – inland waterway objects;
- for the MRCs of hydrocarbons and solid commercial minerals with the product export by rail – railway stations of the Russian Railways network (RZhD) and stations of the Yamal Railway Company (YaZhDC)⁵;
- for the MRCs of solid commercial minerals with the product export by road – objects on public highways of federal or regional significance;
- for the MRCs of diamonds and precious metals with the product export by air (graded diamonds, Doré alloy, gold sludge, etc.⁶) – export airfields.

For the MRCs of hydrocarbon raw materials and coal, which are meant for local fuel supply or on-site processing of raw materials with the subsequent on-site consumption of the processed products, the objects for final delivery of raw materials for heat and power generation or processing are accepted as the objects of shipment and points of the cargo base genera-

transportной системы, его локализация и соотношение с линейными элементами и транспортными узлами федеральной или региональной транспортной инфраструктуры.

Пунктами отгрузки минерального сырья, вывозимого различными видами транспорта, служат:

- для МСЦ углеводородного сырья с вывозом продукции по системе магистральных нефте- или газопроводов – приемо-сдаточные пункты «Транснефти» или зоны входа газотранспортной системы «Газпрома»;
- для МСЦ углеводородного сырья и твердых полезных ископаемых с вывозом продукции морским транспортом – морские отгрузочные терминалы, расположенные как в пределах акваторий морских портов и их участков (удаленных терминалов), так и за их границами (например, морская ледостойкая стационарная платформа «Приразломная»);
- для МСЦ углеводородного сырья и твердых полезных ископаемых с вывозом продукции внутренним водным транспортом – пункты на внутренних водных путях;
- для МСЦ углеводородного сырья и твердых полезных ископаемых с вывозом продукции железнодорожным транспортом – железнодорожные станции сети «Российские железные дороги» (РЖД) и станции Ямальской железнодорожной компании (ЯЖДК)⁵;
- для МСЦ твердых полезных ископаемых с вывозом продукции автомобильным транспортом – пункты на автомобильных дорогах общего пользования федерального или регионального значения;
- для МСЦ алмазов и драгоценных металлов с вывозом продукции авиационным транспортом (сортированные алмазы, шлиховое золото и сплав Дорé⁶) – аэродромы вывоза.

Для МСЦ углеводородного сырья и угля, предназначенных для местного топливообеспечения или переработки сырья на месте с последующим потреблением продуктов переработки также на месте, пунктами отгрузки и точками генерации грузовой базы принимаются пункты конечной поставки сырья для тепло- и электрогенерации или переработки. МСЦ, обеспечивающие местное потребление энергоресурсов, имеют принципиальное значение для устойчивого развития Арктической зоны – снижают зависимость от дорогостоящего завоза топлива (так называемого северного завоза) и гарантируют бесперебойность его поставок. Наибольшее не только экономическое, но и социальное

⁵ YaZhDK is a Russian railway company established in 2003. Currently, the company's shareholders are Russian Railways and the Development Corporation.

⁶ Gold-silver alloys obtained at gold deposits and sent to LPPM refineries for subsequent dredging.

⁵ ЯЖДК – российская железнодорожная компания, созданная в 2003 г. В настоящее время акционеры компании – РЖД и Корпорация развития.

⁶ Золото-серебряный сплав, получаемый на золоторудных месторождениях и отправляемый на аффинажные заводы для последующей очистки.

значение имеют МСЦ, обеспечивающие поставки газа в города Норильск, Нарьян-Мар, Анадырь. Развиваются МСЦ, обеспечивающие газом небольшие поселения, расположенные в труднодоступных районах, например села Мыс Каменный и Новый Порт на полуострове Ямал.

Распределение МСЦ с различным видом транспорта вывоза продукции по субъектам Федерации Арктической зоны

В результате проведенного по состоянию на 01.01.2021 анализа на территории и акватории Арктической зоны Российской Федерации выявлено 120 МСЦ углеводородного сырья и твердых полезных ископаемых, находящихся на различных стадиях развития (действующие, строящиеся, проектируемые, планируемые и заявленные) и различающихся по степени подготовки ресурсной базы к освоению и степени готовности транспортной инфраструктуры вывоза продукции:

- действующие МСЦ — технические проекты разработки месторождений согласованы Федеральным агентством по недропользованию, а именно Центральной комиссией по согласованию технических проектов разработки месторождений углеводородного сырья (ЦКР Роснедр по УВС) или Центральной комиссией по разработке месторождений твердых полезных ископаемых (ЦКР–ТПИ Роснедр); ведется добыча, транспортная система функционирует, производится отгрузка продукции;
- строящиеся МСЦ — технические проекты разработки согласованы или находятся в стадии подготовки, создание транспортной инфраструктуры находится на стадии строительства;
- проектируемые МСЦ — технические проекты разработки согласованы или находятся в стадии подготовки, создание транспортной инфраструктуры находится на стадии проектирования;
- планируемые МСЦ — заявление компании-недропользователя о создании МСЦ обеспечено текущими запасами полезных ископаемых, предварительно определено расположение транспортной инфраструктуры;
- заявленные МСЦ — заявление компании-недропользователя в настоящее время не обеспечено текущими запасами, локализация транспортной инфраструктуры не определена или планы по созданию МСЦ не реализуются и перспективы их реализации в настоящих условиях не определены.

МСЦ относят к тому или иному виду исходя из высшей степени подготовленности к освоению одного из входящих в него месторождений — наличия соответствующих согласованных технических проектов.

Основной задачей создания МСЦ всегда выступает освоение минерально-сырьевой базы с максимально эффективно выбранной логистической схемой для реализа-

tion. The MRCs providing local energy consumption are of fundamental importance for the sustainable development of the Arctic zone: they reduce dependence on expensive fuel delivery (the so-called northern delivery) and guarantee uninterrupted fuel supply. The greatest, not only economic but also social, significance belongs to the MRCs that provide gas supply to the cities of Norilsk, Naryan-Mar, and Anadyr. The MRCs are developing that supply gas to small settlements located in remote areas, for example, the villages Mys Kamenny and Novy Port on the Yamal Peninsula.

Distribution of the MRCs of Various Types of Transport for the Export of Products by the Federal Subjects of the Arctic Zone

As a result of the analysis carried out as of 01.01.2021, in the territory and water area of the Arctic zone of the Russian Federation, there were identified 120 MRCs of hydrocarbons and solid commercial minerals that are of various stages of development (operating, under construction, projected, planned, and declared) and different in the preparation degree of the resource bases for the development and the readiness degree of the transport infrastructure for the product export:

- operating MRCs — technical projects for the development of the deposits have been approved by the Federal Agency for Subsoil Use, namely, by the Central Commission for the Coordination of Technical Projects for the Development of Hydrocarbon Deposits (CKR Rosnedra for UVS) or the Central Commission for the Development of Solid Mineral Deposits (CKR – TPI Rosnedra); mining is in progress, the transport system is functioning, and products are being shipped;
- MRCs under construction — technical development projects have been agreed or are under preparation, the creation of a transport infrastructure is under construction;
- projected MRCs — technical development projects have been agreed or are under preparation, the creation of transport infrastructure is at the design stage;
- planned MRCs — the declaration of the subsoil user company to create MRCs is ensured by the current reserves of minerals; the location of the transport infrastructure has been preliminarily determined;
- declared MRCs — the declaration of the subsoil user company is currently not ensured by the current reserves; the location of the transport infrastructure has not been determined or the plans for the creation of MRCs are not being implemented, and the prospects for their implementation under existing conditions are not determined.

The MRC is attributed to this or that type based on the highest degree of preparedness for the development of one of the deposits it consists of – the availability of the corresponding technical projects agreed.

The main task of creating the MRCs is always the development of the mineral resource base with the most efficiently selected logistics scheme for the implementation of the ultimate goal – the delivery of products to the consumer on the domestic or foreign market. Export of products is carried out (as indicated above) by pipeline, sea, inland waterway, rail, road or air transport. Out of 120 MRCs, 110 supply products to the federal or regional transport network, and 10 provide local fuel supply and processing.

The table shows the distribution of the MRCs by types of transport for the export of products with reference to the constituent entities of the Federation that are part of the Arctic zone. The MRCs of two offshore projects – *Shtokman* (gas and condensate) and *Prirazlomnaya* (oil) – are assigned to the territory of the closest federal constituent entities (the Murmansk Region and the Nenets Autonomous District) adjacent to the shelf, since project support services are located on their territory. The table is deliberately simplified – each MRC is tied to one federal subject; at the same time, several types of complex MRCs can be distinguished:

- transboundary – the resource base is located in two constituent entities of the federation, and the delivery point is in one of them. An example is the Kharyago-Usinsk oil pipeline MRC, the resource base of which is located in the Nenets Autonomous District and the Komi Republic, and the point of shipment is in the Komi Republic;
- cross-border – the resource base is completely located in one federal subject, and the delivery point is in the other one. Currently, a vivid example is the Vankor oil pipeline MRC, the resource base of which is located in the Krasnoyarsk Territory, and the delivery point is in the Yamalo-Nenets Autonomous District.

This fact determines the importance of inter-regional cooperation of the federal subjects in the development of the MRCs of the Arctic zone.

The pipeline transport ensures exporting the raw hydrocarbons from the MRCs of the Nenets Autonomous District, the Komi Republic and the Yamalo-Nenets Autonomous District. In the table characterizing the state of the transport system on the horizon of 2024–2030, the export of oil from the fields of the Krasnoyarsk Territory (the *Vostok Oil* project) is accepted as sea (through the *Sever Bay Port* terminal of the seaport of Dikson). The product export from the deposits of the Vankor group (Vankorskoye, Tagulskoye, Suzunskoye, and Lodochnoye), being part of the project, is carried out by the

ции конечной цели – доставки продукции потребителю на внутренний или внешний рынок. Вывоз продукции осуществляется (как указано выше) трубопроводным, морским, внутренним водным, железнодорожным, автомобильным или авиационным транспортом. Из 120 МСЦ 110 поставляют продукцию в федеральную или региональную транспортную сеть, 10 обеспечивают местное топливообеспечение и переработку.

В таблице приведено распределение МСЦ по видам транспорта вывоза продукции с привязкой к субъектам Федерации, входящим в состав Арктической зоны. МСЦ двух шельфовых проектов – «Штокмановский» (газовый и конденсатный) и «Приразломная» (нефтяной) – отнесены к территории ближайших прилегающих к шельфу субъектов Федерации (Мурманской области и Ненецкого АО), поскольку на их территории размещены службы обеспечения деятельности проектов. Таблица сознательно упрощена – каждый МСЦ привязан к одному субъекту федерации, вместе с тем можно выделить несколько видов сложнопостроенных МСЦ:

- трансграничные – ресурсная база располагается в двух субъектах федерации, а пункт поставки – в одном из них. Примером является Харьгот-Усинский нефтяной трубопроводный МСЦ, ресурсная база которого расположена в Ненецком АО и Республике Коми, а пункт отгрузки – в Республике Коми;
- кросс-границы – ресурсная база полностью располагается в одном субъекте федерации, а пункт поставки – в другом. В настоящее время ярким примером служит Ванкорский нефтяной трубопроводный МСЦ, ресурсная база которого расположена в Красноярском крае, а пункт сдачи – в Ямало-Ненецком АО.

Это обстоятельство определяет важность межрегиональной кооперации субъектов федерации в развитии МСЦ Арктической зоны.

Трубопроводный транспорт обеспечивает вывоз углеводородного сырья из МСЦ Ненецкого АО, Республики Коми и Ямало-Ненецкого АО. В таблице, характеризующей состояние транспортной системы на горизонте 2024–2030 гг., вывоз нефти с месторождений Красноярского края (проект «Восток Ойл») принят как морской (через терминал «Порт бухта Север» морского порта Диксон; в настоящее время вывоз продукции входящих в состав проекта месторождений Ванкорской группы (Ванкорское, Тагульское, Сузунское и Лодочное) производится трубопроводным транспортом. Очевидно, что для западной части Арктической зоны (Республика Карелия, Мурманская область, Республика Коми) железнодорожный транспорт является определяющим видом транспорта для вывоза руд, минеральных удобрений и угля; он значим и для Ямало-Ненецкого АО, поскольку обеспечивает вывоз газового конденсата. В восточной части Арктической зоны поставку продукции МСЦ на морские отгрузочные

Распределение МСЦ Арктической зоны Российской Федерации по видам транспорта вывоза продукции на горизонте 2024–2030 гг.

Distribution of the MRCs of the Arctic zone of the Russian Federation by types of transport for the product export on the horizon of 2024–2030

Полезные ископаемые (ПИ) Mineral resources (MR)		Субъекты Федерации Арктической зоны Российской Федерации Federation Subjects of the Arctic zone of the Russian Federation														Общее число МСЦ по виду ПИ Total number of MSCs by the MR type													
		Мурманская область Murmansk Region		Карелия / Karelia		Архангельская область Arkhangelsk Region		Ненецкий АО Nenets Autonomous District		Республика Коми Komi Republic		Ямало-Ненецкий АО Yamalo-Nenets Autonomous District		Красноярский край Krasnoyarsk Territory		Республика Саха (Якутия) Republic of Sakha (Yakutia)													
Группа / Group	Вид / Type	Виды транспорта вывоза продукции / Types of transport for product export																											
		Ж Rw	М S	Ж Rw	М S	В A	Т P	М S	Л L	Ж Rw	Т P	Ж Rw	Т P	М S	Р I	Л L	М S	Р I	В A	Л L	М S	Р I	А R	В A	Л L	М S	В A	Л L	Общее число МСЦ по виду ПИ Total number of MSCs by the MR type
Углеводородное сырье Raw hydrocarbons	газ / gas	1				1	1	2	1	1	11	6		2	1		1								1	29	64		
	нефть / oil					2	4			1	10	1	1		2										1	22			
	конденсат / condensate	1				1				3	1	6		1											1	13			
Твердые полезные ископаемые Solid commercial minerals	руды / ores	7	3	1						1					3			1	4	1	1	1	2			24	56		
	уголь / coal								2					3			1	1	1	1	3	1	1	1	12				
	золото / gold		1											1							1	5			8				
	алмазы / diamonds				2									1					2						5				
	фосфаты / phosphates	3																							3				
	флогопит / phlogopite	1																							1				
	графит / graphite													1											1				
	щебень / crushed stone	1													1										1				
	стекольные пески glass sands								1																1				
Общее число МСЦ по виду транспорта вывоза продукции The total number of MSCs by type of transport for product export		12	2	4	1	2	4	5	2	5	1	4	22	13	1	2	10	1	2	2	1	5	1	3	2	6	5	2	120
Общее число МСЦ с отгрузкой в федеральную транспортную систему Total number of MSCs with shipments to federal transport system		14	4	3		9			6			40		13					10			11							110

Примечания. Виды транспорта вывоза продукции: Ж – железнодорожный; Т – трубопроводный; М – морской; Р – внутренний водный; А – автомобильный; В – авиационный. Местное топливообеспечение, переработка: Л – локальный.

Notes. Types of transport for product export: Rw – railway; P – pipeline; S – sea; I – internal water; R – road; A – air. Local fuel supply, processing: L – local.

терминалы обеспечивает автомобильный транспорт, зачастую производя перевозки на значительные расстояния. Внутренний водный транспорт в основном выступает в связке с морским транспортом – отгружаемая из МСЦ на него продукция потом в основном перевозится на морской транспорт. По значимости транспортного обеспечения новых проектов на прибрежных территориях Арктической зоны ведущую роль играет морской транспорт.

Выходы

Однозначность выделения и пространственной локализации МСЦ обусловлена ясно выраженной специализацией их элементов, простым набором очевидных

pipeline transport. For the western part of the Arctic zone (the Republic of Karelia, the Murmansk Region, and the Republic of Komi), the rail transport is obvious to be the decisive type of transport to export ores, mineral fertilizers, and coal; it is also significant for the Yamalo-Nenets Autonomous District as it ensures exporting gas condensate. In the eastern part of the Arctic zone, the delivery of MRC products to sea shipping terminals is provided by road transport, often transporting products over long distances. Inland waterway transport mainly acts in conjunction with sea transport – the products shipped to it from the MRCs are then mainly transshipped to sea transport. According to the importance of transport support for new projects in the coastal territories of the Arctic zone, the sea transport is the leading actor.

Conclusions

The unambiguity of the identification and spatial localization of the MRCs is due to the clearly expressed specialization of their elements, a simple set of obvious connections between the constituent com-

ponents and, as a consequence, to a clear localization in the space.

The identification and modeling of MRCs using mapping methods, in particular by means of geoinformation systems, makes it possible to conduct a conjugate analysis of diverse spatial data, including the use of the Earth remote sensing materials.

Currently, in the Arctic zone of the Russian Federation, 120 main MRCs of raw hydrocarbons and solid commercial minerals have been identified, which are at various stages of implementation. Out of 110 MRCs, products are transported to the federal and regional transport networks by pipeline, rail, sea, inland waterways, air and road transport. 10 MRCs of fossil fuels provide local consumption – heat and power generation, and processing.

The functions of the transport system in the development of the MRCs are reduced not only to the product export, but also to the delivery of goods at the stage of the production objects construction, and subsequently to the delivery of support goods. The routes of freight flows that are formed in the MRCs will be considered in the general spatial structure of the transport system of the Arctic zone of the Russian Federation in the next article.

связей между составляющими компонентами и как следствие – четкой локализацией в пространстве.

Выделение и моделирование МСЦ с использованием картографических методов, в частности средствами геоинформационных систем, позволяет проводить сопряженный анализ разноплановых пространственных данных, в том числе привлекать материалы дистанционного зондирования Земли.

В настоящее время в Арктической зоне Российской Федерации выделено 120 основных МСЦ углеводородного сырья и твердых полезных ископаемых, находящихся на различных этапах реализации. Из 110 МСЦ вывоз продукции в федеральную и региональную транспортную сети осуществляется трубопроводным, железнодорожным, морским, внутренним водным, авиационным и автомобильным транспортом. 10 МСЦ горючих полезных ископаемых обеспечивают местное потребление – тепло- и электрогенерацию, переработку.

Функции транспортной системы в развитии МСЦ сводятся не только к вывозу продукции, но и к завозу грузов на этапе строительства производств, а в последующем – завозу грузов обеспечения. Маршруты грузопотоков, формируемых в МСЦ, в общей пространственной структуре транспортной системы Арктической зоны РФ будут рассмотрены в следующей статье.

Список литературы / List of References

- Григорьев М., Светлова Ж., Соколова Е. Минерально-сырьевые центры как объекты управления освоением ресурсного потенциала Арктической зоны Российской Федерации // Арктические ведомости. – 2020. – № 2. – С. 20–27.
- Рябухин В.Т. Компания «Полиметалл» в новой концепции Министерства природных ресурсов РФ о воспроизводстве и использовании минерально-сырьевой базы на основе кластерного подхода: Материалы круглого стола «Стратегия выделения и ресурсное обеспечение минерально-сырьевых центров на территории Российской Федерации». – ВСЕГЕИ, 25.11.2010, https://vsegei.ru/tu/conf/summary/round_table10/present.php.
- Лаломов А.В., Бочнева А.А., Чефранов Р.М. Создание минерально-сырьевого центра титанового и циркониевого сырья на территории Центральной России // Молодой ученый. – 2020. – № 2 (292). – С. 326–332.
- Машковцев Г.А. Ресурсный потенциал твердых полезных ископаемых Арктической зоны России // Геология и минеральные ресурсы Европейского Северо-Востока России: Материалы XVII Геологического съезда Республики Коми. – Т. I. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2019.– 118 с., https://geo.komisc.ru/science_results/scientific-publication/proceedingofmeetings/meetings/2019-2/715-xvii-geologicheskij-s-ezd-tom-i
- Арктика: стратегия развития. Монография под общ. ред. С.А. Липиной, О.О. Смирновой, Е.В. Кудряшовой; Сев. (Арктич) федер. ун-т им. М.В. Ломоносова. - Архангельск: САФУ, 2019. - 338 с.
- Донской С.Е., Григорьев М.Н. Подходы к выделению минерально-сырьевых центров нефти и управлению развитием их ресурсной базы // Геология нефти и газа. – 2010. – № 5. – С. 24–28.
- Григорьев М.Н. Минерально-сырьевые центры: критерии выделения и принципы локализации // Нефтяное хозяйство. – 2020. – № 8. – С. 8–13; Григорьев М.Н. Арктическое ранжирование. О концепции минерально-сырьевых центров для освоения Арктической зоны России // Нефть и капитал. – 2018. – № 12. – С. 6–12.
- Григорьев М.Н. Опыт России в создании систем мониторинга освоения Арктической зоны // Арктические ведомости. – 2018. – № 2. – С. 78–91.