



# БЕРИЛЛИЙ

## продуктовый баланс

### перспективы производства и потребления

**Дьяченко Александр Николаевич**

Заведующий кафедрой химии и технологии редких элементов РТУ МИРЭА,

Руководитель программ по науке ОУП АРМЗ Росатом

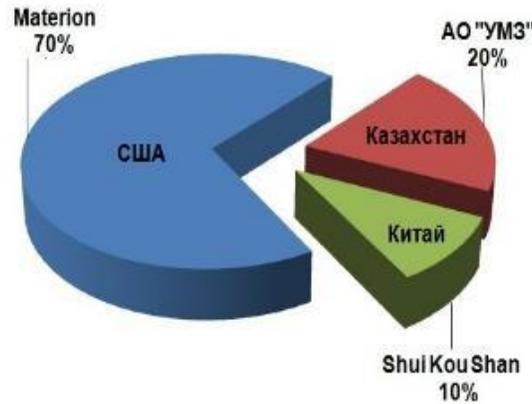
доктор технических наук

dyachenko@mirea.ru

8-909-540-68-63

**300 т/г** – мировое производство бериллия  
**900 \$/кг** – стоимость бериллия в бронзе  
**\$ 2 млрд** - рынок бериллиевой бронзы

**Добавочная стоимость бериллия по глубине передела**  
**5 \$/кг** - в руде  
**20 \$/кг** - в концентрате  
**320 \$/кг** - в гидроксиде  
**500 \$/кг** - металлического  
**900 \$/кг** - в сплаве



<b>США</b>	70% - мирового рынка 100% - собственное сырьё.
<b>КИТАЙ</b>	10% - мирового рынка 70% - собственное сырьё
<b>КАЗАХСТАН</b>	20% - мирового рынка по выплавке металла, 0% - сырья
<b>РОССИЯ</b>	0% - мирового рынка 100% - потенциал собственного сырья 100% - потенциал компетенции (РОСАТОМ) 100% - потенциал бериллиевой бронзы (УГМК, РЕНОВА)

## БЕРИЛЛИЙ – СТРАТЕГИЧЕСКИЙ МЕТАЛЛ ???



**Атомная энергетика** - отражатель и замедлитель нейтронов

**Астрономия** - зеркала телескопов

**Медицина** - окошки рентгеновских трубок

**Лазерная техника** - твердотельный излучатель

**Космос** - системы наведения, тепловые экраны

только **10%** бериллия – стратегические отрасли



**90%** бериллия – сплавы для машиностроения и энергетики

Около 30 т/г Be - завозиться в РФ в готовых изделиях

40%



30%



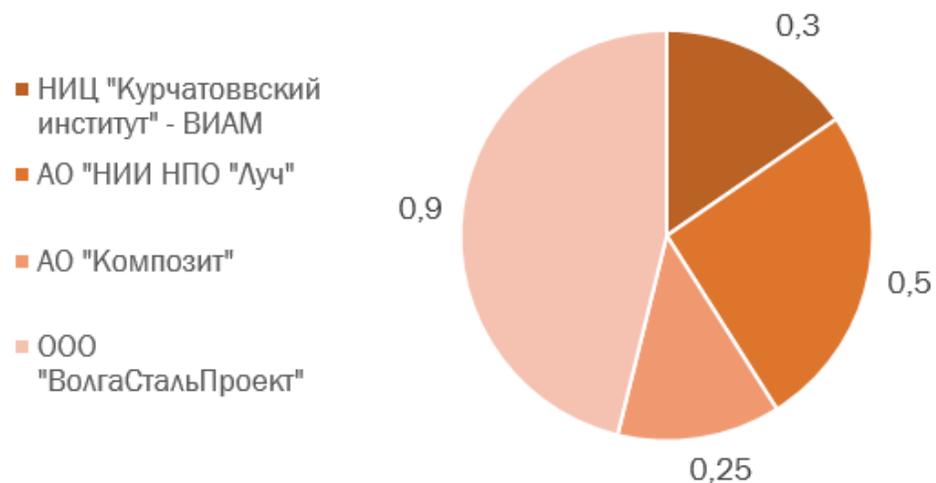
10%



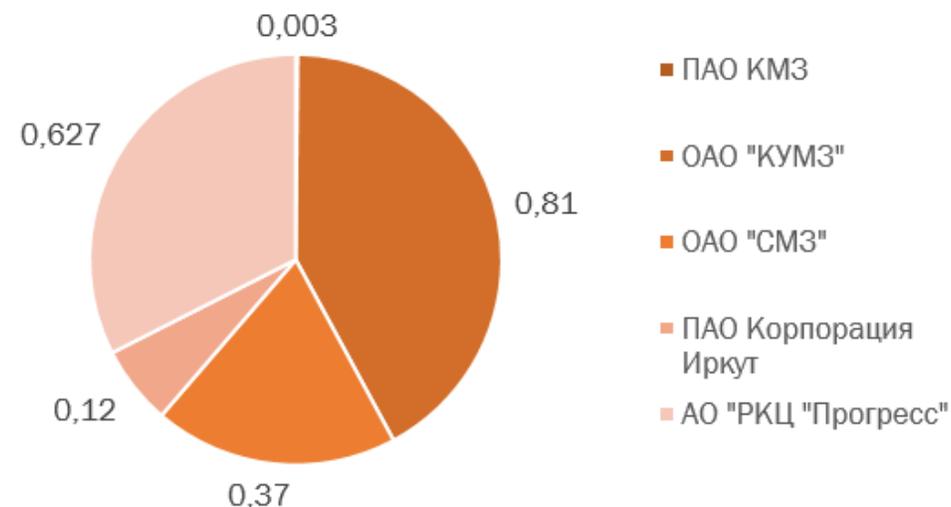
**Для создания российского бериллиевого производства необходимо импортозамещение бериллийсодержащих деталей в гражданские отрасли**

# Структура потребления бериллия по видам продукции в 2023 году – 7,4 тонны

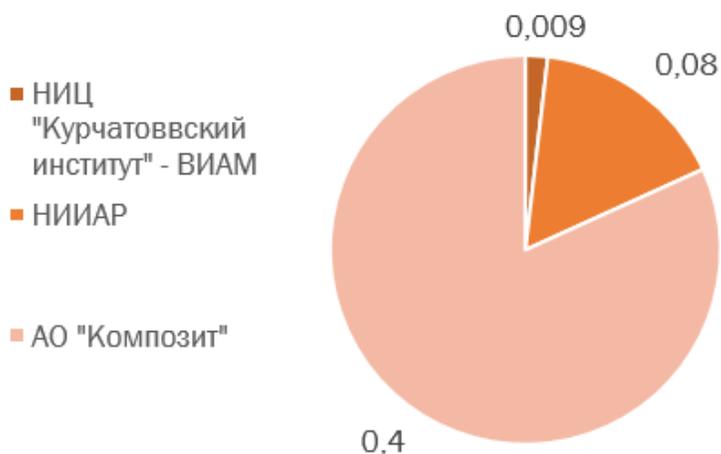
## Бериллий металлический (1,95 т)



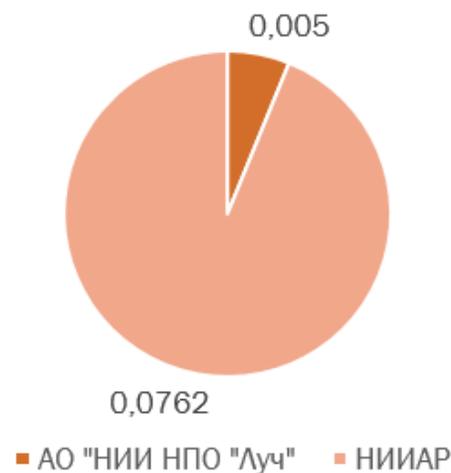
## Лигатура АБ (1,93 т)



## Бериллий спеченный (0,49 т)



## Изделия на основе бериллия (0,08 т)



## Лигатура МБ (3,01 т)



## Потребители бериллиевой продукции в Российской Федерации в 2023 году

- 1** Москва и МО:  
 Композит – 0,7 т  
 НИЦ ВИАМ – 0,3 т  
 НИИ НПО «Луч» – 0,5 т  
 Иные – 2,12 т
- 2** Свердловская обл.:  
 КУМЗ – 0,76 т  
 КУЗОЦМ – 1,7 т
- 3** Владимирская обл.:  
Кольчугцветмет – 1 т
- 4** Самарская обл.:  
 СМЗ (Арконик) – 0,2 т
- 5** Нижегородская обл.:  
Волгастальпроект – 0,15 т
- 6** Челябинская обл.:  
 ФГУП Маяк – 3 т  

- 7** Саратовская обл.:  
 ФГУП Базальт – 3 т  
 (Ядерное направление)





ЗОНА		ВЗРЫВООПАСНАЯ СРЕДА ПРИСУТСТВУЕТ В ТЕЧЕНИЕ	
ГАЗ	ПЫЛЬ		
0	20	Более 1000 часов в году	В данной зоне нельзя находиться
1	21	От 10 до 1000 часов в году	Зона погрузки и разгрузки
2	22	От 6 минут до 10 часов в году	Нормальные условия работы

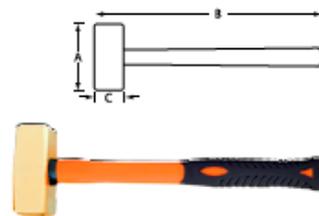
### БЕЗЫСКРОВЫЕ РАЗВОДНЫЕ КЛЮЧИ

- Разводные ключи подходят для любого размера крепежа благодаря раздвижным губкам
- Материал: бериллиевая бронза
- Антимангнитные, высокая коррозионная стойкость
- Объемная штамповка
- Произведены в соответствии со стандартом ISO 6787



### БЕЗЫСКРОВЫЕ КУВАЛДЫ КАМЕНЩИКА

- Молотки каменщика немецкого типа с двухкомпонентной рукояткой
- Материал: алюминиевая бронза
- Соответствуют стандарту UNE 16590



### БЕЗЫСКРОВАЯ КИРКА

- Кирка для разрушения твердой и каменной почвы
- Материал: алюминиевая бронза



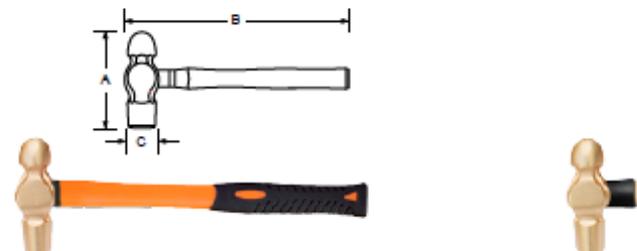
### БЕЗЫСКРОВАЯ КРУГЛАЯ СОВКОВАЯ ЛОПАТА

- Круглая совковая лопата для операций выкапывания, подъема и перемещения
- Удлиненная рукоятка
- Материал: алюминиевая бронза
- Холоднокатаная



### БЕЗЫСКРОВЫЕ МОЛОТКИ С КРУГЛЫМ БОЙКОМ

- Молотки с круглым бойком типа с двухкомпонентной рукояткой из фибргласса (-FB)
- Материал: алюминиевая бронза
- Соответствуют стандарту UNE 16589

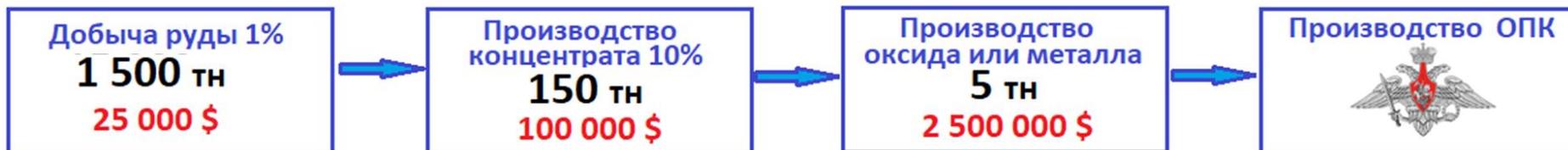


**Сделано НЕ в России.**

Не нашли нужный инструмент?  
Пожалуйста, свяжитесь с нами для размещения  
заказа на изготовление

[www.bahco.com/en/contacts.html](http://www.bahco.com/en/contacts.html)

## Масштаб производства для ОПК



Стоимость бериллия по глубине передела  
5 \$/кг - в руде  
20 \$/кг - в концентрате  
500 \$/кг - металл  
900 \$/кг - в сплаве

## Масштаб производства для гражданских отраслей



Объём инвестирования в производство вне зависимости от производительности составит 60-80 млн.долл.

Производство руды и концентрата без дальнейших переделов убыточно

Добыча руды только для покрытия потребностей ОПК (1 500 т/г, объём продаж 25 000 долл) – крайне убыточна !

**Задача: определить рынок бериллия в РФ в гражданских отраслях**

## Что мы не знаем о бериллии ?



**объёмы импорта Be и Be-сплавов по таможенной статистике;**



**объёмы скрытого импорта Be в готовых изделиях, в каких именно;**



**распределение Be по номенклатуре изделий и отраслям промышленности РФ;**



**конечные потребители по готовым изделиям;**



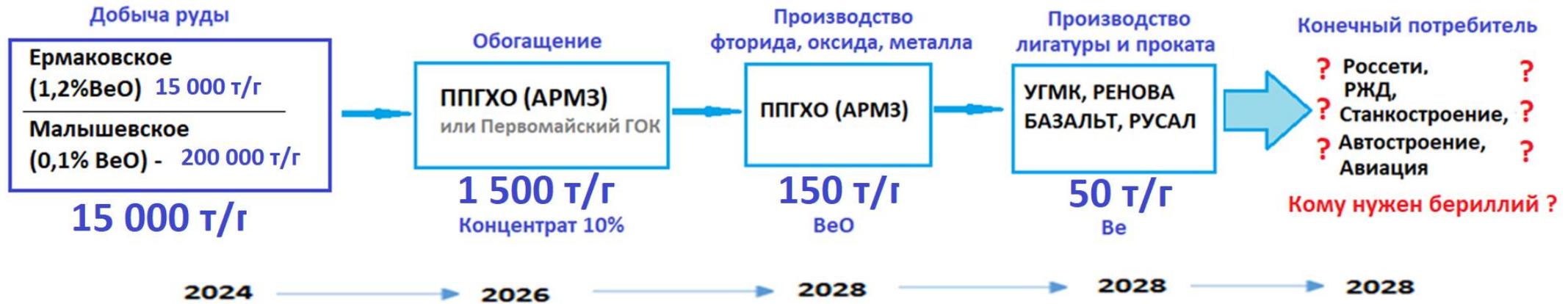
**готовности предприятий РФ к производству конечной продукции с Be.**

**Отсутствует информация о потреблении бериллия в отраслях поскольку по таможенной статистике импортируется не сам бериллий, а готовые изделия с его содержанием.**

1. Определить основные компоненты готовых изделий с использованием каждого вида бериллиевых сплавов.
2. Определить в какие конечные изделия входят бериллий-содержащие сплавы (электротехнические силовые шкафы, контакторы, и др.)
3. Проследить цепочку продвижения сплава на предприятия изготавливающие изделия из этих сплавов
4. Проследить цепочку последующего продвижения изделий из каждого сплава в конечную продукцию (электротехнические изделия, рессорное оборудование, безыскровой инструмент, автомобильные, авиационные и машиностроительные компоненты).
5. Проследить цепочку импорта конечных изделий в РФ через базы Росстата и Таможни.
6. Подготовить перечень предприятий РФ закупающих бериллийсодержащую продукцию.
7. Подготовить перечень предприятий РФ, которые потенциально могут изготавливать конечные изделия с бериллий-содержащими сплавами

		Готовые изделия (номенклатура)	Покупатели в РФ и СНГ	Цены и объёмы закупок готовых изделий	Производители готовых изделий в РФ и СНГ
1	Электротехнические сплавы	1. .... 2. ....	1. .... 2. ....	1. .... 2. ....	1. .... 2. ....
2	Рессорные сплавы и стали	1. .... 2. ....	1. .... 2. ....	1. .... 2. ....	1. .... 2. ....
3	Безыскровые сплавы	1. .... 2. ....	1. .... 2. ....	1. .... 2. ....	1. .... 2. ....
4	Легкие алюмо-сплавы	1. .... 2. ....	1. .... 2. ....	1. .... 2. ....	1. .... 2. ....
5	Керамика				

**РЕЗУЛЬТАТ**



Передел	Добыча	Обогащение	Производство оксида	Производство металла и лигатуры	Производство бронзы
Прибыль, тыс. \$/год	- 750	0	+15 000	+20 000	+10 000



**Добыча руды и производство концентрата – нерентабельна!**  
 Бизнес возможен только на полном цикле: от добычи руды до производства изделий на основе бериллия

## Выводы: концепция создания российского бериллиевого производства

1. Первичное производство рудных концентратов нерентабельно и ведёт к потере РФ сырья. Бизнес возможен только на полном цикле: от добычи руды до производства изделий с использованием Ве. Россия имеет собственную качественную сырьевую базу и компетенции по глубокой переработке до конечного изделия.
2. Создание бериллиевого производства только для обеспечения ВПК нерентабельно, 90% редкометалльного рынка – продукция не военного назначения.
3. Без развития отечественного производства конечных изделий - электрооборудования, станкостроения, инструментария создание бериллиевого производства не актуально. Содержание бериллия в таких изделиях около 1%.
4. Минимально рентабельное производство бериллия – 30 т/г. 90% - это: безискровой инструмент, электроконтакты, рессоры и пружины.
5. Необходимо переориентировать отечественные высокотехнологичные отрасли на потребление бериллия и реализовать программу импортозамещения бериллиевой продукции в станкостроении, гражданской авиации, электронике и электротехнике.
6. Шаг №1 - продуктовый и межотраслевой баланс потребления бериллия в конечных изделиях и определения российских производств готовых к выпуску этих изделий.

**Потребление продукции – единственный стимул к его производству.**



**СПАСИБО за ВНИМАНИЕ**  
д.т.н. Дьяченко Александр Николаевич



**Дополнительная информация**

## Основные месторождения бериллиевых руд в РФ

В России имеются два бериллиевых месторождения

1. Ермаковское (Бурятия, ГК ПИК) – 1,2% BeO
2. Малышевское (ГК Ростех, Свердл. обл.) – 0,1% BeO



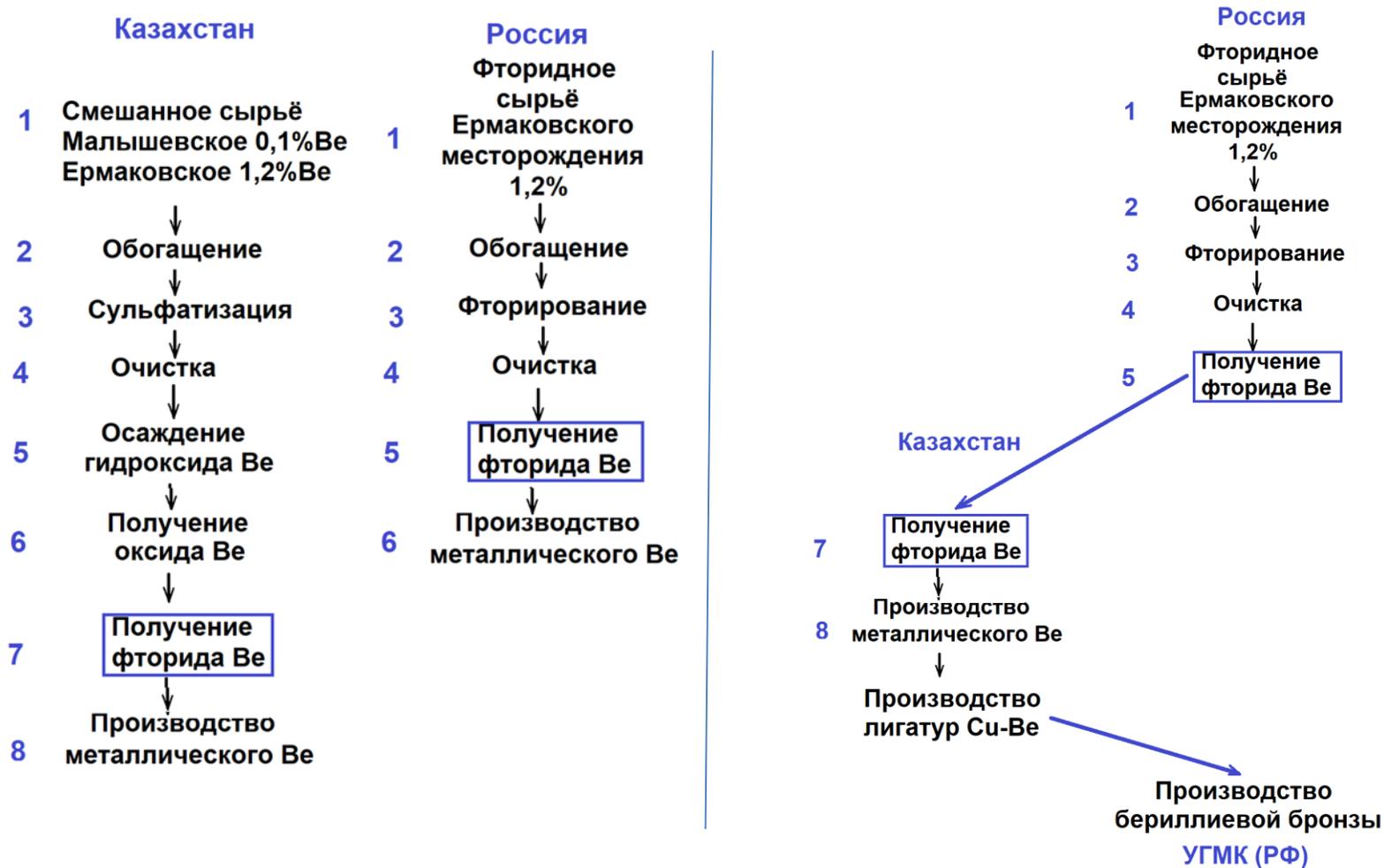
Малышевское месторождение было использовано в качестве сырьевой базы бериллия в 1942 году в связи с невозможностью организации геологоразведки более подходящих месторождений.

В 1964 году было открыто Ермаковское месторождение с содержанием бериллия в 10 раз больше чем на Малышевском.

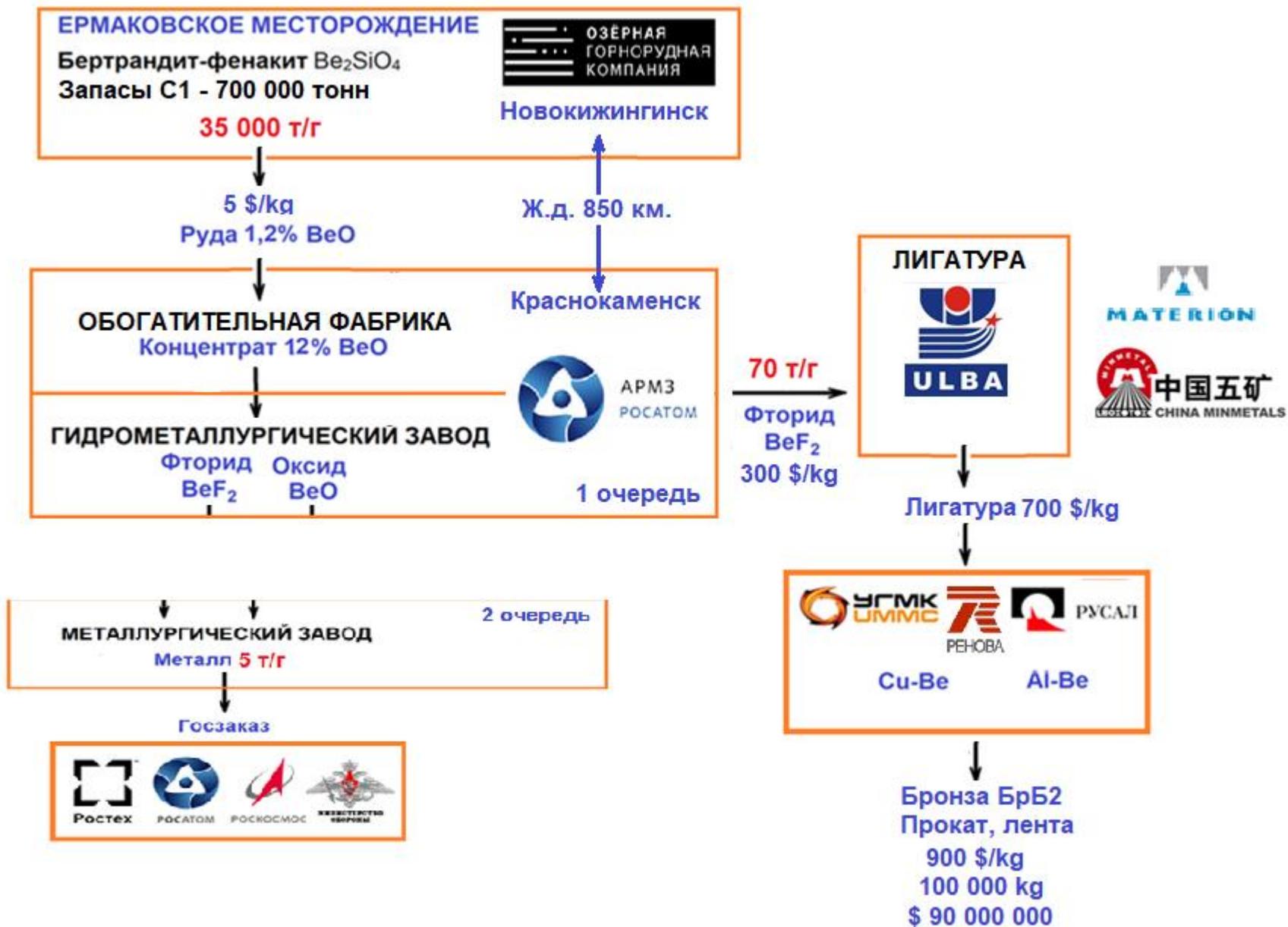
В то время технологии УМЗ были спроектированы под бедное сырьё Малышевского месторождения.



# Россия и Казахстан в производстве бериллия



# Технологическая бизнес-схема



Стадии	1	1а	2	3	4	5	6
Наименование передела	Добыча	Перевозка руды	Обогащение	Гидрометаллургия	Производство металла	Лигатура	Бронза
Предприятие	Ермаковское	РЖД	ППГХО	ППГХО	УМЗ	УМЗ	УГМК или РЕНОВА
Продукт	Руда	Руда	Концентрат	Гидроксид, фторид	Металл	Лигатура Cu-Be10	Бронза БрБ2 ГОСТ 18175-78
Содержание Be, %	0,43		4,3	36	100	10	2
Объём производства, Эквивалент 100 т	35 000		2 500	280	100	1 000	5 000
Стоимость бериллия в материале, долл/кг	5		20	320	500	700	900
Стоимость продукции, экв 100 тонн в год	750 000		2 150 000	32 000 000	50 000 000	70 000 000	90 000 000 (без меди)
Прибыль, долл/год	<b>-750 000</b>	<b>- 500 000</b>	<b>0</b>	<b>15 000 000</b>	<b>10 000 000</b>	<b>10 000 000</b>	<b>10 000 000</b>

1. Покупка **Компанией-Х** месторождения или покупка руды 35 000 т/г за 750 000 долл ежегодно.
2. Транспортировка **Компанией-Х** руды в Краснокаменск на ППГХО. Стоимость перевозки 35 000 руды – 500 000 дол.
3. Росатом (АРМЗ, ППГХО) строит обогатительную фабрику и гидрометаллургическое производство 50 млн.долл.
4. Передача **Компанией-Х** руды в Росатом (ППГХО) на переработку в толлинг.
5. Передача **Компанией-Х** фторида или гидроксида бериллия в толлинг на переработку на УМЗ в Казахстан для производства лигатуры
6. Передача **Компанией-Х** лигатуры с УМЗ(Казахстан) на переработку в толлинг лигатуры и меди до бериллиевой бронзы на УГМК или Ренову.

Затраты Компании Х – до 1,5 млн. долл/год

Затраты Росатома – 40 млн.долл разово на капитальное строительство обогатительного и гидрометаллургического завода.

Общая прибыль – до 45 млн долл. в год.

Распределение прибыли: **Компания-Х**, Росатом, УМЗ, УГМК (Ренова).

## План работ по стратегии сбыта

### ВНУТРЕННЕЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ

1. **УГМК, РЕНОВА** – возможности закупки лигатуры, производства и сбыта Ве-бронзы (2%Ве) до 3 000 т/г.
2. **РЖД** – внедрение бериллиевой бронзы в рессорное и электротехническое оборудование.
3. **Минэнерго** – внедрение бериллиевой бронзы в высокотоковые силовые контакты.
4. **Минпромторг** – по итогам сформировать госпрограмму внедрения бериллиевых бронз в РФ.

### ЭКСПОРТ

1. **УМЗ (Казахстан)**- сделан запрос о готовности продавать фтороберрилат или оксид (объемы и цены).
2. **Minmetals (Китай)** – сделан запрос о готовности продавать фтороберрилат или оксид (объемы и цены).
3. **Materion (США)**- готовится запрос о возможности продавать фтороберрилат или оксид (объемы и цены).
4. **NGK (Япония)** – готовится запрос о возможности продавать фтороберрилат или оксид (объемы и цены).

**Необходимо определить не менее 2-х ключевых экспортных потребителей Ве**

## Развитие конкурентов.

Два крупнейших мировых производителя бериллия полностью обновили свою производственную базу.



**США**

**2011 г.** – пуск производства

**73 тн/год** - производительность.

**\$100 млн** - CAPEX

**75%** – доля государства



**Китай**

**2005 г.** – пуск производства

**50 тн/год** - производительность.

**\$60 млн** - CAPEX

**100%** – доля государства



**Новый завод Materion в Элморе, 2011.**

### Выводы:

1. Капитальные затраты на строительство завода мощностью 50 т/г можно оценивать в 4-5 млрд.руб.
2. Основной источник финансирования – государство
3. Если УМЗ не реконструирует производство – в мире останется 2 производителя бериллия (США и Китай)