

УДК 33-2964

***ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА РЕАЛЬНЫХ ОПЦИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ
ДОБЫЧИ ЛИТИЯ В РОССИИ: АНАЛИЗ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ДЕРЕВА РЕШЕНИЙ***

Фазульянова А.В.

магистр

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Москва, Россия

Ростовский Н.С.

к.ф.м.н., доцент

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Москва, Россия

Аннотация

Использование метода реальных опционов позволяет учитывать неопределенности и риски, связанные с разработкой инвестиционных проектов по добыче лития в России. В условиях растущего спроса на литий, особенно в контексте развития технологий хранения энергии и электромобилей, эффективная оценка проектов становится критически важной.

В работе рассматриваются основные аспекты применения метода реальных опционов для оценки проектов в сфере добычи лития, включая гибкость в управлении инвестициями, возможность адаптации к изменяющимся рыночным условиям и оптимизацию финансовых решений. Также анализируется успешная реализация реальных опционов и их потенциальное применение в проекте добычи лития на примере разработки Колмозерского месторождения.

Ключевые слова: дерево решений, добыча лития, устойчивое развитие, оценка рисков, экономическая целесообразность, инвестиции, эффективность проектов, методы добычи, принятие решений.

***APPLICATION OF THE REAL OPTIONS METHOD TO ESTIMATE
LITHIUM PRODUCTION IN RUSSIA: A DECISION TREE ANALYSIS***

Fazulyanova A.V.

master

National Research Nuclear University "MEPhI"

Moscow, Russia

Rostovsky N.S.

Ph.D., Associate Professor

National Research Nuclear University "MEPhI"

Moscow, Russia

Annotation

Using the real options method allows us to account for the uncertainties and risks associated with developing lithium mining investment projects in Russia. With growing demand for lithium, particularly in the context of the development of energy storage technologies and electric vehicles, effective project evaluation is becoming critical.

The paper examines the key aspects of applying the real options method to evaluate lithium mining projects, including flexibility in investment management, the ability to adapt to changing market conditions, and optimization of financial decisions.

The successful implementation of real options and their potential application in a lithium mining project is also analyzed using the example of the development of the Kolmozerskoye deposit.

Keywords: decision tree, lithium mining, sustainable development, risk assessment, economic feasibility, investment, project efficiency, mining methods, decision making.

Введение

Инвестиции в проекты по добыче лития становятся все более актуальными в свете растущего спроса на этот стратегически важный ресурс. По данным прогнозов, к 2030 году рынок электромобилей может значительно расшириться, что приведет к резкому увеличению потребления лития. Развитие собственных проектов по добыче лития может помочь странам снизить зависимость от импорта и обеспечить энергетическую безопасность [3].

С увеличением спроса на литий ожидается рост его цен, что делает проекты по его добыче более привлекательными для инвесторов. Это может привести к высоким доходам и рентабельности. С учетом прогнозируемого роста спроса на литий в будущем, инвестиции в его добычу могут стать долгосрочным и стабильным источником дохода. Инвестирование в проекты

Вектор экономики | www.vectoreconomy.ru | СМЭ Эл № ФС 77-66790, ISSN 2500-3666

по добыче лития сейчас может обеспечить стратегическое преимущество в будущем. Инвестиции могут открыть возможности для сотрудничества с другими компаниями и странами, что позволит оптимизировать ресурсы и увеличить эффективность проектов.

В этом случае, метод дерева решения как один из инструментов, позволяет структурировать и визуализировать варианты реализации проектов, а также оценить риски и возможности, связанные с различными стратегиями [4,5].

Цель исследования

Целью данного исследования является применение дерева решения в проекте по добыче лития для управления рисками, минимизации потерь и максимизации прибыли. С помощью дерева решений и метода реальных опционов была оценена вероятность наступления различных событий и их влияние на проект, что помогает в принятии более обоснованных решений. Это позволяет минимизировать потери, управлять рисками и максимизировать прибыль.

Материал исследования

Литий является стратегически важным материалом в определении научно-технического прогресса. Он достаточно распространен, однако никогда и нигде не встречается в чистом виде. Его содержание встречается в различных минералах, в минерализованных водах, морской воде, поэтому его коммерческое извлечение не всегда оправдано.

По данным геологических исследований мировые разведанные запасы лития оцениваются примерно в 89 млн. тонн [5]. С увеличением производства и продаж электромобилей спрос на литий будет расти. По прогнозам, к 2030 году объем продаж электромобилей может достичь 20-30% от общего объема продаж автомобилей, что значительно увеличит потребление лития [1]. По данным различных аналитических агентств, спрос на литий может вырасти в

2-3 раза к 2025-2030 годам. Например, некоторые прогнозы указывают на рост потребления лития до 1-2 миллионов тонн эквивалента лития в год к 2030 году [1].

В настоящее время в России наблюдается значительный дефицит лития и его соединений. Примерно 70% лития было обеспечено за счет ввоза лития из Чили [6]. В связи с этим, в России будут разрабатываться новые месторождения лития. В России есть несколько значительных месторождений лития, которые имеют потенциал для разработки и добычи. В республике Бурятия находятся запасы лития, и ведутся работы по их оценке и разработке. В Забайкалье также выявлены запасы лития, и ведутся геологоразведочные работы для оценки их масштабов. Одно из крупнейших месторождений лития в России расположено в республике Карелия, Колмозерское месторождение. Точные данные о запасах могут варьироваться в зависимости от проведенных геологоразведочных работ и оценок. Колмозерское месторождение расположено в области метаморфических пород, что создает благоприятные условия для формирования литиевых минералов [2].

Построение реального опциона для проекта

1. Существует два способа добычи, которые могут быть использованы для разработки данного месторождения. В узле «Начало добычи лития» включает в себя два возможных решения, принимаемых правительством, каждое из которых имеет свои вероятности, временные рамки и финансовые последствия. В случае, если правительство решает продолжить проект с вероятностью 80%, то потребуются инвестиции в размере 3 млн. рублей. Временные рамки – 6 месяцев. В случае, если правительство решает прекратить проект, то потребуются вложение 1 млн. рублей на закрытие проекта. Временные рамки для завершения всех процедур составляют 6 месяцев, вероятность – 20%.

2. Геологические исследования — это ключевой этап в проекте по добыче лития.

На основе полученных данных составляется оценка запасов лития, включая расчет объемов и границ месторождения. Затраты на успешную оценку запасов с вероятностью 70% будут составлять 3 млн. рублей. Срок реализации – 6 месяцев. В случае остановки проекта необходимо будет покрыть затраты в размере 1 млн. рублей на завершение всех обязательств и закрытие проекта [4].

3. Следующий этап выбора метода добычи лития — это критически важный этап в проекте, который влияет на финансовые затраты, временные рамки и экологические последствия. Подземный метод является более безопасным способом добычи, который позволяет минимизировать воздействие на окружающую среду и снизить риски для работников. Однако он требует значительных финансовых вложений и более сложной инфраструктуры. Так, например, с вероятностью успеха 50% и сроком 2 года потребуются затраты 2,5 млн. рублей [3,4]. Открытый метод добычи имеет значительно меньшие финансовые вложения 1 млн. рублей, что делает этот метод более доступным и процесс добычи может быть быстрее из-за меньших требований к инфраструктуре [7].

4. Для реализации проекта добычи лития, этап привлечения инвестиций является важным этапом. Вероятность успеха государственного финансирования оценивается в 25%, при сроках реализации 6 месяцев и затратах 3 млн. рублей. Совместное финансирование может быть более привлекательным вариантом, поскольку проект будет более устойчив к экономическим колебаниям. Для данного этапа потребуется срок реализации 3 месяца, затраты составят 5 млн. рублей на первом этапе и 5 млн. рублей — на втором.

5. Государственное финансирование для открытого способа добычи имеет те же преимущества и недостатки, что и для подземного способа. Вероятность успеха данного этапа оценивается также в 25%, необходимый срок реализации — 6 месяцев и затраты — 2,5 млн. рублей [7]. Вероятность

успеха для открытого способа добычи оценивается в 50%. Срок реализации на первом этапе — 3 месяца и на втором этапе — 6 месяцев. Для данного этапа необходимы затраты в размере 1 млн. рублей соответственно [9]. При частичном финансировании с вероятностью успеха 80% есть риск, что проект может не достичь своих целей, что приведет к потерям как для инвесторов, так и для команды. Данные способы добычи имеют свои преимущества и недостатки при привлечении инвестиций.

6. Экономическое планирование проекта для различных видов инвестиций является ключевым этапом, который позволяет оценить финансовые аспекты, риски и потенциальные выгоды. Начальные затраты при государственном финансировании составят 1,5 млн. рублей, временные затраты 3 месяца, вероятность успеха – 50% [9,10]. Высокие риски, связанные с частными инвестициями, требуют детального анализа возможных сценариев. В случае негативных результатов исследований, команда должна быть готова к принятию решения о прекращении проекта, что приведет к потерям, связанным с уже вложенными 2 млн. рублями. Вероятность успеха данного этапа – 40%, срок реализации – 3 месяца. При совместном финансировании с вероятностью 50% затраты на проект составляют 5 млн. рублей [7].

В данных случаях важно учитывать вероятность успеха и возможные сценарии, чтобы принимать обоснованные решения о продолжении или прекращении проекта. Это позволит минимизировать риски и оптимизировать финансовые результаты проекта по добыче лития [7]. Таким образом, вероятность проведения проекта составляет 80%, срок – 5 лет, затраты – 20 млн. рублей. Вероятность «Прекратить проект» составляет 20%, срок – 1 год, затраты – 2 млн. рублей. Объем лития, который можно добыть за 5 лет инвестиционного проекта, составит 100 тонн.

Далее представлена модель реального опциона для оценки эффективности разработки подобного проекта на рисунке 1.

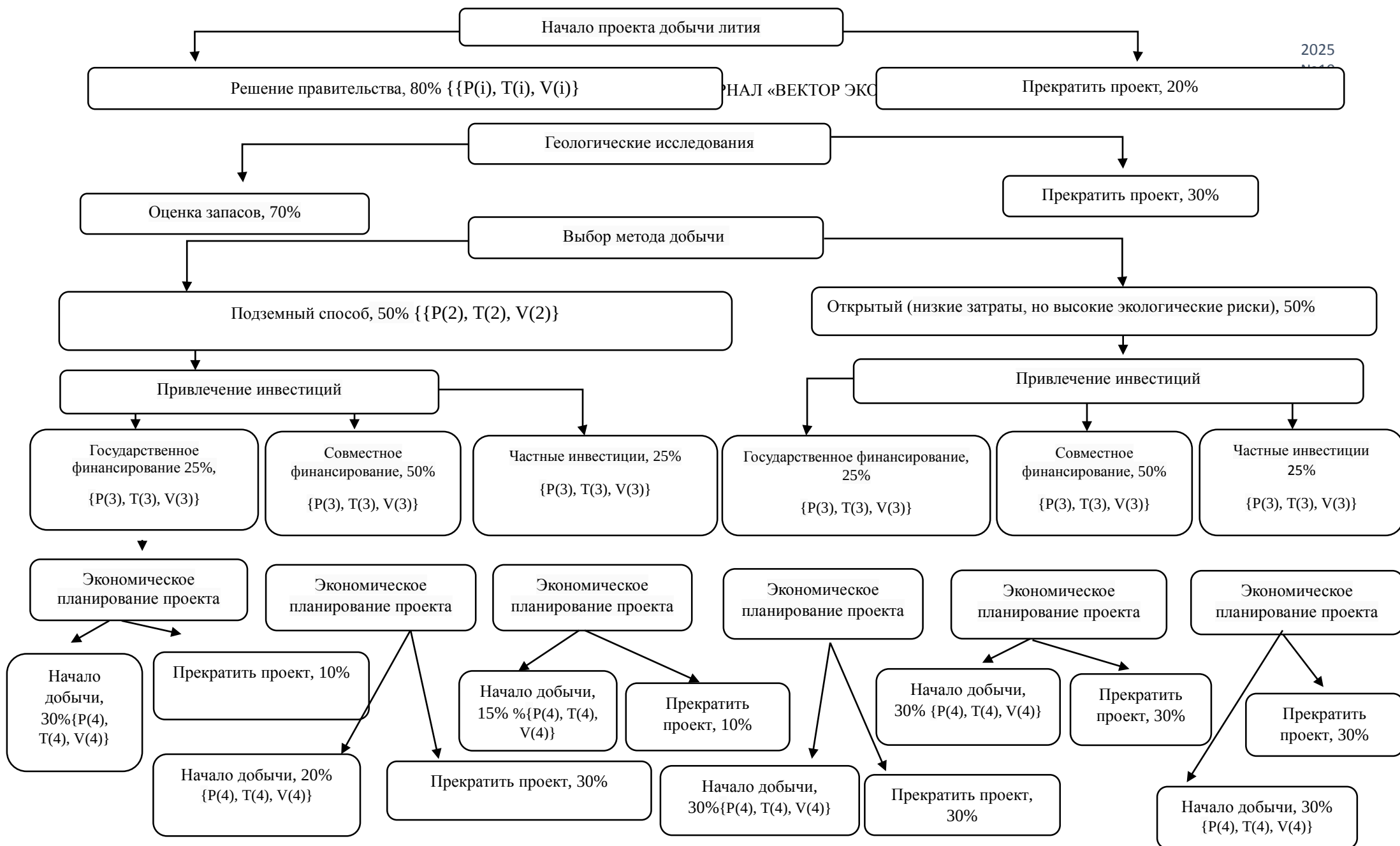


Рис. 1 Модель реального опциона для оценки эффективности проекта по добычи лития в России [составлено автором]

В таблице приведены этапы инвестиционного проекта по добыче лития: предполагаемые сроки выполнения каждого этапа, их последовательность, размер предполагаемых необходимых инвестиций, оценка вероятности успешной реализации, а также прогнозируемые объемы добычи.

Таблица №1 «Этапы инвестиционного проекта по добыче лития»
[составлено автором]

Этапы проведения	Сроки	Вероятность (%)	Размер инвестиций (млн. руб.)	Объем добычи (тонн)
Начало проекта добычи лития				
Решение правительства	6 месяцев	80%	3 млн. руб.	
Прекратить проект	6 месяцев	20%	1 млн. руб.	
Геологические исследования				
Оценка запасов	6 месяцев	70%	3 млн. руб.	
Прекратить проект	6 месяцев	30%	1 млн. руб.	
Выбор метода добычи				
Подземный (безопасный способ добычи, но более дорогой процесс)	2 года	50%	2,5 млн. руб.	10 тыс. тонн
Открытый (низкие затраты, но высокие экологические риски), 50%	2 года	50%	1 млн. руб.	10 тыс. тонн
Подземный способ				
Привлечение инвестиций				
Государственное финансирование (Политические и бюрократические задержки, большие временные затраты)	6 месяцев	25%	3 млн. руб.	5 тыс. тонн
Совместное финансирование (проект более устойчив к экономическим колебаниям)	3 месяца	50%	5 млн. руб.	10 тыс. тонн
Частные инвестиции (Быстрое получение средств, но большие экономические риски),	6 месяцев	25%	3 млн. руб.	5 тыс. тонн

Экономическое планирование проекта				
Государственное финансирование				
Начало добычи	3 месяца	50%	1,5 млн. руб.	10 тыс. тонн
Прекратить проект	3 месяца	50%	1 млн. руб.	
Совместное финансирование (проект более устойчив к экономическим колебаниям)				
Начало добычи	3 месяца	70%	5 млн. руб.	10 тыс. тонн
Прекратить проект	3 месяца	30%	1 млн. руб.	
Частные инвестиции				
Начало добычи	3 месяца	20%	2 млн. руб.	5 тыс. тонн
Прекратить проект	3 месяца	80%	1 млн. руб.	
Открытый способ				
Привлечение инвестиций				
Государственное финансирование (Возможные политические и бюрократические задержки, большие временные затраты)	6 месяцев	25%	2,5 млн. руб.	5 тыс. тонн
Совместное финансирование (проект более устойчив к экономическим колебаниям)	3 месяца	50%	2,5 млн. руб.	10 тыс. тонн
Частные инвестиции (Быстрое получение средств, но большие экономические риски)	6 месяцев	25%	1 млн. руб.	5 тыс. тонн
Экономическое планирование проекта				
Государственное финансирование				
Начало добычи	3 месяца	10%	1,5 млн. руб.	5 тыс. тонн
Прекратить проект	3 месяца	30%	500 тыс. руб.	
Совместное финансирование				
Начало добычи	3 месяца	70%	5 млн. руб.	10 тыс. тонн
Прекратить проект	3 месяца	30%	1 млн. руб.	
Частные инвестиции				
Начало добычи	3 месяца	40%	2 млн. руб.	10 тыс. тонн
Прекратить проект	3 месяца	60%	1 млн. руб.	

Совместное финансирование представляет собой выгодный вариант для проектов, где риски и затраты распределены между несколькими участниками, что снижает финансовую нагрузку на каждого из них и повышает шансы на успех. Например, в случае крупных инвестиций в добычу лития в России, когда один инвестор не может покрыть все расходы, партнерство с государственными фондами или международными компаниями позволяет разделить капитал, минимизировать убытки при неудачах и получить доступ к дополнительным ресурсам, таким как технологии или экспертиза. Это особенно эффективно в нестабильных отраслях с высокими рисками, где индивидуальное финансирование может привести к потере всего капитала, в то время как совместная модель обеспечивает гибкость и долгосрочную устойчивость, способствуя росту прибыли для всех сторон.

Для варианта совместного финансирования модель реального опциона инвестиционного проекта можно представить следующим образом:

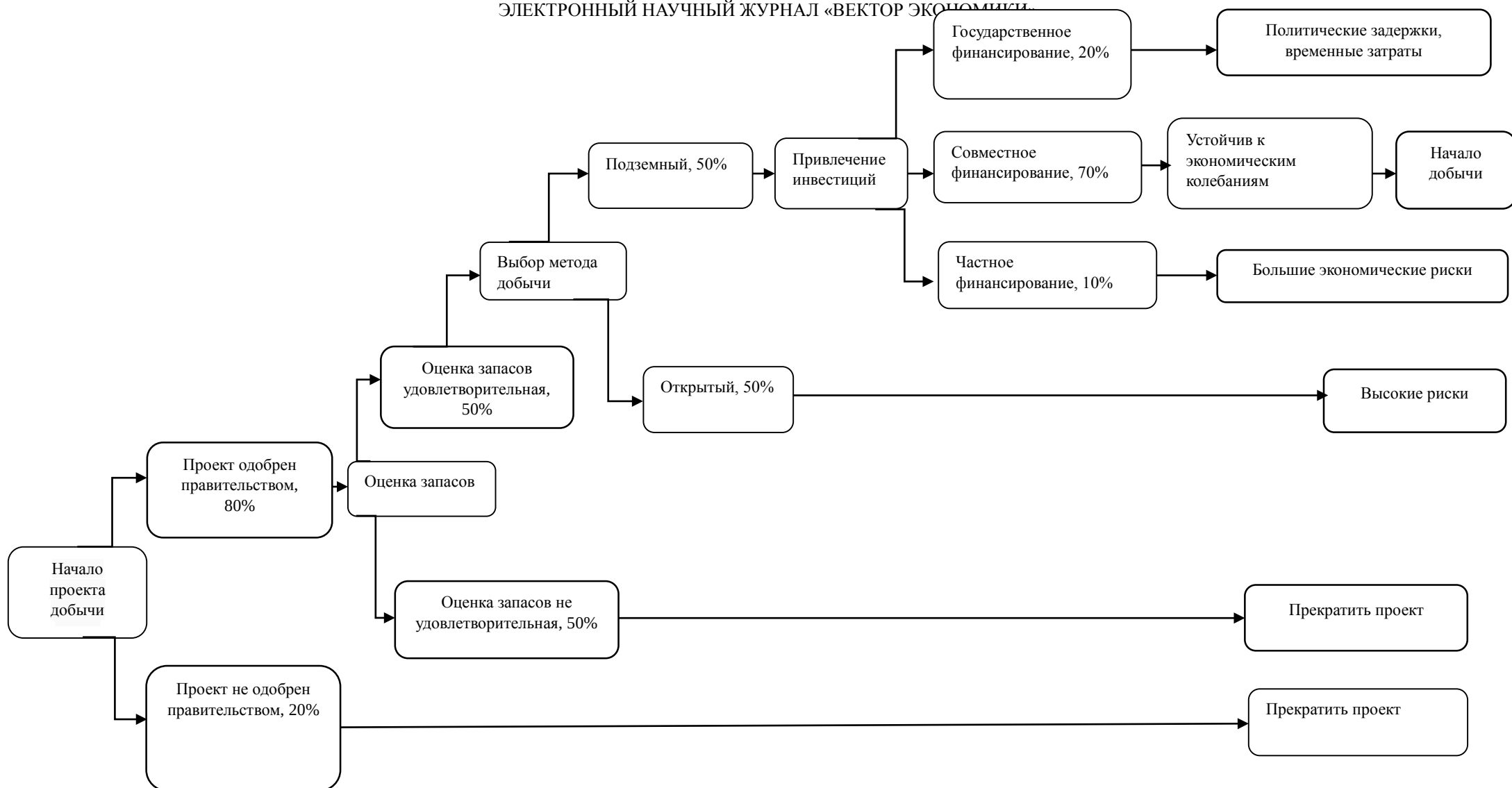


Рис. 2 Модель реального опциона для оценки эффективности проекта по добычи лития в России при совместном финансировании [составлено автором]

Заключение

В ходе работы по оценке эффективности проекта по добыче лития были подробно рассмотрены ключевые аспекты, связанные с процессом его извлечения и использования.

В работе учтены различные факторы, влияющие на успешность проекта по добычи лития, включая экономические, экологические и социальные аспекты, в том числе с учетом потенциальных рисков и негативных последствий для окружающей среды и местных сообществ [7].

Устойчивое управление ресурсами и активное участие всех заинтересованных сторон помогут обеспечить баланс между экономическим развитием и сохранением окружающей среды, что, в свою очередь, будет способствовать успешному будущему как для отрасли, так и для общества в целом [9].

Список литературы

1. Алексеева Л. П. и др. Литиевые подземные воды Иркутской области и Западной Якутии. – 2022.
2. Алхасов А. Б. и др. Комплексное освоение геотермальных ресурсов //Юг России: экология, развитие. – 2021. – №. 1. – С. 149-158.
3. Белан С. И. Саркаров Рамидин Акбербубаевич //ИНДУСТРИАЛЬНАЯ ЭКОНОМИКА. – 2022. – С. 57.
4. Саркаров Р. А., Белан С. И., Гусейнов Н. М. Оценка современного состояния и перспективы добычи лития и его соединений в России //Индустриальная экономика. – 2022. – Т. 1. – №. 2. – С. 57-68.
5. Саркаров Р. А., Белан С. И., Гусейнов Н. М. Создание опытно-промышленного производства по извлечению ценных компонентов из попутных пластовых вод Южно-Сухокумской группы месторождений

- //Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. – 2023. – №. 57. – С. 261-263.
6. Прогноз социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2024 года Министерства экономического развития Российской Федерации. URL: <https://www.economy.gov.ru> (дата обращения: 30.10.2024).
 7. Рябцев А. Д. Гидроминеральное сырьё-неисчерпаемый источник лития в XXI веке //Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2022. – Т. 307. – №. 7. – С. 64-70.
 8. Рынок карбоната лития в России: исследование и прогноз до 2024 г. // маркетинговое агентство «РОИФ Эксперт». – 2022. №. 1. – С. 60.
 9. Moores S. The global battery arms race: lithium-ion battery gigafactories and their supply chain //Oxford Energy Forum. – 2021. – №. 126. – С. 26-30.
 - 10.Li X. et al. Membrane-based technologies for lithium recovery from water lithium resources: A review //Journal of Membrane Science. – 2023. – Т. 591. – С. 117317.
 - 11.Царев Н. С., Аникин Ю. В., Крутикова К. В. Техничко-экономические расчеты для инвестиционных проектов в сфере водоснабжения и водоотведения: учебное пособие. – 2023.

Оригинальность 81%