

Государственное казенное общеобразовательное учреждение  
Свердловской области Нижнетагильская вечерняя школа №2

Предмет: география

**Редкоземельные металлы. Перспективы развития добычи и  
применения.**

Выполнил: Чижанов Николай 12 класс  
НТ ВШ №2  
Руководитель Шарипова О.В.  
Учитель географии

г. Нижний Тагил  
2016 год

## **Оглавление**

1. Введение.....	3
2. Общая характеристика РЗМ.....	5
3. Особенности получения редкоземельных металлов.....	6
4. Применение редкоземельных металлов.....	7
5. География мирового импорта РЗМ.....	13
6. География мирового экспорта РЗМ.....	14
7. Производство и добыча РЗМ в мире.....	14
8. Ресурсы и добыча РЗМ в России.....	17
<u>9. Перспективы развития производства РЗМ в России.....</u>	19
10. Заключение.....	22
11. Литература.....	23

## 1. Введение

Среди разнообразных богатств, которые хранят в себе недра Земли, особенное значение имеют редкие и рассеянные металлы. Исключительная ценность редких металлов определяется тем, что они обладают такими свойствами, которые позволяют использовать их в очень важных областях промышленности, науки и техники. По принятой в металлургии условной классификации редкие металлы разделены на следующие группы:

1. Группа тугоплавких редких металлов, куда относятся бериллий, ванадий, титан, цирконий, молибден, тантал, ниобий и вольфрам.
2. Группа легкоплавких редких металлов включает литий, рубидий и цезий.
3. Группа рассеянных редких металлов, объединяющая рений, гафний, германий, таллий, теллур, селен, индий, галлий.

4. Группа редкоземельных редких металлов: скандий, иттрий, церий, празеодим, неодим, прометий, самарий, европий, гадолиний, тербий, диспрозий, гольмий, эрбий, тулий, иттербий, лютеций.

5. Группа радиоактивных редких металлов объединяет уран, радий, торий и др.

Большинство редких и рассеянных металлов в земной коре содержится в очень незначительных количествах, порядка тысячных процента (исключение составляют титан, ванадий, литий, бериллий и некоторые другие). Находясь в таких незначительных количествах, эти металлы весьма редко образуют промышленные скопления; трудность освоения редких металлов и состоит в том, что для них характерно рассеянное состояние в земной коре; только немногие из них образуют собственные минералы (вольфрам, ванадий, молибден, литий, бериллий и др.). В настоящее время потребность в Редкоземельных металлах растет, так как открываются все большие перспективы их применения, поэтому выбрал тему:

Редкоземельные металлы. Перспективы развития добычи и применения.

### Цель:

Изучить перспективы добычи и применения РЗМ в мире и в России.

### Задачи:

1. Изучить литературу по данной теме
2. Проанализировать географию месторождений минералов, перспективы добычи в России и в мире.
3. Изучить применение РЗМ в современных отраслях промышленности.
4. Рассмотреть динамику стоимости РЗМ, географию импорта и экспорта.

**Актуальность:**

РЗМ применяются в высокотехнологичной промышленности, являются катализатором развития наукоемких отраслей и технологий всего современного мира. Новейшие отрасли промышленности РФ нуждаются в постоянном обеспечении РЗМ, но на современном этапе развития не имеют возможности отказаться от импорта РЗМ.

**Гипотеза:** РФ в ближайшее время приступит к разработке месторождений и переработке РЗМ и откажется от импорта РЗМ.

## 2. Общая характеристика РЗМ

Данная группа веществ была открыта сравнительно недавно. Впервые образцы были обнаружены в 1794 году. В то время химик из Финляндии Юхан Гадолин исследовал образцы руды недалеко от местечка под названием Иттербю. Здесь он обнаружил неизвестную «жидкую землю», которую затем назвал в честь места нахождения — иттрий. Спустя некоторое время полученные образцы еще раз исследовал Мартин Клапорт, который выделил дополнительное вещество, названное в честь планеты Церера церием. А к 1907 году было обнаружено уже 14 таких элементов. Само же название «редкоземельные металлы» было введено в конце 18 века. Здесь отыграл роль тот факт, что все элементы этой группы образуют тугоплавкие оксиды, которые практически не растворяются в воде. Кроме того, ученые того времени ошибочно полагали, что эти металлы редко встречаются в земной коре. Эти металлы, не так уж и редки (встречаются в природе примерно в 200 раз чаще, чем золото), встречаются они в рассеянном состоянии. Впрочем, значительные рудные залежи, которые имеет смысл разрабатывать, и в самом деле очень редки (в России к подобным месторождениям относятся Ковдорское и Хибинское).

В группу входит 17 металлов, которые имеют сходные химические свойства. Например, все они образуют с кислородом трехвалентные оксиды, которые не растворяются в воде. Редкоземельные металлы достаточно активные химические элементы. Особенно возрастает их активность при температуре свыше 300 градусов по Цельсию. В этих условиях они реагируют даже с чистым водородом, образуя двухатомные и трехатомные гидриды. Реакция горения данных металлов сопровождается выделением большого количества тепла в атмосферу.

Самый активный металл из данной группы — лантан. Его приходится хранить под слоем парафина, так как на открытом воздухе он мгновенно образует оксид. Редкоземельные элементы хорошо реагируют со всеми галогенами с образованием трехатомных соединений. Их гидроксиды очень плохо растворимы в воде. Соли редкоземельных металлов хорошо растворяются в кислотах.

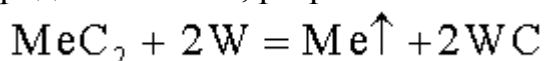


### 3. Особенности получения редкоземельных металлов.

Извлечение редкоземельных металлов из земли в чистом виде невозможно. Это связано с их высокой химической активностью. В природных условиях они образуют многоатомные сложные соединения, входящие в состав горных пород. Всего на сегодняшний день известно около 250 минералов, содержащих в составе редкоземельные элементы. При этом не более 60 из них имеют промышленное значение. В остальных доля чистого металла составляет менее 5% и их переработка нерентабельна.

Металлы редкоземельной группы очень часто встречаются в одном и том же месторождении. Поэтому при поступлении сырья на завод редкоземельных металлов, сначала проводится исследование на процентное содержание различных элементов в минерале.

Получение редкоземельных металлов разделяется на несколько этапов. В первую очередь раскладывают на составные части сложные соединения. Для этого применяются реакции термического разложения. Они позволяют выделить двухатомные соединения металлов, которые подвергаются дальнейшей обработке. Наиболее часто проводят реакцию восстановления хлорида или фторида более активным металлом (кальцием, натрием, литием). Также используют процедуру электролиза, ионной хроматографии или экстракции. Одним из способов получения РЗМ является плазменно-углеродный способ, разработанный в России:



Способ включает углетермическое восстановление оксидного соединения редкоземельного металла в вакууме с получением порошка карбида редкоземельного металла, свободного от остатков примеси кислорода. Затем ведут его охлаждение, смешивание его с порошком тугоплавкого металла в соотношении, достаточном для протекания

обменных реакций между карбидом редкоземельного металла и тугоплавким металлом, и нагревание смеси горячим объемным плазменным разрядом до температуры  $\geq 1800^{\circ}\text{C}$ . При этом улавливают испаряющийся редкоземельный металл на конденсаторах и получают твердосплавный карбид тугоплавкого металла.

Предлагаемый способ и устройство для его осуществления обладают следующими преимуществами:

1. Новый способ получения редкоземельных металлов является безотходной технологией, исключая выбросы в окружающую среду вредных компонентов.

2. Прямой выход и извлечение редкоземельных металлов из их оксидов возрастает с 80% по известной технологии до 95% и более по предлагаемой.

3. Сокращается количество технологических переделов и устраняются операции с переработкой шлаков для извлечения из них редкоземельных металлов.

4. За счет сопряженного и совместного получения двух товарных продуктов: конденсатов редкоземельных металлов и карбидов тугоплавких металлов существенно снижается удельный расход электроэнергии и другие эксплуатационные расходы, характерные для многостадийных способов получения редкоземельных металлов.

#### **4. Применение редкоземельных металлов**

Уникальные свойства редкоземельных металлов (РЗМ) позволяют использовать их в различных сферах современной промышленности, особенно в наукоемких. Их применение позволяет судить об уровне научно-технического развития отрасли и отражается на престиже России.

В небольших количествах редкоземельные металлы нужны для многих вещей, без которых сегодня невозможно представить нашу жизнь. Можно до бесконечности перечислять приборы, содержащие редкоземельные металлы. Магниты, сделанные из них, во много раз сильнее обычных магнитов, а весят гораздо меньше. Благодаря «редким землям» многие электронные устройства стали такими компактными. Редкоземельные металлы необходимы для производства экологичных машин, включая автомобили с гибридным двигателем и ветряные турбины.

Широко применяют La, Ce, Nd, Pr в стекольной промышленности в виде оксидов и других соединений. Эти элементы повышают светопрозрачность стекла. Редкоземельные элементы входят в состав стекол специального назначения, пропускающих инфракрасные лучи и поглощающих ультрафиолетовые лучи. Большое значение получили редкоземельные элементы и их соединения в химической промышленности, например, в производстве пигментов, лаков и красок, в нефтяной промышленности как катализаторы. Редкоземельные элементы применяют в производстве некоторых взрывчатых веществ, специальных сталей и сплавов, как газопоглотители. Монокристаллические соединения

редкоземельных элементов (а также стёкла) применяют для создания лазерных и других оптически активных и нелинейных элементов в оптоэлектронике.

В военном деле вещества используются для изготовления взрывчатых веществ. На основе сплавов неодима, самария, иттрия, европия и эрбия производят сверхмощные постоянные магниты. Редкоземельные элементы в необходимых свойствах. В частности данные металлы придают материалу жаростойкость и повышенную защиту от воздействия коррозии. В чистом виде они практически не используются в виду своей дороговизны.

---

● Редкоземельные элементы и редкие металлы - главный элемент технологической модернизации России

- металлургия,
- электроника,
- атомная энергетика,
- машиностроение,
- авиа- и автостроение,
- волоконная оптика,
- биопрепараты,
- люминофоры,
- катализаторы,
- постоянные магниты,
- кислородные сенсоры,
- лазеры,
- химические источники тока,
- ядерные топливные композиции,
- нефте- и газодобывающая промышленность,
- и другие



Получение материалов нового поколения, опережающих по соответствующим показателям мировые аналоги, относится к числу важнейших задач создания научно-технического процесса в области разработки вооружения и военной техники. Исследования, выполненные научно-исследовательскими организациями оборонно-промышленного комплекса, учреждениями Российской академии наук и высшей школы в обоснование развития системы вооружения Российской Федерации, показывают, что стратегические направления развития материалов в ближайшей перспективе могут быть представлены следующим образом:

- интеллектуальные адаптивные материалы и покрытия;
- материалы с эффектом памяти формы;
- слоистые металлополимерные, биметаллические и гибридные материалы;
- интерметаллидные материалы;
- легкие высокопрочные коррозионно-стойкие свариваемые сплавы и стали, в том числе с высокой вязкостью разрушения;



- монокристаллические, высокожаропрочные суперсплавы;
- естественные композиты;
- магнитные материалы;
- металломатричные и полиматричные композиционные материалы;
- полимерные композиционные материалы;
- высокотемпературные керамические, теплозащитные и керамоподобные материалы;
- наноструктурированные, аморфные материалы и покрытия.



<p style="text-align: center;"><b>ЭНЕРГЕТИКА</b></p> <p style="text-align: center;">Лантан (La), церий (Ce), неодим (Nd), диспрозий (Dy), эрбий (Er)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ядерная энергетика: добавки в урановое топливо</li> <li>- Ветровая энергетика: магниты генераторов*</li> <li>- Катализаторы для крекинга нефти</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>СПЛАВЫ И КЕРАМИКА</b></p> <p style="text-align: center;">Иттрий (Y), европий (Eu), гольмий (Ho), лантан (La), церий (Ce), празеодим (Pr), неодим (Nd), эрбий (Er), гадолиний (Gd)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Сверхпроводники</li> <li>- Сплавы в черной и цветной металлургии</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>АВТОПРОМ</b></p> <p style="text-align: center;">Лантан (La), церий (Ce), неодим (Nd), диспрозий (Dy), эрбий (Er)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Автокатализаторы</li> <li>- Аккумуляторы</li> <li>- Двигатели гибридных автомобилей</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>ЛЮМИНОФОРЫ</b></p> <p style="text-align: center;">Лантан (La), церий (Ce), неодим (Nd), самарий (Sm), гадолиний (Gd), гольмий (Ho), тулий (Tm), эрбий (Er)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Люминесцентные лампы</li> <li>- Мониторы: ЭЛТ</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>КОСМИЧЕСКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ</b></p> <p style="text-align: center;">Иттрий (Y), церий (Ce), празеодим (Pr), лантан (La), неодим (Nd)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Конструкционные материалы: корпуса спутников, космических кораблей</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>ЛАЗЕРЫ И ОПТОЭЛЕКТРОНИКА</b></p> <p style="text-align: center;">Церий (Ce), гадолиний (Gd), эрбий (Er), неодим (Nd), диспрозий (Dy), гольмий (Ho), тулий (Tm), лютеций (Lu), иттрий (Y)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Производство оптических линз: полирующиеся порошки</li> <li>- Оптические волокна</li> <li>- Лазеры</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>ЭЛЕКТРОНИКА</b></p> <p style="text-align: center;">Лантан (La), церий (Ce), празеодим (Pr), неодим (Nd), самарий (Sm), европий (Eu), гадолиний (Gd), тербий (Tb), гольмий (Ho), эрбий (Er), иттрий (Y)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Микрочипы</li> <li>- Устройства памяти</li> <li>- LED-дисплеи: цвет</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>ПРОЧИЕ</b></p> <p style="text-align: center;">Гадолиний (Gd), тербий (Tb), лютеций (Lu), иттрий (Y), лантан (La), неодим (Nd), самарий (Sm), европий (Eu), диспрозий (Dy), тулий (Tm)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Медицина: диагностика</li> <li>- Сельское хозяйство: удобрения</li> <li>- Экология: фильтры</li> </ul>

Каждое из указанных направлений современного материаловедения интересно своими особенностями и предназначением, однако достижение указанными материалами, покрытиями и сплавами требуемых характеристик в ряде случаев обусловлено использованием в их составе редкоземельных металлов (РЗМ), придающих им уникальные физико-химические свойства.

Применение РЗМ в инновационных технологических цепочках показано на рисунке. Основными сферами применения редкоземельных металлов являются высокоэнергетические постоянные магниты (22% от всего объема производимых РЗМ), современные конструкционные материалы (19%), катализаторы для автомобильной промышленности (18%), высококачественная оптика и стекло (15%).

Основными предпосылками дальнейшего роста потребления РЗМ в мире являются:

- освоение альтернативных источников энергии, что приведет к росту объемов производства ветрогенераторов и солнечных батарей;

– ужесточение экологических требований, что приведет к росту объемов производства

катализаторов для дожигания автомобильных топлив, присадок к дизельному топливу;

– развитие энергосберегающих технологий, что приведет к росту объемов производства гибридных автомобилей, компактных люминесцентных ламп, светодиодов, сверхпроводников/

## **Применение редкоземельных металлов в металлургии.**

Присадки редкоземельных металлов находят все возрастающее применение в производстве чугуна, стали и сплавов цветных металлов. В этой области в качестве присадок главным образом использовались ферроцерий, или “мишметалл”, - продукт электролиза смеси солей редкоземельных элементов с преобладающим содержанием церия или церия и лантана.

В последнее время было доказано более эффективное действие иттрия, чем магния и церия, для получения чугуна с глобулярным (шаровидным) графитом. В США производятся специальные сорта “иттриевого мишметалла”, применение иттрия для модифицирования чугуна освоено в значительных масштабах. Технология получения иттриевого чугуна, так же как и цериевого, не требует специального литейного оборудования. Механические свойства такого чугуна оказались достаточно высокими. Добавки 0,1% иттрия повышают предел прочности чугуна при растяжении до 38 кг/мм<sup>2</sup>, а 0,25% этого модификатора дает возможность получить чугун с прочностью 55-60 кг/мм<sup>2</sup>. Удлинение таких чугунов составляет 1,5-2,5%. Термической обработкой этот параметр можно повысить до 22%. Иттриевый чугун имеет повышенную износостойкость - в четыре раза выше, чем серый чугун. Исследовалось влияние добавок иттрия и других РЗМ на свойства сталей различных марок. Отмечалось значительное, в 11 раз, уменьшение скорости окисления, что связывается с образованием двойных оксидных соединений хрома и иттрия типа шпинелей на поверхности. Для повышения жаропрочности хромистых сталей без значительного увеличения их стоимости легирования иттрием достаточно проводить на уровне концентраций 0,5-1,0%. Таким образом, добавки редкоземельных металлов или их оксидов в качестве модификаторов повышают качества нержавеющей и быстрорежущих сталей, кремнистых сталей для электротехнических целей и жаропрочных сталей: улучшаются механические свойства (особенно ударная вязкость), коррозионная устойчивость и жаропрочность; облегчается обрабатываемость стали, улучшается поверхность отливок, повышается температура рекристаллизации (роста зерен стали). Присадки “мишметалла”, кроме того, раскисляют сталь, очищают ее от серы, азота и других примесей. Сплавы железа с высоким содержанием редкоземельных

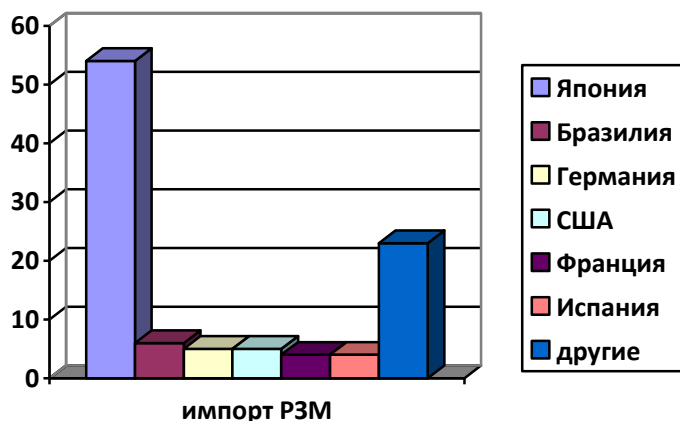
металлов цериевой группы (70-75% редкоземельных металлов и 25-30% железа) являются пирофосфорными и нашли широкое применение для изготовления кремней для зажигалок, зажигательных смесей и всевозможных пирофосфорных устройств. Особо следует отметить роль РЗ в сплавах с цветными металлами. Их присутствие в известном нихроме (80% Ni; 20% Cr) резко увеличивает срок его службы при рабочих температурах. Добавки редкоземельных металлов к различным сплавам алюминия и магния увеличивают их прочность при высоких температурах. Алюминиевомедные и алюминиевомеднокремниевые сплавы с присадкой от 0,05 до 0,35% церия применяются для изготовления различных деталей авиадвигателей. Добавки “мишметалла” повышают сопротивление ползу чести высокопрочных мелкозернистых сплавов магния с цинком и цирконием, используемых в авиа- и ракетостроении. Магниевого сплавы этого типа содержат присадки 0,5-4% Zn, 0,6-0,7% Zn и 1,25-2,75% редкоземельных металлов. Установлено, что добавки 0,10-0,25% иттрия или неодима приводят к значительному снижению твердости литого хрома при комнатной температуре и увеличению пластичности при повышенных температурах. Иттрий и неодим при содержании до 4% резко увеличивают скорость ползучести хрома. Иттрий повышает сопротивление кобальтовых сплавов к окислению и высокотемпературной коррозии. Добавки РЗМ оказывают благоприятное действие на поведение сплавов цветных металлов в агрессивных средах (горячая коррозия в присутствии хлористого натрия и серы) и уменьшают скорость их коррозии в десять раз. Сплав ниобия с добавками вольфрама, гафния и 0,05-0,3% иттрия имеет удельный вес 9,5 г/см<sup>3</sup>, температуру кристаллизации - 1050-1200°С. Сплав сваривается электронным пучком в вакууме, аргоно-дуговой сваркой на воздухе. В качестве жаропрочного сплава может применяться до 1650°С. Со специальным покрытием может работать при этой температуре и в окислительной атмосфере. Особый интерес представляют сплавы алюминия, легированные редкоземельными металлами. Исследовалось влияние добавок желе за, никеля, кобальта, ниобия, бериллия и РЗМ на механические и электрические свойства алюминия. Полученные результаты показали, что добавки церия в количестве 0,28-1,07% повышают предел прочности алюминия почти вдвое, удельное электросопротивление практически не меняется. В Японии для линий высокого напряжения используются сплавы алюминия с добавками (менее 1%) “мишметалла”, которые улучшают прочность на разрыв, жаростойкость, сопротивление вибрации, сопротивление коррозии, не увеличивая электросопротивление. Перспективно применение “мишметалла” в отливках для автомобилей, в литых под давлением узлах двигателей из алюминий-кремниевых сплавов. Они имеют низкий КТР, высокую твердость, сопротивление истиранию (износу) и способность к механической обработке. По данным американских фирм, магниевые сплавы с содержанием до 2,5% “мишметалла” обладают высокой прочностью и сопротивлением ползучести при температурах

выше 220°C. Эти сплавы не имеют микропористости, что важно для их применения в соответственных узлах автомобилей и летательных аппаратов. К так называемым суперсплавам относятся сплавы на основе никеля или кобальта. Они обладают исключительно высокой прочностью и используются, например, в газотурбинных двигателях самолетов. Их достоинство - в устойчивости к окислению поверхности металла в условиях циклических тепловых нагрузок при высоких температурах. В некоторых сплавах используются микродобавки (0,05 вес. %) церия, существенно повышающие их устойчивость к окислению, сопротивление ползучести и увеличивающие продолжительность функциональной жизни. Различные сплавы на основе алюминия предполагают существенное повышение температур использования по сравнению с чистым металлом. Эти сплавы производятся в условиях быстрого охлаждения методами порошковой металлургии для аддитивного введения легирующих элементов, таких как церий, чтобы затем можно было перевести его в слиток обычными металлургическими приемами.

### 5. География мирового импорта РЗМ.

Отметим, что в 2009 году мировая торговля РЗМ по импорту в натуральном выражении снизилась на 34% до 8,5 тыс.т. Это произошло в основном из-за снижения импорта в Японии, основном покупателе редкоземельных металлов на мировом рынке в среднегодовом значении на 24%. Объем импорта в денежном выражении снизился на 51%, обозначив также еще одну причину снижения импорта в натуральном выражении – снижение цен на 17%. Основными странами, осуществляющими покупку РЗМ на мировом рынке по-прежнему была Япония, занимающая в общих показателях более 50%. Крупными импортерами РЗМ также являются Франция, Бельгия, и Индия. Россия импортирует редкоземельные металлы на достаточно низком уровне. Тем не менее импорт РЗМ в первичных формах в 2009 году в Россию увеличился в несколько раз до 49 тонн.

#### Рынок редкоземельных металлов

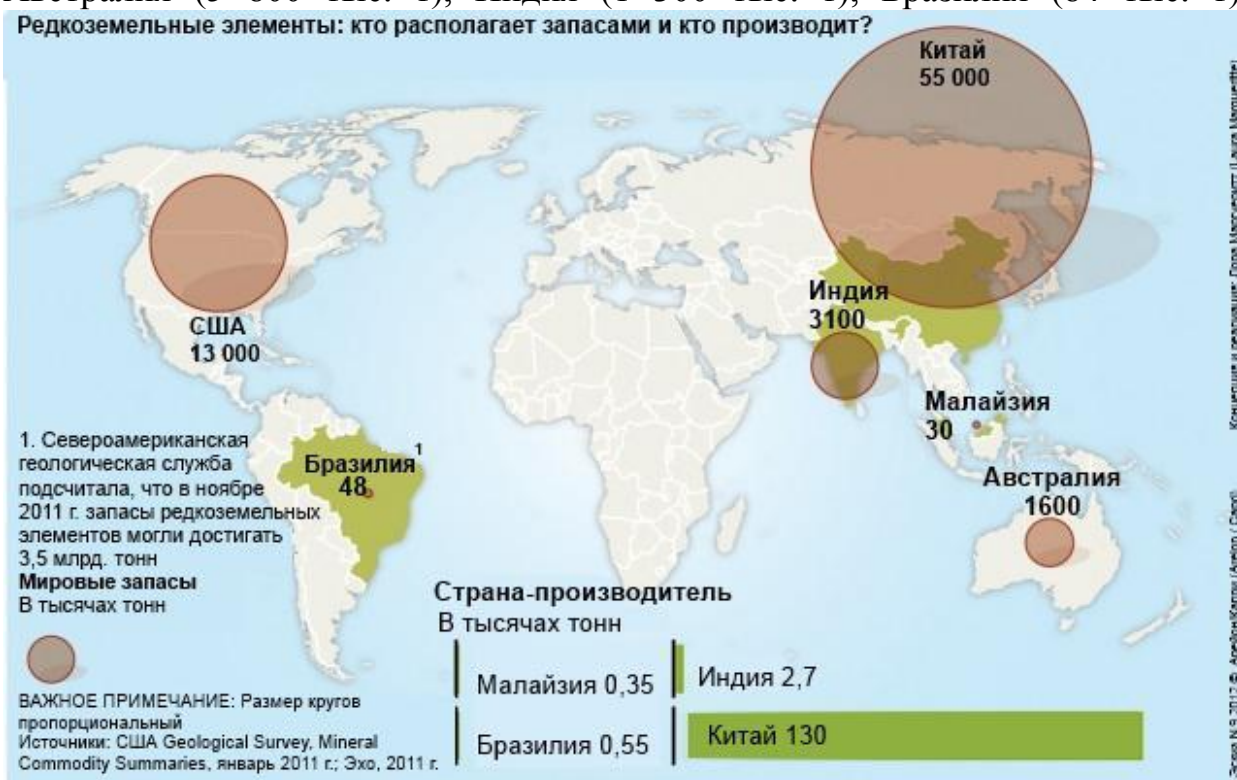


## 6. География мирового экспорта РЗМ

Основными экспортёрами РЗМ являются Китай, с долей в общих объёмах экспорта 46%, и США с долей 35% в мировом экспорте. Вместе данные страны экспортировали в 2009 году более 81% редкоземельных металлов. Объём экспорта редкоземельных металлов в денежном выражении в 2009 году снизился как и объём импорта, на 51%. Объём экспорта в натуральном выражении увеличился несмотря на снижение импорта, по причине достаточно активного увеличения экспорта из США с 1,2 тыс. т в 2008 году до 4,1 тыс. т в 2009. Заметными поставщиками РЗМ на мировой рынок также являются Гон-Конг, Бельгия, Австрия, Нидерланды, Индия, Норвегия и другие компании. Россия среди экспортёров занимает самое низкое место, с долей в мировом экспорте менее 0,01%.

## 7. Производство и добыча РЗМ в мире.

В 2007-2008 гг. в мире добывалось по 124 тыс. т редкоземельных элементов. Причём лидировали следующие страны Китай (120,00 тыс. т, Баян-Обо), Индия (2,70 тыс. т), Бразилия (0,65 тыс. т). Данные по СНГ, США и Австралии на 2008 год неизвестны. На конец 2008 года данные по запасам следующие: Китай (89 000 тыс. т), СНГ (21 000 тыс. т), США (14 000 тыс. т), Австралия (5 800 тыс. т), Индия (1 300 тыс. т), Бразилия (84 тыс. т).



В июле 2011 года исследовательская группа из Японии обнаружила на дне Тихого океана обширные залежи редкоземельных металлов. Находка подтверждена образцами грунта, извлеченными со дна на глубинах от 3500 до 6000 м в 78 местах. Залежи располагаются в международных водах и тянутся к западу и востоку от Гавайев, а также к востоку от Таити и

Французской Полинезии. По оценкам специалистов, найденные залежи содержат от 80 до 100 млрд. метрических тонн редкоземельных материалов, что значительно больше текущих глобальных запасов на уровне 100 млн. тонн.



Китай, на 97% обеспечивающий мировую промышленность редкоземельными металлами, осенью 2010 года потряс рынки, когда на месяц, в период дипломатических разногласий, прекратил поставки в Японию. Ожидается, что в течение следующего десятилетия КНР будет постепенно сокращать экспорт, чтобы обеспечить нужды своей стремительно растущей промышленности, уже потребляющей около 60 % всех добываемых в стране редкоземельных металлов.

В преддверии возможного дефицита взлетели цены: восемь лет назад диспрозий, используемый при производстве жестких дисков, стоил 14,93 доллара за килограмм, а сейчас - 467 долларов; прошлым летом церий всего за два месяца подорожал на 450 %. Спрос, похоже, снижаться не будет. Согласно прогнозам, в 2015 году, мировой промышленности потребуется 185

ТЫСЯЧ

ТОНН

редкоземельных



металлов.

Хотя в настоящий момент Китай лидирует в области добычи редкоземельных металлов, в других странах их месторождения тоже имеются. В КНР сосредоточены 48 % всех мировых запасов, в США - 13 %. Россия, Австралия и Канада также обладают значительными залежами редкоземельных руд. Сейчас мир пытается найти другие источники редкоземельных металлов. Разработки руд в США, Австралии, России и других странах.





## **8. Ресурсы и добыча РЗМ в России**

Россия владеет не менее 20% мировых запасов редкоземельных металлов, однако с их производством имеются большие проблемы. Добыча сырья составляет всего порядка 2% от мировой, причем ею занимается всего одна российская компания - Соликамский магниевый завод. А производство изделий с РЗМ в России занимает менее 1%. Еще 3% мировой добычи сырьевых материалов обеспечивает американская компания Molycorp. За пределами Китая такое сырье в очень небольших количествах поставляют также компании Индии и Бразилии. При этом в России есть ряд компаний, которые, имея доступ к таким металлам, просто ими не занимаются. «К примеру, у компании «Апатит» большое количество месторождений в Мурманской области, которые содержат большое количество редкоземельных металлов. Но «Апатит» занимается производством удобрений, а эти металлы остаются в отвалах, и из них ничего не делается. У «Акрона», который также занимается удобрениями, тоже есть месторождения с большими запасами этих металлов, и тоже пока непонятно, что компания с ними будет делать», - рассказывает эксперт. По данным на начало 2012 года Россия располагает значительными балансовыми запасами редкоземельных металлов, составляющими около 27,7 млн. т и по объему сырьевой базы находится на втором месте в мире после Китая. При этом производство редкоземельной продукции не превышает в стране 1-2 тыс. т в год. Прогнозные ресурсы редкоземельных металлов, локализованные на российской территории, невелики; все они находятся в нераспределенном фонде недр.

Подавляющая часть запасов редкоземельных металлов Российской Федерации заключена в месторождениях, в рудах которых РЗМ являются попутными компонентами. Так, более 40% запасов РЗМ содержится в апатит-нефелиновых рудах Хибинской группы месторождений в Мурманской области, разрабатываемых на фосфор. Еще более четверти (25,6%) запасов РЗМ (преимущественно цериевой группы) разведано в лопаритовых рудах комплексного редкоземельно-редкометального Ловозерского месторождения, расположенного также в Мурманской области. Это единственное месторождение в России, из руд которого в настоящее время извлекаются редкоземельные металлы попутно с титаном, танталом и

ниобием.



Наибольшие перспективы наращивания запасов РЗМ имеются в Красноярском крае. В Иркинеевской металлогенической зоне локализовано почти 90% российских прогнозных ресурсов высокой категории.

Таким образом, основные запасы редкоземельных металлов России находятся в трех регионах: Мурманской области, Республике Саха (Якутия) и Иркутской области. Перспективные объекты для наращивания сырьевой базы РЗМ имеются в Красноярском крае и Республике Тыва.

Государственным балансом запасов РФ учитывается 16 коренных месторождений РЗМ и одно техногенное (Центральная Нижняя россыпь бассейна р.Урасалаах в Якутии). Пять коренных объектов, заключающих почти 26% российских запасов, так же как и техногенное месторождение, находятся в нераспределенном фонде недр. Добыча руд, содержащих редкоземельную минерализацию, в 2011 г. велась на семи месторождениях в Мурманской области. Суммарная добыча составила 82,6 тыс. т, что на 0,8% меньше, чем в 2010 г.

Карбонаты РЗМ производства Соликамского магниевого завода используются для производства смешанных РЗМ и для разделения их на индивидуальные редкие земли. В 2011 г. поставки карбонатов РЗМ на внутренний рынок России составили всего 22 т. Остальная редкоземельная

продукция закупается за рубежом, в основном в Китае. Потребление редкоземельных металлов в России не превышает 1 тыс. т

## ЗАПАСЫ



## РЕСУРСЫ И ЗАПАСЫ



В

### 9. Перспективы развития производства РЗМ в России

Президент России Владимир Путин и глава Минпромторга Денис Мантуров обсудили проблему импорта редкоземельных металлов. Мантуров пообещал к 2020 году обеспечить полную независимость России от импорта этих материалов.

Как избавить Россию от импорта редкоземельных металлов, обсудили президент Путин и глава Минпромторга Денис Мантуров. подобное сырье

используется в таких высокотехнологичных отраслях как авиация, космос, атомная промышленность, радиоэлектроника.

По словам чиновника, к 2020 году РФ должна полностью отказаться от импорта редкоземельных металлов. Государство готово вложить в их добычу до 23,5 миллиарда рублей. В ближайшие три года вложения достигнут девяти миллиардов рублей, что, как отметил Мантуров, позволит создать задел для реализации всей программы замещения импорта. К инвестированию могут быть привлечены и госкорпорации, включая «Ростех» и «Росатом».

В 2020 году в России должно добываться до 20 тысяч тонн сырья, чья стоимость составит 50 миллиардов рублей. Ежегодные темпы роста отрасли составят 10-20 %.



Также в настоящее время планируется разработка одного из крупнейших в мире месторождений, находящегося в Якутии. Группа «ИСТ» совместно с госкорпорацией «Ростех» планирует принять участие в аукционе на месторождение редкоземельных металлов (РЗМ) Томтор в Якутии. Томторское месторождение РЗМ является одним из крупнейших в мире. Его прогнозные ресурсы оцениваются в 154 млн. тонн руды. В Минпромторге ранее отмечали, что уже в 2014 году на Томторе должны начаться технологические изыскания, на которые будет потрачено 2 млрд. рублей, а освоение непосредственно самого месторождения должно стартовать в 2015 году. Группа «ИСТ» и Ростех намерены не только вместе начать разработку нового месторождения, но и создать в России первое производство редкоземельных металлов. Они договорились инвестировать в производство РЗМ еще 1 млрд. долларов в течение пяти лет, до 2018 года. Для этого партнеры уже создали совместное предприятие TriArkMining по производству РЗМ из содержащих торий концентратов. Группа «ИСТ» контролирует 50% плюс одну акцию в этом СП.

Для этих целей группа «ИСТ» купила у государства примерно 82 тыс. тонн монацита, который более 60 лет хранился в Красноуфимске на Урале. Это концентрат, в котором содержатся торий и редкоземельные металлы. Торий - это продукт, альтернативный урану в качестве ядерного топлива.

Этот монацит накопился с 1940-х годов, после того как Советский Союз отказался от использования тория в пользу урана для производства ядерного оружия. Он содержит около 7% тория и 55% РЗМ, в то время как в руде содержится максимум 5%, говорит Несис. Такого содержания достаточно, чтобы TriArkMining начал непосредственно производство РЗМ, минуя этап лабораторных исследований, через который обычно проходят новые проекты, добавил он.

Несмотря на то, что Россия владеет не менее 20% мировых запасов редкоземельных металлов, с их добычей и, главное, производством имеются большие проблемы. Добыча сырья составляет сейчас всего порядка 2% от мировой, причем ею занимается только одна российская компания - Соликамский магниевый завод. Это сырье перерабатывается в Эстонии, откуда конечный товар идет на мировые рынки.

Самых металлов - конечной продукции - в России практически не производят. Это издержки построенной в советское время системы - заводы по переработке добываемых на территории России редкоземельных металлов оказались после развала Союза за пределами страны. Кроме Эстонии, они находятся также в Казахстане и Киргизии.

## **10. Заключение**

РЗМ являются основой развития высокотехнологичной промышленности во всём мире, включая Россию.

Китай обладает огромными запасами редкоземельных металлов, вследствие чего полностью контролирует ситуацию на рынке. Большинство развитых стран нуждается в поставках из Китая и спрос лишь продолжает расти с каждым годом. Однако Китай постепенно сокращает объемы экспорта, стремясь насытить собственные запасы РЗМ.

В связи с этим, правительство РФ выдвинуло несколько актуальных проектов, направленных на развитие отрасли добычи и переработки редкоземельных металлов. Планируется не только разработка новых месторождений, но также и строительство перерабатывающих заводов, развитие отраслей, использующих РЗМ.

Если удастся воплотить эти проекты в жизнь, то Россия будет в состоянии побороться с Китаем за господство в сфере редкоземельных металлов. Однако, по мнению экспертов, потеснить Китай будет очень непросто, так как большинство крупных месторождений в России находится на территориях малопригодных для жизни. С большими трудностями приходится сталкиваться при разработке месторождений, транспортировке сырья. Вследствие чего себестоимость разработки месторождений РЗМ в России значительно выше, чем в Китае.

На основании вышеизложенных фактов гипотеза о том, что в ближайшее время Россия станет независимой от импорта РЗМ и выйдет в лидеры по добыче, производству и применению в наукоемких технологиях РЗМ не подтвердилась.

## 11. Литература

1. <http://fb.ru/article/44595/redkozemelnyie-metallyi>
2. <http://www.findpatent.ru/patent/249/2499848.html>
3. ВОЗРОЖДЕНИЕ РОССИЙСКОГО ПРОИЗВОДСТВА РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ – ВАЖНЕЙШАЯ ЗАДАЧА ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ЭКОНОМИКИ Косынкин В.Д., ОАО «ВНИИХТ», Глебов В.А., ОАО «ВНИИНМ» Пленарный доклад на III Международной конференции «Функциональные наноматериалы и высокочистые вещества» г. Суздаль, Россия, 4-8 октября 2010 г.
4. Инновационно-стратегические проблемы российской промышленности и редкоземельные металлы. Ю.В.Калашникова статья в сборнике
5. Обзор мирового и российского рынков редкоземельных металлов Самсонов Н.Ю., Семягин И.Н.
6. Редкоземельные металлы как основа получения перспективных материалов, необходимых для развития вооружения и военной техники Ю.М.Михайлов