

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2019, №2, Том 11 / 2019, No 2, Vol 11 <https://esj.today/issue-2-2019.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/07ECVN219.pdf>

Ссылка для цитирования этой статьи:

Точило М.В. Оценка вероятности реализации проектов обработки месторождений диоксида титана Северо-Западного региона // Вестник Евразийской науки, 2019 №2, <https://esj.today/PDF/07ECVN219.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

For citation:

Tochilo M.V. (2019). Probability assessment of project implementation for the development of titanium dioxide deposits in the North-West region. *The Eurasian Scientific Journal*, [online] 2(11). Available at: <https://esj.today/PDF/07ECVN219.pdf> (in Russian)

УДК 33

Точило Мария Васильевна

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный горный университет», Санкт-Петербург, Россия
Аспирант кафедры «Организации и управления»

E-mail: diary.93@mail.ru

РИНЦ: http://elibrary.ru/author_profile.asp?id=830679

Оценка вероятности реализации проектов обработки месторождений диоксида титана Северо-Западного региона

Аннотация. Принятие стратегического решения финансирования крупного проекта формирования горнопромышленного комплекса на базе ряда месторождений титаномагнетитовых руд Северо-Западного региона должно основываться на комплексной оценке эффективности инвестиционного проекта, включающей в себя учет экономических, экологических, технологических, социальных и политических факторов.

В работе обоснована возможность и область применения метода имитационного моделирования для целей оценки вероятности эффективности реализации стратегического проекта по освоению месторождений и производству диоксида титана в России. Выявлены основные и дополнительные эффекты реализации стратегического инвестиционного проекта объединения нескольких месторождений титаномагнетитовых руд в горнопромышленный комплекс, предложена экономико-математическая модель оценки вероятности эффективности реализации проекта по производству диоксида титана с учетом изменения факторов внешней среды.

Произведенный цикл расчетов сценариев показал возможность успешной реализации проекта формирования горнопромышленного комплекса производства диоксида титана из совокупности Колвицкого, Африкандского и Пудожгорского месторождений титаномагнетитовых руд, с получением положительного денежного потока в 47,87 % случаев изменения ключевых показателей NPV под влиянием факторов – изменения объема добычи, колебания цен и налогового окружения. Диапазон значений показателя эффективности проекта будет колебаться от 16,9 млрд руб. (вероятный сценарии развития) до 50,26 млрд руб. (оптимистичный сценарии развития) в зависимости от частных значений факторов внешней среды.

Результаты исследования и предложенная экономико-математическая модель могут быть использованы для детализации значений показателя эффективности инвестиционного проекта в условиях изменения факторов внешней среды в процессе формирования

предварительного технико-экономического обоснования разработки месторождений титаномагнетитовых руд.

Ключевые слова: эффективность реализации проекта; внешние факторы; горнопромышленный комплекс; титаномагнетитовые руды; оценка инвестиционных проектов; стратегическое планирование; имитационное моделирование

В связи с необходимостью развития передовых отраслей промышленности в России, потребляющих титан и его соединения, а также с учетом растущей потребности в синтетическом и минеральном сырье строительной, лакокрасочной отраслей в ближайшем будущем все острее будет ощущаться дефицит в их обеспечении этим сырьем.

Мировой рынок пигментного диоксида титана отличается высокой степенью консолидации с несколькими крупными производителями находящимися в США, Европе и в странах Азиатско-Тихоокеанского региона. Объем мировых мощностей по производству пигментного TiO_2 составляет в среднем около 6,6 млн т/год, из которых 71 % приходится на Китай, США, Германию, Великобританию и Японию. Крупными производителями пигментного диоксида титана являются компании Du Pont (США) – 22 %, Millenium (США) – 13 %, Tronox (США) – 12 %, Hunstman Tioxide (Великобритания) – 10 % и Kronos (Германия) – 10 %. Около 24 % диоксида титана производится в Северной Америке, 18,7 % – в Западной Европе, 5 % – в восточной Европе и СНГ, 35,2 % – в Азии, 4,3 % – в Австралии, 1,2 % – в Южной Америке, 0,5 % – в Африке [1; 2; 9].

Производство пигментной двуокиси титана в Российской Федерации в настоящее время характеризуется низкими объемами, недостаточным марочным ассортиментом и низким качеством. Технология производства на действующих отечественных предприятиях обеспечивает возможность выпуска ограниченного марочного состава двуокиси титана – не более 3–4 марок, наряду с фирмами Kemira, DuPont, Bayer, Tioxide, выпускающими несколько десятков марок, что в настоящее время недостаточно удовлетворяет потребность нашей промышленности. Качество вырабатываемых пигментов отстает от качества импортных пигментов – только 20 % белых пигментов соответствуют уровню мировых стандартов [2; 9].

Анализ сырьевой базы свидетельствует, что Россия обладает крупными балансовыми запасами диоксида титана, по разным источникам от 110 до 591,5 млн т, забалансовыми запасами – 868,6 млн т; по их сумме страна занимает второе место в мире по запасам после Китая [2; 3].

Однако, в России ведется только попутная добыча титанового сырья в Мурманской области на апатит-нефелиновых месторождениях Хибинской группы и Ловозерском редкометальном месторождении, а также в Амурской области на Куранахском ильменит-титаномагнетитовом месторождении.

К перспективным направлениям добычи диоксида титана в Российской Федерации относят ряд современных проектов: проекты отработки месторождений Гремяха-Вырмес (Мурманская область) и Центральное (Тамбовская область) компанией ОАО «Норильский никель», ОАО «Корпорация «ВСМПО-Ависма», Ярегское месторождение в пределах лицензионного участка ОАО «Ярега Руда», АО «Крымский титан» перешедший российскому ООО «Титановые инвестиции». Сдерживающими факторами отработки российских месторождений до настоящего времени являлись: недостаточная изученность открытых месторождений, крупные освоенные и подготовленные к эксплуатации месторождения рутилодержащих, ильменитовых и ильменито-магнетитовых руд, в которых сосредоточено свыше 80 % двуокиси титана после распада СССР оказались за пределами Российской Федерации; качество руд российских объектов значительно хуже, чем в разрабатываемых

коренных месторождениях типа – Лак-Тио (32 % TiO_2) в Канаде и Теллес (18 % TiO_2) в Норвегии, но сравнимо с китайским месторождением Паньчжихуа (9,5 % TiO_2) и колеблется в диапазоне от 3,3 % (Тулунское месторождение) до 11,5 % (Подлысанская группа); отсутствие экономически эффективных технологий обогащения руд с низким содержанием TiO_2 [1; 4].

Поведенный анализ показал, что сдерживающими факторами развития российской титановой отрасли являются недостаточная изученность месторождений полезных ископаемых, удаленность большинства месторождений от инфраструктурных объектов, транспортных магистралей, значительные капитальные затраты в обогатительные мощности, длительный срок проектирования и строительства производственных объектов, высокие эксплуатационные расходы, ввиду сложной схемы обогащения и низкого содержания полезного компонента в руде, необходимость комплексного использования добываемых полезных ископаемых, нехватка квалифицированных кадров, отсутствие опыта реализации подобного рода проектов, отсутствие преференций добывающим компаниям, эксплуатирующим низкорентабельные месторождения, недостаточная поддержка со стороны государства.

В Северо-Западном регионе, в активной разработке находятся месторождения комплексных руд (Хибинская группа титаномагнетитовых руд, Мурманская область), которые не учитываются государственным балансом как источник титановых продуктов, однако данные месторождения можно рассматривать в качестве нетрадиционной сырьевой базы для производства диоксида титана.

В качестве исходных приняты условия месторождений титаномагнетитовых руд Кольского полуострова Колвицкое, Африкандское, Пудожгорское. Месторождения характеризуются неглубоким залеганием и возможностью отработки открытым способом, руды с содержанием TiO_2 менее 10 % требуют обязательного предварительного обогащения с выделением титано-магнетитового концентрата. Необходимый объем инвестиций в строительство горнопромышленного комплекса с учетом сооружения линий электропередач и строительство ж/д путей сообщения составит 14,7 млрд руб. При этом в диапазон расчетных значений вариантов NPV при составлении массива учитывается возможность получения налоговой льготы на имущество согласно п. 1, 1.1 ст. 380 НК РФ в размере от 0,9 до 2,2 %.

Учитывая высокую степень неопределенности внешнего и внутреннего окружения, целесообразно оценку стоимости проектов освоения титано-магнетитовых месторождений осуществлять с учетом оценки диапазона вероятности положительного NPV [5; 6; 8; 9].

Для оценки показателя вероятности положительного NPV, с учетом влияния переменных факторов внешней среды, следует применить стохастический метод оценки. Суть метода заключается в распределении вероятностей сложившейся неопределенности на задаваемом множестве (регрессионный анализ) с последующим применением имитационного моделирования возможных частных сценариев.

В качестве наиболее существенных переменных факторов внешней среды были выбраны: объем продукции, стоимость готовой продукции, налоговое окружение.

Используя, коридорные минимальных и максимальных значений факторов внешней среды, путем применения функции плотности нормального распределения был рассчитан массив 4 ключевых показателей чистого дисконтированного дохода.

Согласно экономико-математическому методу имитационного моделирования, вероятность положительного NPV, с учетом изменения факторов объема продукции, стоимости готовой продукции, налогового окружения в выбранных диапазонах, определяется из массива динамических данных, рассчитанных по формуле:

$$NPV1 = - \sum_{t=1}^T \frac{ICO_t^i}{(1+r)^t} + \sum_{t=1}^n \frac{CI_t^j - CO_t^k}{(1+r)^t} =$$

$$= - \sum_{t=1}^T \frac{\Delta C_{опф} + C_{опф}}{(1+r)^t} + \sum_{t=1}^n \frac{(ОП_{план} + \Delta ОП_{план}) \cdot (C_k + \Delta C_k) - (C + \Delta C)}{(1+r)^t};$$

$$NPV(ICO^i, CI^j, CO^k) = - \sum_{t=1}^n \frac{ICO_t^i}{(1+r)^t} + \sum_{t=1}^n \frac{CI_t^j - CO_t^k}{(1+r)^t};$$

где коэффициенты i, j, k – переменное значение соответствующего показателя порогового значения инвестиций, стоимости товарной продукции, общей величины затрат соответственно;

ICO – величина первоначальных инвестиций в период t;

CI – поток денежных поступлений от инвестиционного проекта в период t;

CO – затраты в инвестиционный проект в период t реализации проекта;

C_{опф.} и ΔC_{опф.} – величина капитальных затрат и коэффициент изменения капитальных затрат под влиянием факторов внешней среды соответственно;

ОП_{план} и ΔОП_{план} – объем производства товарной продукции и коэффициент изменения объема производства товарной продукции под влиянием факторов внешней среды соответственно;

C_{к.} и ΔC_{к.} – цена на диоксид титана и коэффициент изменения цены под влиянием факторов внешней среды соответственно;

C и ΔC – величина эксплуатационных расходов и коэффициент изменения эксплуатационных расходов под влиянием факторов внешней среды соответственно.

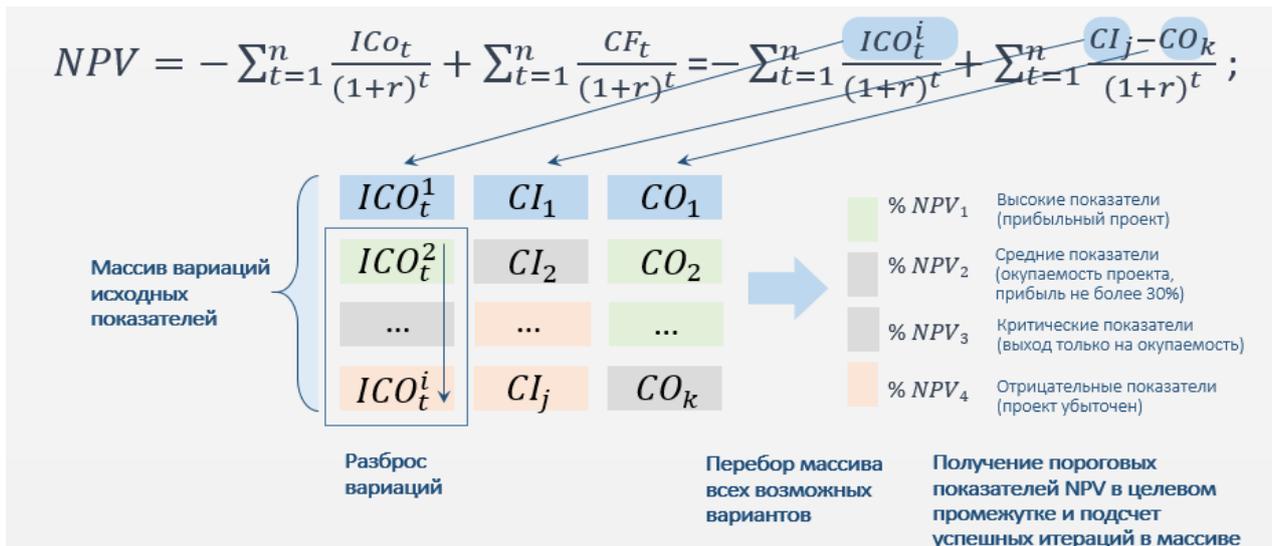


Рисунок 1. Концептуальная схема расчета критерия эффективности реализации инвестиционного проекта (составлено автором)

Все возможные варианты переменных по проекту NPV записываются в матрицу n/m, где разброс всех вариантов значения переменных представлен в массиве с частотностью нормального распределения, рисунок 1.

Диапазон изменения цен на готовую продукцию диоксида титана значительно варьируется в зависимости от качественных характеристик и составляет 50–150 % от средней мировой цены. Например, в 2017 цена на пигмент в России колебалась в диапазоне от 900 до

2050 долларов за тонну. Стоимость диоксида титана фирмы Du Pont в зависимости от марочного ассортимента составляет 3200–3800 долл./т [2; 9].

Показатель объема продукции, в условиях реализации горного проекта добычи титанового сырья, зависит от объема российского рынка и составляет 80 тыс. тонн. Учитывая динамику роста спроса на внутреннем рынке на диоксид титана и условия высококонцентрированного мирового рынка (6,6 млн т/год – 71 % приходится на Китай, США, Германию, Великобританию и Японию), диапазон изменения объема производства следует принять в размере 50 % от среднего значения 2017 года. Статистика свидетельствует, что производство пигментного диоксида титана повышается ежегодно на 1,5–1,8 %, при этом и цена на него также повышается в среднем на 2 % [2; 7; 8].

Фактор налоговое окружение учитывает преференции для месторождений Арктической зоны, в виде льготного налогообложения, снижения тарифов на продукцию и услуги естественных монополий, а также использование права недропользования в качестве государственных гарантий от коммерческого риска, привлекаемых в районы арктической зоны финансовых средств.

В результате расчетов было получено 390 625 вариаций значений NPV инвестиционного проекта с помощью написанной автором компьютерной программы ЭВМ. Все полученные результаты были включены в одну из 4 групп согласно ключевым промежуткам пороговых значений:

1. В случае если при заданных показателях проект на выйдет на положительный финансовый поток.
2. В случае если проект выйдет на положительный финансовый поток, но не выйдет на окупаемость на протяжении всего жизненного цикла.
3. В случае если проект выйдет на самоокупаемость в течении жизненного цикла, но не получит показателя рентабельности выше 0,5–10 %.
4. В случае если проект выйдет на высокий показатель рентабельности и принесет значительную прибыль.

Согласно полученным результатам, инвестиционный проект формирования промышленного комплекса производства диоксида титана будет успешно реализован в 47,87 % случаев изменения ключевых показателей NPV под влиянием факторов – объема, цены и налогового окружения (рис. 2).

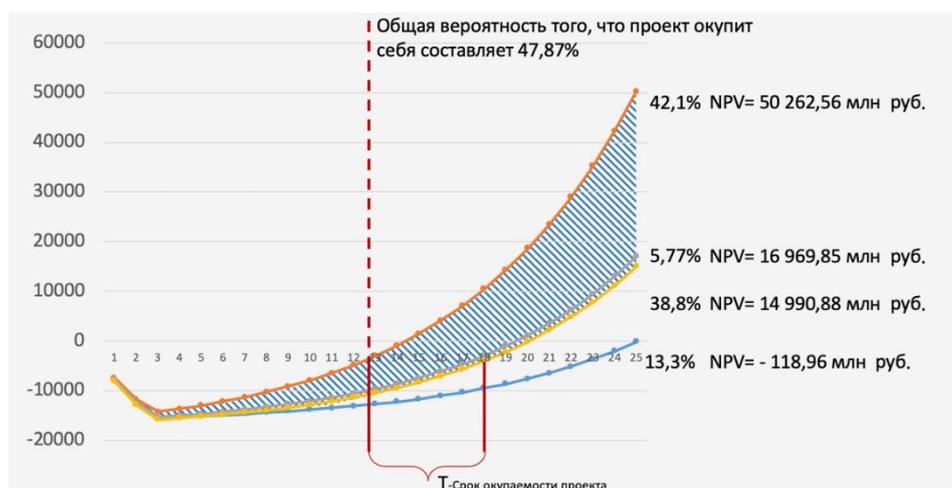


Рисунок 2. Показатели вероятности успешной реализации инвестиционного проекта (составлено автором)

При этом диапазон конечных показателей проекта будет колебаться от 16,9 млрд руб. (при наиболее вероятном сценарии развития) до 50,26 млрд руб. – наиболее позитивный вариант. По основным показателям анализа экономической эффективности – проект может быть принят к реализации, для дальнейшей работы необходима разработка детального инвестиционного и технического проектов для организации инвестиционного финансирования. На основе полученных результатов целесообразно рекомендовать проект к рассмотрению государственной комиссией по вопросам Арктики для включения предварительный список пула проектов инвестирования в рамках программы создания Кольской опорной зоны.

Анализ диоксидо-титановой ресурсной базы свидетельствует, что не каждое месторождение, с высоким содержанием полезного компонента (например, Ярега руда, Республика Коми), возможно обрабатывать в настоящее время, ввиду множества ограничений реализации проектов, а именно, высокие пороговые значения инвестиций в строительство активов по добыче и переработке полезного ископаемого, дополнительные капитальные затраты в геологоразведочные работы, сложные технологии обогащения, высокие экологические требования к производству и качеству минерального сырья, высокие значения эксплуатационных расходов по обогащению титаномагнетитового сырья, волатильность цен и конкуренция со стороны мировых производителей сырья. Исходя из данных условий для повышения эффективности реализации проектов обработки титаномагнетитовых месторождений следует использовать рычаги государственной поддержки и возможностей развитой базы старопромышленных регионов.

Мурманская область как часть Северо-Западного ФО может выступать в качестве перспективной площадки для реализации проекта формирования промышленного комплекса ввиду наличия развитой инфраструктуры, кадрового потенциала, развитой промышленной структуры, исследовательских центров и соответствующих программ развития¹.

При реализации проектов создания промышленности диоксида титана следует учитывать эффекты, генерируемые экономико-географическим положением комплекса, которые проявляются в экономии капитальных затрат на инфраструктуру, использованием бюджетного финансирования за счет государственных программ развития региона, опорных зон и повышения конкурентоспособности промышленности.

К основным преимуществам реализации проектов добычи диоксида титана в Мурманской области является: наличие нескольких месторождений титаномагнетитовых руд со сходными горно-геологическими условиями и экономически обоснованными показателями обработки; выгодное географическое расположение вблизи незамерзающего порта и портов ЕС, наличие развитой инфраструктуры в виде автомобильных дорог и железнодорожных путей, наличие энергетических объектов; кадрового потенциала, научных центров развития горной промышленности, внедрения программы развития Арктической зоны, где проекты освоения месторождений диоксида титана внесены в список проектов инвестирования².

Реализация проектов обработки месторождений диоксида титана Северо-Западного региона позволяет снизить капитальные и эксплуатационные затраты за счет экономико-

¹ Постановление Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. N 328 "Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности".

Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года. Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. № 1662 р.

² Письмо Министерства экономического развития Российской Федерации от 20 января 2011 года N 576-ЛА/Д22 «О разъяснении определения "российский товар" при предоставлении преференций российским производителям» <http://docs.cntd.ru/document/902279788>.

географических условий, выраженных в наличии развитой инфраструктуры; кадрового потенциала промышленно-освоенного региона, концентрации отраслей добывающей промышленности и научных центров, выгодного расположения незамерзающего порта, близости транспортирования к портам стран ЕС, внедрения и реализации программ долгосрочного социально-экономического развития региона и Кольской опорной зоны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федосеев С.В. Анализ и классификация ресурсосберегающих технологий воспроизводства минерально-сырьевой базы титановой промышленности / С.В. Федосеев, Саннерис Джада, М.В. Точило // Записки Горного института. Санкт-Петербургский горный университет. 2016. – Том 221. – С. 756–760 ВАК.
2. Федосеев С.В. The prospects of creation and use of modern resource-saving technologies in the mining sector of the Russian economy (with titanium industry as an example) / Федосеев С.В., Точило М.В. // International Journal of Applied Engineering Research ISSN 0973-4562. 2016. – Volume 11. – Number 16. – pp. 9014–9017.
3. Николаева О.А. (2012) Перспективы развития производств по титановому сырью месторождений Кольского полуострова Национальные интересы: приоритеты и безопасность. Т.47 (188) С. 31–36.
4. Архипова Ю.А. (2010) Современное состояние титановорудной базы Дальнего Востока России и ее освоение. Региональная экономика. Т.32 (167). С. 36–43.
5. Marinina, O.A., Nevskaya, M.A. Cost management of mining project life cycle. (2017) International Multidisciplinary Scientific Geo Conference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM 17(13), с. 175–179.
6. Marinin M., Marinina O., Improvement of project decisions efficiency and cost optimization at the mine engineering stage of reclamation in the context of open pit ore mining / 17th International Multidisciplinary Scientific Geo Conference SGEM 2017 Conference Proceedings, 2017, Vol. 17, Issue 13, 423–428 pp, DOI: 10.5593/sgem2017/13/S03.054.
7. Ponomarenko, T.V., Nevskaya, M.A., Marinina, O.A. Complex use of mineral resources as a factor of the competitiveness of mining companies under the conditions of the global economy, 2018, International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET) Volume 9, Issue 12, December 2018, pp. 1215–1223, Article ID: IJMET_09_12_123 Available online at <http://www.iaeme.com/ijmet/issues.asp?JType=IJMET&VType=9&IType=12>.
8. Kamala Kanta Sahu, Thomas C. Alex, Devabrata M., (2006). An overview on the production of pigment grade titanium from titanium-rich slag / Waste Management & Research. №24, 2006. с. 74–79. <http://wmr.sagepub.com/content/24/1/74.full.pdf+html> дата обращения: 10.05.2018.
9. Manuel Jesús Gázquez, Juan Pedro Bolíva A. (2014). Review of the Production Cycle of Titanium Dioxide Pigment / Materials Sciences and Applications. №5, 2014, с. 441–458. http://file.scirp.org/pdf/MSA_2014052916520642.pdf дата обращения: 20.05.2018.

Tochilo Maria Vasilyevna

Saint-Petersburg mining university, Saint-Petersburg, Russia
E-mail: diary.93@mail.ru

Probability assessment of project implementation for the development of titanium dioxide deposits in the North-West region

Abstract. Making a strategic decision to finance a major project to form a mining complex based on a number of titanomagnetite ore deposits in the North-West region should be based on a comprehensive assessment of an investment project effectiveness, which includes consideration of economic, environmental, technological, social and political factors.

The paper substantiates the possibility and scope of the method of simulation for the purpose of assessing the effectiveness probability of a strategic project implementation for the development of deposits and the production of titanium dioxide in Russia. The main and additional effects of the implementation of a strategic investment project to unite several deposits of magnetite ores into the mining complex are identified, an economic-mathematical model for estimating the likelihood of the effectiveness of the project for the production of titanium dioxide is proposed, taking into account changes in environmental factors.

The performed cycle of scenario calculations showed the possibility of successful implementation of the project for the formation of a mining complex for the production of titanium dioxide from the totality of Kolvitsky, Afrikanda and Pudozhgorskoye titanium magnetite ores with a positive cash flow of 47.87 % of changes in key NPV indicators under the influence of factors – changes in production, fluctuations prices and tax environment. The range of project performance indicator values will range from 16.9 billion rubles. (probable development scenario) up to 50.26 billion rubles (optimistic development scenario) depending on the particular values of environmental factors.

The results of the study and the proposed economic and mathematical model can be used to detail the values of the investment project efficiency indicator in the context of changes in environmental factors in the process of forming a preliminary.

Keywords: project implementation efficiency; external factors; mining and industrial complex; titanium-magnetite ores; investment project evaluation; strategic planning; simulation modeling