

УДК 553.04(470)

МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ ПОТЕНЦИАЛ СТРАТЕГИЧЕСКИХ ОСТРОДЕФИЦИТНЫХ ВИДОВ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

© 2023 г. О. В. Петров^{а, *}, А. В. Молчанов^{а, **}, В. В. Шатов^{а, ***}, Т. Н. Зубова^{а, ****}

^аВсероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского,
Средний пр., д. 74, Санкт-Петербург, 199106 Россия

*E-mail: vsmdir@vsegei.ru

**E-mail: Anatoly_Molchanov@vsegei.ru

***E-mail: Vitaly_Shatov@vsegei.ru

****E-mail: Tatiana_Zubova@vsegei.ru

Поступила в редакцию 19.05.2023 г.

После доработки 28.05.2023 г.

Принята к публикации 29.05.2023 г.

В статье кратко охарактеризована государственная система регионального геологического изучения недр, реализуемая “Роснедра” и ФГБУ “ВСЕГЕИ” и обеспечивающая оценку минерально-сырьевого потенциала страны на стратегические виды минерального сырья. В 2022 году во ВСЕГЕИ была завершена работа по созданию комплекта цифровых монометалльных карт закономерностей размещения и прогноза стратегических и остро дефицитных видов полезных ископаемых Российской Федерации масштаба 1 : 2500000 в ГИС-формате. По этим видам полезных ископаемых проведена оценка запасов по данным государственной системы учета и выполнена экспертная переоценка прогнозных ресурсов. В результате были выработаны региональные прогнозные критерии локализации площадей, перспективных на выявление месторождений. Даны рекомендации по постановке ГДП-200/2 и (или) ГМК-200 на конкретных номенклатурных листах, перспективных для осуществления ГРП поисковой стадии на стратегические виды минерального сырья.

Ключевые слова: Россия, минерально-сырьевая база, стратегические металлы, минерагенический анализ, рекомендации

DOI: 10.31857/S0016777023050064, EDN: WCPGTA

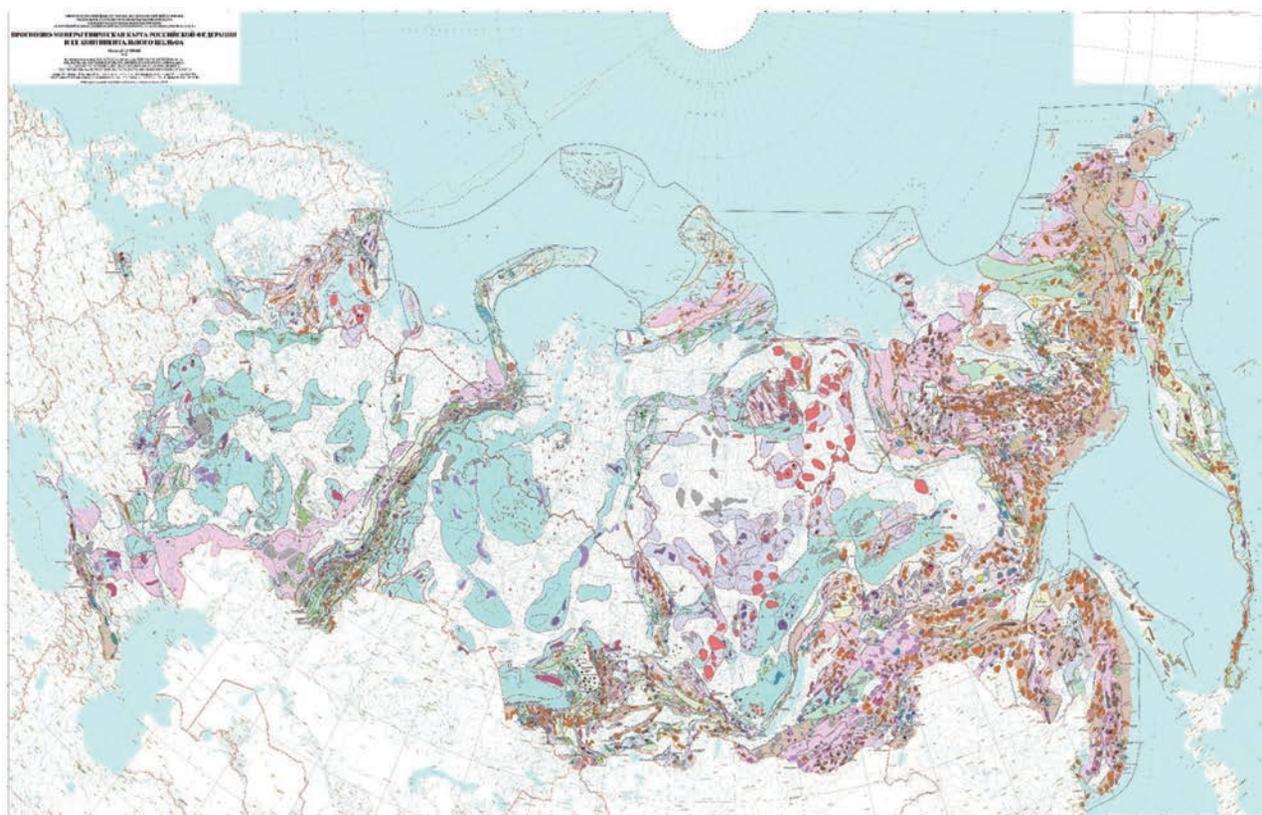
ВВЕДЕНИЕ

Настоящая статья написана по материалам доклада, подготовленного авторами для конференции “Лаверовские чтения-2023: Металлы и минералы при переходе к зеленой энергетике”.

Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского (ФГБУ “ВСЕГЕИ”) является головным отраслевым институтом Федерального агентства по недропользованию, и в этой связи следует напомнить, что Николай Павлович Лаверов почти 17 лет курировал отраслевые институты Министерства геологии СССР. Какое-то время он также руководил Всесоюзным геологическим фондом Мингео СССР, где по его инициативе была улучшена система учета ресурсов и государственного баланса минерального сырья. Опыт, полученный Николаем Павловичем в Министерстве

геологии, во многом и способствовал успешной его работе на посту вице-президента Российской академии наук.

Прежде всего следует упомянуть, как оценка минерально-сырьевого потенциала России реализована в нашем институте. С момента образования Геолкома-ВСЕГЕИ, которому 31 января 2023 года исполнился 141 год, в институте исторически сложились две научные школы: *регионального геологического изучения недр и региональных металлогенических исследований*. В развитие металлогенической школы Геолкома-ВСЕГЕИ существенный вклад внесли академики С.С. Смирнов, Д.С. Коржинский, Д.В. Наливкин, Д.В. Рундквист, А.Д. Щеглов и члены-корреспонденты академии наук Ю.А. Билибин, П.М. Татаринов, Л.И. Красный.



Фиг. 1. Прогнозно-минерагеническая карта Российской Федерации и ее континентального шельфа масштаба 1 : 2500000 (Петров и др., 2017).

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА РЕГИОНАЛЬНОГО ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ НЕДР

Школы *регионального геологического изучения недр и региональных металлогенических исследований* неразрывно связаны между собой, дополняют друг друга и успешно реализуют свой научный потенциал в рамках Государственной программы регионального геологического изучения недр с созданием государственных геологических карт на 3-х масштабных уровнях.

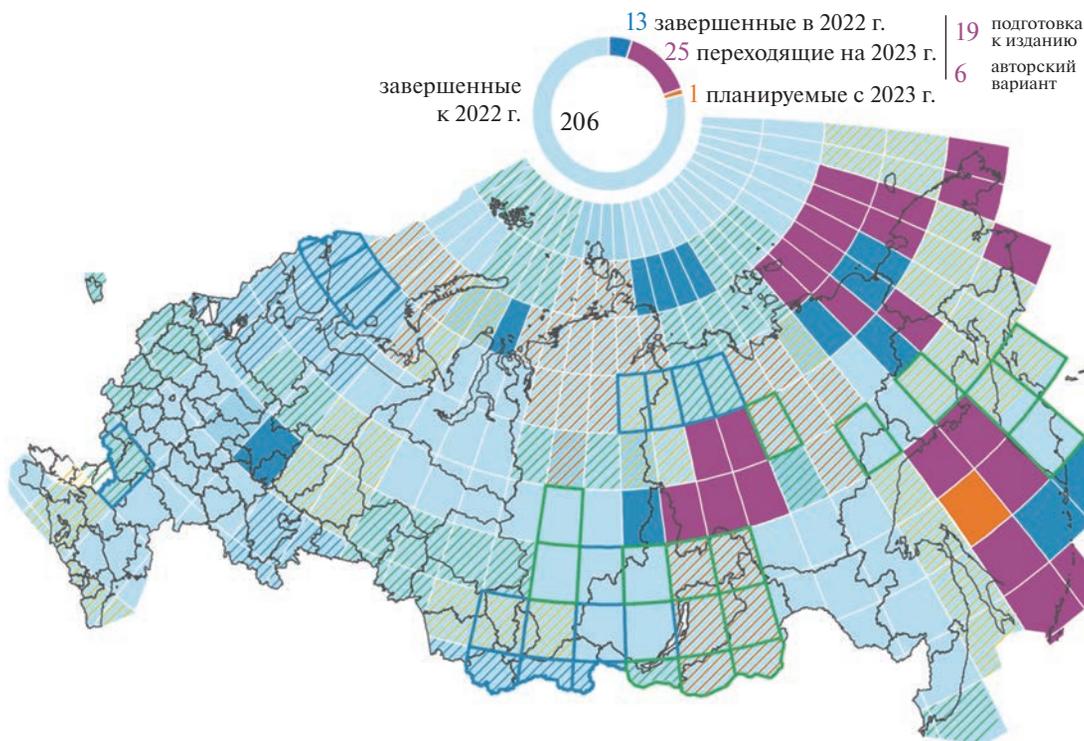
Во все комплекты государственных геологических карт входят карты закономерностей размещения и прогноза полезных ископаемых, которые на каждом масштабном уровне имеют свои объекты исследования и решают свои задачи прогнозирования перспективных площадей:

- на *сводном и обзорном уровне* геологического картографирования в мониторинговом режиме ведется актуализация цифровой прогнозно-минерагенической карты Российской Федерации и ее континентального шельфа масштаба 1 : 2500000. Основными объектами исследования здесь являются металлогенические провинции, зоны, рудные районы и узлы (фиг. 1).

Эта карта, отражая на новой основе лучшие традиции ленинградской металлогенической школы, является одним из достижений системы минерагенического районирования и научной основой прогнозирования различных видов полезных ископаемых нашей страны. Развитие этих исследований базируется сегодня на современной плейттектонической основе с использованием данных глубинного сейсмического зондирования и бурения сверхглубоких параметрических скважин. Данное направление металлогенических исследований тесно связано с нелинейной металлогенией, основоположником которой был академик Алексей Дмитриевич Щеглов.

- на *мелкомасштабном уровне* создается современная полистная геологическая основа недропользования в масштабе 1 : 1000000 уже третьего поколения (фиг. 2) с оценкой минерально-сырьевого потенциала крупных минерагенических зон, рудных районов, узлов и осадочных бассейнов.

Каждое новое поколение карт этого масштабного уровня создается через 25–30 лет и таким образом происходит переоценка минерально-сырьевого потенциала России в мониторинговом режиме, что чрезвычайно важно, т.к. информационный ресурс этих карт интегрирует в себе не



Фиг. 2. Государственное геологическое картографирование территории Российской Федерации и ее континентально-го шельфа.

только информацию, содержащуюся в Государственном кадастре месторождений и рудопроявлений, но и информацию о еще нераскрытом минерально-сырьевом потенциале недр нашей страны. А сегодня это более 52 тысяч перспективных объектов. Нераскрытый потенциал, в том числе стратегических и остродефицитных видов минерального сырья, приходится на слабо освоенные регионы нашей страны, такие как Арктическая зона и Дальневосточный федеральный округ.

Поскольку карты масштаба 1 : 1000000 третьего поколения охватывают прибрежную сушу, шельф и глубинные акватории, в рамках этого масштабного уровня получило развитие еще одно направление металлогенической школы ВСЕГЕИ – минерагения осадочных бассейнов.

– на *среднемасштабном уровне* ведется геологическое доизучение отдельных площадей в масштабе 1 : 200000 с целью раскрытия минерально-сырьевого потенциала прогнозируемых рудных районов и узлов с выделением новых объектов “поискового задела”. Этот ресурс содержит информацию о 2.5 тысячах перспективных участков недр и размещен в открытом доступе на сайте ФГБУ “ВСЕГЕИ”. Он представляет собой основу развития системы лицензирования в России, в том числе и по заявительному принципу. Нужно заметить, что лицензионную деятельность недропользователей стимулирует уже сам факт поста-

новки и проведения государством региональных геолого-съёмочных работ. Так, в Хабаровском крае в пределах только одной площади после постановки ГДП-200 (N-54-XXXI, Бараки-Баканская площадь) количество распределенных участков недр за последние 3 года возросло в 2 раза. На смежной площади уже на начальных стадиях опережающих геофизических и геохимических работ появился целый ряд новых лицензий. А общее количество лицензий за три года выросло в 2.5 раза по сравнению с предыдущим пятнадцатилетним периодом. Всего в 2018–2022 гг. на площадях проведения региональных геолого-съёмочных работ Роснедрами было выдано около 1000 лицензий.

Необходимо особо подчеркнуть, что все государственные геологические карты сопровождаются объяснительными записками, которые по сути представляют собой полноценные монографии, включающие всестороннее описание геологического строения, истории геологического развития и закономерностей размещения полезных ископаемых. За 140 лет государственного геологического картографирования территории страны создано около 5 тысяч таких монографий в виде объяснительных записок к картам различных поколений и более 17 тыс. отчетов к картам 1 : 50000 масштаба. На основе современных цифровых технологий мы объединили весь этот гео-

лого-картографический ресурс в единый национальный информационно-технологический комплекс “Цифровой двойник Недр России”. Этот комплекс обеспечивает цифровую технологию создания современных основ недропользования, прогноза и поисков месторождений полезных ископаемых — от полевых работ до электронного представления геологической информации и управления фондом недр. Он включает в себя более 100 тысяч геологических карт и объяснительных записок к ним, а также структурированные массивы данных по полезным ископаемым России. Комплекс увязан с Единым фондом геологической информации, Автоматизированной системой лицензирования недр, данными Государственного кадастра месторождений и Государственного баланса запасов.

Кроме того, в этот комплекс включены и результаты изотопно-геохимического и геохронологического изучения магматических и метаморфических пород. Эти данные объединены нами в ежегодно актуализируемый “Геохронологический атлас-справочник”, куда входят и данные Российской академии наук.

Интернет-публикация геолого-картографического ресурса “Цифровой двойник Недр России” на сайте ВСЕГЕИ сделала его доступным для многомиллионной аудитории пользователей. Количество запросов к нему в последнее время превысило 100 млн.

Заканчивая характеристику государственной системы регионального геологического изучения недр, реализованную в системе “Роснедра” и нашем институте, следует ниже отразить, как эта система обеспечивает оценку минерально-сырьевого потенциала нашей страны.

В 2022 году ВСЕГЕИ завершил работу по составлению новых цифровых Карт закономерностей размещения и прогноза эпиптермальных золото-серебряных и большеобъемных черносланцевых месторождений золота, а также золото-медно-порфировых месторождений (Петров и др., 2020). Следует подчеркнуть, что за участие в открытии ряда месторождений порфирового семейства в Дальневосточном федеральном округе шести сотрудникам нашего института недавно было присвоено почетное звание “Первооткрыватель месторождения”.

Развивая научные основы прогноза золото-медно-порфирового оруденения, сегодня в практику работ ВСЕГЕИ мы внедрили инновационные технологии анализа геохимических составов редких и редкоземельных элементов в акцессорных цирконах из магматических комплексов. Результаты этих исследований позволили разбраковать поисковые объекты на потенциально рудоносные и заведомо безрудные, тем самым сократив количе-

ство выделенных ранее перспективных объектов с 200 до 20, то есть более чем в 10 раз.

ЦИФРОВЫЕ МОНОМЕТАЛЛЬНЫЕ КАРТЫ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ РАЗМЕЩЕНИЯ И ПРОГНОЗА СТРАТЕГИЧЕСКИХ И ОСТРОДЕФИЦИТНЫХ ВИДОВ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ РОССИИ МАСШТАБА 1 : 2500000. РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Кроме того, в 2022 году в институте была завершена работа по созданию комплекта цифровых монометалльных карт масштаба 1 : 2500000 закономерностей размещения и прогноза стратегических и остро дефицитных видов полезных ископаемых, таких как *марганец, хром, титан, цирконий, бериллий, литий и редкоземельные металлы* (фиг. 3). Остановимся на характеристике некоторых из них.

Марганец. Россия характеризуется крупной сырьевой базой марганцевых руд и входит в десятку мировых держателей их запасов. В то же время товарно-сырьевую продукцию наша страна не производит, а промышленность использует закупаемые за рубежом (Казахстан, ЮАР, Китай и другие страны) товарные марганцевые руды и ферросплавы (Государственный доклад, 2021), что обусловлено преобладанием в МСБ марганца России труднообогатимого карбонатного промышленного типа руд с содержанием металла до 20%. По данным (Машковцев и др., 2017), общий объем импорта в пересчете на сырые руды составляет 1500–1600 тыс. т, на металл — 655 тыс. т, общие затраты на импорт — 577 млн долл. США.

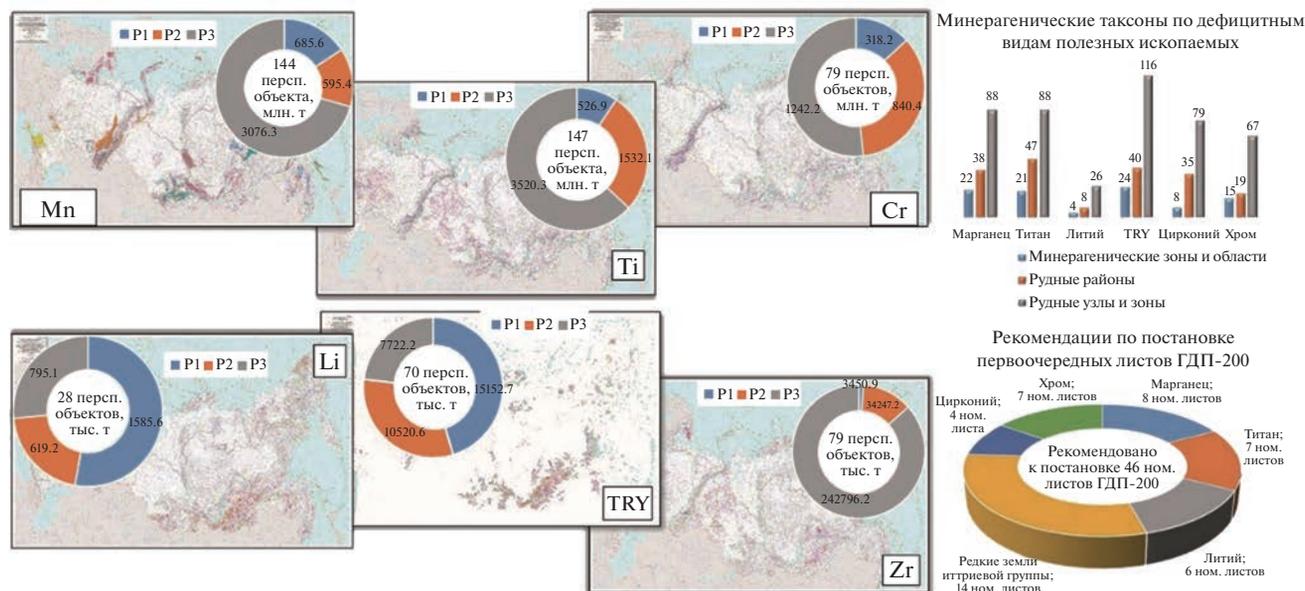
В настоящее время, начиная с 2013 года, в нашей стране промышленная разработка марганцевых месторождений не ведется. В 2017 г. началась только опытно-промышленная добыча, объемы которой в 2020 году составили 188 тыс. т (Государственный доклад, 2021).

На созданной во ВСЕГЕИ Карте закономерностей размещения и прогноза основных геолого-промышленных типов месторождений дефицитных полезных ископаемых территории РФ (*марганец*) масштаба 1 : 2500000 выделены специализированные на марганец минерагенические зоны, рудные районы и узлы в количестве 22, 38 и 88 соответственно. На основе экспертных оценок, выполненных в нашем институте, прогнозные ресурсы различных типов марганцевых руд на 144 минерагенических объектах России кратно превышают ресурсы, отраженные государственными системами учета (фиг. 4).

Наибольшее количество объектов выявлено в пределах Алтае-Саянской минерагенической провинции, являющейся также и лидером по сумме прогнозных ресурсов всех категорий. В ее

Сводное и обзорное геологическое картографирование

Карты закономерностей размещения и прогноза основных геолого-промышленных типов месторождений дефицитных полезных ископаемых по территории Российской Федерации масштаба 1 : 2500000



Фиг. 3. Карты закономерностей размещения и прогноза основных геолого-промышленных типов месторождений дефицитных полезных ископаемых по территории Российской Федерации масштаба 1 : 2500000.

пределах сосредоточено 26.53% от общероссийских ресурсов категории P₁; 31.38% всех ресурсов категории P₂ и 27.61% ресурсов категории P₃. На втором месте по прогнозным ресурсам марганцевых руд находится Уральская минерагеническая провинция, в пределах которой сосредоточено 2.87% ресурсов марганцевых руд категории P₁, 32.28% ресурсов категории P₂ и 9.77% ресурсов марганцевых руд категории P₃.

Кроме того, по данным государственного геологического картографирования выделены первоочередные объекты на наиболее перспективные геолого-промышленные типы марганцевых руд с учетом имеющихся в стране технологий обогащения. Основное количество прогнозных ресурсов категории P₃ сосредоточено в пределах перспективных площадей и рудных узлов в Западно-Сибирской, Пай-Хой-Новоземельской и Алтае-Саянской минерагенических провинциях, притом что основное количество объектов выявлено в Алтае-Саянской (23.53% объектов) и Уральской (26.47% объектов) провинциях. Прогнозные ресурсы категории P₃ локализованы преимущественно на участках большой площади с низкой изученностью и неясными перспективами марганцевой минерализации, в труднодоступных и неразвитых с инфраструктурной точки зрения территориях. Именно с данными площадями связан дальнейший прирост прогнозных ресурсов высших категорий и при весьма благоприят-

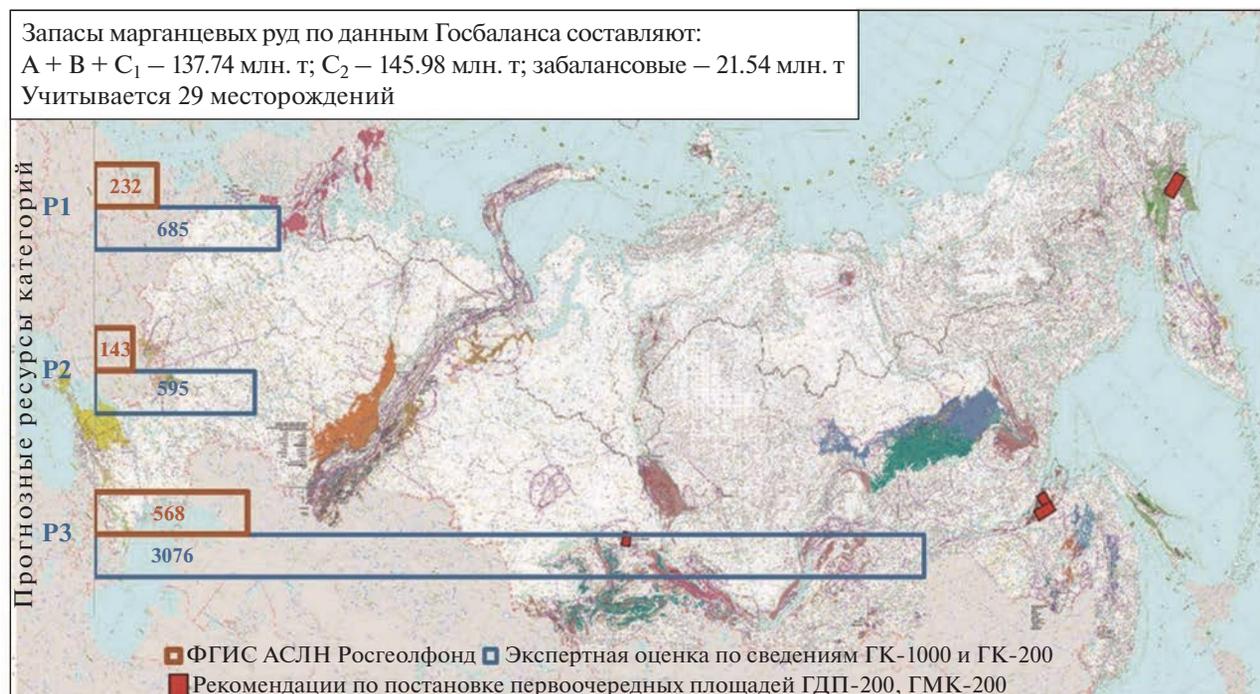
ной перспективе оцененных запасов, при проведении среднемасштабных и крупномасштабных геолого-съёмочных, геолого-минералогических и поисковых работ масштаба 1 : 200000 и 1 : 50000.

Значительный прирост перспективных площадей на марганец можно ожидать в пределах Восточно-Сибирской минерагенической провинции – в зонах стратиграфического несогласия юрских терригенных и палеозойских карбонатных комплексов пород в бассейне р. Лена.

Среди месторождений марганцевых руд наиболее перспективными являются месторождения формации кор выветривания; вулканогенно-карбонатно-терригенной и железо-марганцевой терригенно-кремнисто-карбонатной (парнокский тип), характеризующиеся браунитовым, пиролюзит-псиломелановым составом, благоприятными с точки зрения параметров оруденения и возможности получения Mn-концентратов. На них приходится 22.6% прогнозных ресурсов кат. P₁, 41.5% прогнозных ресурсов кат. P₂ и 45.5% прогнозных ресурсов кат. P₃ от суммы прогнозных ресурсов по РФ.

К сожалению, освоение российских марганцеворудных объектов сдерживается отсутствием эффективных технологий обогащения и переработки низкокачественных руд, а также отсутствием инфраструктуры в районах локализации большинства перспективных объектов (Государственный доклад, 2021).

Экспертная переоценка ресурсов марганцевых руд на 144 объектах



Фиг. 4. Результаты экспертной переоценки ресурсов марганцевых руд на 144 объектах.

Хром. Хромовые руды являются ценным сырьем металлургической, огнеупорной, химической и других отраслей промышленности. По объему потребления в России хромовые руды уступают лишь железным. Основным их потребителем является металлургическая промышленность (75–80%), в меньших объемах (10–15%) они применяются в химической промышленности и в других отраслях (3–5%) (Николаев и др., 2021). По объемам импорта товарных хромовых руд Россия занимает второе место в мире после Китая.

Балансовые запасы хрома России на 01.01.2021 составили 51.8 млн т, заключенные в недрах 33 коренных месторождений и группы россыпных, а оцененные ресурсы составляют около 250 млн т. При этом три четверти разведанных запасов и ресурсов являются неактивными по технологическим и экономическим причинам. Около 90% поставок хромовых руд в Россию обеспечивает Казахстан, остальное закупается в ЮАР и Турции.

Тем не менее, объемы производства хромовых ферросплавов позволяют стране входить в число основных мировых продуцентов, т.к. объемы производимого в России феррохрома превышают потребности отечественных металлургических комбинатов, что определило и определяет его значительный экспорт (Государственный доклад, 2021). Однако развитие отечественной хромовой промышленности сдерживается низким качеством руд (бедные 45–30% и убогие 30–10%) наиболее

крупных объектов (Аганозерское и Сопчеозерское месторождения), содержащих хромиты неметаллургического типа, освоение которых требует внедрения новых технологических решений обогащения и металлургического процессов.

В настоящее время промышленностью используются руды, не требующие обогащения с содержанием более 35% Cr_2O_3 , но только четверть запасов РФ соответствует этому уровню. Запасы хромовых руд сосредоточены в Карело-Кольской минерагенической провинции, где сконцентрировано почти 70% балансовых запасов страны. Здесь находятся крупнейшие российские месторождения: Аганозерское в Республике Карелия и Сопчеозерское в Мурманской области, относящиеся к *стратиформному геолого-промышленному типу* и характеризующиеся убогими по содержанию Cr_2O_3 рудами химического и огнеупорного типов. Остальные запасы учтены в недрах Уральского ФО, включая его арктическую зону, а также в Приволжском ФО. Уральские объекты относятся к *альпинотипному типу* (месторождения Центральное и Западное в Ямало-Ненецком АО). На среднем и южном Урале (Свердловская, Челябинская области, Пермский край) известны объекты *стратиформного, альпинотипного и россыпного типов*. Основное количество запасов хромовых руд здесь заключено в Главном Сарановском и Южно-Сарановском стратиформных месторождениях Пермского края, руды которых отно-

сятся к бедным (средние содержания Cr_2O_3 составляют 39% и 37.7% соответственно).

На территории России в качестве разноранговых металлогенических подразделений, специализированных на хромовые руды, выделено 15 металлогенических зон, 19 рудных и потенциально рудных районов и 67 узлов. Причем подавляющее большинство этих подразделений расположены в Дальневосточном, Уральском и Приволжском ФО. По количеству же суммарных прогнозных ресурсов хромовых руд различных категорий лидируют Уральская минерагеническая провинция. В ее пределах сосредоточено 76.77% от общероссийских ресурсов категории P_1 , 86.67% всех ресурсов категории P_2 и 61.70% ресурсов категории P_3 . На втором месте по прогнозным ресурсам хромовых руд находится Алтае-Саянская минерагеническая провинция, в пределах которой сосредоточено 3.14% ресурсов хромовых руд категории P_1 , 12.97% ресурсов категории P_2 и 28.65% ресурсов хромовых руд категории P_3 . Кроме того, относительно высокими прогнозными ресурсами категории P_3 хромовых руд обладает Алдано-Становая минерагеническая провинция (4.83% от общероссийских ресурсов этой же категории). В целом же прогнозные ресурсы хромовых руд России по 79 перспективным объектам, отраженным на составленной карте закономерностей размещения и прогноза основных геолого-промышленных типов месторождений дефицитных полезных ископаемых (хром) территории Российской Федерации масштаба 1 : 2500000, составляют: P_1 — 318.2, P_2 — 840.4 и P_3 — 1242.2 млн т (фиг. 3).

В пределах Российской Федерации руды хрома относятся к четырем рудно-формационным типам — железорудная хром-никелевая кор выветривания, платино-хромитовая перидотит-пироксенит-габбро-норитовая, хромитовая дунит-пироксенит-габбровая, хромитовая дунит-перидотитовая, а также хромитовых россыпей. Причем в пределах Уральской минерагенической провинции выявлены месторождения практически всех рудных формаций России, а в пределах других провинций, как правило, только одной. Так, в пределах Алтае-Саянской и Алдано-Становой минерагенических провинций выявлены рудные объекты в основном хромитовой дунит-перидотитовой формации, в пределах Карело-Кольской минерагенической провинции — платино-хромитовой перидотит-пироксенит-габбро-норитовой формации.

Для пополнения поискового задела на хромовые руды, ФГБУ «ВСЕГЕИ» рекомендуется постановка ГРП ранних стадий на объекты альпино-тапного (подиформного) хромитового типа в гипербазитах, в пределах Уральской, Алтае-Саянской и Охотско-Корякской минерагенических провинций, а также рекомендуется постановка прогнозно-минерагенических работ на объекты

среднехромистого типа стратиформных месторождений в архейских зеленокаменных структурах Восточной Карелии. В настоящее время этот геолого-промышленный тип имеет высокие риски геологического изучения, однако является единственным потенциально способным обеспечить открытие средних и крупных по масштабу запасов объектов хрома с приемлемым качеством сырья.

Титан. Титан является ключевым элементом при разработке самых передовых технологий во многих странах мира, имея двойное назначение, являясь незаменимым в военной и гражданской авиации, при производстве истребителей, вертолетов, военно-морских кораблей, танков, баллистических ракет.

Главными производителями титанового сырья в мире являются Китай, Австралия, Канада и ЮАР, стабильно обеспечивающие около 60% мирового выпуска титана в концентратах.

Россия располагает одной из крупнейших в мире сырьевых баз титана, на долю которой приходится 15% мировых запасов, достаточной для обеспечения внутренних потребностей страны в титановом сырье. Фактором, сдерживающим освоение коренных месторождений титана, связанных с габброидными породами, является отсутствие в стране промышленной технологии переработки высоко титанистых титаномагнетитовых (железорудных) концентратов, получаемых из руд этих месторождений вместе с ильменитовым (титановым) концентратом. Освоение россыпных месторождений затрудняется их комплексностью, осложняющей процесс переработки руды; не все извлекаемые из нее продукты находят своих потребителей, что отрицательно сказывается на рентабельности проектов. Отсюда понятно, почему вклад нашей страны в мировое производство концентратов титана составляет всего 0.03% (Государственный доклад, 2021).

Практически все российские предприятия, использующие титановое сырье, импортируют его. Однако это не мешает стране входить в тройку основных мировых продуцентов губчатого титана и быть крупнейшим продуцентом пигментного диоксида титана в Восточной Европе. Текущая годовая потребность российских предприятий в титановых концентратах составляет примерно 365 тыс. т. Практически полностью она обеспечивается импортом ильменитового (около 340 тыс. т), а также рутилового (около 12 тыс. т) концентратов. Отечественный (лопаритовый) концентрат, исходя из производительности Ловозерского ГОКа, может обеспечить всего около 13 тыс. т (Государственный доклад, 2021). По состоянию на 01.01.2021 балансовые запасы титана составили 606.9 млн т TiO_2 . Они заключены в 18 коренных (97% запасов) и 15 россыпных ме-

сторождениях, еще два коренных и два россыпных месторождения содержат только забалансовые запасы (Машковцев и др., 2016; Ершова и др., 2016).

Анализируя минерагеническое районирование страны в целом, необходимо подчеркнуть, что преобладающее количество рудных районов и узлов, включая и потенциальные их разности, а соответственно и количество запасов и прогнозных ресурсов титановых руд, располагаются в административном отношении в пределах Дальневосточного, Сибирского и Уральского, а также Центрального и Северо-Западного Федеральных округов, слагая в пределах плитных комплексов древних и молодых платформ крупные россыпные концентрации, а в других геологических структурах (щиты древних платформ – Балтийский, Алданский), складчато-надвиговые структуры – Урал) формируют, в основном, коренные месторождения.

Промышленные месторождения титана Российской Федерации приурочены к двум группам геологических формаций: формации россыпей (прибрежно-бассейновых и пролювиально-дельтовых); и формации магматических и ультраметаморфических пород – габбро-анортозитовых, расслоенных (дифференцированных) и многофазных интрузий основного, ультраосновного и шелочно-ультраосновного состава.

Важным направлением ГРП должны стать поиски и оценка месторождений в габброидах с высоким содержанием в рудах ильменита при низком содержании титаномагнетита, на которых будет технологически возможно и экономически целесообразно получение только диоксида титана. Проявления подобного типа установлены в Карело-Кольском регионе и в Приморье.

В пределах территории Российской Федерации и ее континентального шельфа прогнозные ресурсы титановых руд и титана локализованы на 147 объектах, в сумме составляя: по категории P_1 – 526.975 млн т, по категории P_2 – 1 532.12 млн т и по категории P_3 – 3 520.339 млн т (фиг. 3), без учета объектов, где прогнозные ресурсы подсчитаны на металлический Ti, Ti и Ti-Zr пески и ильменит.

Наибольший интерес в нашей стране представляют коренные руды титаномагнетитового и апатит-ильменит-титаномагнетитового геолого-промышленных типов, расположенных в Восточной Сибири. Номенклатурные листы, в пределах которых проявлены разноранговые рудные объекты, требующие в самое ближайшее время, во всяком случае до 2026 г., постановку ГДП-200/2 (или ГМК-200), как наиболее благоприятные в прогностическом плане, расположены в Алдано-Становой минерагенической провинции: Кодаро-Удоканская минерагеническая зона, Удоканский рудный узел с прогнозными ресурсами руд

(млн т) P_1 – 1255; P_2 – 300; P_3 – 800, при средних содержаниях (%): Fe – 34.65; TiO_2 – 6.27; V_2O_5 – 0.54; в Алтае-Саянской минерагенической провинции: Малотагульский потенциальный рудный узел с прогнозными ресурсами руд (млн т) P_1 – 1255; P_2 – 300; P_3 – 800, при средних содержаниях (%): Fe – 23.8; TiO_2 – 5.26; V_2O_5 – 0.18. Кроме того заслуживает внимания группа листов масштаба 1 : 200000, захватывающих Чогарский потенциальный рудный узел с прогнозными ресурсами Ti руд по категории P_3 – 52 млн т, при содержаниях (%) TiO_2 – 2–14, P_2O_5 – 2–7, V – 0.01–0.3.

Однако фактором, сдерживающим освоение коренных месторождений титана, связанных с габброидными комплексами пород в нашей стране, является отсутствие промышленной технологии их переработки.

Цирконий. Области применения циркония достаточно обширны, что обусловлено его высокой износостойкостью и теплопроводностью, низкой степенью взаимодействия с другими металлами. Основным направлением использования циркония является производство керамических изделий (53.4%). Кроме того, его применяют в литейном производстве (13.6%), производстве огнеупорных кирпичей и прочих огнеупорных материалов (12.6%), в химической промышленности (14.8%), ядерной энергетике (0.5%), электронике (3%) и пр. (2.1%).

Россия обладает существенными балансовыми запасами циркония – 11.6 млн т. А забалансовые запасы оцениваются в 12.3 млн т. По их сумме Россия занимает третье место в мире после Австралии (31.86% мировых запасов) и Южной Африки (8.74% мировых запасов). На долю Украины, США, Индии и Бразилии приходится от 3 до 1% мировых запасов (Государственный доклад, 2021). Государственным балансом запасов России учитывается 17 месторождений циркония, из которых: 11 месторождений – россыпные, 5 – коренные, 1 – техногенное.

По сумме разведанных запасов циркония Россия занимает третье место в мире после Австралии и Южной Африки. Однако структура Российской сырьевой базы циркония существенно отличается от мировой, 95% которой представлено россыпными месторождениями. В России же на россыпи приходится только треть балансовых запасов, а две трети составляют запасы магматогенных объектов с труднообогатимыми комплексными рудами, локализованными в Республике Тыва и Забайкальском крае. Подобные им месторождения больше нигде в мире не разрабатываются.

Легкообогатимые россыпные месторождения в России имеют достаточно большую глубину залегания и низкое содержание диоксида цирко-

ния. Они получили развитие в пределах чехлов древних и молодых платформ территории России и не представляют значительного интереса с экономической точки зрения.

Среди коренных месторождений циркония наиболее перспективными являются рудные объекты, связанные с крупными расчлененными и дифференцированными массивами ультраосновного и ультращелочного состава.

Экспорт циркония России составляет около 95% от объема добычи (в Европу, Японию, Китай и США). В то же время внутренний спрос на цирконий составляет 8–9 тыс. т в год. Иными словами, потребность российских предприятий в цирконе удовлетворяется исключительно за счет импорта (Государственный доклад, 2021).

В пределах территории Российской Федерации и ее континентального шельфа прогнозные ресурсы циркония в пересчете на диоксид циркония на 01.01.2022, исходя из сведений Госгеолкарт-1000/3 и ГК-200/2 (прошедших апробацию НРС Роснедр), данных кадастра прогнозных ресурсов категорий P_3 ФГБУ “ВСЕГЕИ” и прогнозных ресурсов категорий P_1 и P_2 кадастра ФГБУ “ЦНИГРИ”, данных СПР за 2022 г., оценены и апробированы на 44 объектах по категории P_1 – 3450.9 тыс. т, категории P_2 – 34247.2 тыс. т и категории P_3 – 242796.2 тыс. т руд (фиг. 3). Апробированные прогнозные ресурсы циркония превышают суммарные балансовые запасы в 5.5 раз, а разведанные категорий $A + B + C_1$ – в 11 раз (Левченко и др., 2021). При этом наиболее перспективными объектами по суммарному количеству прогнозных ресурсов циркония являются Алдано-Становая минерагеническая провинция, Катугинский циркониево-редкоземельно-редкометалльный рудный узел с прогнозными ресурсами категории P_2 – 7738.2 тыс. т ZrO_2 , включающий месторождение циркон-пироклор-криолитовых руд Катугинское цирконий-редкоземельно-ниобий-танталовой фельдшпатолитовой рудной формации; Восточно-Сибирская минерагеническая провинция, Ессейский цирконий-железородно-апатитовый узел с суммарными прогнозными ресурсами категории P_1 – 1823.1 тыс. т ZrO_2 апатит-редкоземельно-цирконий-тантал-ниобиевой карбонатитовой формации и Карело-Кольская минерагеническая провинция, Ковдорский апатит-железородный узел с прогнозными ресурсами диоксида циркония в 300 тыс. т цирконий-редкоземельно-ниобий-танталовой фельдшпатолитовой рудной формации.

Анализ созданного ГИС-проекта “Карта закономерностей размещения и прогноза месторождений дефицитных полезных ископаемых (цирконий) территории Российской Федерации масштаба 1 : 2500000”, проявленность на ее полотно прогнозных критериев разноформационных ти-

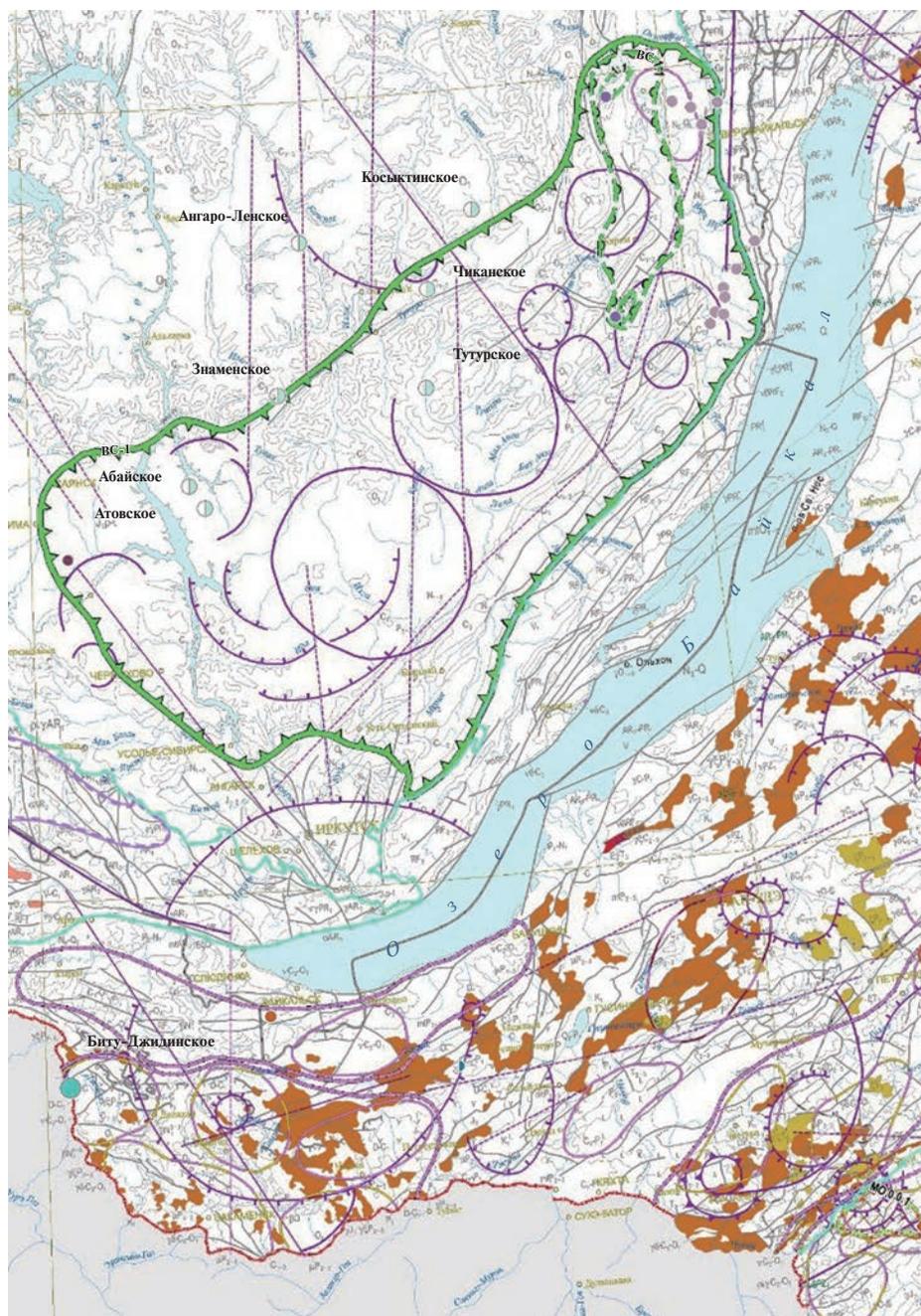
пов циркониевого оруденения, позволили наметить листы масштаба 1 : 200000 для постановки ГДП-200/2 и (или) ГМК-200, как наиболее благоприятные для локализации месторождений циркония, рекомендованные для проведения работ до 2026 года. В пределах Восточно-Сибирской минерагенической провинции – Ессейский рудный узел (Лист R-48-XXV) и Алдано-Становой минерагенической провинции – Ингилийский потенциальный рудный узел (Лист O-53-XVI).

Литий – один из наиболее востребованных военными и гражданскими отраслями промышленности редких металлов, без него не могут обойтись ядерная и военная промышленности. Он используется практически во всех батареях современных устройств, в том числе в тяговых аккумуляторах электроавтомобилей. Литий также может использоваться в термоядерной энергетике. К 2030 году электрическая мощность АЭС в России может увеличиться до 60 ГВт (21 ГВт в 2000 г.), а доля атомной энергетики в производстве электроэнергии возрастет более чем на 33% (Редкие земли, 2016). В настоящее время прогнозируется взрывной спрос на данный металл, что обусловлено развитием новых технологий.

Наиболее крупные месторождения лития известны в гранитных пегматитах¹ натролитиевого типа. Он также концентрируется в гидротермальных образованиях, для которых характерна его тесная связь со фтором. Кроме того, он концентрируется и в осадочных образованиях, при преобразовании литийсодержащих минералов в зоне гипергенеза, в том числе в рапе соляных озер.

За последние полвека в мире были открыты десятки крупнейших месторождений лития с запасами от 1 до 11 млн тонн Li_2O , и в настоящее время за рубежом до 70% лития производится за счет эксплуатации рассолов и рапы бессточных соляных озер с содержаниями 0.06–0.5% – гидроминеральный источник (Мелентьев, 2016). В России гидроминеральные источники лития известны в месторождениях Иркутского региона (автономные источники глубинных высокоминерализованных вод), Республики Коми (попутные воды объектов нефтегазодобычи), Республики Саха (Якутия) – геотермы, сопутствующие рассолы нефтегазовых, алмазных месторождений и др., а также в Крыму, Дагестане, Ставропольском крае, Астраханской и Оренбургской областях (Ключарев и др., 2021). Крупные слабо разведанные запасы лития в РФ связаны с пластовыми рассолами в районах разведочных и добычных работ на углеводородное сырье в Восточной Сибири. К настоящему времени, по мнению специалистов ФГБУ ИМГРЭ, наиболее реальным гидроминеральным

¹ Среднее содержание Li_2O в рудах гранитных пегматитов составляет 1.1–3.0%.



Фиг. 5. Фрагмент карты закономерностей размещения и прогноза основных геолого-промышленных типов месторождений дефицитных полезных ископаемых – *литий*, территории Российской Федерации масштаба 1 : 2500000. (Жигаловская минерагеническая зона Восточно-Сибирской минерагенической провинции).

ресурсом лития представляются глубинные рассолы Ангаро-Ленского бассейна в пределах Жигаловской минерагенической зоны (фиг. 5), где известно 35 скважин с самоизливающимися рассолами. Рассолы содержат Mg, Ca, Br, Li, Sr.

Первый литиевый рудник на территории России был введен в эксплуатацию еще в 1941 году в Восточном Забайкалье на Завитинском месторождении сподумена (0.5–0.6% Li_2O). Это пред-

приятие, проработавшее 56 лет, было законсервировано в 1997 году в связи с изменением экономической ситуации в России. И с конца 1990-х гг. отсутствие собственной литиевой продукции компенсировалось ее импортом. Очевидно, что реализация импортозамещения лития и других ценных компонентов гидроминерального сырья в нашей стране возможна за счет ускоренного вовлечения в комплексное промышленное исполь-

зование новых месторождений в Иркутской, Астраханской, Архангельской областях и Республики Коми.

По запасам лития Россия занимает одно из ведущих мест в мире. Государственным балансом запасы лития учтены в 17 месторождениях. В распределенном фонде числится 4 месторождения, однако литиевые месторождения не разрабатываются и литиевое сырье на территории Российской Федерации в настоящее время не производится (Бортников и др., 2022).

С 2020 по 2022 год в отделе металлогении ФГБУ «ВСЕГЕИ» изучались пространственно-временные закономерности распределения литиевого оруденения по территории Российской Федерации. Составлен ГИС-проект «Карта закономерностей размещения и прогноза основных геолого-промышленных типов месторождений лития территории Российской Федерации масштаба 1 : 2500000».

Прогнозные ресурсы Li_2O , отраженные в материалах комплектов Госгеолкарт-1000/3 и ГК-200/2 (прошедших апробацию НРС Роснедр), данных кадастра прогнозных ресурсов категории P_3 ФГБУ «ВСЕГЕИ» и прогнозных ресурсов категорий P_1 и P_2 кадастра ФГБУ «ЦНИГРИ», данных СПР за 2022 г., по территории Российской Федерации локализованы на 28 объектах по категории P_1 – 1585.6 тыс. т, категории P_2 – 619.2 тыс. т, категории P_3 – 795.1 тыс. т.

Наиболее перспективные объекты расположены в:

– Алтае-Саянской минерагенической провинции: Тастыгский рудный узел, прогнозные ресурсы оксида лития составляют по категориям: P_1 – 176 тыс. т, P_2 – 210 тыс. т, P_3 – 8 тыс. т, локализованные в формации литиевых (сподуменовых) пегматитов; Сольбельдырский прогнозируемый рудный узел, прогнозные ресурсы оксида лития по категориям: P_1 – 100 тыс. т, P_2 – 150 тыс. т, P_3 – 250 тыс. т, локализованные также в формации литиевых (сподуменовых) пегматитов.

– Алдано-Становой минерагенической провинции: Ерюсский потенциальный рудный узел с прогнозными ресурсами оксида лития по категориям P_1 – 200 тыс. т, P_2 – 180 тыс. т, P_3 – 300 тыс. т (формация литиевых (сподуменовых) пегматитов). Урикско-Ийская золото-ураново-редкометалльная рудоносная зона с прогнозными ресурсами оксида лития по категориям: P_1 – 550 тыс. т, локализованные в формации редкометалльных, литиеносных редкометалльных, оловорудных пегматитов.

– Байкальской минерагенической провинции: Джелтулинская потенциальная рудная зона с прогнозными ресурсами оксида лития P_1 – 47 тыс. т, P_3 – 33 тыс. т, локализованные в формации ред-

коземельно-редкометалльная апогранитов и щелочных метасоматитов.

– Верхояно-Колымской минерагенической провинции: Арга-Ынах-Хайский рудный узел. Прогнозные ресурсы оксида лития составили по категориям: P_1 – 2.03 тыс. т, P_2 – 99.61 тыс. т. Локализованы в формации редкоземельно-редкометалльных апогранитов и щелочных метасоматитов.

Среди месторождений лития наиболее перспективными на территории России являются месторождения следующих рудных формаций: литиевых (сподуменовых) пегматитов, редкоземельно-редкометалльных апогранитов и щелочных метасоматитов, а также широко разрабатываемое за рубежом, но слабоизученное в пределах России оруденение поверхностной и близповерхностной редкометалльной рапы (формация литиеносных растворов, литиеносная галогенная формация).

Из номенклатурных листов масштаба 1 : 200000 наиболее перспективными на выявление промышленного объекта являются три группы, в пределах которых может быть рекомендована постановка ГДП-200 и ГМК-200:

– Группа листов М-47-ХIII, -XIX, -XX, Алтае-Саянская минерагеническая провинция, Тастыгский рудный район, Тастыгский и Сольбельдырский рудный узлы.

– Группа листов N-48-VI, -XII, Восточно-Сибирская минерагеническая провинция, Жигаловская минерагеническая зона, Юхтинский потенциальный рудный район. Суммарные прогнозные ресурсы категории $P_2 + P_3$ составляют около 120 тыс. т лития. Литиевая галогенная формация.

– Лист N-47-XXX, Алтае-Саянская минерагеническая провинция, Урикско-Ийский рудный район.

Анализируя минерагеническое районирование страны в целом, необходимо подчеркнуть, что преобладающее количество рудных районов и узлов, включая и потенциальные их разности, а соответственно количество запасов и прогнозных ресурсов лития, располагаются в минерагенических позициях щитов древних платформ, аккреционно-коллизивно-активноокаймленных, чехлов молодых и древних платформ, в том числе активизированных, располагающихся в административном отношении в основном в пределах Дальневосточного, Сибирского, Уральского и Северо-Западного Федеральных округов.

Редкоземельные металлы. Однозначным лидером по производству РЗМ и их поставкам на мировой рынок является Китай — единственная страна, осуществляющая поставки всех видов редкоземельной продукции от сырья до готовых продуктов.

Россия располагает крупной сырьевой базой редкоземельных металлов (РЗМ), включая РЗМ иттриевой группы, входящие в перечень приоритетных видов стратегического минерального сырья, которые в значительных объемах завозятся из-за рубежа и являются особо важными для отечественной промышленности (Распоряжение Правительства РФ от 30.09.2022 № 2473-р.) Следует подчеркнуть, что в настоящее время без использования редкоземельных металлов практически невозможна разработка и существование всех ресурсо- и энергосберегающих технологий – солнечная энергетика, сверхскоростной транспорт на магнитной подушке, инфракрасная оптика, оптоволоконная электроника, лазеры, ЭВМ последних поколений. При этом в России товарная добыча РЗМ ведется в ограниченном количестве. Освоение известных объектов сдерживают отсутствие в стране эффективных промышленных производств по переработке руд и концентратов, низкий внутренний спрос и высокая конкуренция со стороны Китая. В результате внутреннее потребление редкоземельной продукции полностью обеспечивается вынужденным импортом (Государственный доклад, 2021).

Сырьевая база редкоземельных металлов Российской Федерации характеризуется высокой территориальной концентрацией в пределах Мурманской области (фиг. 6) и связана с промышленной разработкой находящегося здесь Ловозерского месторождения. Помимо этого, до 45% разведанных запасов редкоземельных металлов в стране приходится на рудные объекты в карбонатитовых массивах, расположенных, прежде всего, на территории Сибирского и Дальневосточного ФО – Томторское месторождение в Республике Саха (Якутия), Чуктуконское в Красноярском крае и Белозиминское в Иркутской области. Наиболее перспективные по количеству прогнозных ресурсов объекты находятся в Восточно-Сибирской, Алтае-Саянской и Верхояно-Колымской минерагенических провинциях.

Редкоземельные элементы иттриевой группы концентрируются в щелочных гранитоидах с эгирином, арфведсонитом, рибекитом и биотитом. Часто интенсивная иттриевая минерализация наблюдается в гранитных пегматитах, альбититах и грейзенах.

Несмотря на то что при выветривании многие иттриевые минералы устойчивы к разрушению и формируют россыпи, фториды и силикаты иттрия при химическом выветривании переходят в форму неустойчивых водных карбонатов и фосфатов. Главным же источником РЗМ тяжелой группы в настоящее время являются глины с ионносорбированными РЗМ², добываемые в Китае.

² В месторождениях в ионно-абсорбционных глинах заключено 80% (1.5 млн т) мировых запасов среднетяжелых лантаноидов и иттрия. Содержание оксидов РЗМ в таких рудах в среднем составляет 0.03–0.2%.

Обеспеченность суммарными запасами редкоземельных металлов России при текущем уровне погашения запасов в недрах составляет более 253 лет. Извлечение осуществляется из 2% добываемых руд. Незначительный объем потребляемой отечественными предприятиями продукции практически полностью покрывается за счет импорта в основном из ОАЭ и Китая. Это обусловлено отсутствием в России производств по разделению РЗМ, а также в связи с низким уровнем спроса на конечную продукцию, востребованную в высокотехнологичных отраслях – электроники, оптики, специальной керамики и сплавов, постоянных магнитов, электромобилей, ветрогенераторов (Государственный доклад, 2021).

По состоянию на 01.01.2021, балансовые запасы РЗМ составили 31.8 млн т ΣTR_2O_3 , которые заключены в 17 коренных месторождениях; еще одно месторождение содержит только забалансовые запасы. Кроме того, учитываются два техногенных месторождения с суммарными запасами 12.9 тыс. т ΣTR_2O_3 .

Основные запасы редкоземельных металлов России сосредоточены в Северо-Западном, Дальневосточном и в меньшей степени Сибирском ФО, апатит-нефелиновых, лопаритовых промышленных типах месторождений и руд, а также в корах выветривания по карбонатитовым массивам и редкометалльным рудам. Общероссийские запасы редкоземельных руд на 01.01.2022 составляют: балансовые – 28780.6 тыс. т ($A + B + C_1 + C_2$), забалансовые – 11602.52 тыс. т. Прогнозные ресурсы по 70 перспективным объектам составляют по категориям P_1 – 15152.7 тыс. т, P_2 – 10520.6 тыс. т, P_3 – 7722.2 тыс. т (фиг. 3).

Наиболее перспективные по количеству прогнозных ресурсов объекты расположены в:

– Восточно-Сибирской минерагенической провинции, Удзинской минерагенической зоны с прогнозными ресурсами TR_2O_3 (тыс. т): P_1 – 12700; P_2 – 3920; P_3 – 2430.

– Алтае-Саянской минерагенической провинции, Карасугском железо-редкоземельном узле с прогнозными ресурсами TR_2O_3 (тыс. т): P_1 – 115; P_2 – 3700; Улатайском железо-редкоземельном узле с прогнозными ресурсами TR_2O_3 (тыс. т): P_2 – 1000

– Верхояно-Колымской минерагенической провинции, Хаминском рудном узле с прогнозными ресурсами TR_2O_3 (тыс. т): P_1 – 1133; P_3 – 1699; Горноозерском рудном узле с прогнозными ресурсами TR_2O_3 (тыс. т): P_1 – 1240.

Следует подчеркнуть, что среди месторождений редкоземельных элементов наиболее перспективными являются месторождения редкоземельно-цирконий-тантал-ниобиевой нефелин-сиенитовой; апатит-железородной щелочно-уль-



Фиг. 6. Фрагмент цифровой карты закономерностей размещения основных геолого-промышленных типов месторождений дефицитных полезных ископаемых – редкоземельные металлы, территории Российской Федерации масштаба 1 : 2500000. (Карело-Кольская минерагеническая провинция).

трамафит-карбонатитовой и апатит-редкоземельно-цирконий-тантал-ниобиевой карбонатитовой рудных формаций. При этом существенно иттриевый состав РЗЭ характерен для объектов типа рудопоявления Мироновское (Уральская минерагеническая провинция) с прогнозными ресурсами TR_2O_3 категории P_3 в 93 тыс. т.

Наиболее перспективными из номенклатурных листов на выявление промышленного объекта являются пять групп листов, в пределах ко-

торых могут быть рекомендованы постановка ГДП-200 и ГМК-200:

1. Лист О-46-VIII, Алтае-Саянская минерагеническая провинция, Кийский потенциальный рудный узел. Прогнозные ресурсы категории P_2 – 35.4 тыс. т $TR_2O_3 + ThO_2$
2. Группа листов О-49-XXVIII, -XXXIII, Байкальская минерагеническая провинция, Сынный-Бурпалинский потенциальный рудный узел.

3. Лист R-50-IX, Восточно-Сибирская минерагеническая провинция, рудный узел Богдо, Томторский рудный узел, с прогнозными ресурсами TR_2O_3 (тыс. т): $P_1 - 12700$; $P_2 - 3920$; $P_3 - 2430$.

4. Группа листов R-48-VIII, -XII, -XIII, -XVI, -XIX, -XXII, -XXIV, -XXV, Восточно-Сибирская минерагеническая провинция, Анабарский щит.

5. Группа листов R-47-XVII, -XVIII, -XXIV, Восточно-Сибирская минерагеническая провинция, Маймечка-Котуйская минерагеническая зона. Чангитский, Далбыха-Бор-Уряхский рудные узлы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Заканчивая настоящую статью, следует коснуться ряда общих проблем состояния и воспроизводства в нашей стране минерально-сырьевой базы стратегических и остродефицитных видов полезных ископаемых. Как видно из приведенных выше материалов, одной из общих проблем эффективного освоения МСБ России является отсутствие или недостаточная разработанность отечественных технологий переработки минерального сырья. Сегодня лидерами по общему объему расходов на исследования и разработки в этом направлении являются США, Германия, Швейцария и Япония. В России в сфере развития высоких технологий переработки минерального сырья наблюдается значительное отставание. Эта ниша в системе Госрегулирования оказалась ниже незаангажированной. В последнее время Федеральное агентство по недропользованию обратило внимание на эту проблему и пытается решать ее силами подведомственных институтов. "...В целом сырьевая база Российской Федерации конкурентоспособна в мировом масштабе, позволяет сформировать на собственной территории отрасль полного технологического цикла от добычи до конечных изделий" (Димухамедов и др., 2021).

В качестве другой, не менее важной проблемы воспроизводства минерально-сырьевой базы, можно назвать *исчерпание поискового задела* по многим видам полезных ископаемых. Необходимо отметить, что из-за недостатка финансирования поисковой составляющей при государственном геологическом картографировании масштаба 1 : 200000 многие выделенные перспективные площади с ресурсами категории P_3 остаются сегодня недоизученными. Поэтому в дальнейшем на этих площадях мы считаем целесообразным проведение 3-й стадии крупномасштабных региональных геолого-съемочных работ масштаба 1 : 50000 и 1 : 25000, что позволит локализовать в их пределах перспективные участки ранга потенциальных рудных полей с ресурсами категории P_2 . В этой связи необходимо подчеркнуть, что регио-

нальные геолого-съемочные работы всегда являлись основой воспроизводства минерально-сырьевой базы страны, а недостаточное внимание к региональному этапу геологического изучения недр приводило и приводит к дефициту прогнозных площадей и кризису воспроизводства минерально-сырьевой базы, хотя наличие поискового задела, выраженного в локализованных и оцененных прогнозных ресурсах, является необходимым условием долговременного развития МСБ.

Сегодняшние проблемы воспроизводства минерально-сырьевой базы во многом связаны с тем обстоятельством, что из стадийности региональных работ практически исключены общие поиски и крупномасштабное геологическое картографирование. Хотя еще Приказом Мингео СССР № 169 1982 года этот масштабный уровень был определен как основной для регионального изучения страны и выделения перспективных площадей с локализованными ресурсами категорий P_1 и P_2 . Геологической съемкой этого масштабного уровня в количестве 17 тысяч листов были охвачены все основные горнорудные районы России. По своему содержанию эти работы относились к стадии "общих поисков". По их результатам были открыты сотни новых месторождений.

В ныне действующей *Стратегии развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации* мы полностью потеряли эту стадию "общих поисков" и сразу же столкнулись с исчерпанием "поискового задела". Считаем, что проведение ГДП-и ГМК-50 в виде геолого-минерагенического доизучения ранее заснятых площадей за счет средств, направляемых Государством в настоящее время на поиски, позволит решить проблему воспроизводства минерально-сырьевой базы страны на уровне эффективного использования бюджетных средств и привлечения частных инвестиций.

Никакие внесмасштабные минерагенические исследования, которые сегодня под видом региональных работ практикуют многие компании, никогда не решат этой задачи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бортников Н.С., Волков А.В., Галямов А.Л. и др.* Минеральные ресурсы высокотехнологичных металлов в России: состояние и перспективы развития // Геология руд. месторождений. 2016. Т. 68. № 2. С. 97–119.
- Государственный доклад о состоянии и использовании минерально-сырьевых ресурсов Российской Федерации в 2020 году. МПР РФ. М., 2021. 568 с.
- Димухамедов Р.Р., Хромова Е.А.* Минерально-сырьевая база металлов высоких технологий. Освоение, воспроизводство, использование // Проблемные вопросы добычи и производства редких и редкоземельных

металлов: Вторая науч.-практ. конф. Сборник докладов. 7–8 декабря 2021 г., М., 2021. С. 139–144.

Ершова Е.В., Зублюк Е.В., Криштопа О.А., Лантева А.М., Ремизова Л.И., Руднев А.В. Минерально-сырьевая база черных и легирующих металлов России // Разведка и охрана недр. 2016. № 9. С. 88–95.

Ключарев Д.С., Михеева Е.Д. Литий и попутные компоненты в промышленных водах перспективных площадей территории России // Минерально-сырьевая база металлов высоких технологий. Освоение, воспроизводство, использование: Науч.-практ. конф. Сборник докладов. М., 2020. С. 97–105.

Левченко Е.И., Ключарев Д.С. Оценка минерально-сырьевого потенциала металлов высоких технологий и уровень изученности (категорийности) // Минерально-сырьевая база металлов высоких технологий. Освоение, воспроизводство, использование: Вторая науч.-практ. конф. Сборник докладов. М., 2021. С. 190–201.

Машковцев Г.А., Хижняков Ю.А., Козловский Д.С., Самойлов В.Ю., Фадеева А.А. // Разведка и охрана недр. 2017. № 2. С. 3–10.

Машковцев Г.А., Быховская Л.З., Ремизова Л.И., Чеботарева О.С. Об обеспечении промышленности России титановым сырьем // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2016. № 5. С. 9–15.

Николаев В.И., Казеннова А.Д., Никольская Н.Е. и др. Хромитоносные провинции и месторождения хромовых руд России // Минеральное сырье. № 4. М.: ВИМС, 2021. С. 185.

Петров О.В., Морозов А.Ф., Молчанов А.В., Шатов В.В. и др. Прогнозно-минерагеническая карта Российской Федерации масштаба 1:2 500 000 как отражение прогнозно-поисковой эффективности региональных геологических исследований // Регион. геология и металлогения. № 70. 2017. С. 5–16.

Петров О.В., Молчанов А.В., Терехов А.В., Шатов В.В. и др. Карта закономерностей размещения золото-медно-порфириновых месторождений России масштаба 1 : 2500000 (на основе обобщения результатов работ по составлению комплектов государственных геологических карт масштаба 1:1 00 000 третьего поколения) // Регион. геология и металлогения. № 84. 2020. С. 5–24.