

DOI 10.35264/1996-2274-2019-3-175-182

## ПРОИЗВОДСТВО РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ В ИНТЕРЕСАХ ОБОРОНЫ И ВЛИЯНИЕ НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫХ ОГРАНИЧЕНИЙ НА ОТРАСЛЬ В США

*Д.Б. Изюмов*, нач. отдела ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ, [izyumov@extech.ru](mailto:izyumov@extech.ru)

*Е.Л. Кондратюк*, зам. нач. отдела ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ, [kel@extech.ru](mailto:kel@extech.ru)

Рецензент: *А.И. Гаврюшин*

*В статье представлены результаты анализа глобального рынка редкоземельных металлов для нужд вооруженных сил за рубежом. Представлены оценки направления развития законодательной системы США в данной области, а также результаты сопоставления уровней развития производства редкоземельных металлов США и Китая.*

**Ключевые слова:** редкоземельные металлы, вооружение, военная и специальная техника, основные направления развития, перспективные исследования, экспорт редкоземельных металлов, импорт редкоземельных металлов, редкоземельные постоянные магниты.

## PRODUCTION OF RARE EARTH METALS IN THE INTERESTS OF DEFENSE AND THE IMPACT OF REGULATORY RESTRICTIONS ON THE INDUSTRY IN THE UNITED STATES

*D.B. Izyumov*, Head of Department, SRI FRCEC, [izyumov@extech.ru](mailto:izyumov@extech.ru)

*E.L. Kondratyuk*, Deputy Head of Department, SRI FRCEC, [kel@extech.ru](mailto:kel@extech.ru)

*The article presents the results of the analysis of the global market of rare earth metals for the needs of the armed forces abroad. The Article also estimates the direction of development of the US legislative system in this area, as well as presents the results of comparing the levels of development of production of rare earth metals in the US and China.*

**Keywords:** rare earth metals, armament, military and special equipment, main directions of development, perspective researches, export of rare earth metals, import of rare earth metals, rare earth permanent magnets.

Активный рост индустрии редкоземельных металлов (РЗМ) в последние годы связан с увеличением спроса на РЗМ, инициированный главным образом Китаем в 2010 г., в результате ограничения квот на их экспорт и роста глобального производства высокотехнологичной продукции. С учетом факта монополии КНР на поставки РЗМ, многие страны осознали, что в вопросах обеспечения национальной безопасности необходимо делать ставку на собственные стратегические ресурсы и ресурсы партнеров (в первую очередь США), поэтому активизировали разработку и реализацию национальных программ по развитию рассматриваемой отрасли.

Редкоземельными являются 17 химических элементов: 15 металлов с атомными номерами от 57 до 71 и два химически сходные с металлами – скандий (Sc) и иттрий (Y). Несмотря на относительное изобилие указанных химических элементов в земной коре, они считаются редкими, поскольку их добыча и производство достаточно трудоемки и дорогостоящи. Магниты, изготовленные из редкоземельных металлов, являются самыми сильными из известных постоянных магнитов (ПМ).

Согласно принятой за рубежом классификации РЗМ делятся на две группы: легкие (La, Ce, Pr, Nd и Sm) и тяжелые (Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu и Y). Из данной классификации исключены два редкоземельных металла: Sc (скандий) – из-за его уникальных свойств, схожих со свойствами металлов, и Pm (прометий) – из-за его радиоактивности [1].

В табл. 1 представлены данные об уровне запасов редкоземельных металлов в мире.

Таблица 1

**Уровень запасов редкоземельных металлов в мире**

Страна	Запасы, тыс. т	Доля в мировых запасах, %
Китай	43 000	41,4
Россия и страны СНГ	19 000	18,3
США	13 000	12,5
Австралия	5 200	5,0
Индия	1 100	1,1
Канада	940	0,8
ЮАР	390	0,4
Бразилия	280	0,26
Другие страны	21 042	20,24
Итого	103 952	100,0

При этом анализ глобального рынка показывает, что крупнейшими мировыми импортерами РЗМ являются Япония (44,5% объема глобального рынка по массе, около 71,0% по стоимости), Малайзия (около 20,0% по массе и 1,1% по стоимости), Норвегия (4,0% и 2,0% соответственно) и Гонконг (Китай) (3,0% и 4,0% соответственно) [2].

В настоящее время вопрос производства РЗМ крайне важен, в том числе с точки зрения развития современных технологий [3]. Особенно этот вопрос актуален для стран, не имеющих собственных месторождений РЗМ. Так, сейчас основным производителем (до 80% от уровня мирового производства) и поставщиком (до 95% мировых поставок) редкоземельных металлов является Китай. Однако в последние годы наблюдается тенденция роста производства РЗМ в США, что предоставляет уникальную возможность для существенного увеличения объема их выпуска для нужд американской промышленности в целях повышения обороноспособности государства.

**Применение редкоземельных металлов в интересах обеспечения национальной безопасности за рубежом**

В настоящее время наличие достаточного объема РЗМ оказывает значительное влияние на развитие энергосберегающих технологий, транспортных систем, альтернативной энергетики, робототехники и т.д. Уровень разработок, состояние производства и объемы их применения являются индикаторами уровня научно-технического развития государства и его производственных мощностей. В военно-промышленном комплексе (ВПК) редкоземельные металлы используются для изготовления взрывчатых веществ (ВВ). На основе сплавов неодима, самария, иттрия, европия и эрбия производят сверхмощные ПМ. Редкоземельные элементы в качестве присадок добавляют в некоторые виды сплавов для придания им необходимых свойств. В частности, данные металлы могут использоваться для производства жаростойких обтекателей и корпусов летательных аппаратов (в том числе гиперзвуковых), авиационных двигателей, а также элементов и узлов образцов вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ), обладающих повышенной износо- и коррозионной стойкостью. Также данные материалы используются при производстве электроники.

тронной компонентной базы, например интегральных схем, электропроводки, оптоэлектронных устройств и различного вооружения с заданным уровнем тактико-технических характеристик (ТТХ).

На современном этапе развития науки и технологий практически не существует альтернативы использованию РЗМ, обладающих уникальными физическими свойствами, такими как высокая прочность в сочетании с низкой плотностью или устойчивость к различным формам коррозии.

Американские специалисты определили ряд химических элементов, имеющих первостепенное значение для обеспечения национальной безопасности страны. Согласно докладу Национального исследовательского совета США (National Research Council – NRC) таковыми признаны редкоземельные металлы, металлы платиновой группы, а также три химических элемента: индий, марганец и ниобий.

В недавнем сообщении, распространенном Геологической службой США (US Geological Survey – USGS), указывается, что любой химический элемент может в какой-то момент приобрести ключевое значение для национальной безопасности – в зависимости от его наличия на территории государства, объемов производства и способов применения. В результате Геологическая служба США и Национальная ассоциация горнодобывающей промышленности (National Mining Association – NMA) инициировали активную фазу финансирования соответствующих исследований.

В США по причине развития технологий, связанных с использованием РЗМ, отмечается рост ассигнований по ряду программ модернизации образцов ВВСТ, состоящих на вооружении США. Среди них: вертолеты Black Hawk, зенитные ракетные комплексы Patriot, многоцелевые истребители пятого поколения F-22 Raptor, основные боевые танки (ОБТ) M1 Abrams, многоцелевые атомные подводные лодки Virginia и т. д.

Развитие производства РЗМ в США в ближайшей перспективе также связывают со значительным улучшением важнейших характеристик радиолокационных систем (РЛС), например таких, как угловая точность целеуказания. Типичные зоны обзора современных зарубежных РЛС оптического диапазона охватывают  $360^\circ$  по пеленгу и от  $+30^\circ$  до  $-40^\circ$  по углу места. Время разворота в заданном направлении составляет не более 1–2 с, максимальные угловые скорости слежения составляют 40–60 град/с. Такие динамические характеристики обеспечиваются преимущественно применением высокомоментных электродвигателей с редкоземельными постоянными магнитами.

Американские эксперты на протяжении ряда лет обеспокоены использованием в ОБТ M1 Abrams снарядов с урановым сердечником (APFSDS-T M829). По их мнению, производство снарядов нового поколения с применением РЗМ позволит создавать и поставлять на вооружение более эффективные, экономичные и менее опасные для личного состава боеприпасы (по сравнению с APFSDS-T M829).

За рубежом перспективы применения РЗМ для производства образцов ВВСТ связывают с высокоэнергетическими редкоземельными постоянными магнитами толщиной 1–400 мкм и созданием принципиально новых функциональных магнитных систем на их основе: пленочных постоянных магнитов и магнитотвердых пленок из РЗМ. Так, в ВЗС получением осажденных пленочных магнитов толщиной 1–400 мкм с заявленным уровнем свойств занимаются компании Mitsubishi и Toyota (Япония). Исследованием возможности применения тонких магнитных пленок в робототехнике занимается итальянский Институт биоробототехники (BioRobotics Institute of Scuola Superiore Sant'Anna). Изучением тонких пленок на основе сплава Nd – Fe – В (неодим – железо – бор) занимается Oakland University (Новая Зеландия). В основном исследования направлены на возможность применения тонких пленок в устройствах, а не на разработку технологий их получения.

Пленочные постоянные магниты с высокими магнитотвердыми свойствами и перпендикулярной магнитокристаллической анизотропией применяются для повышения уровня функциональных характеристик следующих устройств:

- быстродействующих бистабильных микропереключателей для радиочастотных микросистем, микрооптоэлектромеханических систем (МОЭМС) и микрожидкостных систем;
- бистабильных микроактюаторов на основе пленочных магнитов с перпендикулярной магнитокристаллической анизотропией;
- плоских синхронных трехфазных микродвигателей;
- микротурбогенераторов;
- плоских электродвигателей для микроразмерных беспилотных летательных аппаратов (БЛА);
- беспропеллерных БЛА, сочетающих в себе тонкие магниты и устройства на сверхпроводящих материалах;
- миниатюрных механизмов стабилизации оптики для систем разведки и скрытого наблюдения.

### **Государственное регулирование рынка редкоземельных металлов в США**

В начале президентского срока Д. Трамп заявил, что торговые отношения с Китаем будут одним из приоритетов внешней политики США. При этом Д. Трамп занимает в этих отношениях весьма жесткую позицию. Американские эксперты отмечают, что в ближайшем будущем это может обернуться для США большими сложностями и невозможностью производства двигателей для современных истребителей, управляемых ракетных систем и другой высокотехнологичной продукции сектора военно-промышленного комплекса (ВПК), в которой используется до 100 % редкоземельных металлов, поставляемых из Китая. Небольшая часть РЗМ поставляется из стран Балтии, Франции и Японии, но и там они производятся преимущественно из китайского сырья. Эксперты отмечают, что Китай в любой момент может перекрыть канал поступления РЗМ в США.

Необходимо отметить, что военно-политическое руководство (ВПр) США осознало серьезность ситуации – угрозу национальной безопасности – только с приходом новой Администрации, и в марте 2017 г. член Палаты представителей Д. Хантер, конгрессмен-республиканец и сторонник Д. Трампа, выступил с инициативой<sup>1</sup> создания государственных стратегических запасов обеспечения национальной обороны США (National Defense Stockpile – NDS). Представленный законопроект носит название: «Материалы, необходимые для обеспечения американского лидерства и национальной безопасности» – METALS Act (Materials Essential to American Leadership and Security) [4]. Законопроект предлагает обязать предприятия ВПК страны закупать только РЗМ, произведенные внутри США, а правительство должно помочь американским производителям РЗМ предоставлением различных льгот.

В разделе 6 закона говорится о прямом запрете инвестиций в редкоземельные объекты США, если эти инвестиции хотя бы частично поступают из Китая или России. Несмотря на это, часть активов в связи с ее банкротством уже ранее была приобретена китайскими компаниями. В дальнейшем же все заявки на покупку активов месторождения Маунтин-Пасс будут рассматриваться Комитетом по зарубежным инвестициям США (The Committee on Foreign Investment in the United States – CFIUS). Комитет контролирует все инвестиционные проекты и транзакции, которые потенциально могут повлиять на национальную безопасность США. В итоге область, связанная с добычей редкоземельных металлов, может перейти в ведение Минобороны США.

Законопроектом METALS Act также предусматривается создание Инвестиционного фонда стратегических материалов за счет средств Министерства обороны США в объеме 1 % от

<sup>1</sup> Strategic and Critical Materials Operations Report to Congress.

стоимости программ по разработке новейших авиационных и ракетных вооружений. Средства Фонда пойдут на выделение беспроцентных займов сроком до 5 лет американским компаниям, занимающимся разработкой новой высокотехнологичной продукции или технологий, связанных со стратегическими и критическими материалами, а также на финансирование оборонных программ, в рамках которых предприятиями ВПК будут закупаться произведенные внутри страны эти самые стратегические и критические материалы. При этом одна из главных задач Фонда – недопущение сокращения программ производства новейших образцов ВВСТ.

В официальном отчете научно-исследовательской службы Конгресса США (Congressional Research Service) [5] говорится, что редкоземельные элементы входят в состав узлов практически всех передовых систем вооружений, и США не могут оставаться в зависимости от зарубежных источников стратегических и критических материалов. Риск такой зависимости с точки зрения национальной безопасности слишком велик, что требует принятия срочных мер по возрождению национальной производственной базы этих материалов. Полный список стратегических и критических видов сырья выглядит следующим образом: мышьяк, асбест, цезий, плавиковый шпат, галлий, графит, индий, марганец, слюда, ниобий, кристаллический кварц, РЗМ, рубидий, скандий, стронций, тантал, таллий, торий, ванадий и иттрий.

Помимо природного сырья, в список стратегических и критических материалов METALS Act предлагает включить перхлорат аммония, используемый в качестве окислителя в твердых ракетных топливах. В законе подчеркивается, что необходимо полностью отказаться от импорта этого химического соединения, если США намерены сохранить лидерство в производстве ракетного вооружения и пилотируемой космической техники.

Законопроект METALS Act сразу же поддержали компании, реализующие в настоящее время проекты по разведке редкоземельных месторождений в США: Ucore Rare Metals Inc. (месторождение Бокан-Маунтин на Аляске) и Texas Mineral Resources Corp. (месторождение Раунд-Топ в шт. Техас).

Помимо этого, в 2017 г. в законе Public Law 92–570 («Поправка Берри») появились поправки, предусматривающие ограничения на закупки РЗМ Министерством обороны США. Ограничения на поставки редкоземельных и специальных металлов распространяются на все контракты и субконтракты Министерства обороны США. Под ограничения подпадают следующие металлы или их сплавы:

- сталь с превышением содержания в сплаве марганца – свыше 1,65 %, кремния – 0,60 %, меди – 0,60 %; или более 0,25 % любого из следующих элементов: алюминия, хрома, кобальта, ниобия (колумбия), молибдена, никеля, титана, вольфрама или ванадия;
- металлические сплавы на основе никеля, железо-никеля и кобальта, в которых содержание других легирующих металлов (кроме железа) превышает 10 %;
- титан и титановые сплавы;
- цирконий и его сплавы.

Так, в настоящее время американские предприятия для нужд Министерства обороны США производят конечную выплавку специальных металлов и сплавов в целях контроля за их происхождением и поддержания качества на требуемом уровне. Например, титановая губка (необработанный титан), добытый в Казахстане, отправленный в США и переплавленный в слитки на литейном заводе в шт. Огайо, будет соответствовать стандартам производства специальных металлов США.

В соответствии с данными ограничениями Министерство обороны США, как правило, не может приобретать образцы ВВСТ или их компоненты, которые уже содержат какое-либо количество редкоземельных и специальных металлов, не произведенных в Соединенных Штатах. Данные ограничения распространяются на авиационную технику, ракетное вооружение, космические системы, морские суда, бронетанковую и автомобильную технику, ору-

жие и боеприпасы. Министерству обороны США и его основным подрядчикам также запрещено напрямую приобретать любой специальный металл (например, металлические листы, прутки, пластины и т. д.), если он не выплавлялся в Соединенных Штатах.

Однако «Поправка Берри» предусматривает ряд исключений на поставку специализированных металлов, среди них:

- обстоятельства, при которых министр обороны устанавливает, что специальный металл или сплав требуемого качества в достаточном количестве и требуемой форме не может быть изготовлен промышленностью США;

- поставки в поддержку боевых действий или в чрезвычайных ситуациях за пределами США;

- в случае неотложной необходимости;

- поставки на суммы контрактов ниже упрощенного порога приобретения (250 тыс. долл.);

- в случае международных соглашений (например, торговые или взаимозачетные соглашения);

- приобретение электронных компонентов (например, диоды или интегральные схемы), в случае если министр обороны укажет, что наличие данного электронного компонента в США имеет значение для национальной безопасности государства;

- покрытия и напыления, содержащие специальные и редкоземельные металлы, которые не выплавлялись в США, в случае если их общий объем в конечном изделии не превышает 2%;

- приобретение изделий гражданского назначения (например, крепежи, постоянные магниты и т. п.), в том числе для оборонных нужд при определенных обстоятельствах;

- изделия, содержащие материалы, не соответствующие нормативно-техническим нормам, в случаях если их использование необходимо в целях обеспечения национальной безопасности США.

Помимо этого, ограничения на поставку для Министерства обороны США отдельно коснулись редкоземельных ПМ и вольфрама, которые впервые появились в Законе о бюджетных ассигнованиях на национальную оборону (National Defense Authorization Act – NDAA) в 2017 г. (P.L. 115–232). В отличие от ограничений на использование специальных и редкоземельных металлов данные ограничения устанавливают, что сырье или готовые изделия из них не должны быть поставлены из четырех стран: КНДР, КНР, Российской Федерации и Ирана. Данные запреты касаются непосредственно Министерства обороны США и представителей оборонной промышленности.

Запреты на поставки сырья из редкоземельных ПМ и вольфрама применяются к всем контрактам Министерства обороны США и субконтрактам на любом уровне. Данный перечень включает следующие редкоземельные постоянные магниты:

- самарий-кобальтовые;

- неодим-железо-борные;

а также вольфрамовое сырье:

- металлический вольфрамовый порошок;

- тяжелый сплав вольфрама (готовые изделия или полуфабрикаты) и компоненты, содержащие тяжелые сплавы вольфрама.

В соответствии с ограничительными мерами на поставки Министерство обороны США, как правило, не может напрямую приобретать образцы ВВСТ (самолеты, ракетные и космические системы, суда, бронетанковая и автомобильная техника, оружие и боеприпасы), содержащие редкоземельные постоянные магниты или вольфрам, которые были произведены в четырех указанных странах.

Министерству обороны США также запрещается продавать материалы из государственных стратегических запасов обеспечения национальной обороны США указанным странам или любой третьей стороне, которая может являться посредником указанных государств.

Государственные стратегические запасы обеспечения национальной обороны США были созданы Конгрессом в 1939 г. для приобретения и хранения в целях уменьшения или предотвращения вероятной зависимости Соединенных Штатов от зарубежных стратегических и критически важных материалов в периоды чрезвычайных ситуаций или вооруженных конфликтов.

Закон предусматривает следующие исключения:

– в случаях необходимости, если министр обороны выносит решение о том, что материалы удовлетворяют параметрам качества, количества, форме, стоимости и не могут быть приобретены внутри страны;

– закупка или продажа данных материалов или конечных изделий для использования за пределами США;

– объемы закупки на уровне или ниже размеров упрощенного порога приобретения (сумма контракта – до 250 тыс. долл.);

– приобретение электронных устройств, содержащих данные материалы, по рекомендации Совета по стратегической защите материалов в случаях, когда наличие конкретного электронного устройства в стране имеет решающее значение для обеспечения национальной безопасности;

– покупка конечного изделия, содержащего неодим-железо-борный магнит, изготовленного из переработанного материала, если измельчение и его спекание осуществляется в США.

В настоящее время на территории США ведутся работы по изучению и оценке ряда редкоземельных объектов, однако все они далеки от завершения, а перспективы их ввода в эксплуатацию в ближайшее время весьма сомнительны. Речь идет о следующих месторождениях: Беар-Лодж (шт. Вайоминг), Бокан-Маунтин (шт. Аляска), Даймонд-Крик и Леми-Пасс (шт. Айдахо), Элк-Крик (шт. Небраска), Ла-Пас (шт. Аризона), Пи-Ридж (шт. Миссури), Раунд-Топ (шт. Техас) и Тор (шт. Невада).

В связи с этим в ближайшей перспективе на глобальном рынке РЗМ сохранится фактическая монополия Китая. Представленные данные показывают, что КНР является мировым лидером не только в добыче и экспорте редкоземельных металлов, но и в их производстве, а также в производстве конечной потребительской продукции с использованием РЗМ [6]. Среди основных факторов, которые позволят обеспечить доминирование Китая на глобальном рынке РЗМ на среднесрочную перспективу, зарубежные эксперты отмечают локализацию природных ресурсов (месторождение Баюнь-Обо с запасами РЗМ около 40 млн т) и значительную государственную поддержку (научная программа «Национальные исследования и программа поддержки разработок в сфере высоких технологий»). Данная программа значительно способствовала активизации исследований РЗМ в Китае. Низкая стоимость труда и себестоимость производства в Китае связаны с правительственными субсидиями, что гарантирует производителям РЗМ более низкие производственные издержки по сравнению с уровнем мирового рынка.

Таким образом, все большая востребованность РЗМ определяется современным уровнем развития науки и технологий в развитых государствах. Очевидным становится тот факт, что ряд уникальных свойств этих металлов, таких как ковкость, пластичность, температура плавления, парамагнитность (которая сохраняется даже при низких температурах) и хорошая электропроводность, позволяет производителям ВВСТ достигать существенно более высоких ТТХ по сравнению с существующими образцами. Неудивительно, что зарубежные конструкторы используют редкоземельные металлы и их сплавы для создания сухопутной, авиационной и морской техники, примерами которой могут служить передовые образцы бронетанковой техники, артиллерийского вооружения, боевых вертолетов, стратегических бомбардировщиков, межконтинентальных баллистических ракет, атомных подводных лодок и т. д.

Анализ представленных данных показывает, что в среднесрочной перспективе Китай будет по-прежнему занимать лидирующие позиции в рассматриваемой области, наращивать потенциал и разрабатывать передовые образцы вооружения с использованием РЗМ. Необходимо отметить, что наличие существенных законодательных ограничений в США, связанных с поставками сырья или конечной продукции из РЗМ, может негативно отразиться на дальнейшем развитии техники и технологий в этой стране.

Выявленная обеспокоенность военно-политического руководства развитых зарубежных стран, связанная с уровнем внутренней добычи и производства РЗМ, показывает значимость развития данного направления для успешной разработки и создания передовых образцов ВВСТ.

*Статья выполнена по результатам работ в рамках Государственного задания по проекту № 2.13326.2019/13.1 Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.*

### **Список литературы**

1. Ярыгин Т.Л. Мировой рынок редкоземельных металлов // Научное сообщество студентов XXI столетия. Экономические науки: сб. ст. по мат-лам LXXI междунар. студ. науч.-практ. конф. № 11 (71).
2. Самсонов Н.Ю. Обзор мирового и российского рынка редкоземельных металлов // ЭКО. 2014. № 2.
3. Golev A. Rare earth supply chains: Current status, constraints and opportunities // Resources Policy. Vol. 41. 2014.
4. URL: [www.congress.gov/bill/115th-congress/house-bill/1407/text](http://www.congress.gov/bill/115th-congress/house-bill/1407/text) (дата обращения: 07.10.2019).
5. URL: <https://fas.org/sgp/crs/natsec/R41744.pdf> (дата обращения: 03.10.2019).
6. Кременецкий А.А., Архипова Н.А. Редкоземельные металлы России: состояние МСБ, проблемы и пути развития // Разведка и охрана недр. 2012. № 9.

### **References**

1. Yarygin T.L. *Mirovoy rynek redkozemel'nykh metallov [World market of rare earth metals] Nauchnoe soobshchestvo studentov XXI stoletiya. Ekonomicheskie nauki: sb. st. po mat-lam LXXI mezhdunar. stud. nauch.-prakt. konf.* [Scientific community of students of the XXI century. Economic science: collection of articles on paper international LXXI student Scientific and practical Conf.]. No. 11 (71).
2. Samsonov N.Yu. (2014) *Obzor mirovogo i rossiyskogo rynka redkozemel'nykh metallov* [Review of the world and Russian market of rare earth metals] *EKO [ECO]*. No. 2.
3. Golev A. (2014) Rare earth supply chains: Current status, constraints and opportunities. *Resources Policy*. Vol. 41.
4. Available at: [www.congress.gov/bill/115th-congress/house-bill/1407/text](http://www.congress.gov/bill/115th-congress/house-bill/1407/text) (accessed: 07.10.2019).
5. Available at: <https://fas.org/sgp/crs/natsec/R41744.pdf> (accessed: 03.10.2019).
6. Kremenetsky A.A., Arkhipova N.A. (2012) *Redkozemel'nye metally Rossii: sostoyanie MSB, problemy i puti razvitiya* [Rare Earth metals of Russia: the state of SMEs, problems and ways of development] *Razvedka i okhrana neдр* [Exploration and protection of subsoil]. No. 9.