

Интернет-журнал «Наукоедение» ISSN 2223-5167 <https://naukovedenie.ru/>

Том 9, №6 (2017) <https://naukovedenie.ru/vol9-6.php>

URL статьи: <https://naukovedenie.ru/PDF/38EVN617.pdf>

Статья опубликована 21.12.2017

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Никонова Д.А. Экономическая оценка проекта комплексной переработки фосфогипса с попутным извлечением редкоземельных элементов на основе использования методики «Затраты-Выгоды» // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 9, №6 (2017) <https://naukovedenie.ru/PDF/38EVN617.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

УДК 338.012

**Никонова Дарья Александровна**

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет», Россия, Санкт-Петербург<sup>1</sup>  
Аспирант кафедры «Экономики, учета и финансов»  
E-mail: daryanikonova@ya.ru

## **Экономическая оценка проекта комплексной переработки фосфогипса с попутным извлечением редкоземельных элементов на основе использования методики «Затраты-Выгоды»**

**Аннотация.** В современном мире в соответствии с требованиями научно-технического прогресса сохраняется устойчивый рост потребления и производства редкоземельных металлов. При этом для мирового рынка редкоземельного сырья характерна полная сырьевая зависимость от Китая, что обуславливает волатильность цен. Одним из наиболее перспективных источников редкоземельного сырья в России является фосфогипс, отход производства апатитового концентрата. В промышленном масштабе переработка фосфогипса с извлечением оксидов редких земель не осуществляется вследствие неполной оценки экономического потенциала и эффективности связанных с ней инвестиционных проектов.

В статье представлен анализ традиционных подходов к оценке экономических активов, предполагающих расчет показателей эффективности проекта. Реализация проектов, направленных на комплексную переработку отходов, помимо экономических выгод оказывает также существенное влияние на общественное и экологическое благосостояние. Это повышает ценность проектов и должно быть учтено при принятии инвестиционных решений. Для комплексной оценки таких проектов, автором предложено использовать методику «Затраты-Выгоды», которая предполагает расчет двух показателей оценки чистой приведенной стоимости проекта – финансовой и экономической. Таким образом, экономическая чистая приведенная стоимость отражает монетизацию экологического эффекта от снижения вредного воздействия отходов на окружающую среду, тем самым позволяя повысить эффективность проекта.

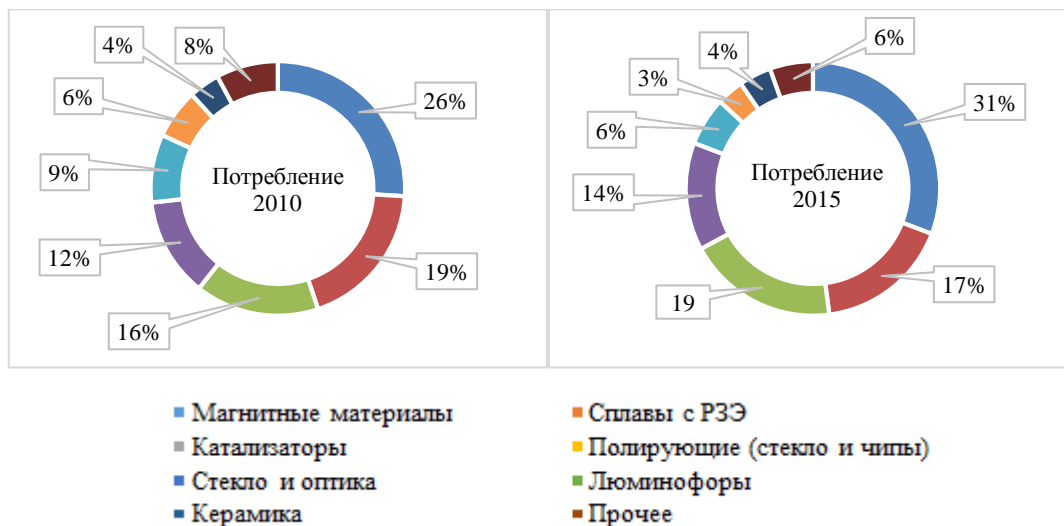
**Ключевые слова:** редкоземельные металлы; критические материалы; комплексное использование сырья; устойчивое развитие; переработка отходов; оценка экономических активов; инвестиционная оценка; чистая приведенная стоимость

---

<sup>1</sup> 199106, Санкт-Петербург, Васильевский остров, 21 линия д. 2

## Введение

На протяжении последних десятилетий уровень производства и потребления редкоземельных металлов (РЗМ) является надежным индикатором экономического развития и национальной безопасности для промышленно развитых стран. Основными потребителями РЗМ являются страны с развитой высокотехнологичной промышленностью, поскольку РЗМ незаменимы в производстве электроники, постоянных магнитов, перезаряжаемых аккумуляторов для гибридных и электрических автомобилей, медицинских приборов, в металлургии, нефтехимии, производстве стекла и керамики (рис. 1)<sup>2</sup>.



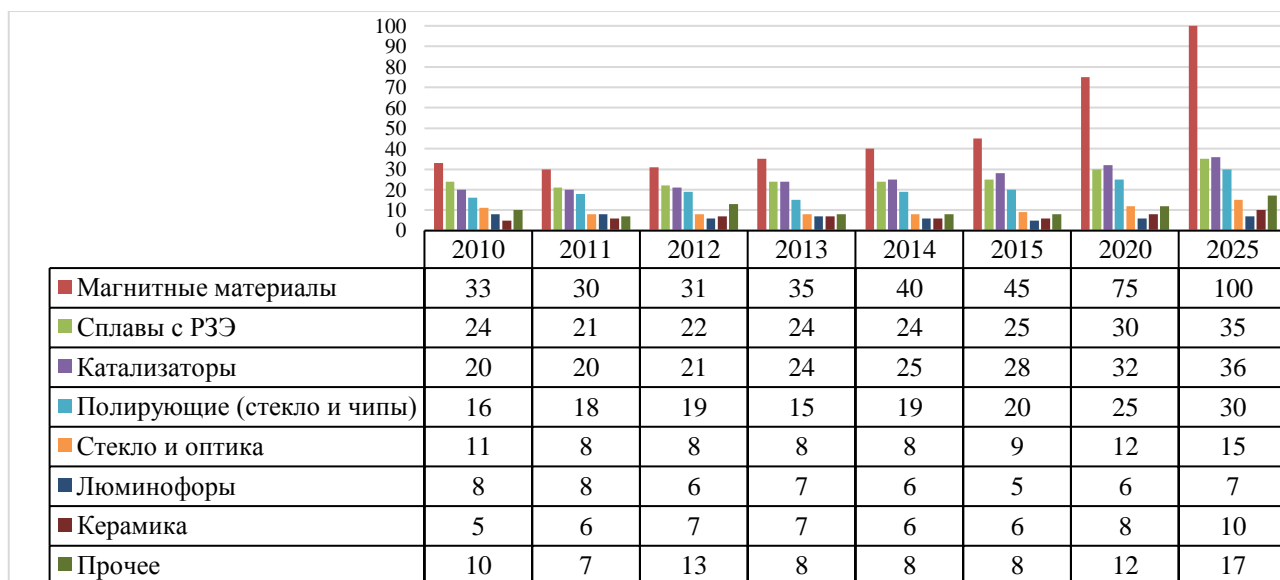
**Рисунок 1.** Структура применения редкоземельных металлов по отраслям (источник: составлено по данным Industrial Mineral Company of Australasian, 2015)

По оценкам российских экспертов объем мирового спроса на РЗМ к 2020 году составит 185 тыс. т. в год. По оценкам австралийской компании ИМСОА мировой спрос достигнет порядка 200 тыс. т.; из них большая часть будет приходиться постоянные магниты (рис. 2).

Наиболее перспективными отраслями с точки зрения спроса на РЗЭ являются магнитные материалы, что связано с их использованием в экологически чистых энергетических технологиях. Согласно прогнозам, спрос на РЗЭ также продолжит возрастать со стороны таких отраслей как производство катализаторов для крекинга нефти и автомобильных фильтров, полирующие порошки, стекольная и оптическая промышленность и люминофоры, широко применяемые при производстве плоско панельной продукции.

РЗМ включены в перечни критических видов минерального сырья ведущими промышленными странами, что означает их подверженность риску прекращения поставок. При этом речь не идет о физической исчерпаемости данных ресурсов, а об отсутствии их производства внутри страны.

<sup>2</sup> Сайт Industrial Mineral Company of Australasian [online]. Available from: <http://www.industrialminerals.biz/>.



**Рисунок 2.** Прогноз потребления РЗМ по областям применения до 2025 г., тыс. т РЗО (источник: составлено по данным Industrial Mineral Company of Australasian, 2015)

Ресурсная зависимость от китайских производителей, монополизация рынка и обусловленная этим волатильность мировых цен на данный вид сырья, создают стимул для развития собственных отраслей редкоземельной промышленности во многих странах, в том числе и в России. Переход российской промышленности к инновационной модели развития и решению задач, связанных с обеспечением национальной безопасности, требуют интенсивного использования высокотехнологичных материалов, в частности на основе редкоземельных металлов. К настоящему времени отрасль редкоземельной промышленности России фактически отсутствует. К основным причинам этого можно отнести: разрыв технологических цепочек после распада СССР; отсутствие технологий глубокой переработки руд; отсутствие квалифицированных кадров; низкий уровень внутреннего спроса на инновационную продукцию высокой степени передела, недостаточность финансирования и государственной поддержки производства РЗМ в России.

### Постановка проблемы

Одним из наиболее перспективных источников редкоземельного сырья в России является фосфогипс, который представляет собой отход производства апатитового концентрата в виде серого комкующегося порошка влажностью до 25-40 % (в зависимости от условий получения фосфорной кислоты). Основными примесями в фосфогипсе, препятствующими его утилизации, являются непрореагировавшие фосфаты, соединения фтора и стронция, неотмытая фосфорная кислота, органические вещества [7]. В фосфогипс переходит до 85 % всех оксидов РЗМ, содержащихся в апатитовом концентрате. Сопутствующие компоненты, с одной стороны, превалируют в извлекаемой ценности рассматриваемых видов техногенного сырья, а с другой – переходят в подвижное состояние за счет пыления (ветрового переноса) тонкодисперсных фракций отходов в хранилищах в сухое время года и выноса их различными водными стоками (технологическими, подотвальными, дождевыми, тальными и паводковыми) на рельеф местности и в гидросеть, представленную как поверхностными водотоками, так и подземными источниками водоснабжения.

На данный момент в отвалах накоплено более 500 млн. т фосфогипса, ежегодно отвалы пополняются на 10-15 млн т. Хранилища фосфогипса, как правило, переполнены, технически и морально устарели, занимают значительные земельные отводы и загрязняют окружающую

среду всем вышеуказанным комплексом ингредиентов-токсикантов, содержащихся в неконтролируемых стоках, сбросах и пылях. Токсиканты фосфогипса вызывают повышенную заболеваемость костно-мышечной системы (остеохондроз), крови (лейкоз), легких и других органов. Радиус негативного воздействия на среду обитания хранилищ с десятками миллионов тонн фосфогипса оценивается в десятки километров [9]. Отходы фосфогипса относятся к IV классу токсичных отходов, соответственно плата за размещение 1 т этих отходов с 2017 года составляет 663,2 руб.<sup>3</sup>

Согласно готовому отчету группы компаний «ФосАгро» общий объем отходов в 2016 году составил 94,1 млн т., на долю отходов, не учитывающих вскрышные породы, пришлось порядка 31,1 млн т. Около 90 % общего объема (то есть порядка 84,5 млн т) составляют отходы АО «Апатит» – производителя апатитового концентрата<sup>4</sup>. Значительная часть этих отходов приходится на фосфогипс, а плата за его размещение достигает нескольких миллиардов рублей. В таблицу 1 сведены основные виды и результаты воздействия хранилищ фосфогипса на окружающую среду.

**Таблица 1**

**Виды и результаты воздействия хранилищ фосфогипса на окружающую среду**

Элемент окружающей среды	Вред воздействия	Результаты
Атмосфера	Загрязнение в результате пыления тонкодисперсных фракций от ветровой эрозии	Загрязнение (запыление) атмосферы
Земельные ресурсы и недра	Отчуждение и загрязнение земель, нарушение ландшафта, складирование отходов в отвалы и их длительное хранение	Изменение напряженно-деформированного состояния массива горных пород. Загрязнение недр. Проседание земной поверхности, потеря минеральных ресурсов
Водные ресурсы	Вынос загрязняющих веществ различными водными стоками (технологическими, подотвальными, дождевыми, тальными и паводковыми) на рельеф местности и в гидросеть, представленную как поверхностными водотоками, так и подземными источниками водоснабжения	Уменьшение запасов подземных вод, нарушение гидрогеологического режима водного бассейна, перераспределение баланса между природными и техногенными водами, ухудшение качества воды

*Источник: таблица составлена автором*

На сегодняшний день основополагающим элементом рационального природопользования является концепция комплексного использования сырья, которая заключается в вовлечении в производство вторичных ресурсов. Над разработкой промышленной технологии комплексной переработки фосфогипса с целью попутного извлечения редких земель работают несколько команд. В частности, группой компаний «Скайград» была разработана безотходная технология переработки фосфогипса сернокислотным способом с выделением РЗМ цериевой группы (La, Ce, Nd, Pr, Sm), а также с получением высокопрочного и строительного гипса. Технология была реализована на опытно-промышленной установке Лаборатории инновационных технологий [2]. Однако до настоящего момента объемы утилизации фосфогипса, в сравнении с выходом, остаются незначительными, в промышленном масштабе фосфогипс не перерабатывается. Причина этого, на наш взгляд

<sup>3</sup> Постановление Правительства РФ от 13.09.2016 N 913 «О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах».

<sup>4</sup> Интегрированный отчет группы компаний «ФосАгро» за 2016 год. 170 с. [online]. Available from: <https://www.phosagro.ru/investors/reports/year/>.

заключается в неполной оценке экономического потенциала и эффективности реализации инвестиционных проектов по переработке фосфогипса с попутным извлечением ценных редкоземельных компонент.

### Методы исследования

Выделяют три основных подхода к оценке инвестиционных проектов: затратный (Cost Approach), доходный (Income Approach) и сравнительный (Direct Market Comparison Approach). Выбор в пользу того или иного подхода к оценке зависит от возможности их применения, целей и задач оценки, а также от наличия и достоверности исходной информации. В таблице 2 представлен сравнительный анализ традиционных подходов к оценке экономических активов [5].

Таблица 2

Традиционные подходы к оценке экономических активов

Наименование подхода	Суть подхода	Комментарии	Недостатки
Затратный	Предполагает определение величины затрат, которые необходимы для воспроизводства, либо замещения объекта оценки с учетом износа и устаревания	Основой данного подхода является стоимостная оценка издержек, возникающих при создании актива	- Необходимость наличия открытой и достоверной информации для определения стоимости воспроизводства или замещения актива; - Подход не учитывает будущую стоимость актива, которая зачастую превышает первоначальные издержки
Сравнительный	Данный подход основан на определении стоимости объекта оценки путем сравнения оцениваемого объекта с объектами-аналогами	При оценке используются цены рыночных предложений, а также цены реально совершенных сделок	- Обязательным условием является наличие объектов-аналогов, в отношении которых на рынке имеется доступная и достоверная информация о ценах; - Рыночные цены не всегда отражают справедливую оценку стоимости актива вследствие асимметричности информации
Доходный	Предполагает оценку стоимости актива на основе расчета величины ожидаемой прибыли с учетом фактора времени, путём дисконтирования одновременных результатов и затрат к начальному периоду	При оценке инвестиционного проекта особую важность приобретает ставка дисконтирования, учитывающая риск получения ожидаемых денежных потоков	- Необходимость наличия достоверной информации, позволяющей прогнозировать будущие доходы и расходы, связанные с объектом оценки

Источник: таблица составлена автором по данным Дамодаран А. «Оценка инвестиционных активов», 2012

На практике доходный подход получил наиболее широкое распространение при оценке инвестиционных проектов. Причиной этого служит то, что при наличии достоверной информации, позволяющей прогнозировать будущие доходы и расходы, связанные с объектом оценки, данный подход обеспечивает наиболее высокий уровень надежности и точности полученных результатов.

В рамках доходного подхода предполагается анализ ряда инвестиционных показателей, таких как NPV, IRR и DPP. Наиболее широко применяемым показателем оценки инвестиционных проектов является показатель чистой приведенной стоимости (Net Present Value или NPV). Расчет данного показателя основан на сравнении текущей стоимости будущих денежных потоков по проекту с первоначальными инвестиционными затратами (формула 1).

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} \quad (1)$$

где:  $CF_t$  – годовые доходы от инвестиций в  $t$ -год;  $r$  – ставка дисконтирования;  $n$  – номер временного периода.

Данный показатель широко используется в международной практике инвестиционного анализа, однако он отражает в только денежную составляющую, но не учитывает качественные эффекты, сопутствующие некоторым проектам.

Показатель внутренней нормы доходности (Internal Rate of Return или IRR) позволяет определить ставку дисконта, при которой чистая приведенная стоимость инвестиций равна нулю (формула 2).

$$NPV_{IRR} = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} = 0 \quad (2)$$

Еще одним ключевым показателем при оценке инвестиционного проекта является дисконтированный срок окупаемости (Discounted Payback Period или DPP), то есть временной интервал, в течение которого чистая приведенная стоимость становится равной величине первоначальных инвестиций в проект (формула 3).

$$DPP = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} \geq I_0 \quad (3)$$

где:  $I_0$  – величина первоначальных инвестиций.

В академической литературе можно встретить критические замечания, касающиеся данного показателя. Исследователи отмечают, что метод расчета срока окупаемости не учитывает длительность жизненного цикла реализуемого проекта. Устанавливая ограничения по срокам окупаемости, компании, как правило, стремятся минимизировать риски неэффективного вложения средств, при этом упуская возможность реализации эффективных долгосрочных проектов, которые по показателю срока окупаемости относят к проектам с высокой степенью риска.

На сегодняшний момент оценка экономической эффективности инвестиционных проектов, связанных с комплексной переработкой фосфогипса и попутным извлечением редкоземельных элементов, осуществляется с помощью применения традиционных методов оценок, предполагающих расчёт и анализ вышеперечисленных показателей. Однако реализация проектов, направленных на комплексную переработку отходов, помимо экономических выгод имеет ещё целый ряд факторов (экологических, социальных, технологических, инновационных), которые могут существенно повысить эффективность таких проектов.

## Результаты

Как уже отмечалось ранее, транспортировка отходов производства апатитового концентрата и содержание хвостохранилищ является существенным обременительным

фактором для экономики предприятия. Первой и самой очевидной частной выгодой от реализации проекта комплексной переработки фосфогипса выступает сокращение размеров платежей за размещение отходов. Кроме этого, существует ещё ряд преимуществ, которые могут способствовать увеличению ценности проекта для компании (табл. 3).

**Таблица 3**

**Влияние комплексной переработки отходов производства апатитового концентрата (фосфогипса) на производственный процесс**

<b>Сфера влияния</b>	<b>Описание</b>
Экономические выгоды	Снижение платы за размещение отходов и содержание хвостохранилищ
	Возможность получения субсидий/дотаций/налоговых льгот со стороны государства
Конкурентоспособность	Усиление конкурентных преимуществ предприятия на российском и международном рынках за счет диверсификации производства и выпуска новой наукоемкой продукции
	Повышение имиджа и репутации компании посредством опубликования результатов деятельности направленной, на рациональное природопользование и экологизацию производства минеральных удобрений, а также подержание стратегии устойчивого развития
Окружающая среда	Снижение загрязнения атмосферы посредством пыления тонкодисперсных фракций фтористых и фосфорных соединений
	Сокращение объема подотвальных вод, снижение загрязнения поверхностных водотоков и подземных источников водоснабжения
	Высвобождение значительного количества площадей из-под вредных отходов производства апатитового концентрата
	Сокращение потребности в дефицитных критических материалах (РЗМ), первичная добыча которых сопряжена с радиоактивным загрязнением
Условия жизни и труда народонаселения	Устранение факторов вызывающих повышенную заболеваемость костно-мышечной системы, крови, легких и других органов.
Прочие	Способствование экономическому развитию и национальной безопасности государства посредством вклада в возрождение отечественной научно-технической базы по производству критически важных и дефицитных редкоземельных металлов, в условиях волатильности мировых цен и возникновения рисков поставок

*Источник: таблица составлена автором*

Проанализировав данные таблицы 3, можно сделать вывод о том, что влияние проекта по переработке фосфогипса не ограничено лишь снижением платы за размещение отходов, а имеет значительно более широкий перечень эффектов. Сложность заключается в том, что большинство из этих эффектов носят качественный характер, в связи с чем их денежная оценка затруднительна или не всегда представляется возможной. Однако учет этих эффектов приобретает особую важность в свете необходимости проведения комплексной инвестиционной оценки проекта, позволяющей повысить его ценность и эффективность для компании. Результат оценки экономической эффективности проекта является определяющим фактором при принятии инвестиционных решений, поэтому раскрытие и обоснование множественных благоприятных эффектов, достигаемых за счет комплексной переработки отходов, может выступить фактором, стимулирующим реализацию данного проекта.

Проект комплексной переработки фосфогипса по безотходной технологии с попутным извлечением редкоземельных элементов является одновременно носителем двух глобальных характеристик:

- экологической (улучшение состояния окружающей среды; способствование реализации концепций рационального природопользования и устойчивого развития);

- стратегической (вклад в восстановление и развитие отечественной редкоземельной промышленности; способствование технологическому прогрессу экономики; обеспечение экономической безопасности государства; содействие государственной программе импортозамещения; вклад в решение задачи расширения номенклатуры товаров высокого спроса, позволяющего увеличить экспортные доходы страны).

Необходимо также отметить, что в зарубежной академической литературе встречается подход, согласно которому компания должна принимать инвестиционное решение о реализации того или иного проекта, исходя не только из критерия максимизации прибыли, но и учитывая ряд прочих факторов, таких как стратегический характер проекта.

В рамках данного исследования все выявленные эффекты были разделены на внутренние и внешние по отношению к предприятию. Под внутренними эффектами понимаются те выгоды, которые предприятие получит в результате реализации проекта и которые в первую очередь стимулируют заинтересованность во вложении средств в данный проект. Под внешними эффектами понимаются различные механизмы государственной поддержки и регулирования, способствующие укреплению заинтересованности компании в реализации мероприятий по комплексной переработке отходов (табл. 4).

**Таблица 4**

**Анализ эффектов от реализации проекта комплексной переработки фосфогипса с попутным извлечением РЗМ**

	<b>Вид эффекта</b>	<b>Описание</b>
Внутренние	Количественные	Выручка от реализации нового вида наукоемкой продукции
		Экономия экологических платежей
		Налоговые льготы, дотации/субсидии
	Качественные	Повышение конкурентоспособности предприятия за счёт диверсификации производства
		Повышение репутации и делового имиджа компании
		Инновационное развитие
Внешние	Количественные	Повышение экспортного потенциала
		Снижение уровня загрязнения окружающей среды
		Высвобождение площадей из-под вредных отходов
		Ликвидация потери ценных минеральных ресурсов, содержащихся в отвалах
	Качественные	Повышение качества окружающей среды
		Повышения качества жизни граждан
		Вклад в развитие отечественной отрасли редкоземельной промышленности
		Способствование технологическому прогрессу экономики
		Вклад в обеспечение экономической и национальной безопасности государства
		Вклад в реализацию подпрограммы «Развитие промышленности редких и редкоземельных металлов» в рамках государственной программы «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности»
		Содействие стратегии рационального природопользования
		Содействие стратегии устойчивого развития

*Источник: таблица составлена автором*

Анализ данных таблицы 4 позволяет сделать вывод о том, что проект комплексной переработки фосфогипса с попутным извлечением РЗЭ обладает широким спектром эффектов, которые оказывают влияние не только на внутреннюю среду компании, но и на внешние по отношению к компании стороны, а именно на общество и государство. Среди множества эффектов можно выделить несколько ключевых, оказывающих решающую роль при принятии инвестиционного решения. Данные эффекты должны носить количественный характер для того, чтобы иметь возможность включить их в инвестиционную оценку проекта. Очевидно, что

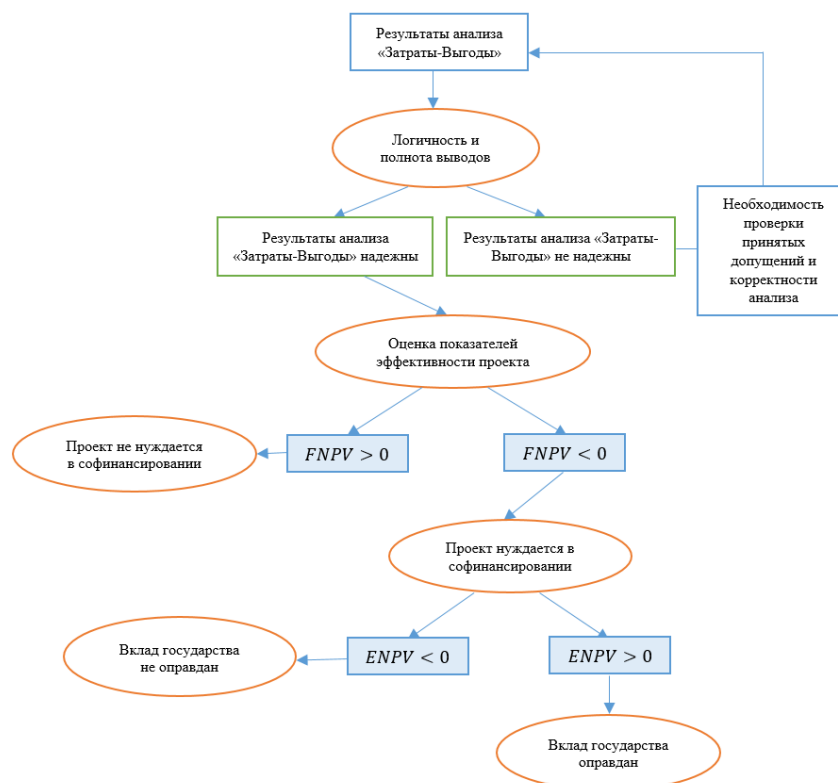


в рассматриваемом проекте, основополагающее значение имеет монетизация экологического эффекта от снижения вредного воздействия отходов на окружающую среду.

В европейских странах для оценки проектов, оказывающих существенное влияние на общественное и экологическое благосостояние, широко применяется методика анализа «Затраты-Выгоды» (CostBenefit Analysis). Основана данная методика на сопоставлении затрат на реализацию определенного проекта с выгодами, получаемыми его реализации. Ключевым отличием от традиционного подхода к инвестиционному анализу является учет и оценка внешних эффектов, которые проект оказывает на окружающую среду и общество в целом. Таким образом, анализ «затраты-выгоды» позволяет оценить комплексное влияние проекта, способствуя получению более целостной и точной оценки общественной ценности проекта.

Одним из критериев проведения анализа «затраты-выгоды» является долгосрочный характер оцениваемого проекта. Согласно Руководству к проведению анализа «Затраты-Выгоды» для оценки инвестиционных проектов, утвержденному Еврокомиссией в 2014 году, оптимальный срок эксплуатации анализируемых проектов должен составлять от 10 до 30 лет<sup>5</sup>. Долгосрочный горизонт планирования позволяет учитывать интересы будущих поколений, что представляет особую значимость с точки зрения концепции устойчивого развития.

Методика оценки «Затраты-Выгоды» построена на использовании метода дисконтированных денежных потоков. Однако для получения комплексной экономической оценки проекта используются два показателя оценки чистой приведенной стоимости проекта – финансовая и экономическая (рис 3).



**Рисунок 3.** Роль анализа «Затраты-Выгоды» при инвестиционной оценке проектов, оказывающих существенное влияния на общественное и экологическое благосостояние (источник: Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects, 2014)

<sup>5</sup> Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects / European Commission. – December 2014. [online]. Available from: [http://ec.europa.eu/regional\\_policy/sources/docgener/studies/pdf/cba\\_guide.pdf](http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/studies/pdf/cba_guide.pdf).

Финансовая чистая приведенная стоимость проекта (FNPV) представляет собой классическую оценку внутренней ценности проекта для компании, без учета внешних эффектов. В ходе проведения финансового анализа учитываются общие инвестиционные затраты, эксплуатационные затраты, доходы от продаж, связанные с реализацией проекта, а также источники финансирования проекта. Таким образом, FNPV позволяет оценить проект с позиции инвестора (компании).

Экономическая чистая приведенная стоимость проекта (ENPV) определяет величину его общественной ценности с учетом внешних эффектов, сопутствующих реализации проекта. Методика расчета ENPV учитывает внешние эффекты, как положительные, формирующие стоимость проекта. Ключевое отличие ENPV от FNPV заключается в количественной оценке внешних эффектов в денежном измерении. Главная цель расчета ENPV – оценить общественный эффект от реализации того или иного проекта.

В европейской практике анализ «затраты-выгоды» утвержден как рекомендуемый методический подход к оценке инвестиционных проектов, предполагающих государственное софинансирование. При этом, согласно методике анализа «Затраты-Выгоды», именно показатель ENPV должен быть рассмотрен как ключевой результирующий показатель оценки общественной экономической эффективности проекта, на основании которого принимается решение о финансировании проекта.

Исходя из множественных внешних эффектов проекта комплексной переработки фосфогипса с попутным извлечением РЗЭ, которые включают экологические, общественные и стратегические составляющие, оценку экономической эффективности рекомендуется проводить на основании методики «Затраты-Выгоды». Монетизация экологического эффекта от снижения вредного воздействия отходов на окружающую среду, отражённая в экономической чистой приведенной стоимости, позволит повысить эффективность проекта, а также получить государственную поддержку и софинансирование на его реализацию.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Goodwin N. R. Five kinds of capital: Useful concepts for sustainable development [online] / N. R. Goodwin. – Medford, MA: Tufts University, 2003. – 14 с. Available from: <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/15595/1/wp030007.pdf>.
2. Абрамов А. М., Галиев Р. С., Соболев Ю. Б. Организация производства РЗМ при комплексной переработке фосфогипса / Сборник докладов «Актуальные вопросы добычи, производства и применения РЗЭ в России». 2013. с. 55-59.
3. Быховский Л. З. Реальные, потенциальные и перспективные источники редкоземельного сырья в России / Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2014. №4. с. 2-8.
4. Глазьев С. Ю., Фетисов Г. Г. О стратегии устойчивого развития экономики России / Экономист. 2013. № 1. с. 3-13.
5. Дамодаран, А. Оценка стоимости активов / А. Дамодаран; пер. с англ. П. А. Самсонов. – Минск: Попурри, 2012. – 272 с.
6. Калугин. А. И., Левин Б. В. Приоритетные направления комплексного использования хибинского апатит-нефелинового сырья и их практическая реализация / Горный журнал. 2014. №10. с. 63.
7. Паршин Б. Д., Медведев А. С. Разработка двустадийной серноокислотной технологии извлечения редкоземельных элементов из фосфогипса / Сборник докладов «Актуальные вопросы добычи, производства и применения РЗЭ в России». 2013. с. 70-74.
8. Пахомова Н. В., Малова А. С., Титов В. О. Эффективность экономики, экологические инновации, климатическая и энергетическая политика: темы дискуссий на международном семинаре в СПбГУ / Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 5. Экономика. 2015. №4. с. 161-172.
9. Самонов А. Е., Мелентьев Г. Б., Ваньшин Ю. В. Экологическое воздействие хранилищ фосфогипса и пиритных огарков на среду обитания и перспективы их комплексной переработки с получением высоколиквидной товарной продукции / Рациональное использование ресурсов. 2013. №4. с. 65-76.
10. Сергеев И. Б., Пономаренко Т. В. Стимулы создания конкурентоспособной редкоземельной промышленности в России в условиях глобальной конкуренции / Записки горного института. 2013. №4. с. 104-116.
11. Ховавко И. Ю. Интернализация внешних эффектов от загрязнения окружающей среды в РФ: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук. Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва, 2012. – 45.

**Nikonova Daria Aleksandrovna**

Saint-Petersburg mining university, Russia, Saint-Petersburg

E-mail: daryanikonova@ya.ru

## **Economical assessment of comprehensive mineral processing of phosphogypsum with rare earth elements' extraction based on Cost-Benefit Analysis**

**Abstract.** In the modern world sustained growth in demand and supply of rare earth metals is preserved according to directives of progress in science and technology. At the same time, the world market of rare earth raw materials is monopolized by China, and this fact causes the volatility of international prices. One of the most significant component of modern innovative rare earth mineral resource potential of Russia is techogenic raw materials sources, which is associated with the processing of phosphogypsum, the waste of production of apatite concentrate. The processing of phosphogypsum with the extraction of rare earth oxides is not carried out in commercial size due to undervaluation of economical efficiency of capital investment project.

The traditional positions of valuation of economical assets, which involve the calculation of measures of efficiency, are described in the article. The project implementation of recycling, in addition to economic benefits, also has a significant impact on social and ecological well-being. This increases the value of projects and should be taken into account when making investment decisions. For comprehensive assessment of these projects author proposes to use Cost-Benefit Analysis, which involves the calculation of two components of the net present value of the project – financial and economical. In such a way, the economical net present value reflects the monetization of the environmental effect from reducing the harmful environmental impact of waste, thereby enabling the project to be more efficient.

**Keywords:** rare earth metals; critical materials; rational utilization of raw materials sources; sustainable development; recycling; valuation of economical assets; investment valuation; net present value