



**СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РАН
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И МИНЕРАЛОГИИ ИМ. В.С. СОБОЛЕВА СО РАН**

**РЕДКИЕ И РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫЕ МЕТАЛЛЫ КАК ОСНОВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ**

ПОХИЛЕНКО НИКОЛАЙ ПЕТРОВИЧ

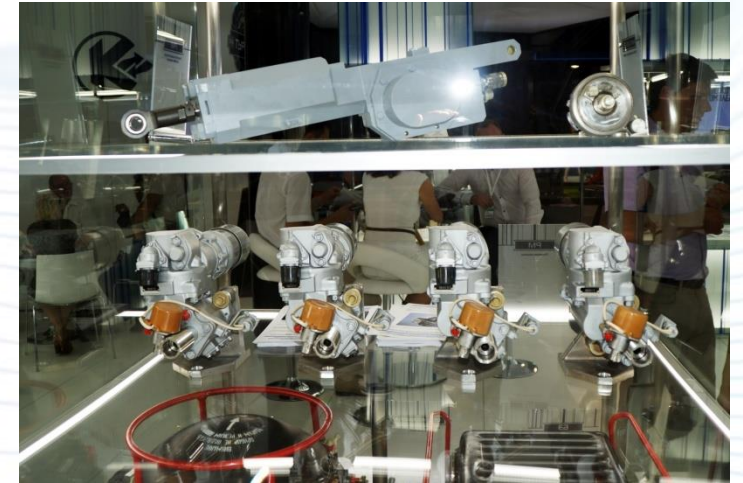
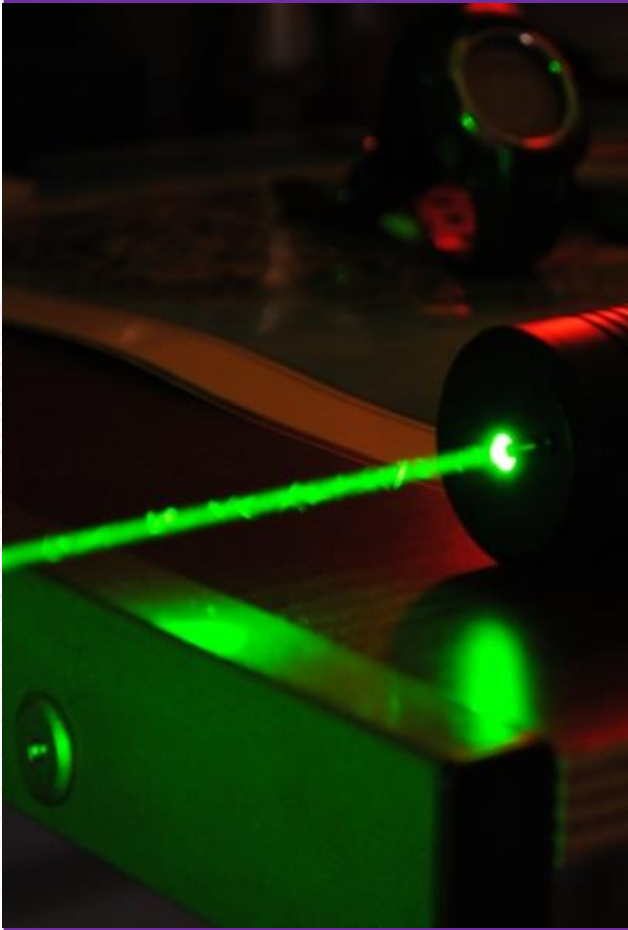
Заместитель председателя Сибирского отделения РАН
Научный руководитель Института геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН
Академик РАН

ОБЩЕЕ СОБРАНИЕ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РАН
НОВОСИБИРСК, 30 НОЯБРЯ 2023 г.

ПРИМЕНЕНИЕ РЕДКИХ И РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ В КРИТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЯХ

Обеспечение экономики страны редкими и редкоземельными металлами (далее – РМ и РЗМ) носит критический характер для национальной безопасности и является важным условием модернизации промышленности. Без РМ и РЗМ невозможно полноценное внедрение 14 из 27 критических технологий, утвержденных Указом Президента Российской Федерации от 07 июня 2011 г. № 899, в том числе:

- военные и промышленные для создания перспективных видов вооружения, военной и специальной техники;
- создание электронной компонентной базы и энергоэффективных световых устройств;
- силовая электротехника;
- атомная энергетика, ядерный топливный цикл, безопасное обращение с РА-отходами и отработавшим ЯТ;
- информационные, управляющие, навигационные системы;
- наноустройства и микросистемная техника;
- новые и возобновляемые источники энергии, включая водородную энергетика;
- получение и обработка конструкционных наноматериалов;
- создание высокоскоростных транспортных средств и интеллектуальных систем управления новыми видами транспорта;
- создание ракетно-космической и транспортной техники нового поколения;
- создание энергосберегающих систем транспортировки, распределения и использования энергии;
- производство металлов и сплавов со специальными свойствами.



Облако сфер применения РЗМ



Известно более 100 областей применения РЗМ, а номенклатура конечной РЗМ-продукции насчитывает тысячи позиций.

PM и P3M включены в технологические цепочки производства вооружений и военной техники, поставляемых в ВС РФ и на экспорт.

P3M — высокотехнологичная сырьевая продукция для обеспечения обороноспособности страны



Су-35

Люминофоры (Eu, Y, Ce)

Оптические системы наведения
оружия (Nd, Dy, Tb, Sm, La)

Инерциальные навигационные
системы (Nd, Dy, Tb, Sm, La)

Радар с
фазированной
решеткой (Y)

Реактивные
двигатели
(Y, Ce, Gd, La)

Контроль гравитации в
стабилизаторах
«умных» бомб (Nd, Dy)

Электроприводы управления
оперением ракет (Sm)



АПЛ «Новороссийск»

Оптика (Nd, La, Ce)

Люминофоры (Eu, Y, Ce)

Гидролокаторы (Tb, Nb)

Лазерная техника (La, Ce)

Высокоемкостные
аккумуляторы (La, Ce)

Генераторы (Nd, Pr, Dy, Tb)

Присадки к дизельному
топливу (La, Ce)

Металлическая облицовка
кумулятивных зарядов (Ta)

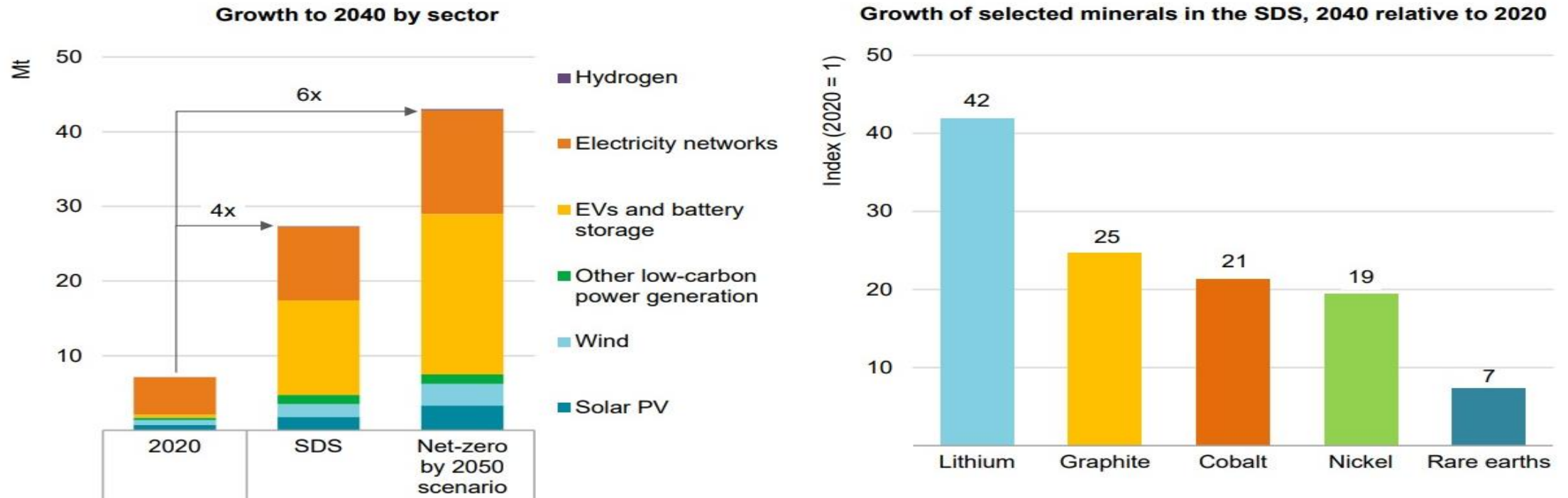


«Армата»

ПОТРЕБЛЕНИЕ СЫРЬЯ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЙ «ЧИСТОЙ» ЭНЕРГЕТИКИ ВЫРАСТЕТ, КАК МИНИМУМ, В 4 РАЗА К 2040 ГОДУ, И ОСОБЕННО ВЫСОКИМ БУДЕТ РОСТ СЫРЬЯ, НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

Mineral demand for clean energy technologies would rise by at least four times by 2040 to meet climate goals, with particularly high growth for EV-related minerals

Mineral demand for clean energy technologies by scenario

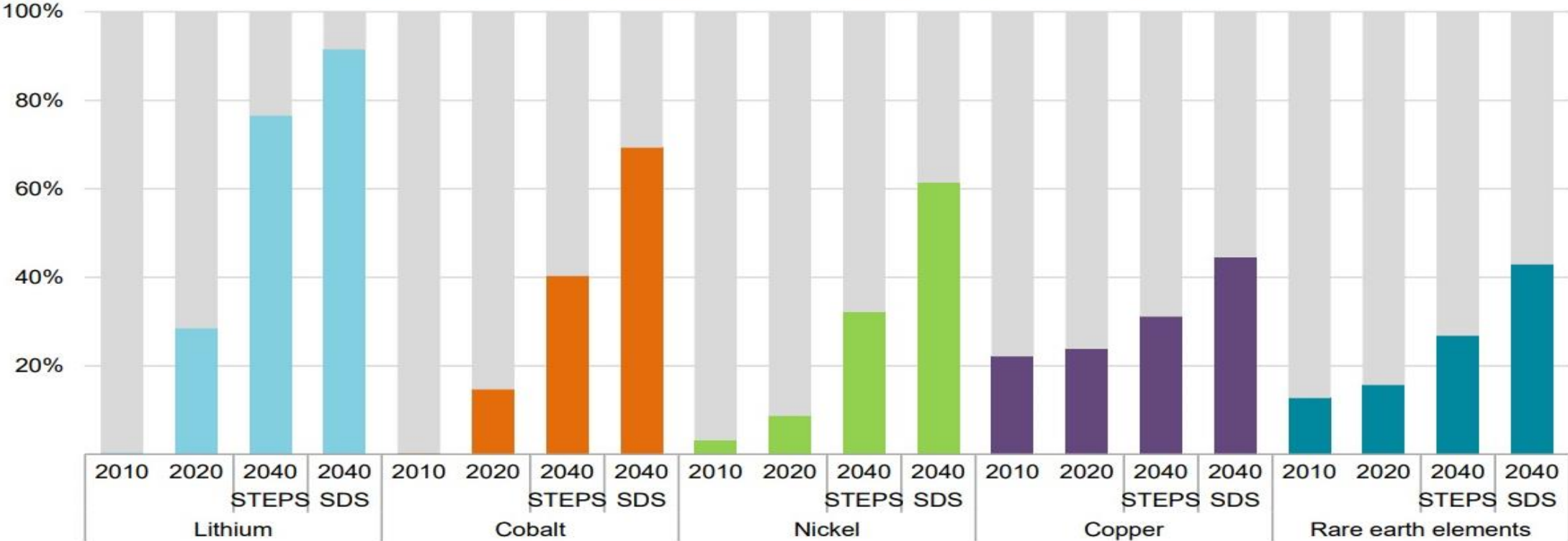


IEA. All rights reserved.

Notes: Mt = million tonnes. Includes all minerals in the scope of this report, but does not include steel and aluminium. See Annex for a full list of minerals.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ СЕКТОР СТАНОВИТСЯ ЛИДИРУЮЩИМ ПОТРЕБИТЕЛЕМ СЫРЬЯ ПРИ УСКОРЯЮЩЕМСЯ ПЕРЕХОДЕ К «ЧИСТОЙ» ЭНЕРГЕТИКЕ

Share of clean energy technologies in total demand for selected minerals

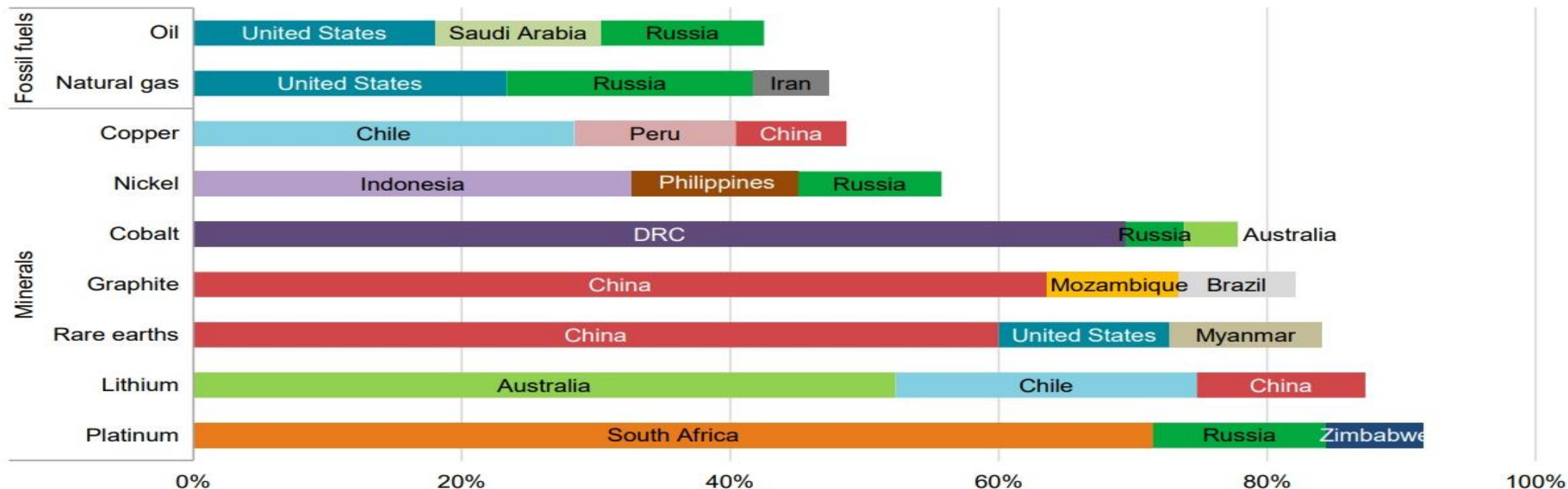


IEA. All rights reserved.

ПРОИЗВОДСТВО МНОГИХ ВИДОВ СЫРЬЯ ДЛЯ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕХОДНУЮ ЭНЕРГЕТИКУ, В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ ГЕОГРАФИЧЕСКИ БОЛЕЕ СКОНЦЕНТРИРОВАНО. НЕЖЕЛИ ПРОИЗВОДСТВО НЕФТИ И ГАЗА

Current production of many energy transition minerals is more geographically concentrated than that of oil or natural gas

Share of top three producing countries in total production for selected minerals and fossil fuels, 2019



IEA. All rights reserved.

Sources: IEA (2020b); USGS (2021).

Перечень основных видов стратегического минерального сырья в Российской Федерации:

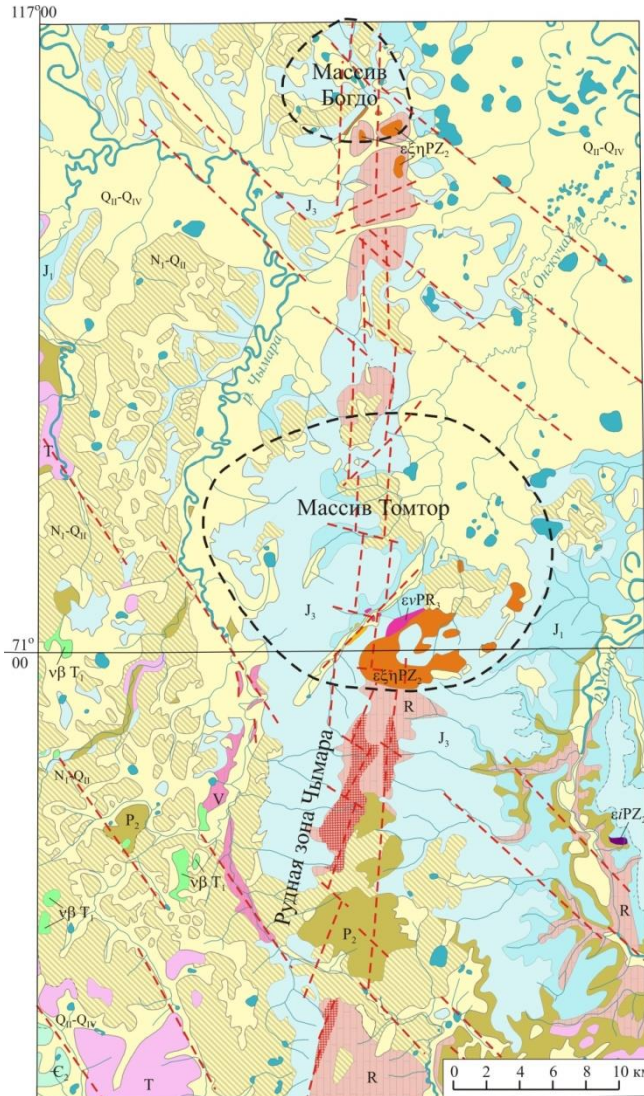
- Нефть, природный газ, уран, **марганец**, хром, **титан**, бокситы, медь, никель, свинец, молибден, вольфрам, олово, **цирконий**, тантал, **ниобий**, кобальт, **скандий**, бериллий, сурьма, **литий**, германий, рений, **редкие земли иттриевой группы**, **золото**, серебро, **платиноиды**, **алмазы**, особо чистое кварцевое сырье.

Варианты воссоздания редкоземельной промышленности в России возможны в трех направлениях:

1. Реанимации мощностей по производству РЗМ из лопарита Ловозерского месторождения (Мурманская область) на базе которого Соликамский МЗ сегодня производит коллективный концентрат РЗО в минимальных объемах, практически полностью экспортируемых полностью за рубеж;
2. За счет попутного получения РЗМ из отходов Хибинского месторождения апатита, в которых заключено около 60% их балансовых запасов, что требует создания целой отрасли;
3. За счет освоения других балансовых месторождений, готовых к эксплуатации, из которых самым богатым является Томтор (уч. Буранный, Северный и Южный).

Первые два варианта, несмотря на их очевидную ясность, требуют создания сложных цепочек перерабатывающих предприятий, опираясь на реанимацию и обновление устаревших и старых технологий и производств, а также организацию новых мощностей, удаленных друг от друга на весьма значительные расстояния.

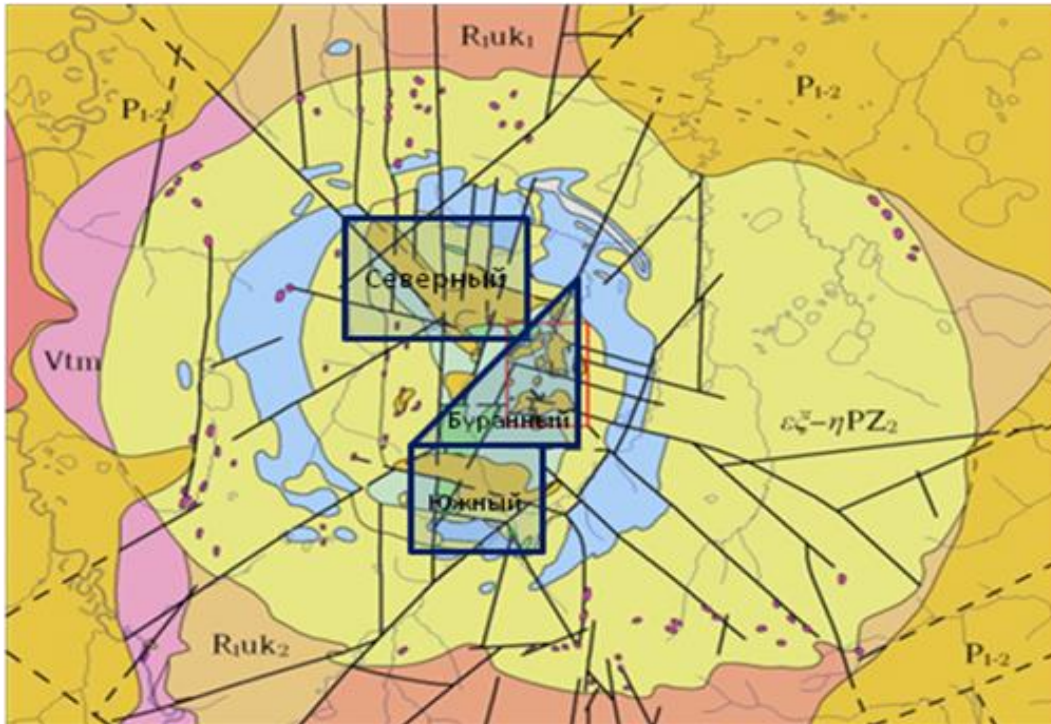
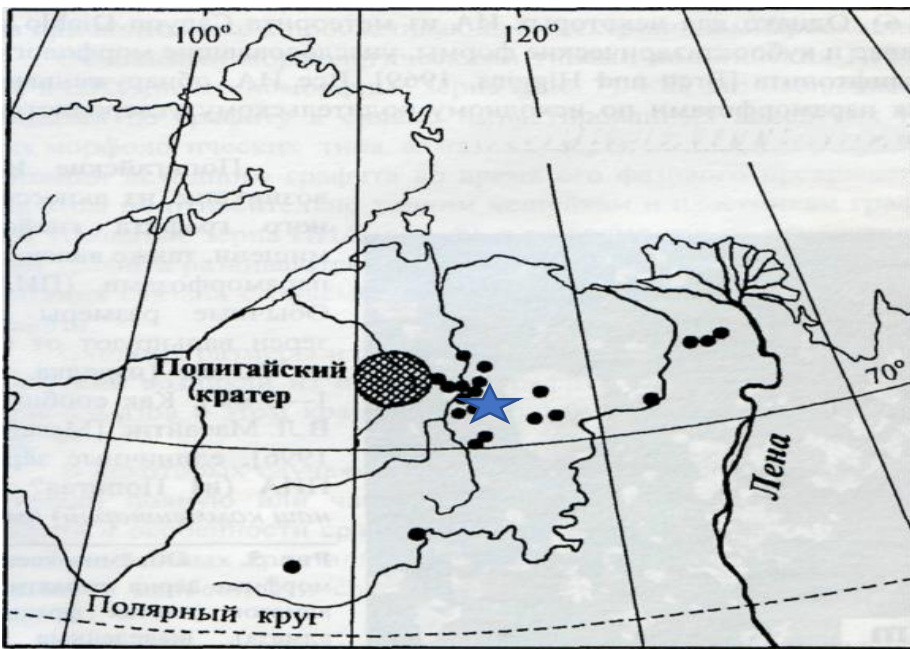
Вариант, базирующийся на освоении месторождении Томтор с уникально высокими параметрами содержания в его руде остродефицитных редкометалльных и редкоземельных компонентов, гарантирует реализацию самых смелых стратегических интересов нашей страны и вписывается в стратегию освоения Арктики.



Параметры Томторского Nb-редкоземельного месторождения

Общие ресурсы Томторского месторождения колоссальны: Nb_2O_5 – 73.6 млн.т., TR_2O_3 - 153.7 млн.т., P_2O_5 - около 2 млрд.т.

По ресурсам редких и редкоземельных металлов и их концентрациям Томтор является безусловным лидером нашей планеты. В мире такие объекты редки, поэтому Томтор по праву относится к месторождениям-гигантам, заняв лидерство в группе Nb-РЗМ объектов, опередив месторождения ниобия (Араша, Бразилия) и редких земель (Маунтин-Пасс, США; Баюнь-Обо, Китай).



На площади ~ 36 км² располагаются 3 изолированных участка распространения рудного пласта пироксено-монацит-крандаллитовых руд (Северный, Буранный и Южный). На участке Буранный оценено свыше 42 млн т. руды (Толстов, 1999).

Томтор имеет приоритетное значение среди других сырьевых источников, поскольку позволяет обеспечить любые потребности российской промышленности и мировой экономики в РЗМ на обозримый период в полном спектре. В пределах рудного поля можно выделить блоки руды практически с любыми заданными параметрами, как например блок иттрий-скандиевых руд.

В пределах Томтора установлены блоки богатых марганцевых руд, а также присутствие в его породах вкраплений самородного золота и платины, что требует доизучения массива на распределение этих компонентов. **Кроме того, на Уджинском поднятии, поблизости от Томтора, имеются еще четыре практически не изученных массива подобного типа, что значительно повышает перспективы развития сырьевой базы РЗМ региона.**

№	Элемент,	Сод-е, % / кг/т
1	ΣРЗО	<u>12,5 / 125</u>
	В т.ч. La ₂ O ₃	<u>2,6 / 26</u>
	CeO ₂	<u>6,3 / 63</u>
	<u>Pr₆O₁₁</u>	<u>0,56 / 5,6</u>
	<u>Nd₂O₃</u>	<u>2,17 / 21,7</u>
	Sm ₂ O ₃	<u>0,25 / 2,5</u>
	Eu ₂ O ₃	0,08 / 0,8
	Gd ₂ O ₃	<u>0,25 / 2,5</u>
	Tb ₂ O ₃	0,02 / 0,2
	Dy ₂ O ₃	<u>0,15 / 1,5</u>
	Ho ₂ O ₃	0,02 / 0,2
	Er ₂ O ₃	0,04 / 0,4
	Tm ₂ O ₃	0,01 / 0,1
	Yb ₂ O ₃	0,04 / 0,4
	Lu ₂ O ₃	0,01 / 0,1
2	Y ₂ O ₃	<u>0,73 / 7,3</u>
3	Sc ₂ O ₃	<u>0,057 / 0,57</u>
4	Nb ₂ O ₅	<u>6,7 / 67 !!!</u>
5	Ta ₂ O ₅	0,007 / 0, 07
6	TiO ₂	5,0 / 50
7	V ₂ O ₅	<u>1,2 / 12</u>
8	Al ₂ O ₃	17,1 / 171
9	P ₂ O ₅	16,0 / 160

Состав руды Томторского месторождения редких элементов (участок Буранный)

10	MnO	0,15
11	PbO	0,28
12	ZnO	0,18
13	CuO	0,02
14	MgO	0,12
15	CaO	2,55
16	SrO	<u>3,8 / 38</u>
17	BaO	3,2 / 32
18	Na ₂ O	0,15
19	K ₂ O	0,07
20	ZrO ₂	0,29 / 2,9
21	ThO ₂	0,15 / 1,5
22	UO ₃	0,01 / 0,1

Вариант переработки томторской руды (железногорская схема), Кузьмин В.И., 2012

Продукт	Чистота, %	Выход с 1 т руды	Извлеч ение, %
¹ Оксиды РЗМ			
В т.ч. La ₂ O ₃	99,996 %	20,5 кг	78,8
CeO ₂	99,99-99,995	42,0 кг	66,9
Nd ₂ O ₃	99,5-99,99	4,3 кг	77,7
Pr ₆ O ₁₁	96%	16,8 кг	77,7
Sm ₂ O ₃	99,5-99,995%	2,1 кг	82,8
Eu ₂ O ₃	99,99%	0,66 кг	82,8
Gd ₂ O ₃	99,5-99,999%	2,05 кг	81,9
Tb ₂ O ₃	99,5-99,995%	0,16 кг	80,6
Dy ₂ O ₃	99,98	1,25 кг	82,8
Ho ₂ O ₃	99,5-99,995%	0,16 кг	82,5

Er ₂ O ₃	99,5-99,995%	0,33 кг	82,5
Tm ₂ O ₃	99,5-99,998%	0,083 кг	83,3
Yb ₂ O ₃	99,5-99,998%	0,33 кг	82,9
Lu ₂ O ₃	99,5-99,998%	0,080 кг	80,1
Y ₂ O ₃	99,95-99,99%	20,5 кг	77,9
ФН658	60%	66 кг	85,0
3 Sc ₂ O ₃ , ТУ 95-148-77	99,9 %,	0,57 кг	82,0
4 Тринатрий фосфат, Na ₃ PO ₄ ·12H ₂ O, ГОСТ 20176-77.	не менее 95%; оксид ванадия не более 0,005%	0,77 т	85,0
5 Al(OH) ₃ мар ка Г-00.	класса +45-125 мкм 80- 85%.	0,22 т	85,0
TiO ₂	5-7% Al	28 кг	88

Уникальность разработанной в ИХХТ СО РАН технологии переработки томторских руд в том, что **в полезную переработку вовлекается 75% компонентов руды**, в результате чего нет необходимости предварительного обогащения руды.

Работы по совершенствованию переработки томторских руд (Кузьмин В.И., 2006-2014 г.г.) позволили увеличить количество товарных продуктов до 20, среди которых главную ценность представляют индивидуальные оксиды средних и тяжелых РЗМ, что позволяет говорить **о новых возможностях получения практически полной линейки РМ и РЗМ из одного сырьевого источника.**

Суммарные запасы составляют – 283,7 млн т.
В России на данный момент **не эксплуатируется ни одно месторождение марганца**. Все объекты с бедными, труднообогатимыми рудами низкого качества. **100% потребления за счет импорта.**

Добыча – нет

Импорт товарных марганцевых руд – 1081 тыс. т.

Импорт марганцевых ферросплавов – 198 тыс. т.

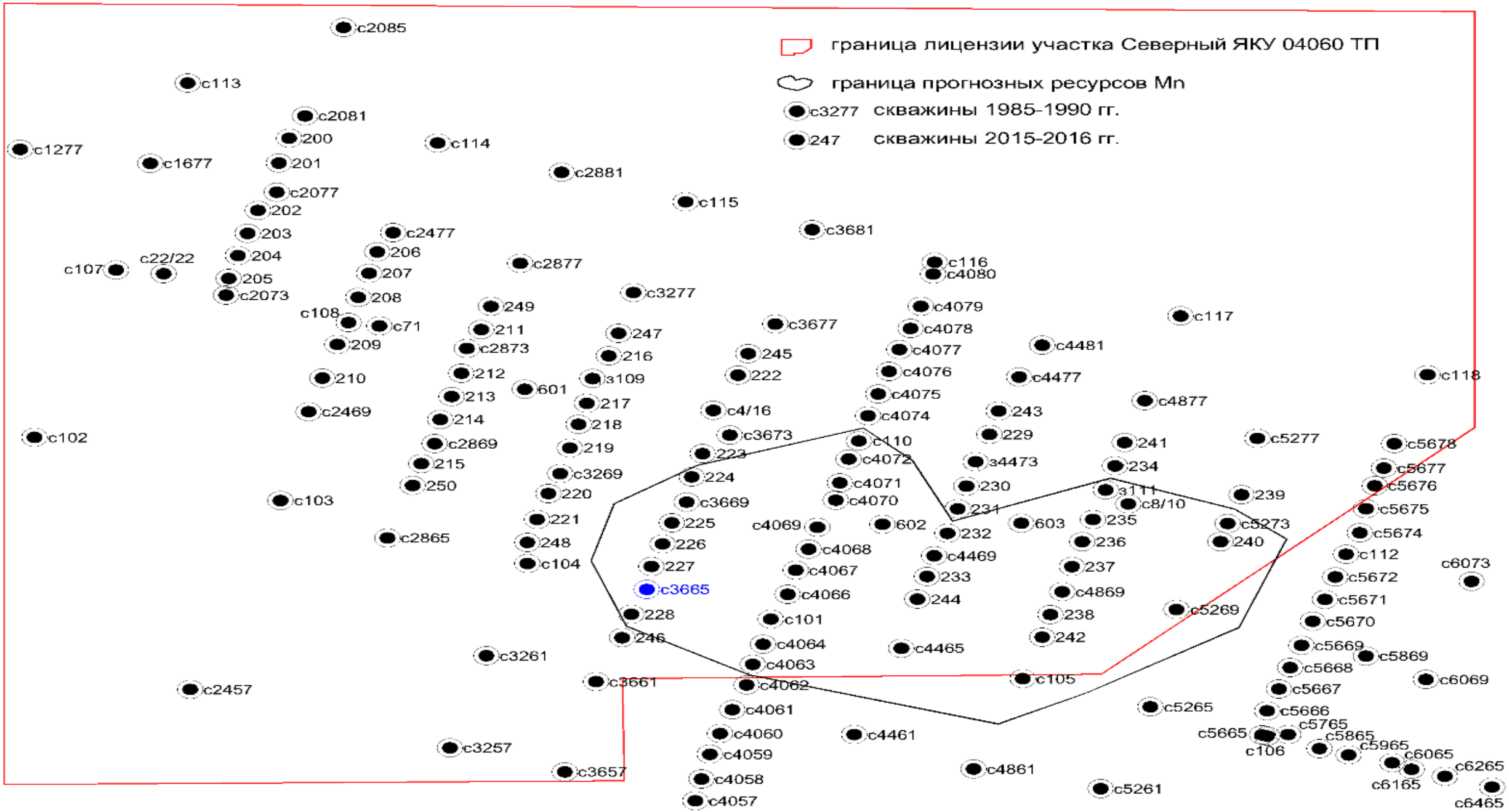
Импорт металлического марганца – 59 тыс. т.



Первые результаты, свидетельствующие о высоких концентрациях MnO в латеритных корах выветривания выявлены в пробах из керна скважины D1, пройденной НПО Севморгео, а также в ряде других скважин геологами ПГО Якутскгеология А.Н. Орловым, Н.А. Москвиным и ученым из ИГ ЯФ СО РАН А.Р. Энтиным. Позже при поисково-оценочных работ А.В. Толстовым была продублирована скв. 3665, в результате чего информация о высоких концентрациях Mn в латеритных корах выветривания подтвердилась. На 30-метровый интервал, охарактеризованный 10-метровыми пробами, средние содержания MnO превысили 20%, что говорит о высоких перспективах данного участка (Табл.1).

**Таблица 1. Химические анализы проб скважины 3665, %
(Томтор, участок Северный)**

№	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	CO ₂	ппп
1	0,8	0,67	7,00	4,75	25,87	15,80	0,50	3,00	0,05	0,08	2,98	7,1	19,15	9,7
2	1,6	0,16	0,10	12,29	3,52	30,30	1,75	9,12	0,05	0,08	2,58	0,01	27,88	4,09
3	3,6	0,67	0,10	14,09	3,88	21,60	1,87	1,00	0,05	0,08	3,75	0,01	22,72	8,49



В пределах Северного участка массива Томтор выявлен участок с повышенным содержанием MnO в латеритных корах выветривания с ресурсами руд более 17 млн.т. Работы на других участках могут увеличить ресурсы до 100 млн.т. Следует особо отметить, что Fe-Mn руды являются природнолегированными с высокими содержаниями Nb и TR, что следует учитывать при изучении рудного поля.

По наличию магнитных аномалий, характерных для апатит-магнетитовых руд – фоскоритов, аналогичные руды, могут быть выявлены и в других частях массива Томтор – участки Буранный, Южный (Баранов, Толстов, 2022).

Полученные результаты позволяют прогнозировать наличие промышленных концентраций Mn в центральном и южном секторах карбонатитового ядра массива, что создает реальные перспективы выявления месторождений комплексных Nb-TR Fe-Mn руд в латеритных корах выветривания карбонатитов с уникальными ресурсами.

Главные критерии привлекательности Томтора:

При воссоздании отечественной редкоземельной промышленности, базирующейся только на одном типе - уникально богатых пирохлор-монацит-крандаллитовых рудах Томтора, будет гарантировано:

1) стабильное обеспечение на сотни лет в любом количестве отечественных высокотехнологичных предприятий стратегическим сырьем – редкими и редкоземельными металлами, включая особо дефицитные и наиболее дорогостоящие тяжелые лантаноиды (неодим, самарий, европий, диспрозий и др.), независимо от импортных поставок и волатильности мировой конъюнктуры;

2) создание непрерывной технологической цепочки полного цикла: Добыча Nb–PM-PЗМ руд – переработка – выпуск концентратов – разделение PM и PЗМ – получение чистых металлов и высокотехнологичной продукции, содержащей PM и PЗМ, опираясь только на отечественную сырьевую базу;

3) интеграция России в мировой рынок PM и PЗМ с конкурентоспособной продукцией;

4) высокие перспективы получения крупного отечественного источника высококачественных марганцевых руд.

Реализация Томторского проекта возможна как с помощью зарубежных инвестиций, так и независимо от них: она весьма удачно вписывается в рамки программы государственно-частного партнерства при освоении Арктической зоны РФ.

Комплексное развитие территорий РФ

Перспективные территории для проведения работ по ГИН



СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ ЛИТИЯ В МИРЕ (в млн. тонн) И ЕГО ДОБЫЧИ (в тысячах тонн)

ЗАПАСЫ:

1. Боливия – 21
2. Аргентина - 19
3. ЧИЛИ – 9,6
4. США – 9,1
5. Австралия – 7,3
6. Китай – 5,1
7. **Россия ~ 1**

Индия в феврале 2023 года заявила об открытии крупнейшего месторождения (~5,9 млн. тонн), следом Иран заявил об открытии еще более крупного месторождения (8, 5 млн. тонн).

ДОБЫЧА:

1. Австралия – 56
2. Чили - 26
3. Китай – 14
4. Аргентина – 6,2
5. Зимбабве – 1,2
6. Боливия ~ 1, 0
7. Португалия ~ 0,9

По данным агентства Benchmark Mineral Intelligence в **2022** году мировой спрос на карбонат лития составил **668 тыс. тонн**.

Установленная в конце марта 2023 года консорциумом ведущих на литиевом рынке компаний минимальная цена за тонну карбоната лития была равна **36 380 \$**, однако такой она продержалась лишь до середины августа, затем быстро упала в три раза и на сегодняшний день находится вблизи отметки в **12 тыс. \$**.

В **2032** году потребуются добывать уже **2,9 млн. тонн** карбоната лития, а это больше, чем все его мировое производство за период с **2015 по 2022** годы (**2,7 млн. тонн**).

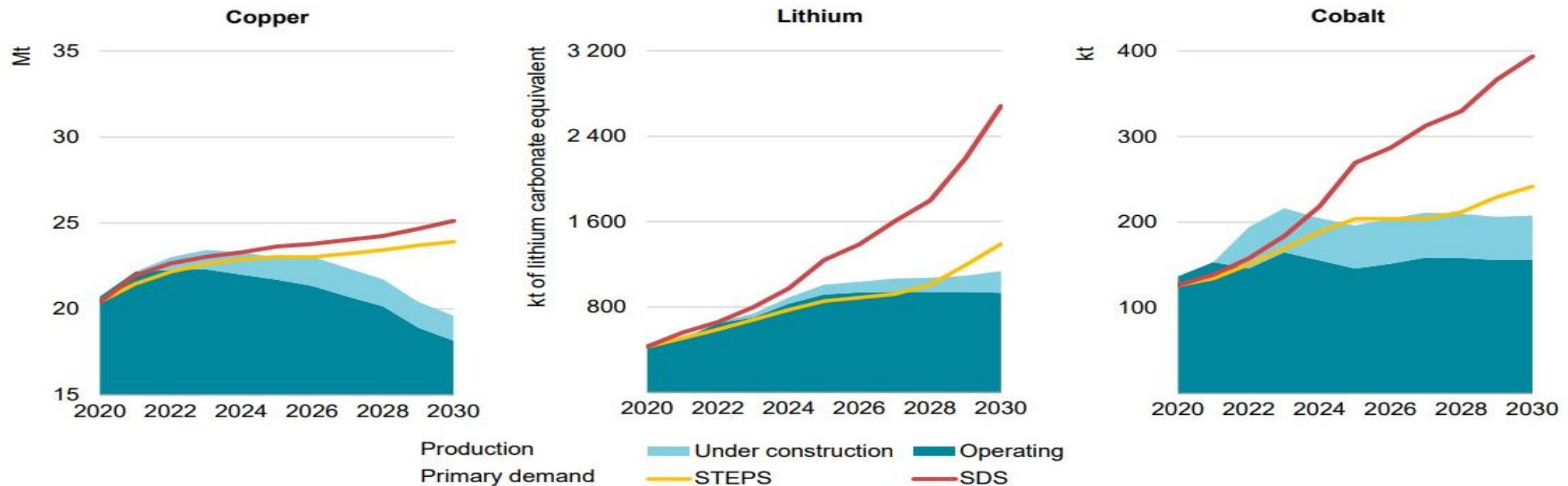
К 2040 году весь литий, добытый в мире в 2022 году составит объем менее месячного спроса, даже если добавить к нему литий, добытый из переработанных батарей.

К **2050** году спрос на карбонат лития достигнет уже **11,7 млн. тонн**, причем **2/3** этого материала будет уходить на нужды накопления энергии, и только менее **1/3** – на обеспечение автомобильной промышленности.

СРАВНЕНИЕ СЦЕНАРИЕВ РАЗВИТИЯ ДОБЫЧИ И ПОТРЕБЛЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ СЫРЬЯ, НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ РАЗВИТИЯ «ЧИСТОЙ» ЭНЕРГЕТИКИ

Meeting primary demand in the SDS requires strong growth in investment to bring forward new supply sources over the next decade

Committed mine production and primary demand for selected minerals



IEA. All rights reserved.

Notes: Primary demand is total demand net of recycled volume (also called primary supply requirements). Projected production profiles are sourced from the S&P Global Market Intelligence database with adjustments to unspecified volumes. Operating projects include the expansion of existing mines. Under-construction projects include those for which the development stage is indicated as commissioning, construction planned, construction started or preproduction. Mt = million tonnes.

Source: IEA analysis based on S&P Global (2021).

До середины 90-х годов прошлого века литий в мире, включая Россию, добывался из сподумен-пегматитового сырья (сподумен – Li-содержащий силикат – $\text{LiAl}[\text{Si}_2\text{O}_6]$, содержание Li_2O в сподумене составляет 6,5-7,7 мас.%). Однако начиная с середины 90-х годов на мировом рынке появился новый поставщик дешевого карбоната лития, производимого из рапы соленых озер района Салара–де-Атакама (Чили), который вытеснил производителей литиевой продукции, *включая Россию, производившую в период до 90-х годов до 20% мирового объема лития и его соединений.*

Это привело к утрате позиций России на мировом рынке лития и стагнации всего отечественного литиевого промышленного комплекса. За прошедшие 40 лет сложившаяся ситуация практически не изменилась.

Однако в настоящее время стало очевидным, что российские месторождения сподуменовых пегматитов Центрально-Азиатского складчатого пояса и литиеносные подземные рассолы Сибирской платформы, общие запасы Li и его прогнозные ресурсы категорий P1 и P2 в которых огромны (~ 4,6 млн. тонн) и они сопоставимы с таковыми для Чили, Аргентины, Боливии и Китая.

В Иркутской области известны Ковыктинское и Знаменское месторождения гидроминерального сырья. Содержание лития и дополнительных компонентов в рассолах этих месторождений значительно превышают их концентрации в традиционном промышленно перерабатываемом сырье. Это единственное место в мире, кроме соленых озер в Чили, где концентрация лития доходит до 0,7 г/дм³. Задokumentированы скважины с дебитом до 5-7 тыс. м³/сут., выносящие за сутки до 10 т хлористого лития.

Запасы рассолов в Ангаро-Ленском бассейне могут обеспечить годовой объём производства более 17 000 тонн карбоната лития, что превышает мощность действующих производств по извлечению лития из рассолов озёр в Китае (более 15000 тонн карбоната лития в год), США (6000 т в год) и Аргентине (12 000 т в год).

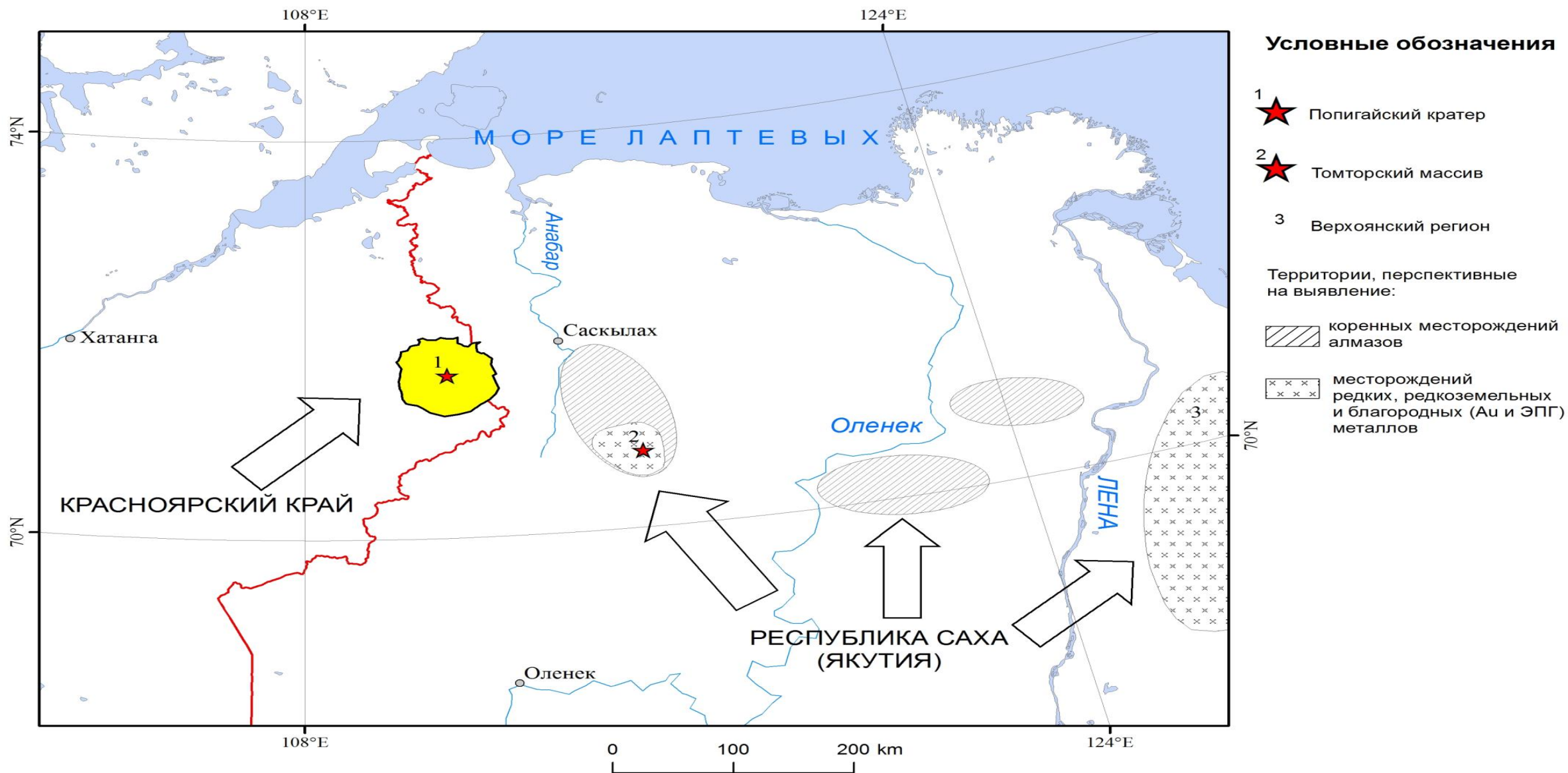
По предварительной оценке, запасов промышленных рассолов Ангаро-Ленского бассейна, а также анализа технико-экономической оценки использования этих рассолов для производства лития и дополнительных компонентов (брома, бора, стронция, калия, магния) Иркутскую область можно рассматривать как крупную минерально-сырьевую базу.

В настоящее время такие компании как «Газпром» и «ИНК» занимаются развитием проектов по добыче лития из промышленных рассолов месторождений Иркутской области.

Микрокомпонентный состав дренажных рассолов карьера трубки "Удачная".

№п/п	Название элемента	Содержание, мг/л
1	Аммония сульфат (NH ₄)SO ₄	300
2	Цезий Cs	0,1-0,7
3	Медь Cu	0,468
4	Барий Ba	1,5-2,1
5	Кадмий Cd	0,044
6	Свинец Pb	2-3
7	Бром Br	3000
8	Литий хлористый LiCl	340

СХЕМА ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЛЕНО-ХАТАНГСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ



ВЫВОДЫ:

1. СТРАТЕГИЧЕСКИЕ МЕТАЛЛЫ ТОМТОРА

Организация освоения уникального по всем параметрам Томторского месторождения целесообразна по следующим причинам:

- - это позволит на сотни лет отказаться от импорта РЗМ и вывести Россию, как крупного игрока, на мировой рынок наравне с ведущими странами БРИКС - Китаем (РЗМ) и Бразилией (ниобий);
- - существенное развитие экономики РС(Я) и всей Сибирской Арктики, что вписывается в Федеральные программы освоения Арктики и возрождения Севморпути;
- - запуск Томторского проекта ввиду уникальности параметров руд потребует небольшого объема добычи руды (100-150 тыс. тонн в год, в зависимости от потребности экономики России в РЗМ), что не требует создания грандиозных горнодобывающих производств в Арктике;
- - расположенное вблизи Томтора гигантское месторождение импактных алмазов Попигайского кратера позволяет комплексно подойти к освоению сибирского сегмента Арктики (С-З РС(Я) и С-В Красноярского края);
- - высокой вероятности получения крупного источника высококачественных марганцевых руд;
- - с началом освоения Томтора в приполярном регионе РС(Я) появится новый горнодобывающий узел типа Норильского, но расположенный более чем в 1000 км к востоку от последнего, и более чем на 4000 км восточнее границ со странами НАТО, что обеспечивает безопасность работы добычного предприятия в случае возникновения военных конфликтов и гармонично вписывается в геополитические устремления России в Арктике.

2. ЛИТИЙ

- Наиболее подготовленным к получению конечного продукта – востребованных промышленностью и рынком соединений лития является вариант переработки Li-содержащих рассолов Ангаро-Ленского бассейна.
- В связи с ожидаемыми ростом потребления лития в мире и ростом дефицита лития на мировом рынке начиная с 2026-27 года, представляется перспективным диверсифицировать варианты производства лития. Для этого необходимо включить в разрабатываемую программу освоение *наиболее перспективных с экономической точки зрения* рудных и техногенных месторождений этого металла.
- Для обеспечения активного участия профильных академических институтов и научных центров Минобрнауки РФ (геологических, горных, химико-технологических и экономических) в работах по развитию и освоению МСБ стратегических видов металлов необходимо создание специализированной межведомственной ФНТП с участием в ее разработке и последующей реализации специалистов Минобрнауки, РАН и СО РАН.

A photograph of the Aurora Borealis (Northern Lights) in a snowy, dark landscape. The aurora is a vibrant green, flowing across the sky. In the lower-left foreground, there is a white trash bin with a logo and some snow. The overall scene is dark, with the aurora providing the primary light source.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!