

Сергей А. Черный, Кирилл А. Гуреев

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ КОНЪЮНКТУРЫ РЫНКА НА ДОХОДНОСТЬ ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ РЕДКИХ ЗЕМЕЛЬ

В статье рассмотрены проблемы экономической оценки редкоземельных месторождений в условиях недостатка информации. Предложена оригинальная методика кросс-оценки дифференциальной ренты месторождений редкоземельных металлов (РЗМ). С помощью разработанной методики выполнен анализ влияния изменений конъюнктуры рынка на доходность освоения месторождений редких земель. Показано, что при снижении цен на РЗМ в краткосрочном периоде возможно в среднем 20%-ное снижение доходности по ряду месторождений.

Ключевые слова: редкоземельные металлы; месторождения редкоземельных металлов; дифференциальная рента; потенциальная извлекаемая ценность; оценка месторождений полезных ископаемых.

Форм. 4. Табл. 3. Рис. 4. Лит. 22.

Сергій А. Чорний, Кирило О. Гурєєв

АНАЛІЗ ВПЛИВУ КОН'ЮНКТУРИ РИНКУ НА ДОХІДНІСТЬ ОСВОЄННЯ РОДОВИЩ РІДКІСНИХ ЗЕМЕЛЬ

У статті розглянуто проблеми економічного оцінювання рідкісноземельних родовищ в умовах нестачі інформації. Запропоновано оригінальну методику крос-оцінювання диференціальної ренти родовищ рідкоземельних металів (РЗМ). За допомогою розробленої методики виконано аналіз впливу змін кон'юнктури ринку на прибутковість освоєння родовищ рідкісних земель. Показано, що при зниженні цін на РЗМ у короткостроковому періоді можливе в середньому 20%-ве зниження прибутковості по ряду родовищ.

Ключові слова: рідкоземельні метали; родовища рідкоземельних металів; диференціальна рента; потенційна видобувна цінність; оцінка родовищ корисних копалин.

Sergey A. Chernyi¹, Kirill A. Gureev²

ANALYSIS OF MARKET OPPORTUNITIES IMPACT ON THE YIELD OF RARE EARTHS DEPOSITS

The problems of economic evaluation of rare earths deposits under the lack of information are described in the article. The original method for cross-evaluation of rare earth deposits' differential rent is offered. The analysis of fluctuations in market opportunities impact on the yield of rare earths deposits are made on the basis of this methodology. It is proved that at a price reduction in REM in the short term an average 20%-decline is possible in the yield on a number of deposits.

Keywords: rare earths metals; rare earth deposits; differential rent; potential recoverable value; mineral deposits evaluation.

Постановка проблемы. В связи с интенсивным развитием сектора высоких технологий в последние 3 десятилетия во многих отраслях промышленности наблюдается устойчивый рост потребления редкоземельных металлов. Уникальные свойства редких земель весьма востребованы в нефтехимии, металлургии, оптике, электронике и т.п. (рис. 1). Подобная структура потребления РЗМ сохранится и в ближайшей перспективе.

¹ Berezniki branch, Perm National Research Polytechnic University, Russia.

² Perm National Research Polytechnic University, Russia.



Рис. 1. Структура потребления РЗМ в 2013–2014 годы [8]

Практически монополистом на рынке продуктов РЗМ в настоящее время является Китай, сосредоточивший до 70% общемирового потребления и до 95% производства редких земель. При этом, преследуя цель сохранения собственной минерально-сырьевой базы, правительство КНР с 2002 г. ввело квоты на экспорт редкоземельных металлов, что привело к двукратному сокращению поставок РЗМ из Китая к 2010 году. Подобная экономическая политика основного производителя по прогнозам аналитиков будет способствовать формированию 5–7% дефицита по ряду редкоземельных металлов, а нехватка диспрозия, тербия, иттрия, неодима может достигнуть критического уровня [5]. Негативные ожидания основных потребителей в США, Японии, странах ЕС привели к резким колебаниям конъюнктуры рынка и 5–10 кратному скачку цен на редкие земли в 2010–2011 гг. (рис. 2., показан график для усредненной цены на оксиды редких земель (РЗО)).

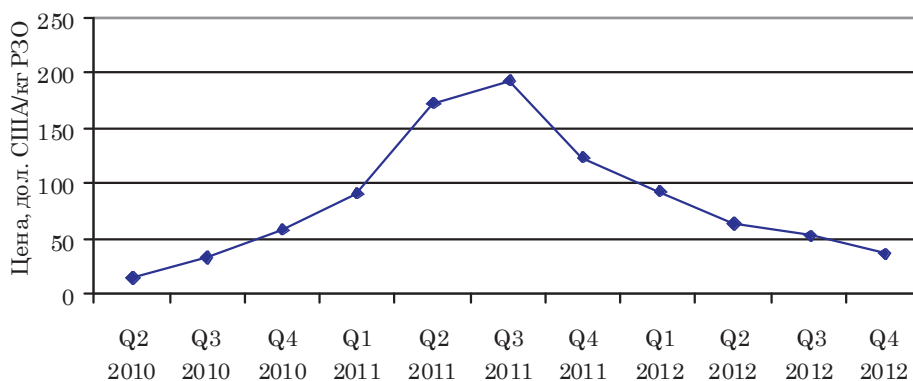


Рис. 2. Поквартальная динамика цен на оксиды РЗМ в 2010–2012 гг. [21]

Высокая востребованность редких земель для реализации инновационных технологий побуждает ряд компаний промышленно развитых стран разрабатывать проекты по организации собственного производства РЗМ, прежде всего, для преодоления сырьевой зависимости от Китая. Как свидетельствует хозяйственная практика, в среднем до начала производства продукции по данным проектам требуется не менее 5–7 лет. Учитывая, что руды осваиваемых месторождений различны по содержанию редких земель, при прогнозируемом снижении цен на РЗМ в перспективе некоторые проекты могут стать низкорентабельными и потерять коммерческую привлекательность. В связи с этим, определенный интерес представляет оценка величины снижения возможного рентного дохода для таких проектов. Однако в условиях недостатка достоверной информации по реализуемым разработкам с учетом ее конфиденциального характера выполнение подобной оценки зачастую представляется проблематичным.

Анализ последних исследований и публикаций. Анализ работ по проблемам анализа конъюнктурных изменений мирового рынка редких земель и оценки эффективности эксплуатации месторождений полезных ископаемых показал следующее. Во-первых, многие исследования рынка РЗМ, выполненные в 2010–2013 гг., ввиду резких колебаний конъюнктуры и действий Китая носят аналитико-прогностический характер. Канадские, австралийские и европейские специалисты в основном оценивают текущий и перспективный баланс спроса и предложения цериевых или иттриевых редких земель, прогнозируя динамику рынка РЗМ по отраслям их применения (рис. 3).

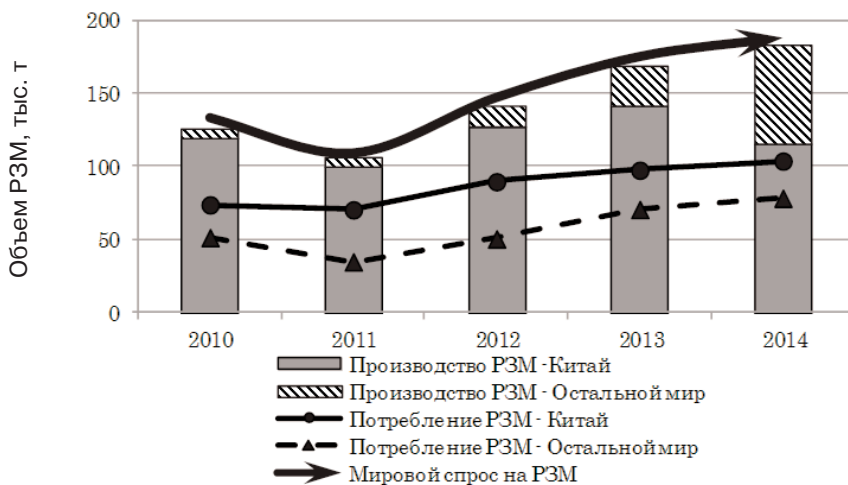


Рис. 3. Динамика спроса и предложения РЗМ, построено по данным [8; 15]

Американские аналитики, обеспокоенные потерей мирового лидерства США в производстве редких земель, описывают особенности канадско-американских месторождений, предвзято экономические результаты их освоения [10]. Азиатские исследователи, как и ряд их коллег из ЕС, анализируют производство и потребление РЗМ в Китае, прогнозируя цены на редкие земли (табл. 1).

Таблица 1. Матрица риска роста цен и покрытия спроса РЗМ до 2015 г.*

РИСК РОСТА ЦЕН	Критический			Y	Dy, Tb
	Высокий	Gd, Ho	Er		Eu
	Средний		Sm	Nd	
	Низкий	Yb	Pr, La, Ce		
	Уровни риска	Низкий	Средний	Высокий	Критический
РИСК РОСТА ДЕФИЦИТА					

* составлено по данным [13; 17].

Работы российских ученых в основном посвящены анализу месторождений и возможностям увеличения выпуска РЗМ за счет их освоения и организации новых предприятий [6]. А компании, реализующие РЗМ-проекты, описывают достигнутые рубежи и занимаются сопоставлением собственных результатов с конкурентами, в т.ч. по составу руд и будущим производственным мощностям [13; 14]. Как следует из упомянутых работ, рынок РЗМ будет продолжать ежегодно увеличиваться на 5–10% при снижении цен на редкие земли и сохранении лидерства Китая. В ближайшие 3–5 лет начнут выпуск значительного объема РЗМ около 10 крупных проектов, что позволит в перспективе сбалансировать спрос и предложение по всем группам редких земель, а также будет способствовать стабилизации конъюнктуры и преодолению монополии Китая на рынке РЗМ. Наиболее известные проекты по разработке месторождений РЗМ приведены в табл. 2. Плановая мощность производств по проектам указана в пересчете на оксиды редких земель (РЗО).

Таблица 2. Ведущие проекты по разработке месторождений РЗМ и их производству*

Месторождения	Операторы проекта	Страна/Регион	Плановые инвестиции, млн дол. США	Плановая мощность, тыс. т РЗО	Плановый год начала производства
Mountain Pass	Molycorp Minerals	США	895	20	2012
Mount Weld	Lynas Corp.	Австралия	1034	22	2012
Steenkampskraal	Great Western Minerals Group	ЮАР	45	5	2013
Dubbo Zirconia	Alkane Resources	Австралия	759	7	2014
Kvanefield	Greenland Minerals & Energy Ltd	Гренландия	1535	44	2015
Nolan's Bore	Arafura Resources	Австралия	903	20	2015
Zandkopsdrift	Frontier Rare Metals	ЮАР	938	20	2015
Hoidas Lake	Great Western Minerals Group	Канада	150	5	2016
Strange Lake	Quest Rare Metals	Канада	548	12	2017
Томгор	н/д	Россия	367	10	н/д
Чуктукон	н/д	Россия	85	4	н/д

* составлено по данным [7; 12].

Во-вторых, как показал анализ публикаций, для оценки месторождений в основном используются 3 известных метода.

На первичных стадиях освоения месторождений к оценке минеральных ресурсов, как правило, применяется затратный подход (cost approach). К нему

относятся методы, основанные на капитализации произведенных затрат (appraised value method) либо предстоящих расходов на освоение (multiple of exploration expenditure method). Главным недостатком затратного подхода является то, что он не учитывает будущих доходов от его эксплуатации месторождения и поэтому не позволяет получить справедливую стоимость полезных ископаемых. Необходимо иметь ввиду и то, что формальные затраты на получение лицензии на разработку месторождения чаще всего не отражают её реальной стоимости [18].

Второй распространенный подход – сравнительный (market approach) – в принципе, применим на всех стадиях разработки месторождений. Сравнительный подход определяет рыночную стоимость месторождений на основе сделок с аналогичными объектами (comparable asset valuation methods). Анализируя различия физических и экономических характеристик сравниваемых объектов с эталоном, можно установить стоимость оцениваемого источника минеральных ресурсов. Условием его применения служит развитость рынка оцениваемых объектов и доступность соответствующей информации. В этом случае сравнительный подход дает весьма объективную оценку месторождений. Однако, применимость метода ограничена, прежде всего, неполнотой экономической информации о месторождениях и рыночных сделках с аналогами, а также сложностью учета уникальных свойств месторождений. Данный подход получил наибольшее распространение при оценке месторождений благородных металлов в США [16].

Третий, доходный подход (income approach), является наиболее часто применяемым для оценки месторождений минеральных ресурсов, в особенности на высоких стадиях промышленного освоения. К методам, относящимся к данному подходу, относятся метод дисконтированных денежных потоков и его многочисленные модификации (discount cash flow / margin analysis / current rent), метод реальных опционов (real option pricing method), и другие.

В рамках данного подхода ценность месторождения определяется суммой рентного дохода, который получает разработчик за весь период его эксплуатации [4]. Так, при вычислении чистого дисконтированного дохода NPV (net present value) суммируются доходы, превышающие капитальные и текущие затраты на освоение и эксплуатацию месторождения по каждому году за весь срок реализации соответствующего проекта [1]:

$$NPV = \sum_{t=0}^{t=T} \frac{R_t - C_t}{(1+j)^t}, \quad (1)$$

где T – длительность проекта, т.е. срок эксплуатации месторождения; t – номер шага/года реализации проекта; R_t – величина дохода от реализации горно-рудной продукции месторождения на t -том шаге; C_t – текущие и капитальные затраты на освоение и эксплуатацию месторождения в t -том году; j – норма дисконта, которая обычно лежит в пределах 5–25% в зависимости от стадии освоения месторождения и требований инвесторов к норме прибыли по соответствующему проекту.

Весьма часто при проведении оценки месторождения ежегодную сумму рентного дохода считают постоянной и используют известную формулу

Дж. Моркилла для вычисления массы дифференциальной ренты за все годы использования месторождения [11]:

$$V_p = \frac{DR \times [(1+j)^T - 1]}{j \times (1+j)^T}, \quad (2)$$

где V_p – экономическая оценка месторождения; DR – масса дифференциальной ренты за год.

Данная формула позволяет вычислить нынешнюю стоимость ежегодного рентного дохода от эксплуатации месторождения, капитализируемого с нормой прибыли по проекту равной j % в течение T лет.

Учитывая, что величина годовой прибыли по проектам зависит от конъюнктуры цен на минеральные ресурсы, авторами работы было решено использовать достаточно простую формулу (2) для выполнения исследований влияния конъюнктуры рынка РЗМ на коммерческую привлекательность проектов по разработке соответствующих месторождений.

Цель исследования. Исследование посвящено разработке модифицированной методики экономической оценки месторождений редкоземельных металлов и анализу изменений рентного дохода от их эксплуатации с учетом конъюнктуры рынка РЗМ.

Основные результаты исследования. В работе проанализированы данные о наиболее известных проектах по разработке месторождений РЗМ (табл. 2), реализуемых в настоящее время компаниями разных стран. Эти проекты различны по масштабу и срокам выполнения, при этом объемы инвестиций по ним, как показали расчеты, пропорциональны планируемой доходности (рис. 4). Уровень доходности для целей анализа и построения диаграммы рассчитывался как произведение плановой годовой производительности проекта и т.н. потенциальной извлекаемой ценности (PEV). На рисунке уровень доходности показан величиной шаров. Потенциальная извлекаемая ценность является определенным аналогом технологической стоимости (technical value), регламентированной австралийским стандартом для оценки минеральных ресурсов VALMIN, и, как и она, отражает качество редкоземельной руды, однако, с учетом конъюнктуры цен [9]. PEV равна суммарной стоимости редких земель, извлекаемой из рудного концентрата соответствующего месторождения с учетом потерь на добычу и разубоживание руды, рассчитанной в текущих или прогнозных ценах.

Далее, как видно из формулы (2), для оценки месторождений редкоземельного сырья необходимо рассчитать массу дифференциальной ренты, которую получит оператор проекта за год. Т.к. из руды, добываемой на редкоземельных месторождениях, первично производят групповые концентраты РЗМ, для расчета дифференциальной ренты можно воспользоваться простой формулой:

$$DR_i = SR_i \times M_i, \quad (3)$$

где i – номер месторождения; DR_i – масса дифференциальной ренты i -го месторождения за год, дол. США; SR_i – удельная дифференциальная рента, получаемая разработчиком месторождений от 1 т рудного концентрата редких

земель, дол. США/т; M_i – масса рудного концентрата, получаемого на i -ом месторождении за год, т.

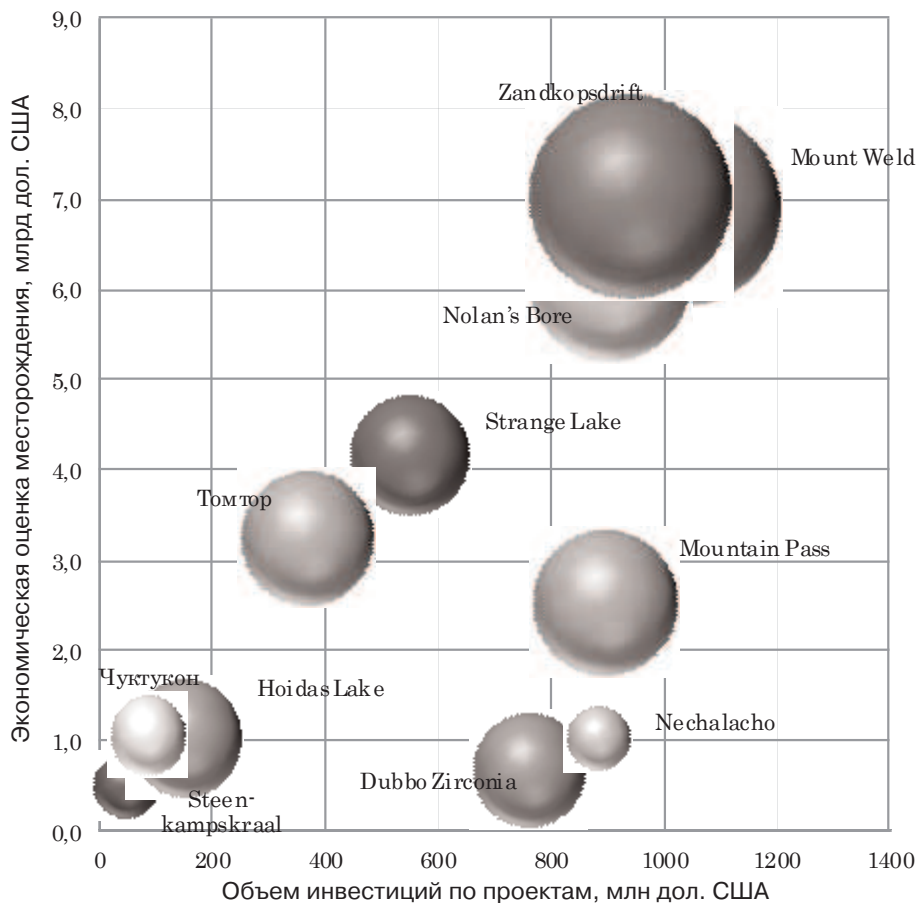


Рис. 4. Доходность и капиталоемкость проектов по освоению месторождений РЗМ, авторская разработка

Согласно доходному методу, для вычисления удельной ренты по каждому месторождению в данной работе из потенциальной ценности редких земель, содержащихся в 1 тонне концентрата, вычитаются соответствующие замыкающие затраты (TE). В качестве замыкающих затрат при выполнении кросс-оценки в рамках выполненных исследований использована себестоимость лопаритового концентрата. Причины выбора определены, во-первых, теми обстоятельствами, что это единственное минеральное сырье, из которого производятся РЗМ в России и по которому есть открытая релевантная информация. А, во-вторых, лопарит добывается на Ловозерском месторождении, руды которого бедны редкими землями и содержат лишь 2,3–2,4% лопарита. При этом само месторождение расположено в суровых природно-климатических условиях Кольского полуострова, и логистические издержки на доставку лопаритового концентрата к месту переработки в Пермский край значительны.

Таким образом, Ловозерское месторождение можно рассматривать в разработанной модели как «худшее по отрасли». Тогда, замыкающие затраты TE составляют около 3600 дол. США, чему, согласно отчетам Соликамского магниевого завода и Ловозерского ГОК равна стоимость 1 т лопаритового концентрата³ в текущем периоде [2; 3]. Отсюда удельная рента рассчитывается следующим образом:

$$SR_i = PEV_i - TE = PEV_i - 3600. \quad (4)$$

Далее, по формуле (2) была выполнена экономическая оценка месторождений, перечисленных в табл. 2 ранее, при этом значения V_p рассчитаны в текущих и прогнозных ценах. Ориентируясь на информацию операторов РЗМ-проектов, при выполнении расчетов значение нормы дисконта j принято на уровне 10%, что с учетом прогнозов снижения цен на редкие земли соответствует осторожной оценке уровня нормы прибыли по соответствующим проектам [13].

Результаты расчетов по перечисленным РЗМ-проектам приведены в табл. 3. При их выполнении использованы прогнозы наиболее резких изменений цен на редкие земли [13; 17]. Как видно из табл. 3, изменение конъюнктуры в краткосрочном периоде приводит к существенному снижению рентного дохода. Однако экономический интерес инвесторов остается весьма значительным. Так, годовая рента DR будет достигать 60–65% от величины плановых инвестиций по соответствующим проектам для канадских и африканских месторождений. Наибольшую рентную доходность имеют операторы проектов на месторождениях "Zandkopsdrift", "Mount Weld", "Mountain Pass", "Nolan's Bore", что обусловлено большой плановой мощностью возводимых производств. Как известно, "Mount Weld" и "Mountain Pass" являются весьма крупными месторождениями с высококачественной рудой, их разработчики – корпорации "Lynas" и "Molycorp", в ближайшие год-два планируют обеспечить до 25% мирового производства редких земель вне территории Китая.

Необходимо подчеркнуть, что предложенная для расчетов методика кросс-оценки с базой сравнения по лопариту не может быть использована для всех проектов. Так, из табл. 3 видно, что месторождение "Kvanefield" имеет низкую удельную ренту относительно «лопаритовой базы», т.к. по гренландскому проекту будут выпускать концентраты из эвдиалито-луявритовых руд, более бедных по РЗМ, чем лопарит [13]. Очевидно, для подобных проектов уровень замыкающих затрат должен быть более низкий. Вместе с тем, ценность месторождений характеризуется рентой, капитализированной за весь плановый период их эксплуатации. Поэтому для "Zandkopsdrift", "Mount Weld", "Mountain Pass", "Nolan's Bore" показатель V_p выше, чем для ряда прочих месторождений. С другой стороны, снижение доходности освоения месторождения вследствие изменения конъюнктуры определяется в большой степени составом руд, в т.ч., содержанием легких и тяжелых РЗМ. Ввиду этого наиболее существенное снижение доходности ожидает «цериевые» месторождения, а «иттриевые» могут потерять доходность примерно в 2 раза.

³ Ловозерский ГОК и Соликамский магниевый завод вертикально интегрированы, поэтому цена, по которой лопаритовый концентрат поступает на переработку, близка к его себестоимости.

Таблиця 3. Кросс-оценка доходности освоения месторождений редкоземельных металлов в текущих* и прогнозных ценах**

№	Месторождения	Запасы РЗМ, млн т	План. мощность в год	PEV в тек-х ценах, долл. США	PEV в прогноз. ценах, долл. США	SR в текущих ценах, тыс. долл. США	SR в прогноз. ценах, тыс. долл. США	DR в текущих ценах, млн долл. США	DR в прогноз. ценах, млн долл. США	Vp в текущих ценах, млрд долл. США	Vp в прогноз. ценах, млрд долл. США	Отг. изм. Vp, %
1.	Mountain Pass (США)	1,00	20000	11716	8840	8,1	5,2	255,1	164,7	2,5	1,6	-35%
2.	Mount Weld (Австралия)	1,42	22000	19329	15509	15,7	11,9	692,1	524,0	6,9	5,2	-24%
3.	Steenkampskraal (ЮАР)	0,03	2500	18304	15338	14,7	11,7	73,5	58,7	0,5	0,4	-20%
4.	Dubbo (Австралия)	0,63	2600	20138	17126	16,5	13,5	67,6	55,3	0,7	0,6	-18%
5.	Nolan's Bore (Австралия)	0,85	20000	14923	12392	11,3	8,8	622,7	483,5	6,1	4,8	-22%
6.	Hoidas Lake (Канада)	0,06	3000	29300	23913	25,7	20,3	121,2	95,8	1,0	0,8	-21%
7.	Kvanefield (Гренландия)	6,56	44000	3671	3037	0,1	<0	28,6	<0	0,3	<0	-
8.	Zandkopsdrift (ЮАР)	0,53	20000	22732	17878	19,1	14,3	765,3	571,1	7,0	5,3	-25%
9.	Strange Lake (Канада)	0,42	12000	13444	11725	9,8	8,1	433,1	357,5	4,2	3,4	-17%
10.	Томгорское (РФ)	0,12	10000	19857	14282	16,3	10,7	325,1	213,6	3,3	2,1	-34%
11.	Чукотское (РФ)	0,50	4000	16987	12836	13,4	9,2	107,1	73,9	1,1	0,7	-31%

* цены на РЗМ на начало февраля 2013 г. [3]; ** цены на РЗМ, прогнозируемые на 2015 г. [10; 11].

Выводы. Таким образом, предлагаемая методика кросс-оценки доходности месторождений РЗМ вполне применима для анализа коммерческой привлекательности соответствующих проектов по их освоению с учетом будущей конъюнктуры рынка РЗМ в условиях недостатка информации.

Кроме того, как показали расчеты, в краткосрочной перспективе возможно существенное снижение доходности освоения месторождений, что в определенной степени может способствовать снижению темпов осуществления подобных проектов.

1. *Березовский П.В.* Экономическая оценка вторичных минеральных ресурсов: Монография. – СПб: СПГГИ, 2006. – 163 с.

2. *Бусырев В.М., Чуркин О.Е.* Оценка полноты использования минерально-сырьевых ресурсов Кольского полуострова // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2012. – №1. – С. 267–273.

3. Годовые отчеты // ОАО «Соликамский магниевый завод» // смз.рф.

4. *Кимельман С.А., Андрушин С.А.* Горная рента: Экономическая природа, факторы формирования и механизмы изъятия // Финансы. – 2004. – №5. – С. 16–19.

5. Обзор рынка редкоземельных элементов в СНГ: Отчет. – М.: Инфолайн, 2012 – 141с.

6. *Усова Т.Ю., Зуева Т.И.* Современное состояние редкометалльного рынка в России и мире // Разведка и охрана недр. – 2011. – №6. – С. 73–78.

7. *Billingsley, G.* (2010). Outlook for rare earth. In: Presentation of GWMG Ltd. for Global Mining Investment Conference, Sep. 2010 www.objectivecapitalconference.com.

8. *Chegwidden, J., Kingsnorth, D.* (2009). Rare earths – a golden future or overhyped? / Statement of IMCOA&Roskill Information Services Ltd, 2009 // www.roskill.com.

9. Code and Guidelines for Technical Assessment and/or Valuation of Mineral and Petroleum Assets and Mineral and Petroleum Securities for Independent Expert Reports (VALMIN Code), 1998 ed. The AusIMM, Carlton, Vic., Australia, 1998. 23 p.

10. Critical materials strategy / Report of US Department of Energy. Washington, December 2011. 196 p.

11. *Dran, J., McCarl, H.N.* (1994). A critical examination of mineral valuation methods in current use. *Mining Engineering*, 26(7): 71–75.

12. Fact Sheet: Rare earth Oxides. Polinares Working Paper #37. EU. March, 2012. 13p.

13. Investor presentation of Greenland Mineral and Energy Ltd. September 2012 // www.ggg.gl.

14. Investor presentation of Lynas Corporation Ltd. March 2010 // www.lynascorp.com.

15. *Kingsnorth, D.* (2012). The rare earth industry: a delicate balancing act / Statement of IMCOA, Technology Metal Summit, February, 2012 // treo.typepad.com.

16. *Lilford, E.V., Minnitt, R.C.A.* (2005). A comparative study of valuation methodologies for mineral developments. *The Journal of South African Institute of Mining and Metallurgy*, 105(1): 29–42.

17. Rare Earth Industry Assessment and Price Forecast from 19.04.2012 / Report of Asian Metal Ltd. for Tantalus Rare Earths AG // www.asianmetal.com.

18. *Roscoe, W.E.* (2009). Valuation of Mineral Exploration Properties Using the Cost Approach. *CIM Bulletin*, 56: 605–615.

19. *Show, S., Chegwidden, J.* (2012). Global drivers of rare earth demand / Statement of Roskill Information Services Ltd, 2012 // www.roskill.com.

20. *Vateva, A.* (2012). China's Rare-Earth Elements Policy and its Implications for Germany, Japan and the USA / Research report. UfU Papers 1/2012. Berlin. 94 p.

21. What are their prices? // Lynas Corporation Ltd. // www.lynascorp.com.

22. *Zhanheng, C.* (2011). Global rare earth resources and scenarios of future rare earth industry. *Journal of Rare Earths*, 29(1): 1–6.

Стаття надійшла до редакції 11.11.2013.