**Боргардт Линда Александровна**

**Выпускная квалификационная работа

СОВРЕМЕННЫЕ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПРИНЯТИЯ ИНВЕСТИЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ**

Направление 38.03.01 «Экономика»

Основная образовательная программа бакалавриата «Экономика»

Профиль «Математические и статистические методы в экономике»

Научный руководитель:

Канд. экон. наук, доцент Коростелева М.В.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/Подпись/

Рецензент:

Комм. дир. ООО «Реформа» Лебедева Л.В.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/Подпись/

Содержание

[**Введение** 3](#_Toc514103702)

[**Глава 1. Теоретические основы обоснования инвестиционной деятельности** 6](#_Toc514103703)

[1.1 Содержание понятия инвестиций в условиях неопределенности 6](#_Toc514103704)

[1.2 Факторы риска и классификация рисков 7](#_Toc514103705)

[1.3 Методы учета рисков для долгосрочных инвестиционных проектов 10](#_Toc514103706)

[1.4 Косвенные методы 11](#_Toc514103707)

[1.4.1 Анализ чувствительности 11](#_Toc514103708)

[1.4.2 Метод Монте-Карло 13](#_Toc514103709)

[1.5 Прямые методы 16](#_Toc514103710)

[1.5.1 Применение дерева решений для оценки риска 17](#_Toc514103711)

[1.5.2 Метод сценариев 19](#_Toc514103712)

[1.6 Метод реальных опционов 21](#_Toc514103713)

[**Глава 2. Анализ использования реальных опционов для оценки инвестиционного проекта** 24](#_Toc514103714)

[2.1 Теоретическое содержание и виды реальных опционов 24](#_Toc514103715)

[2.2 Использование формулы Блэка-Шоулза для оценки стоимости опционов 29](#_Toc514103716)

[2.3 Биномиальная модель для оценки рыночного опциона 30](#_Toc514103717)

[2.4 Практическое применение моделей для оценки стоимости опциона 33](#_Toc514103718)

[2.5 Сравнение подходов для определения цены рыночного опциона 38](#_Toc514103719)

[**Глава 3. Практическое применение методов для принятия инвестиционных решений** 42](#_Toc514103720)

[3.1 Цель и содержание проекта 42](#_Toc514103721)

[3.2 Обоснование денежных потоков инвестиционного проекта 42](#_Toc514103722)

[3.3 Формирование денежных потоков инвестиционного проекта 46](#_Toc514103723)

[3.4 Анализ финансовых результатов инвестиционного проекта 47](#_Toc514103724)

[3.5 Однофакторный анализ чувствительности чистой настоящей стоимости инвестиционного проекта 47](#_Toc514103725)

[3.6 Метод Монте-Карло 50](#_Toc514103726)

[3.7 Метод сценариев для инвестиционного проекта 56](#_Toc514103727)

[3.8 Управление рисками с помощью реальных опционов 57](#_Toc514103728)

[3.9 Рекомендации по осуществлению инвестиционного проекта 59](#_Toc514103729)

[**Заключение** 61](#_Toc514103730)

[**Список литературы и использованных источников** 63](#_Toc514103731)

# **Введение**

 Бизнес в современных рыночных условиях сопряжен со следующими тенденциями. Во-первых, возрастание числа альтернатив для вложения свободных денежных средств в связи с экстенсивным и интенсивным развитием разных отраслей экономики. Во-вторых, выбор одной из альтернатив отягощён фактом увеличивающегося числа рисков как внутренних, так и внешних. Неопределенность будущего развития рыночной конъюнктуры порождает наличие нескольких альтернатив. В-третьих, расширяется объем инвестиций как двусторонний процесс, который включает в себя как рост спроса на инвестиции, так и увеличение предложения внешнего капитала на основе развития интернациональных связей и общего технологического прогресса. Менеджер или другое лицо, принимающее решение, вкладывая ограниченные финансовые средства в инвестиционные проекты, сталкивается с проблемой обоснования экономической эффективности сделки и ее практической значимости в будущем. Решение принимается относительно будущих денежных потоков. Важно оценить в настоящем то, что принесет бизнес или инвестиция в дальнейшем под влиянием новой рыночной конъюнктуры и сопутствующих факторов. Всё это подтверждает актуальность исследования различных методов для принятия инвестиционных решений как в теории, так и на практике.

 Инвестирование в бизнес в реальном секторе экономики предполагает учет как имеющихся активов и прогнозных значений прибыли, так и внешних условий, относящихся к политике, экологии, управлению человеческими ресурсами, дополнительным знаниям, репутации и т.д. Существует многообразие моделей принятия инвестиционных решений. В каждом отдельном случае менеджер анализирует применимость модели в конкретных условиях. Наряду с этим необходимо учитывать и склонность инвестора к определённым шагам и к риску в целом.

 При ведении бизнеса в реальном секторе экономики руководство компании ставит перед собой множество разнообразных долгосрочных и краткосрочных целей, определяет стратегию предпринимательской деятельности, ставит соответствующие задачи, чтобы максимизировать прибыль и добиться предполагаемых результатов. Так как внешние и внутренние условия для компании постоянно меняются, то необходимо приспосабливать бизнес к обстоятельствам. Гибкости позволяют добиться реальные опционы, которые представляют собой встроенные возможности по купле-продаже части активов в будущем или иные возможности. С одной стороны, преимуществом реальных опционов является то, что можно уже на этапе планирования провести анализ возможных тактических шагов, чтобы максимизировать доходы или минимизировать расходы, и реализовывать эти действия в будущем. С другой стороны, опционы позволяют подстраивать бизнес, в динамике проводить мониторинг факторов, влияющих на деятельность организации, постоянно принимать управленческие решения. В связи с этим можно сказать, что руководству важно обладать дальновидностью и пониманием тенденций будущего развития, а также провести глубокий анализ включаемых в модель факторов при оценке стоимости реальных опционов, выбрать правильную математическую модель, которая будет лучшим образом аппроксимировать действительность.

Таким образом, можно сформулировать цели и задачи данной выпускной квалификационной работы. Целью является исследование моделей для оценки эффективности и целесообразности принятия инвестиционных решений, в том числе исследование теории и практического применения метода реальных опционов. В рамках темы были поставлены следующие задачи:

* Обоснование исполнения инвестиционных проектов в условиях неопределенности и под влиянием различных факторов;
* Исследование основных моделей для оценки эффективности инвестиционных проектов, среди которых анализ чувствительности и метод Монте-Карло, а также метод сценариев и дерево решений;
* Сравнение методов относительно положительных и отрицательных сторон, а также областей их применения;
* Рассмотрение метода реальных опционов, как способа управления рисками;
* Раскрытие методов оценки стоимости финансового и реального опциона;
* Анализ моделей оценки стоимости опционов с точки зрения наиболее предпочтительной для реального бизнеса;
* Практическое обоснование целесообразности исполнения инвестиционного проекта – открытия ресторанного бизнеса;

Теоретической базой являются произведения отечественных и зарубежных авторов в области принятия решений, инвестиций, теории реальных опционов, методологические рекомендации по проведению анализа чувствительности и исполнению метода Монте-Карло.

В первой главе рассматриваются особенности инвестиционных проектов в условиях определенности и неопределенности, факторы риска, прямые и косвенные методы принятия инвестиционных решений, теоретические основы применения реальных опционов. Во второй главе раскрыта сущность реальных опционов и их аналогов на финансовом рынке, проведена классификация опционов. Кроме того, проанализированы методы оценки опционов с рассмотрением примеров практического применения данных инструментов. Третья глава посвящена практическому применению исследованных методов для оценки эффективности инвестирования в открытие ресторана.

.

# **Глава 1. Теоретические основы обоснования инвестиционной деятельности**

# 1.1 Содержание понятия инвестиций в условиях неопределенности

Роль инвестиций в общеэкономическом значении состоит в том, что они способствуют проведению внутренней и внешней экономической политики разных по уровню развития стран. Катализатором экономического роста является экономически эффективная и технико-технологически обоснованная инвестиционная деятельность. Модернизация бизнес-процессов, расширение масштабов производства, внедрение нового продукта или привлечение квалифицированных кадров требует вложения денежных средств. «При оценке инвестиционных решений под инвестицией будем понимать деятельность инвестора, направленную на достижение своих, как правило, долгосрочных целей, не связанных с текущим потреблением, которая основывается на вложении (расходов) собственного и заемного капитала.».[8] При этом важно понимать, что один и тот же объект, например, автомобиль, может выступать в роли объекта инвестирования, а также просто вещи для собственного потребления в зависимости от целей инвестора.

Инвестиции предполагают вложение капитала на определенных условиях на долгосрочной основе. Можно охарактеризовать эти условия таким образом:

* Предполагается, что часть капитала будет изъята из непосредственного производственного процесса на определённый срок и результат, выраженный в денежном эквиваленте, возможно получить в будущем.
* Назначением инвестиций является не личное потребление, а развитие компании и удовлетворение интересов сторон, осуществляющих данную деятельность. Инвестиционная деятельность влияет на все процессы, происходящие в компании и все ее подразделения.
* Инвестиции связаны с займом денежных средства и предполагают принятие ответственности за возврат кредитных средств в будущем.

Цели инвестирования могут быть как денежного характера, так и нет. В первом случае важно максимизировать прибыль или минимизировать издержки. Во втором случае, это могут быть задачи репутационного или научного свойства, когда деньги вкладываются в развитие технологий.

По объекту инвестирования выделяют реальные и финансовые инвестиции. К первым относится вложение в материальные или нематериальные активы, например, с целью расширения производства или повышения эффективности отдельных его подразделений. Под вторыми подразумевается вложение денежных средств в валюту, акции, облигации и прочие финансовые инструменты с целью получения регулярных выплат в виде дивидендов, а также прибыли при реализации.

Важной характеристикой инвестиционной деятельности является необходимость обоснования расходов, так как зачастую используется заемный капитал и кредитодателю необходимо понимание того, на что пойдут денежные средства. Важно отвечать интересам лиц, которые вкладываются в данный инвестиционный проект. Кроме того, инвестиции не всегда могут гарантировать немедленный прирост денежного капитала. Поэтому необходимо оценить будущее распределение денежных потоков на настоящий момент. То есть инвестиционный проект должен быть тщательно разработан и должны быть обоснованы его техническая возможность и экономическая эффективность.

Осуществление инвестиций возможно в условиях определённости и неопределенности или риска. Впервые различие между риском и неопределенностью сформулировал Ф.Х. Найт. Согласно его подходу «измеримая неопределенность» и «риск» предполагают альтернативы развития ситуации и их известные вероятности. В условиях же неопределенности альтернативные варианты тоже могут быть спрогнозированы, но без определения их вероятностей. [19] Фрэнк Найт первым отметил, что принятие решений в условиях неопределенности в большей степени зависит от субъективных суждений менеджеров, которые его принимают. Неопределенность возникает из-за ряда объективных факторов, как внешних, так и внутренних, часть из которых просто невозможно оценить в настоящем. Неопределенность создает риск для конкретного предприятия и измерение риска уже предполагает некоторую субъективно обоснованную модель. В широком смысле управление рисками в реальном секторе экономики можно интерпретировать как проведение инвестиций, направленных на изменение распределения будущих результатов таким образом, чтобы подстроить бизнес под изменяющиеся условия. Условия риска предполагают наличие нескольких стратегий поведения менеджеров в зависимости от будущего состояния рыночной конъюнктуры. Встроенные возможности, реализуемые на различных этапах, позволяют корректировать будущие результаты и улучшать их последовательно в зависимости от наступления благоприятного или неблагоприятного исхода. Такие встроенные возможности представляют собой реальные опционы.

# 1.2 Факторы риска и классификация рисков

В литературе представлено множество определений для понятия риска. Если рассматривать риск бизнеса в реальном секторе экономики с точки зрения получения будущих результатов, то можно говорить о риске в широком смысле, когда неопределенность будущих доходов по проекту или бизнесу в целом зависит от влияния всех внутренних и внешних факторов. «В более узком смысле под риском реального бизнеса понимают неоднозначную определенность доходов и иных полезных будущих результатов бизнеса под влиянием только одного выделенного фактора – так называемого факторного риска». [8]

С развитием экономики усиливается тенденция появления большего числа факторов риска, которые оказывают влияние на бизнес в целом и на реализуемые инвесторами проекты в частности. При этом, для каждой отдельной организации одни факторы будут более значительны, а другие менее в зависимости от той ниши, к которой принадлежит деятельность компании, в зависимости от предпринимательской среды, организационной специфики и прочего.

Существует множество классификаций рисков, то есть разделения их на группы по определенному признаку.

Понятия несистематического риска (или диверсифицируемого) и систематического риска (недиверсифицируемого, рыночного) были введены в модели ценообразования капитальных резервов (CAPM), которая была разработана Д. Трейнором, У. Шарпом, Д. Литнером и Я. Моссином. Соответственно при грамотном составлении инвестиционного портфеля часть риска может быть нивелирована за счет включения в портфель акций разных компаний, а также государственных облигаций, доходность которых может быть разной в зависимости от будущего сценария развития экономики. Тем не менее, остается систематический риск, который влияет на рынок в целом и не может быть полностью исключен. [37]

Соответственно по аналогии с финансовым рынком для реального бизнеса можно выделить две основные группы факторов: внешние и внутренние. Особенности внешних рисков заключаются в том, что инвестор может проводить анализ их влияния на инвестиционных проект, но не может напрямую влиять на них, исключить или регулировать. Напротив, у менеджеров есть возможность оказывать воздействие на внутренние риски. Реальный бизнес зависит в первую очередь от рынков, где реализуется продукция, а также от рынков сырья и материалов, необходимых для функционирования бизнеса. [8] Таким образом, к внешним факторам можно отнести:

* Изменение рыночной конъюнктуры, цен, курсов валют;
* Действия конкурентов;
* Внеэкономические факторы, такие как, например, развитие законодательства в области предпринимательства, условия для инвестиционной деятельности, политическая ситуация в стране;
* Уровень инфляции, ставка процента, экономический рост и прочие макроэкономические показатели;
* Внешнеэкономические риски, например, ограничения по торговле с определенными странами или высокие пошлины;
* Экологические факторы.

Внутренние факторы риска:

* Производственные факторы, которые обуславливают технологические особенности бизнеса, уровень используемого оборудования, задают тенденции относительно развития отрасли;
* Уровень квалификации персонала и взаимоотношений внутри коллектива;
* Ошибки менеджеров при принятии стратегических или оперативных решений;
* Финансовые показатели предприятия, заключающиеся в неполноте информации о финансовом положении связующих компаний, банков;

Кроме того, можно отметить, что некоторые факторы могут быть как внутренними, так и внешними, например, экологические факторы.

Также выделяют следующую классификацию рисков:

1. Производственный риск – риск, возникающий при неисполнении плана по срокам, объемам продаж и затрат.
2. Инвестиционный риск – риск, связанный с обесцениванием инвестиционного портфеля ценных бумаг.
3. Рыночный риск – риск, обусловленный колебаниями процентных ставок.
4. Политический риск – риск, который появляется в связи с изменениями в проводимой государственной политике.
5. Финансовый риск – риск, включающий в себя процентный, кредитный, валютный риск, возникающий вследствие непредвиденных изменений по финансовым операциям и соответствующим категориям.
6. Экономический риск – риск, возникающий в конкурентной среде, когда компании несут убытки в связи с ухудшением значений экономических показателей, например, повышением уровня цен на энергоносители или материальные затраты. [16]

# 1.3 Методы учета рисков для долгосрочных инвестиционных проектов

Основная задача управления рисками состоит в том, чтобы преобразовать будущее распределение результатов по инвестиционному проекту при проведении определенной стратегии так, чтобы адаптировать бизнес или портфель ценных бумаг к изменяющимся условиям рыночной конъюнктуры. Существует три основные стратегии: защитная, атакующая и смешанная. [8] Как следует из названия, первая стратегия позволяет сократить влияние негативных тенденций, но и преуменьшить положительные. Напротив, атакующая стратегия ведет к расширению будущих результатов при благоприятных условиях и ухудшению при неблагоприятных.

По форме методы управления рисками подразделяются на:

1. Принятие риска на себя;
2. Уклонение от риска или исключение определенных факторов риска;
3. Передача риска;
4. Диверсификация риска.

Очевидно, что принимать на себя риск нужно при ожидании благоприятного развития событий. Несмотря на то, что нет гарантий от банкротства, каждый менеджер для развития бизнеса должен в той или иной степени брать на себя риски. Есть возможность избежать риска и вкладывать деньги в безрисковые активы, например, государственные облигации. При передаче риска или хеджировании требуется найти третье лицо, которое за определенную плату готово взять эти риски. Диверсификация деятельности предприятия зависит от цели и может быть направлена на взаимозаменяемые или взаимодополняемые товары. Каждый бизнесмен в зависимости от своей склонности к риску, от условий складывающейся конъюнктуры, наличных резервов капитала и возможности применения той или иной стратегии выбирает разные методы по управлению рисками или их комбинацию.

При управлении рисками в реальном бизнесе используется совокупность количественных и качественных методов. Качественные предполагают описание факторов риска, влияющих на проект, чтобы предложить определенные антикризисные меры. Затем используют различные модели, чтобы определить риски по инвестиционному проекту в численном выражении. «Все виды риска можно условно разделить на две основные категории: дискретные риски и непрерывные риски (непрерывная неопределенность). К дискретным можно отнести риски, связанные со стратегическими решениями, к непрерывным же относятся рыночные риски, или риски колебания рыночных факторов (цена, процентные ставки, обменные курсы и т. д.)». [17] В зависимости от условий выделяют следующие методы по оценке рисков: расчет чистой настоящей стоимости, анализ чувствительности; при дискретных сценариях будущего развития используют дерево решений, метод сценариев; при неопределенности и диапазоне будущих результирующих значений можно использовать метод Монте-Карло; более сложные модели со встроенными возможностями предполагают использование реальных опционов и диверсификации деятельности бизнеса. [7; 11]

# 1.4 Косвенные методы

 В данной главе рассматриваются методы, которые в целом можно поделить на две группы: косвенные и прямые методы измерения риска. К первой группе относится анализ чувствительности и его модификации. Общая характеристика косвенных методов заключается в том, что они не оценивают факторы риска напрямую, конкретные меры риска не рассчитываются, а они дают понимание относительно общей устойчивости проекта и влияния разных параметров на будущие результаты по инвестиционному проекту. С помощью косвенных методов можно оценить целесообразность осуществления проекта и чувствительность бизнеса к разным меняющимся условиям.

# 1.4.1 Анализ чувствительности

Основная задача анализа чувствительности заключается в том, чтобы выявить связь между результирующей зависимой переменной, характеризующей проект, и факторами, которые на неё влияют. В большинстве случаев при рассмотрении инвестиционного проекта в качестве оценки принимается *NPV*, однако в качестве критериев используют и другие, например, *IRR* или индекс доходности. В качестве независимых переменных могут выступать цены за единицу продукции, объем продаж, временные сроки, издержки разного рода и т.д.

В литературе выделяют два типа анализа чувствительности. Анализ типа «А», когда выявляется изменения зависимого параметра при стохастических независимых факторах. Можно рассматривать вариацию одного фактора при фиксированных остальных независимых переменных. Анализа типа «В» предусматривает ответ на вопрос, насколько максимально можно менять характеристики проекта, каковы их критические значения, чтобы достичь определённого уровня *NPV* или внутренней нормы прибыли, например. Для этого можно построить линейную регрессию и интерпретировать результаты с помощью графика. Чем круче наклон, тем большее влияние оказывает переменная на результат инвестиционного проекта. [31]

Другой вариант репрезентации результатов в виде графиков это построение диаграммы «торнадо» как показано на рис. 1. По оси абсцисс задаются значения *NPV*, а по оси ординат интервалы значений разных факторов, таких как цена, переменные затраты, процентная ставка и т.д. Пунктирной линией обозначается вложение в альтернативный проект. Соответственно проект наиболее чувствителен к изменениям верхних четырех факторов и для них требуется дополнительный анализ. Более того, анализ чувствительности можно провести относительно комбинации двух переменных, чтобы оценить их одновременное влияние на NPV. Тогда репрезентация результатов представляет собой плоскость в трехмерном пространстве, которая характеризует распределение *NPV*.



Рис. 1. Влияние разных факторов на значении прибыли

Источник: Clemen Robert T., Reilly T. Making hard decisions with decision tools.

При анализе типа «В» проводится расчёт критических значений для факторов, влияющих на *NPV*. В данном случае предполагается, что *NPV=0* и решается уравнение относительно переменной. Второй важный аспект анализа чувствительности состоит в том, чтобы определить интервал изменения внутренних факторов (например, объёма условно-переменных издержек), значение которых можно использовать для компенсации неблагоприятных эффектов от внешних расходов. [31] Например, можно определить, как компенсировать негативное влияние на денежный поток от снижения цены с помощью варьирования значения переменных издержек.

Анализ чувствительности может применяться в сочетании с другими методами, оценивающими риск инвестиционных проектов. Например, при расчете влияния цены на проект, мы получаем одно критическое значение, а при рассмотрении одновременно цены и объёма продаж, получим другие критические значения. Это говорит о возможности компенсации одного фактора другим. То есть суждения об устойчивости проекта могут быть разными при рассмотрении одного или двух факторов одновременно.

Достоинствами данного метода являются:

* Наглядная форма представления результатов;
* Простота и гибкость в расчетах;
* Отсутствие необходимости в дополнительной информации;
* Понимание структуры модели, которая задаётся для оценки эффективности инвестиционного проекта, что ведет к более эффективному планированию относительно имеющихся ресурсов.

К недостаткам метода можно отнести тот факт, что исследование одновременного влияния двух и более переменных сложно в интерпретации и требует специальных компьютерных программ для расчетов. Кроме того, предпосылка о том, что один фактор меняется при остальных фиксированных нереалистична. В действительности существует корреляция между факторами, а соответственно независимое изменение маловероятно.

Существует два основных подхода для проведения анализа чувствительности. [7, 29]

1. Аналитический подход:

Здесь задается математическое выражение чистой настоящей стоимости через определённые факторы, которые на неё влияют. Степень влияния можно оценить с помощью взятия производных или разностных аналогов. Интерпретация выражения может вызывать трудности, однако можно оценить устойчивость проекта с помощью соответствующих методов.

2. Имитационный подход заключается в оценке устойчивости проекта через моделирование изменений разных факторов для денежного потока.

Подход включает в себя дискретный анализ чувствительности и метод Монте-Карло. Первый представляет собой последовательный перебор разных значений параметров денежного потока с небольшой дельтой. Второй основывается на моделировании при помощи ЭВМ, когда задается распределение (например, нормальное) для параметров денежного потока и соответственно их случайная реализация.

#  1.4.2 Метод Монте-Карло

Метод Монте-Карло используется, как правило, для прогнозирования будущих денежных потоков при оценке рисков для инвестиционного проекта. Он принадлежит к группе косвенных методов, а значит, как и анализ чувствительности позволяет оценить общую устойчивость проекта. Первые разработки появились еще во времена, когда не было компьютерной техники, но его современный вариант представлен в работах С. Улама и Н. Метрополиса. Применение метода Монте-Карло представляет собой построение математического выражения, где денежный поток выражается через соответствующие факторы. С помощью ЭВМ осуществляется генерация случайных чисел для нескольких компонент денежного потока. После осуществления определенного числа итераций результаты объединяются в выборку и проводится анализ с использованием статистических показателей, гистограмм, графиков. [12] Актуальность метода Монте-Карло состоит в том, что при прогнозе будущих денежных доходов многие его переменные параметры являются неопределенными. Невозможно оценить точный объём продаж, цены на производимую продукцию, затраты на комплектующие и материальные запасы и пр. Соответственно генерация случайных чисел выдает множество значений для одного показателя, которые подчиняясь определенному закону распределения лучше характеризуют реальное представление в будущем. Следовательно, появляется возможность улучшить точность прогноза.

Далее представлены этапы метода Монте-Карло [8]:

1. Формулирование математического выражения с переменными факторами и

параметрами, которые не будут изменяться во времени;

2. Выделение тех переменных, которые значительнее влияют на значение чистой настоящей стоимости;

3. Анализ выбранных переменных с целью определить, какому закону распределения они

соответствуют и обосновать отсутствие корреляционной связи между ними (при наличии корреляции между параметрами учесть эту взаимосвязь);

4. На основании закона распределения, например, нормального и соответственно

математического ожидания и стандартного отклонения осуществляется генерация случайных чисел, которая представляет собой реализацию значений для выбранной переменной. Повторение операции для получения разных значений *NPV* несколько сотен раз. (Вместо *NPV* может быть выбран и другой показатель).

5. Построение распределения значений чистой настоящей стоимости и проведение

статистического анализа (расчет дисперсии, коэффициента вариации, вероятности

появления отрицательного значения *NPV* и т.д.).

При проведении метода Монте-Карло необходимо учитывать следующие особенности. Во-первых, важно отобрать те переменные, которые сильнее влияют на результирующее значение, то есть провести анализ чувствительности. Например, можно оценить через эластичность *NPV* по цене реализации продукции. Во-вторых, важно определить закон распределения, который наиболее точно будет характеризовать данные. Как правило, при проведении метода используют нормальное, логнормальное и треугольное распределение. «При определении закона распределения случайной величины задаются некоторым известным законом распределения и затем проверяют гипотезу на значимость, используя выборку». [8] Если отсутствует информация о данных для проекта, и он является инновационным, то можно спрогнозировать значения при использовании метода экспертных оценок. В-третьих, важно доказать отсутствие корреляционной связи. Для этого можно рассчитать коэффициент парной корреляции и построить статистику для проверки соответствующей гипотезы. Однако в реальности цена продукции, например, явно влияет на спрос на товар. Поэтому при наличии корреляционной зависимости между переменными ее можно учесть при генерации случайных чисел. Для этого необходимо понять, как одна переменная выражается через другую при использовании эконометрического анализа. [18, 31]. В-четвертых, часто для значений денежного потока используют нормальное распределение. Согласно центральной предельной теореме распределение случайных независимых величин будет близко к нормальному, даже если это не отражает действительность, сильного влияния на конечный результат не будет.

 При интерпретации полученных результатов – характеристик распределения *NPV* – можно построить графики, чтобы оценить интервалы колебания значений относительно всех циклов имитационных расчетов, а также понять основной тренд для соответствующей характеристики. Основная задача — это не анализ отдельных значений при использовании имитационного подхода, а оценка устойчивости проекта, насколько сильно меняется результирующее значение под влиянием отдельных факторов.

 Кроме того, широко применяется модифицированный метод Монте-Карло, когда переменные денежного потока подчиняются разным законам распределения, а также существуют различные корреляционные связи между факторами. Данные условия усложняют процедуру проведения метода, но могут более точно отражать законы, которым подчиняются реальные экономические процессы. Модифицированный метод Монте-Карло подходит для прогнозирования значений по инвестиционным проектам как в реальном, так и в финансовом секторе экономики. [31] Например, при оценке риска для финансирования проекта или оценке курса валют в будущих периодах.

К достоинствам метода можно отнести следующие:

1. Наглядность за счет аналитической и табличной формы представления конечных результатов;
2. Расчетные оценки конечных результатов позволяют судить об устойчивости проекта;
3. Меньшую трудоемкость метода по сравнению с анализом чувствительности;
4. Возможность одновременно учесть влияние нескольких факторов;

Недостатками метода Монте-Карло являются:

1. Гипотетический характер проводимых имитационных расчетов;
2. Высокая чувствительность результата к применяемому закону распределения величин;
3. Несмотря на то, что технически возможно учесть корреляционную связь между параметрами, а также разные законы распределения в одной модели, возникают трудности при интерпретации конечных результатов;
4. Конечный результат зависит от объема выборки, качества исходных характеристик и количества произведенных имитационных циклов.

# 1.5 Прямые методы

 Данная группа методов позволяет напрямую измерить риск. Рассмотрим метод дерева решений и метод сценариев для оценки риска долгосрочного проекта, а также сопутствующие меры риска из статистического анализа.

 Для каждого инвестиционного проекта задается денежный поток, который определяется как: , где – это объем первоначальных инвестиций.

 Для каждого денежного потока можно рассчитать чистую настоящую стоимость:(1.1)

 При определении ожидаемого значения *NPV* инвестор задает субъективные вероятности для распределения результатов по проекту в будущем, которые характеризуют убежденность лица, принимающего решения, в том, как будет развиваться экономическая ситуация в будущем.

 (1.2)

 Кроме того, можно определить дисперсию и стандартное отклонение. С практической точки зрения дисперсия не используется, так как она не сопоставима с аналогичными значениями по другим проектам и может включать как положительные, так и отрицательные компоненты. Расчет дисперсии проводится для определения стандартного отклонения.

 (1.3)

 (1.4)

 С помощью коэффициента вариации можно охарактеризовать как сам инвестиционный проект, так и сравнивать его с другими возможностями:

 (1.5)

# 1.5.1 Применение дерева решений для оценки риска

Метод дерева решений основывается на построении будущей динамики рыночной конъюнктуры по нескольким событиям. Он включает в себя несколько сценариев, вероятности их наступления и последующие решения относительно инвестиционного проекта. Учитываются различные значения для денежных потоков в зависимости от складывающейся ситуации и того, как ведет себя спрос, уровень цен и прочие экономические показатели. Важная предпосылка при использовании данного метода это стохастический спрос, которые заранее не определен и меняется в зависимости от экономического роста или спада. [8] К областям применения данного метода могут относиться товары, спрос на который носит сезонный характер. Кроме того, данный метод удобно использовать при проведении тестов, например, при разработке лекарственного препарата или какой-то технологии. В данном случае, компания варьирует решение в зависимости от ситуации, складывающейся на рынке. Модель можно представить в графическом виде, где начальный узел, характеризует соответственно начало инвестиционного проекта, а затем идут последующие узлы дерева событий и конечный результат. Каждому узлу соответствует определенный финансовый показатель – первоначальные инвестиции и значения денежного потока в каждый момент времени в будущем. Еще одной важной составляющей метода является определение субъективных вероятностей для каждого сценария, которые будут влиять на ожидаемую чистую настоящую стоимость и, как следствие, на принимаемое менеджером решение.

Рассмотрим графическое представление дерева событий для инвестиционного проекта с двумя периодами и тремя возможными исходами в каждом периоде. Тогда чистая настоящая стоимость:

 (1.6)

где *i* – ставка дисконтирования, *j* – номер события, которое реализуется в первый период с вероятностью , а во втором периоде реализуется событие с номером *k* и с вероятностью . Соответственно принимается предпосылка о независимости событий и вероятность, что произойдет событие *j*, а затем *k* задается как На рис. 2. представлена визуализация дерева решений.

Рис. 2. Дерево решений для инвестиционного проекта с двумя периодами рассмотрения

Решение может базироваться на анализе статистических показателей. После составления результатов об ожидаемом *NPV* в каждом из периодов рассчитываются стандартное отклонение, дисперсия, коэффициент вариации, чтобы оценить рискованность осуществляемого проекта. Для наглядной картины можно построить распределение *NPV*, в котором будут отражаться случаи как положительного значения показателя, так и отрицательного. Важно отметить, что решение менеджера по проекту сильно зависит от его мнения относительно вероятности наступления одного события, а не другого.

Дерево решений включает в себя такой элемент как информация. Часто в литературе он игнорируется. В данном случае информация – это некоторые релевантные знания, которые отражают будущие сценарные ожидания относительно значений факторов, влияющих на проект и соответственно на решение по инвестиции в настоящем. Например, информация такого рода, как внедрение фармацевтической новинки со стороны конкурентов. Выгода информации связана со степенью неопределенности: она возрастает с увеличением неопределенности. Кроме того, качество информации и доступ к ней – чем раньше, тем лучше – влияют на решение по инвестиционному проекту. [31]

В зарубежной литературе можно встретить небольшую модификацию метода дерева решений. Графически квадрат относится к принятию решения инвестором относительно проекта, в круг характеризует вероятностное событие, на которое инвестор не может повлиять, например, ожидаемый спрос на товар. Ветви характеризуют варианты решения менеджера и события будущего развития экономической ситуации с определенной субъективной вероятностью соответственно. [28] На рис. 2 представлен простой вариант дерева решений.

Не инвестировать

Благоприятное развитие событий (

Неблагоприятное развитие событий

Потеря проекта (L)

Высокая отдача от проекта (B)

Отдача от альтернативного менее рискованного проекта (F)

Инвестировать

Рис. 3. Дерево решений по инвестиционному проекту

Метод, применяемый к данному дереву решений характеризуется следующим образом. Расчет проводится справа налево. После того как задаются все варианты развития событий рассчитывается ожидаемая стоимостная оценка (Expected Monetary Value) для каждой альтернативы – ожидаемое значение по сумме выигрышей, умноженных на вероятность реализации. В приведенном выше примере Затем инвестор сравнивает значения ( и *F*. Менее выгодная альтернатива отвергается. В примерах с большим количеством периодов и исходов последовательно идет сравнение альтернатив и в итоге определение той, которая доминирует оставшиеся. Данная процедура позволяет определить лучшую комбинацию решений, принимаемых последовательно. Дерево решений представлено на рис. 3.

Применение метода дерева событий с одной стороны позволяет инвестору оценить несколько возможностей развития бизнеса и оценить, как можно управлять рисками при неблагоприятной рыночной конъюнктуре, с другой стороны, метод ограничен количеством периодов и неприемлем для ситуации с длительным периодом и большим количеством исходов. Более того, метод применим только в условиях небольшого количества неопределенных величин и только для расчета одного конечного показателя, например, *NPV*.

# 1.5.2 Метод сценариев

 Ограничением метода дерева решений является невозможность его применения для большого количества периодов и исходов, так как это сильно усложняет построение модели и интерпретацию результатов. Метод сценариев подобен методу дерева решений, но здесь выделяются наиболее существенные и вероятные сценарии будущего развития экономики. Отсюда следует, что важно провести качественный отбор сценариев. Применяется два основных подхода для формирования сценариев будущего развития – анализ рыночной конъюнктуры в той сфере, к которой принадлежит бизнес, и анализ действий конкурентов. [31] Основные показатели для прогнозирования: объем и направленность спроса на товары и услуги, уровень цен, усиление или сокращение конкуренции, цены на материальные затраты, ресурсы, энергоносители, ожидания относительно ключевой ставки и ставки по кредиту соответственно и иные макроэкономические параметры, характеризующие рыночную конъюнктуру. Далее выделяют основные сценарии будущего развития, такие как оптимистический, нейтральный для устойчивой рыночной конъюнктуры, неблагоприятный и крайне неблагоприятный. Кроме того, менеджер может задать наиболее вероятный с его точки зрения сценарий, который может как совпадать с одним из выше перечисленных, так и не совпадать. Для каждого сценария будущего развития инвестором задаются субъективные вероятности их реализации.

 В табл. 1. представлено, как можно составить сложные сценарии будущего развития конъюнктуры рынка, где – это цена на товар, – объем продаж, – вероятности, l – индекс варианта емкости рынка, *q* – индекс варианта действий конкурентов.

*Таблица 1*

**Примерная схема формирования сложных сценариев будущего развития**

|  |  |
| --- | --- |
| Показатель | Прогнозируемое действие конкурентов |
| Выход на рынок принципиально новой продукции | Выход на рынок с аналогичной продукцией | Сокращение продаж конкурирующей продукции |
| 1 | 2 | 3 |
| Емкость рынка | Высокие темпы роста | 1 |  |  |  |
| Умеренные темпы роста | 2 |  |  |  |
| Низкие темпы роста | 3 |  |  |  |

Источник: Воронцовский А.В. «Управление рисками»

 Далее по аналогии с методом дерева решений задаются компоненты денежного потока с разными темпами роста для разных сценариев будущего развития. Они также требуют маркетингового исследования и прогноза со стороны экспертов. Следующим пунктом рассчитывается значение *NPV* и статистических показателей для оценки того, насколько рискованным является проект и нужно ли принимать его к исполнению. Можно отметить, что инвестор оценивает целесообразность проекта по следующим критериям. Во-первых, личные ожидания относительно тренда экономической ситуации и наличие достаточных резервов капитала для бизнеса. Во-вторых, это его склонность или несклонность к риску и возможность осуществления атакующей или защитной стратегии в будущем. В-третьих, возможность включения дополнительных опций по управлению рисками.

 К основным достоинствам метода можно отнести:

1. Повышение качества принимаемого решения в связи с проведением глубокого анализа ситуации;
2. Оценка наиболее значимых и вероятных сценариев;
3. Сокращение субъективной информации;

Обратная сторона медали заключается в том, что недостаточный предварительный анализ ведет к некачественной интерпретации результатов, а аппроксимация до трех-четырех сценариев будущего развития уменьшает количество информации относительно флуктуаций факторов риска денежного потока. Несмотря на сокращение субъективной информации по сравнению с методом дерева решения, она остается в виде экспертного мнения и задания субъективных вероятностей, что не всегда может соответствовать истинному положению дел.

# 1.6 Метод реальных опционов

 В условиях постоянной трансформации условий рыночной конъюнктуры увеличивается ценность действий менеджеров и инвесторов уже после принятия определенного инвестиционного проекта. В связи с этим повышается значимость применения реальных опционов. Компании занимаются оперативным управлением проекта с целью снизить или увеличить риски разными способами, такими как прекращение исполнения проекта, приостановление или откладывание его на неопределенный срок, расширение бизнеса. Такую встроенную возможность, которую использует компания или инвестор для большей гибкости, называют реальным опционом. [4, 6]

Выделяют два основных вида реальных опционов: контрактный реальный опцион и внутренний или встроенный реальный опцион. Первый вариант представляет собой контракт, при котором одна сторона берет на себя часть рисков, принимая обязанности по исполнению определенных условий, например, по приобретению части активов в будущем. Данный вид опциона представляет интерес только для двух контрагентов.

Кроме того, «выделяют внутренние, или встроенные, реальные опционы, которые не связаны с заключением условных срочных контрактов, а представляют собой планы или намерения менеджера по развитию бизнеса в будущих периодах, обусловленные существующим состоянием бизнеса и возможностями его преобразования». [8]

Можно отметить, что отличие реального опциона от финансового состоит в том, что он не обращается на рынке, следовательно, его стоимость носит нерыночный характер. Оценка реальных опционов проводится в большей степени на основании субъективной информации. Тем не менее, реальный опцион имеет схожие характеристики с одноименным финансовым инструментом. Во-первых, чем выше неопределенность будущего развития, тем выше стоимость реального опциона. Во-вторых, наличие позитивной корреляции между сроками по исполнению опциона и его ценностью. В-третьих, важным фактором для опциона является его исключительность. Чем больше компаний имеют возможность использовать данный опцион, чем выше конкуренция, тем ниже стоимость реального опциона. [30]

Использование реального опциона по инвестиционному проекту увеличивает его прибыльность. Для анализа потенциальной выгоды от рыночного финансового опциона используется биноминальная модель. Так как данный финансовый инструмент и реальный опцион схожи по своей сути, то модель применяется и при оценке реального опциона. Кроме того, используют модель Блэка-Шоулза, как однопериодную, так и многопериодную.

В биноминальной модели предполагается, что будущие значения неопределенных факторов (например, цены акции, стоимости опциона) это дискретный и случайный процесс. Определяются только два значения, но не их вариация. Данный недостаток нивелируются при использовании модели Блэка-Шоулза, однако в данной модели достаточно много допущений, упрощающих реальные экономические условия, поэтому модель только аппроксимирует значение стоимости опциона. К таким допущениям относятся: совершенный рынок капитала без возможности арбитража, у всех участников рынка идентичные ожидания относительно будущих распределений цены, коэффициенты, с которыми изменяется стоимость проекта фиксированы. [5]

Можно сделать следующие выводы по данной главе. Инвестиционная деятельность представляет собой вложение временно свободных денежных средств с целью извлечения прибыли в будущем. Лицо, принимающее решение, оценивает распределения будущих денежных потоков в условиях неопределенности или риска. Понятие риска не обязательно носит негативный характер, а представляет собой отклонение от ожидаемого значения дохода в ту или иную сторону. Существует несколько классификаций для рисков. Для каждого конкретного случая менеджер определяет, какие риски более существенные и оказывают наибольшее влияние на инвестиционный проект. В этом заключается первичный анализ при оценке инвестиционного решения. Часть рисков, так называемых внутренних рисков, можно нивелировать путем грамотно выстроенной стратегии по воздействию на бизнес, например, с помощью более качественного найма персонала и последующим обучением важным навыкам или с помощью выстраивания более выгодных отношений с новыми поставщиками материальных ресурсов.

Косвенные методы оценки инвестиционных проектов не позволяют напрямую измерить риск, а лишь дают представление об общей устойчивости проекта, об интервалах изменения факторов риска, в пределах которых проект считается целесообразным к исполнению. Использование данных методов осуществляется с помощью генерации случайных чисел для факторов, влияющих на денежный поток, на основании закона распределения, или с помощью пошагового изменения этих факторов с определенной дельтой. Достоинством методов является наглядность, возможность анализа нескольких факторов одновременно и гибкость. Есть возможность провести общий анализ того, как меняются разные факторы и влияют на результаты, однако нет понимания, какая именно область изменения этих факторов будет характерна для конкретного проекта в будущем.

Напротив, с помощью мер риска можно охарактеризовать инвестиционный проект. К мерам риска относятся ожидаемое значение, стандартное отклонение, коэффициент вариации. При этом, для реального бизнеса важно рассматривать и всё распределение будущих прогнозируемых денежных потоков. На значения мер риска влияет субъективная вероятность, а значит этот показатель будет варьировать в зависимости от инвестора, принимающего решения, отрасли бизнеса и т.д. Дерево решений позволяет оценить множество будущих исходов в зависимости от изменений рыночной конъюнктуры, но при слишком большом количестве периодов данный метод не эффективен. При использовании метода сценариев необходимо выделить наиболее существенные и вероятные развития событий и сделать качественный предварительный анализ. Использование реальных опционов относится к методам по управлению рисками долгосрочных инвестиционных проектов. Реальные опционы позволяют реагировать на меняющиеся условия бизнеса и окружающей среды и пошагово принимать те или иные выгодные решения.

# **Глава 2. Анализ использования реальных опционов для оценки инвестиционного проекта**

# 2.1 Теоретическое содержание и виды реальных опционов

Как было отмечено чтобы оценить привлекательность инвестиционного проекта необходимо оценить на текущий момент ценность вложений, которые дадут результат в будущем. Для этого зачастую используется метод дисконтированных денежных потоков. В соответствии с этим методом чем выше ставка дисконтирования, чем выше риск и неопределенность, тем ниже величина чистой настоящей стоимости по данному инвестиционному проекту. Однако существуют активы, использование которых предполагает рост *NPV* при более высоком уровне риска. Отсюда следует, что оценивать такие активы с помощью метода дисконтированных денежных потоков неправильно. В качестве примера можно привести патенты и лицензии на производство продукции по особой технологии или залежи природных ресурсов, потенциал которых можно использовать при благоприятном развитии в будущем. Кроме того, рыночные условия постоянно меняются и невозможно принять экономически выгодное решение при ведении бизнеса, не меняя тактики. Задача менеджеров состоит в том, чтобы избегать убытков, если обстоятельства складываются неблагоприятным образом и, напротив, пытаться извлечь выгоду при реализации благоприятной рыночной конъюнктуры. Использование модели реальных опционов для оценки стоимости инвестиционного проекта в большей степени отражает действительность.

Рассмотрим пример реального опциона как встроенной возможности по расширению бизнеса в будущем на примере. Менеджеры фармацевтической компании нацелены вывести в продажу добавку для спортсменов креатин. Добавку можно применять в форме таблеток или внутривенно. С научной точки зрения доказана эффективность таблеток, хотя потенциально внутривенный способ может быть более действенным. Менеджеры принимают решение о производстве добавки в форме таблеток, а вторую возможность они откладывают на будущее. Таким образом, включение реального опциона в стратегию компании позволяет уменьшить риск. Кроме того, важно отметить, что руководство компании должно оценить не только эффективность спортивной добавки, но и определить лучшую комбинацию лекарственного ассортимента в целом с финансовой точки зрения, спланировать этапы производства и продажи, оценить бюджет и ограничения по риску. Данный пример характеризует опцион роста – опцион на расширение бизнеса в будущем – компания обладает необходимой инфраструктурой и ресурсами, чтобы использовать возможности в будущем, но не обязана исполнять решение до тех пор, пока внутренний анализ и внешние рыночные условия не станут подходящими. [35]

Таким образом, суть реального опциона заключается в том, что это встроенная возможность для компании, но не обязательство, в будущем получить преимущество или минимизировать убытки в зависимости от складывающихся обстоятельств на рынке. Дамодаран даёт другие характеристики для определения понятия реальных опционов. Во-первых, реальный опцион — это именно актив, стоимость которого зависит от цены других активов. То есть стоимость опциона определяется стоимостью базового актива. Например, стоимость земли с неразработанными запасами нефти зависит от потенциала рынка этого природного ресурса, то есть от возможностей продать нефть и получить прибыль. Во-вторых, «денежные потоки, создаваемые данным активом, обусловлены наступлением определенных событий». [10] Инвестиции всегда связаны с неопределенностью, причем неопределенность может влиять как положительно, так и негативно. В данном случае имеется в виду именно положительное влияние фактора неопределенности на инвестиционный проект.

Преимущества использования метода реальных опционов для оценки инвестиций заключаются в следующем [21]:

* Метод даёт оценку гибкости при принятии управленческих решений в зависимости от складывающихся обстоятельств;
* Метод показывает значимость инвестиционного проекта со стратегической точки зрения;
* Метод позволяет количественно измерить нематериальные активы, которые только находятся в разработке.

В литературе выделяется разная классификация реальных опционов. Рассмотрим основные виды реальных опционов. По аналогии с финансовыми опционами можно выделить опционы на покупку (call option) и опционы на продажу (put option) в зависимости от действий менеджеров.

Первым понятие реального опциона ввёл Стюарт Майерс в 1977 году. После в 1984 году Карл Кестер определяет, что возможность инвестировать капитал в материальные и нематериальные активы, такие как земля, оборудование, бренды в некоторый момент времени в будущем представляет опцион на покупку или *опцион роста* по аналогии с финансовым инструментом. [33, 36]

*Опцион на выбор момента времени* даёт право менеджерам принять решение относительно дополнительных инвестиций в будущем. Как было отмечено выше, для фармацевтической компании может быть более выгодным производить таблетки в качестве спортивной добавки, а проект по выпуску инъекций законсервировать на некоторый срок. «Этот опцион оказывается наиболее ценным в тех проектах, где фирма имеет эксклюзивное право инвестировать в проект, и становится менее ценным – при уменьшении барьеров на вход». [10]

*Опцион на выход из инвестиционного проекта или на временное приостановление деятельности* **–** это правоотказаться от продолжения участия в проекте или право ликвидировать компанию/актив, чтобы иметь возможность в будущем восстановить бизнес при изменившихся рыночных условиях. В сущности, такой опцион на продажу (put-option) является страховкой от ухудшения экономической конъюнктуры. [23, 27]

*Опцион на расширение бизнеса* – возможность дополнительного использования избыточных производственных мощностей. Здесь всё соответствует законам рыночного спроса и предложения: при увеличении спроса на продукцию есть смысл привлечения дополнительных инвестиционных ресурсов, позволяющих компании увеличить объемы продаж. Также верна и обратная закономерность по сокращению производственных мощностей при неблагоприятной рыночной конъюнктуре. Например, нефтеперерабатывающему предприятию есть смысл сократить объемы добычи ресурса при появлении на рынке значительного количества сланцевой нефти, которое влечет за собой снижение общего уровня цен на нефть. Также данный опцион можно использовать, если рынок характеризуется цикличностью или сезонностью. [9]

Также существует *опцион на изменение ассортимента или на переход к использованию других технологий*. При использования такого опциона предполагается прекращение инвестирования в одни активы с заменой их на другие. С течением времени и развитием научно-технического прогресса компания может использовать более дешевое сырье, например. Также опцион на изменение характерен для сферы информационных технологий, где компании соревнуются по использованию более совершенных методов для выпуска телефонов или иной техники, завоевывая большую долю рынка. [5]

Между финансовыми и реальными опционами можно провести аналогию. Так при оценке реальных опционов сохраняются предпосылки, релевантные и для рыночных опционов. В табл. 2. представлены переменные для оценки стоимости рыночного и реального опциона.

*Таблица 2*

**Сравнение параметров для рыночного и реального опционов**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Рыночный опцион | Переменная | Реальный опцион |
| Цена исполнения | K | Стоимость инвестиций для реализации проекта |
| Цена базового актива (курс акций) | *S* | Настоящая стоимость денежных потоков, сгенерированных при реализации инвестиционного проекта |
| Период времени до истечения срока  | *t* | Период, на который может быть отложено исполнение опциона |
| Волатильность |   *σ* | Среднеквадратическое отклонение денежных потоков инвестиционного проекта |
| Безрисковая процентная ставка | *r* | Безрисковая ставка процента |

Источник: Branch M. Real options in practice

Рыночные опционы используются для разнообразных базовых активов, таких как акции, индексы (stock indexes), государственные облигации, валюта, драгоценные металлы, фьючерсы и т.д. В то время как реальные опционы связаны с инвестиционными решениями и транзакциями в бизнесе.

Несмотря на то, что по сути своей рыночные и реальные опционы похожи, их реализация предполагает ряд различий. Во-первых, при исполнении рыночного опциона инвестор принимает решения, когда все переменные заданы и нет неопределенности. Для реального опциона неопределенность не может быть полностью нивелирована. Во-вторых, время исполнения финансового опциона определено, а точный момент времени для инвестиционного решения в реальном бизнесе не всегда можно определить заранее, сроки могут меняться в зависимости от условий, складывающихся на рынке и внутри самой компании.

Кроме того, цена рыночного опциона складывается на финансовом рынке, в то время как стоимость базового актива может меняться с течением времени. Аргумент относительно отсутствия арбитража сложно применить при оценке реального опциона, так как стоимость реального актива невозможно оценивать на постоянной основе. Реальные активы ликвидны только в некоторых границах, в связи с чем существует проблема асимметрии информации на рынке. Напротив, для финансового опциона предполагается централизованный рынок, где каждый участник обладает полнотой информации. Отсюда возможность и необходимость арбитража. На финансовом рынке каждый участник может приобрести ценную бумагу или реализовать ее по одинаковой цене. Реальный опцион — это инструмент, который обладает субъективной ценностью для конкретной организации, которая его использует.

Для рыночного опциона обязательно должна быть фиксированная дата исполнения платежа. В реальном секторе экономики инвестиционные проекты реализуются с большим количеством задействованных ресурсов и людей, в связи с чем может появиться временной лаг между моментом времени исполнения опциона и реальной датой строительства нового комплекса или внедрения усовершенствованной технологии. [1]

Два основных подхода для оценки стоимости реальных опционов это биномиальный метод и модель Блэка-Шоулза. Отмечается, что из-за концептуальных различий между рыночным и реальным опционом использование формулы Блэка-Шоулза не всегда целесообразно и может быть рискованно. Аргументация заключается в том, что предпосылки необходимы для модели Блэка-Шоулза не свойственны реальным опционам. [27] Среди предпосылок можно выделить следующие:

* Волатильность проекта не является постоянной на протяжении какого-то периода, а также существует сложность при оценке волатильности базового актива.
* Отсутствие определенной даты исполнения опциона.
* Стоимость базового актива и цена исполнения меняются стохастически вне зависимости от действий других участников финансового рынка.
* Доходность не имеет нормального распределения. (Доходы по европейскому опциону на покупку возникают или нет в конце периода, а для реального бизнеса дохода возникают каждый рассматриваемый период).

 При этом расчеты по модели Блэка-Шоулза достаточно просты на ЭВМ, так как исходных параметров не так много. «Если планируется непрерывное изменение доходов на достаточно длительном периоде времени, можно использовать формулу Блэка-Шоулза для оценки стоимости рискового капитала». [8]

 Более целесообразным считается использование однопериодной или многопериодной биномиальной модели для оценки стоимости реального опциона. Метод предложил У. Шарп, а более сложная многопериодная модель при учете дискретного изменения цены базового актива описывается формулой Кокса-Росса-Рубинштейна. Более подробное описание моделей представлено далее.

# Использование формулы Блэка-Шоулза для оценки стоимости опционов

Ф. Блэк и М. Шоулз в 1973 году предложили модель для оценки стоимости опциона на покупку европейского типа в следующем виде [26]:

 (1.7)

где

. (1.8)

Обозначения в формулах описываются следующим образом:

*C(t)* – стоимость опциона на покупку;

*S* – текущая цена базового актива;

*r* – ставка безрисковой доходости;

*X* – цена исполнения опциона на покупку;

*σ* – риск базового актива в форме стандартного отклонения;

*t* – время до исполнения опциона на покупку;

*F(z)* – функция стандартного нормального распределения.

Так как можно установить паритет между опционом на покупку и опционом на продажу, то можно определить и формулу для оценки стоимости последнего. Существуют также коэффициенты эластичности по каждому параметру, которые показывают изменение стоимости опциона при изменении соответствующего фактора. Например, «чем больше период исполнения опциона, тем больше его стоимость». [8]

При этом для рыночного и реального опциона здесь есть разница. Карл Кестер характеризует инвестиции в развитие бизнеса, которые можно реализовать в будущем периоде и создать новые возможности для извлечения прибыли, как опцион роста. По своей сути он сформулировал понятие реальных опционов. При этом они разделяются на опционы, находящие в собственности и коллективные (proprietary and shared). Для первых характерно наличие эксклюзивного патента, например. Тогда положительная корреляция стоимости опциона и периода его исполнения сохраняется. Реализация опциона второго типа предполагает высокий уровень конкуренции на рынке. Несвоевременное использование встроенного реального опциона может привести к убыткам, так как существует угроза встречных инвестиций со стороны конкурентов. В данном случае связь между стоимостью опциона и сроком его исполнения более сложная и неочевидная. [27, 33]

 Оценка стоимости реального опциона с помощью формулы Блэка-Шоулза связана с рядом трудностей, таких как интерпретация текущей цены базового актива и цены исполнения опциона, а также интерпретация полученных результатов. Цена исполнения опциона может рассматриваться как сумма необходимых для инвестиционного проекта расходов, а цена базового актива как чистая настоящая стоимость будущих доходов при реализации инвестиции. Определение волатильности тоже представляет собой определенную трудность в связи с возможной уникальностью инвестиционного проекта. Таким образом, с одной стороны количество параметров уменьшается и расчеты упрощаются, с другой стороны, прогнозные оценки требуют грамотной экспертизы и содержательного обоснования.

# Биномиальная модель для оценки рыночного опциона

Биномиальная модель для оценки ценообразования акции на финансовом рынке была разработана Дж. Коксом, Р. Россом, М. Рубинштейном в 1979 году. Основной предпосылкой является отождествление рынка ценных бумаг с идеальным рынком, на котором отсутствуют арбитражные возможности. Любая финансовая система эволюционирует таким образом, чтобы избежать возможности арбитража, то есть нельзя получить безрисковый доход, который был бы больше дохода на банковском счету. [22]

Суть биномиальной модели сводится к построению дерева решений для оценки стоимости самого опциона и для оценки стоимости базового актива. Выделяется несколько подпериодов, в каждый из которых цена актива может повышаться или понижаться с определенной вероятностью. Вероятность по формуле связана с волатильностью доходности акции. Учитывается предпосылка о риск-нейтральности инвесторов. Отсюда следует, что в каждом подпериоде можно оценить стоимость базового актива и стоимость опциона с учетом того, что при негативном сценарии стоимость опциона оборачивается в ноль, так как его исполнение невыгодно. По аналогии с деревом решений и с учетом опционной теории и разных ставок дисконтирования можно рассчитать стоимость опциона на текущий момент времени.

Использование биномиальной модели для оценки стоимости опциона предполагает ряд предпосылок. Во-первых, период разбивается на несколько подпериодов. Во-вторых, ситуация аппроксимируется и задаются лишь два возможных исхода цены базового актива – повышение и понижение курса акций. В-третьих, оценка доходов в подпериод не зависит от предыдущего значения. В-четвертых, важной предпосылкой является наличие эквивалентного портфеля на финансовом рынке, состоящего из рисковых и безрисковых ценных бумаг. Доходы по данному эквивалентному портфелю равны доходам, которые может принести опцион.

Рассмотрим, как определяется равновесная рыночная цена опциона на основе однопериодной биномиальной модели.

Необходимо задать следующие исходные данные:

* Текущая цена базового рискового актива ;
* Темп роста цены акции при благоприятном развитии рынка – ;
* Темп роста цены опциона при неблагоприятном развитии рынка – ;
* Безрисковая ставка процента ;
* *t* – период, *t*;

Предпосылка про отсутствие арбитража с математической точки зрения записывается следующим образом:

 (1.9)

где левая часть уравнения характеризует математическое ожидание стоимости акции, а правая часть характеризует доход, получаемый от акции в конце периода.

Математическое ожидание можно записать следующим образом:

 (1.10)

где *p* – риск-нейтральная вероятность, которая не обладает экономическим содержанием, но реализуется в условиях введенной предпосылки и необходима для расчетов.

Отсюда можно определить формулу для вероятности, нейтральной к риску:

(1.11)

Для анализа доходности инвестору важно оценить значения акции за несколько n подпериодов, тогда формула, представленная выше, преобразуется следующим образом:

 (1.12)

 В соответствии с теорией вероятности если рассматривать n независимых испытаний, в которых успехом считать повышение цены акции () *k* раз, а неудачей понижение цены акции () *n-k* раз, тогда стоимость акции на конец периода будет определяться по формуле:

 (1.13)

 Тогда по формуле Бернулли вероятность, что цена акции на конец периода примет соответствующее значение равна:

 (1.14)

 «Отметим, что данная модель описывает поведение цены акции на идеальном рынке, а на реальном рынке существуют арбитражные возможности, связанные, прежде всего, с различным профессионализмом участников рынка, и их разной степенью информированности.»[22] Поэтому на реальном рынке ситуация выглядит иным образом, и капитал перетекает к более квалифицированным владельцам ценных бумаг.

Пусть рациональная стоимость опциона эта стоимость в условиях отсутствия арбитража, а *X* – цена исполнения опциона. Опцион на покупку будет реализован инвестором только в случае превышения текущей рыночной цены акции над ценой , зафиксированной в контракте (. В противном случае опцион не будет приведен к исполнению. Тогда доход от реализации опциона на покупку описывается по формуле:

 (1.15)

Следующим шагом необходимо дисконтировать ожидаемый доход от исполнения опциона (сумма дохода за каждый подпериод, умноженного на соответствующую вероятность) на текущий момент по безрисковой ставке процента:

 (1.16)

Бинарное дерево для оценки стоимости базового актива для трёх подпериодов представлено на рис. 4. С помощью биномиальной модели можно вернуться от стоимости опциона на конечный момент времени к текущему моменту , дисконтируя денежные потоки по безрисковой ставке процента с учетом того, что если цена базового актива, умноженная на темп роста, будет меньше стоимости исполнения опциона, то инвестиция не реализуется, а цена опциона равна нулю.

 

Рис. 4. Бинарное дерево из трех временных подпериодов

Преимуществом биномиального метода для оценки стоимости опциона является его относительная простота по ряду причин. Во-первых, с точки зрения математики модель не предполагает трудоемких и сложных расчетов. Во-вторых, метод не предполагает оценки волатильности, вместо этого учитывается распределение вероятности. В-третьих, дискретный, а не непрерывный подход больше соответствует действительности, так как решения инвесторами принимаются в конкретные моменты времени на основе полученной информации. При увеличении числа подпериодов стоимость опциона стремится к стоимости опциона, рассчитанной по модели Блэка-Шоулза, которая является непрерывной.

Несмотря на то, что мы дисконтируем денежные потоки, порождаемые событиями в будущем, и приводим их стоимость на сегодня, не стоит отождествлять биномиальный метод и метод оценки инвестиционного решения с помощью дерева решений, так как первый включает в себе особенности опционной теории. Одно из отличий заключается в разных подходах к оценке ставки дисконтирования. «Для опционов не существует единственной постоянной ставки дисконтирования, ибо риск опциона непрерывно меняется с течением времени и с изменением цены активов, лежащих в основе опциона.» [5] В то время как для оценки обычного инвестиционного проекта можно рассматривать одну и ту же ставку дисконтирования с точки зрения альтернативной стоимости.

# Практическое применение моделей для оценки стоимости опциона

Проведем анализ по определению стоимости некоторого бизнеса, если срок его реализации составляет 4 года. Будем использовать биномиальную модель по оценке реальных опционов. Проект характеризуется следующими параметрами:

1. Срок полезного действия проекта *T* = 3 года;
2. Базовая условная прибыль без учета условно-постоянных расходов *S* = 450 млн. у.е.;
3. Условно-постоянные расходы у.е.;
4. Темп роста *a* при благоприятном сценарии будущего развития;
5. Темп роста *b* при неблагоприятном сценарии будущего развития;
6. Безрисковая ставка процента *r* = 14%;
7. Темп инфляции ;

Необходимо учесть, что условно-постоянные расходы меняются каждый год в соответствии с темпом инфляции. Необходимые расчеты представлены в табл. 3.

*Таблица 3*

**Условно-постоянные расходы по проекту, у.е.**

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр: | Год: |
| 0-й | 1-й | 2-й | 3-й |
|  | 1,3 | 1,4 | 1,5 | - |
|  | 0,7 | 0,8 | 0,9 | - |
| Инфляция ( | - | 0,1 | 0,11 | 0,12 |
| M | 300 | 330 | 366,3 | 410,27 |

Определим прибыль в первом году при наступлении благоприятного и неблагоприятного сценария.

Для второго года поток рисковой прибыли определяется следующим образом (при наступлении благоприятного сценария в первом году и благоприятного сценария во втором году коэффициент при *S* будет равен , при наступлении благоприятного сценария в первом и неблагоприятного во втором соответственно коэффициент и т.д.):

Аналогичные расчеты проведены, чтобы получить значение прибыли для всех годов в соответствии с разными вариациями наступлениях благоприятного или неблагоприятного сценария, и представлены в табл. 4. и на графике (рис. 5.). В каждом году есть два варианта – развитие с коэффициентом или .

 *Таблица 4*

**Распределение рисковой прибыли каждого года, у.е.**

|  |  |
| --- | --- |
| Значение прибыли | Год: |
| 0-й | 1-й | 2-й | 3-й |
| - | - | - | - |
| - | - | - | 818,24 |
| - | - | 452,7 | - |
| - | - | - | 326,84 |
| - | 255 | - | - |
| - | - | - | 291,74 |
| - | - | 101,7 | - |
| - | - | - | 10,94 |
| 450 | - | - | - |
| - | - | - | 251,24 |
| - | - | 74,7 | - |
| - | - | - | -13,36 |
| - | -15 | - | - |
| - | - | - | -32,27 |
| - | - | -114,3 | - |
| - | - | - | -183,46 |



Рис. 5. Расчетные значения прибыли за каждый год

Так как на третий год в трех вариантах значений прибыли из восьми получились отрицательные значения, то данный проект можно считать рискованным, а значит менеджеру необходимо использовать инструменты по управлению рисками, чтобы их сократить. Например, с помощью использования реальных опционов или провести диверсификацию бизнеса. Используя однопериодную биномиальную модель, проведем расчеты для определения настоящей стоимости инвестиционного проекта. Будем интерпретировать распределение прибыли каждого года как распределение дохода по многопериодному опциону со сроком исполнения один, два или три года соответственно. Чтобы использовать формулу для определения стоимости опциона необходимо найти значения величин *q* и 1-*q*. В табл. 5 представлены рассчитанные значения с учетом темпов роста и инфляции для каждого года.

 *Таблица 5*

**Значения параметров для каждого года**

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Год: |
| 1-й | 2-й | 3-й |
| *q* | 0,666667 | 0,516667 | 0,366667 |
| 1-*q* | 0,333333 | 0,483333 | 0,633333 |

Рассчитаем настоящую стоимость прибыли первого периода:

 *Таблица 6*

**Определение стоимости**

**распределения прибыли первого года, у.е.**

|  |
| --- |
| Год: |
| 0-й | 1-й |
| - | 255 |
| 144,7368 | - |
| - | -15 |

Аналогично рассчитаем значения стоимости для второго и третьего года. Результаты показаны в таблицах 6, 7, 8.

 *Таблица 7*

**Определение стоимости**

**распределения прибыли второго года, у.е.**

|  |
| --- |
| Год: |
| 0-й | 1-й | 2-й |
|  |  | 452,7 |
|  | 248,2895 |  |
|  |  | 101,7 |
| 140,928 |  |  |
|  |  | 74,7 |
|  | -14,6053 |  |
|  |  | -114,3 |

 *Таблица 8*

**Определение стоимости**

**распределения прибыли третьего года, у.е.**

|  |
| --- |
| Год: |
| 0-й | 1-й | 2-й | 3-й |
|  |  |  | 818,244 |
|  |  | 444,757895 |  |
|  |  |  | 326,844 |
|  | 243,933518 |  |  |
|  |  |  | 291,744 |
|  |  | 99,9157895 |  |
|  |  |  | 10,944 |
| 138,4556 |  |  |  |
|  |  |  | 251,244 |
|  |  | 73,3894737 |  |
|  |  |  | -13,356 |
|  | -14,34903047 |  |  |
|  |  |  | -32,256 |
|  |  | -112,29474 |  |
|  |  |  | -183,456 |

*Продолжение таблицы 8*

 На основании полученных результатов можно определить окончательную оценку всего распределения прибыли за каждый год для данного инвестиционного проекта, как сумму полученных оценок стоимости распределения рисковой прибыли за каждый год:

.

 Можно сделать вывод, что максимальная инвестиция в данный рисковый проект не должна превышать рассчитанную величину, то есть не должна превышать 424,12 у.е. Так как расходы в нулевой период составляют 300 у.е., то данная инвестиция является релевантной.

 Теперь рассмотрим применение формулы Блэка-Шоулза, с помощью которой можно определить цену рыночного опциона на покупку базового актива, которые не предусматривает промежуточных выплат. То есть при условии непрерывного изменения цены финансового инструмента. Формулу также можно применять для оценки стоимости реальных опционов, когда цена базового актива меняется непрерывно. Проведем оценку будущей рисковой инвестиции по формуле Блэка-Шоулза и сравним с полученным результатом при использовании многопериодной биномиальной модели.

Исходные данные для проекта:

1. Срок полезного использования проекта *T* = 3 года;
2. Базовая условная прибыль без учета условно-постоянных расходов *S* = 450 млн. у.е.;
3. Условно-постоянные расходы у.е.;
4. Безрисковая ставка процента *r* = 14%;
5. Темп инфляции ;
6. Риск изменения цены инвестиции – 20%.

 *Таблица 9*

**Условно-постоянные расходы по проекту**

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр: | Год: |
| 0-й | 1-й | 2-й | 3-й |
| Инфляция ( | - | 0,1 | 0,11 | 0,12 |
| *M* | 300 | 330 | 366,3 | 410,27 |

Воспользуемся формулой для оценки стоимости опциона на покупку:

Значение параметра z определяется по следующей формуле:

 В табл. 10 представлены расчеты необходимых показателей для 3-х лет.

 *Таблица 10*

 **Исходные данные и расчетные показатели**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *t* | *S* | *M* | *z* | F(z) | *r* | σ |  | *F(z)* | *C(t)* |
| 1 | 450 | 330 | 2,35 | 0,990633 | 14% | 20% | 2,150774642 | 2,150774642 | 163,4142 |
| 2 | 399,3 | 1,86 | 0,968484 | 1,57612303 | 1,57612303 | 151,9067 |
| 3 | 439,23 | 1,65 | 0,950791 | 1,306157492 | 1,306157492 | 167,2447 |
| Итого: |  | 482,57 |

 Таким образом, общая настоящая стоимость инвестиционного проекта, рассчитанная по формуле Блэка-Шоулза, равна 482,57 у.е. Используя многопериодную биномиальную модель для расчета стоимости опциона на покупку, получили 424,12 у.е. для стоимости проекта. Полученные значения немного различаются, но в целом близки друг к другу. В биноминальной модели предполагается, что будущие значения неопределенных факторов (например, цены акции, стоимости опциона) это дискретный и случайный процесс. Определяются только два значения, но не их вариация. Данный недостаток нивелируются при использовании модели Блэка-Шоулза, однако в данной модели достаточно много допущений, упрощающих реальные экономические условия, поэтому модель только аппроксимирует значение стоимости опциона.

# Сравнение подходов для определения цены рыночного опциона

Оценка стоимости рыночного опциона с помощью дисконтируемых денежных потоков не подходит в силу специфики ценообразования данного финансового инструмента. Можно оценить прогнозные значения для денежных потоков. «А вот определить конкретное значение альтернативных издержек попросту невозможно, поскольку риск опциона меняется при каждом колебании цены акций, и мы знаем, что цена будет колебаться случайным образом на протяжении всей жизни опциона.» [5]

Как было отмечено выше, основная сложность при использовании формулы Блэка-Шоулза для оценки стоимости реального опциона заключается в определении волатильности доходности по проекту, так как аналогов просто может не существовать ввиду инновационной составляющей инвестиции.

В литературе отмечается, что среднеквадратическое отклонение можно рассчитать тремя методами [2]:

1. Оценка среднеквадратического отклонения инвестиционного проекта, схожего по своим характеристикам с рассматриваемым проектом;
2. Оценка среднеквадратического отклонения факторов, которые в сильной степени влияют на формируемые денежные потоки и задают неопределенность будущего развития (например, таким фактором могут быть цены на запатентованные лекарства);
3. Оценка среднеквадратического отклонения акций компании, которая относится к подобной области бизнеса.

Кроме того, если неопределенность проекта связана с неопределенностью в будущих ценах или объемах продаж по активу, реально торгуемому на рынке или биржевому, тогда применение данной модели оправдано и удобно с точки зрения простоты необходимых расчетов. [24] Если проект в большей степени связан с рыночными рисками, тогда использование формулы Блэка-Шоулза имеет смысл. Если же инвестиция больше подвержена частным или диверсифицируемым рискам, то применение данной модели нецелесообразно.

Модель Блэка-Шоулза-Мертона была разработана для оценки европейского опциона на покупку, реализуемого в конце заранее определенного срока, и по базовому активу которого не выплачиваются дивиденды. Разработка модели была прорывом в экономической науке для того времени, но её не презентовали как универсальную методику для оценки более сложных деривативов или реальных опционов. [30]

 В ряде случаев инвестиционный проект может быть потенциально доступен нескольким компаниям как, например, строительство завода, при этом для каждой отдельной компании ценность может быть разной. В таком случае имеет смысл оценивать проект также по формуле Блэка-Шоулза, но с экспертной оценкой вводных данных. С другой стороны, чем больше субъективной информации, тем больше риска отдать предпочтение проекту менее рентабельному, но по тем или иным причинам привлекательному для менеджера.

 Тимоти А. Лерман в своей статье описывает, как компания может оценивать различные опционы в рамках своей бизнес стратегии. Рассматривается координатная плоскость, где одна координатная прямая характеризует волатильность по базовому активу, а вторая отражает чистую настоящую стоимость по активу, но не по опциону (value-to-cost ratio). В зависимости от комбинации значений вся плоскость разделяется на 6 участков, которые описываются следующим образом:

1. Инвестировать деньги в данный актив прямо сейчас;
2. Отказаться от инвестиции;
3. Скорее всего, лучше инвестировать сейчас;
4. Возможно, лучше инвестировать позже;
5. Скорее всего, лучше инвестировать позже;
6. Возможно, лучше отказаться от инвестиции.

Третья и четвертая альтернативы требуют не только оценку внутренних показателей по проекту, но и оценку рынка в целом – перспективы роста, возможные действия конкурентов и т.д. Пятая альтернатива предполагает, что на данный момент значение *NPV* отрицательно, однако с учетом опциона оценка может измениться. Кроме того, модель может использоваться для динамического анализа и учета взаимозависимости между несколькими опционами в рамках одной стратегии. С помощью построения модели для оценки опционов можно оценить не только сложные активы, но и сравнивать множество потенциальных возможностей, тогда финансовая составляющая в рамках стратегии играет более «творческую» и значимую роль. [32]

 Альтернативой может выступать оценка инвестиционного актива при отказе от использования рыночных активов. [24] В таком случае рассчитывается чистая настоящая стоимость проекта без включения опциона. Данный подход является универсальным, так как не зависит от характеристик базового актива (является ли он торгуемым на рынке или нет), но при этом требует тщательности при оценке инвестиционных вложений. Однако оценка проекта может не соответствовать прогнозам, ведь инновационный продукт может качественно изменить рынок в будущем, увеличить динамику объемов продаж непредсказуемо.

 Биномиальная модель предполагает более индивидуализированный подход при оценке реальных опционов, чем формула Блэка-Шоулза. Применение модели требует больше ресурсов и времени, но она позволяет оценить инвестиционный проект таким образом, чтобы наиболее точно оценить его стоимость. [30]

 Подводя итог можно отметить, что для инвестора включение реального опциона в проект может обладать высокой ценностью, так как позволит проанализировать точки роста бизнеса или, напротив, возможности по нивелированию убытков, а также позволит построить более гибкую стратегию компании. Реальный опцион — это не только способ застраховать решения по инвестиционному проекту от рисков, но и возможность использовать условия неопределенности, значительно усилив потенциал компании. Комплексный анализ реальных опционов показывает, что не только риски могут быть сокращены, но и увеличение прибыли возможно при стратегически грамотных действиях.

На основе сравнения основных методов по оценке стоимости опциона можно сделать вывод, что компании скорее заинтересованы в том, чтобы оценивать инвестиционные проекты с встроенными возможностями – реальными опционами – по биномиальной модели, нежели чем по формуле Блэка-Шоулза, так как хоть последняя и более удобна, и проста в расчетах, но не отражает уникальности характеристик инновационного проекта. Кроме того, менеджерам необходимо видоизменить свою систему планирования и бюджетирования таким образом, чтобы анализировать меняющиеся рыночные условия, давать переоценку опционам в зависимости от обстоятельств и принимать решения в определенные по модели моменты времени.

# **Глава 3. Практическое применение методов для принятия инвестиционных решений**

# 3.1 Цель и содержание проекта

 Представим практическое применение методов, описанных в первой главе и сделаем выводы относительно инвестиционного проекта в реальном секторе экономике.

 Будет рассматриваться открытие ресторана «Киберфуд» на срок 10 лет. Проведем расчеты относительно прибыли, получаемой по одному конечному продукту – комплексному обеду. Альтернативой данного проекта является вклад денежных средств на сберегательный счет в банк. Кроме того, будем полагать, что для создания данного бизнеса у инвестора имеются собственные средства, а также необходимы заемные средства, в связи с чем рассмотрим некоторые схемы получения кредита и выплаты процентов.

 Сначала будут описаны денежные потоки, описаны их компоненты. Далее проведен расчет основных финансовых показателей и обоснование выплат по кредиту. На следующем этапе применяются основные экономико-математические модели для долгосрочного инвестиционного проекта. Сделаем выводы относительно полученных результатов, используя графическую визуализацию, и предложим рекомендации для данного проекта, анализируя специфику реального бизнеса в целом и ресторанную отрасль в частности.

# 3.2 Обоснование денежных потоков инвестиционного проекта

 Для реализации проекта – открытия ресторана – требуется 400000 у.е. Средства пойдут на приобретение оборудования для кухни и зала для гостей, на необходимую мебель и другие предметы интерьера. Кроме того, включаются затраты на первую партию продуктов.

 Основные затраты представлены в табл. 11. Затраты на заработную плату для следующих работников ресторана:

1. Администратор – 1800 у.е. (2200 у.е. после 3-х лет работы ресторана);
2. Шеф-повар – 1500 у.е. (2000 у.е. после 3-х лет работы ресторана);
3. Повар (2 человека) – по 800 у.е. (по 1000 у.е. после 3-х лет работы ресторана);
4. Бармен (2 человека) – по 600 у.е. (по 750 у.е. после 3-х лет работы ресторана);
5. Официант (4 человека) – по 200 у.е. (по 300 у.е. после 3-х лет работы ресторана);
6. Охранник (3 человека) – по 400 у.е. (по 500 у.е. после 3-х лет работы ресторана);
7. Уборщицы и мойщицы посуды (6 человек) – по 150 у.е. (по 200 у.е. после 3-х лет работы ресторана).

Затраты на коммунальные услуги растут, начиная со 2 года по 5% прироста после каждого следующего года. Прочие расходы могут включать в себя заработную плату для бухгалтера, который периодически составляет финансовую отчетность.

*Таблица 11*

**Постоянные расходы по инвестиционному проекту (у.е.)**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Год | Затраты на з/п | Затраты на комм. услуги | Расходы на рекламу | Прочие расходы | Расходы на ремонт | Итого |
| 1 | 108 000 | 2 000 | 3 000 | 10 000 | - | 123 000 |
| 2 | 108 000 | 2 100 | 3 000 | 10 000 | - | 123 100 |
| 3 | 108 000 | 2 205 | 3 000 | 10 000 | 5 000 | 128 205 |
| 4 | 139 200 | 2 315 | 3 000 | 10 000 | 5 000 | 159 515 |
| 5 | 139 200 | 2 431 | 3 000 | 10 000 | 5 000 | 159 631 |
| 6 | 139 200 | 2 553 | 3 000 | 10 000 | 5 000 | 159 753 |
| 7 | 139 200 | 2 680 | 3 000 | 10 000 | 5 000 | 159 880 |
| 8 | 139 200 | 2 814 | 3 000 | 10 000 | 5 000 | 160 014 |
| 9 | 139 200 | 2 955 | 3 000 | 10 000 | 5 000 | 160 155 |
| 10 | 139 200 | 3 103 | 3 000 | 10 000 | 5 000 | 160 303 |
| **Итого** | **1 298 400** | **25 156** | **30 000** | **100 000** | **40 000** | **1 493 556** |

Переменные затраты включают в себя затраты на продукты, необходимые для приготовления комплексного обеда, и меняются ежегодно в связи с инфляцией. Переменные затраты для разных периодов представлены в таблице 12.

*Таблица 12*

**Переменные расходы по проекту**

|  |  |
| --- | --- |
| Год | Цена продуктов для одного обеда (у.е.) |
| 1 | 7 |
| 2 | 9 |
| 3 | 10 |
| 4 | 10 |
| 5 | 11 |
| 6 | 12 |
| 7 | 13 |
| 8 | 14 |
| 9 | 14 |
| 10 | 15 |

 Будем полагать, что цена обеда в первый год составляет 19 у.е., а далее его стоимость увеличивается на 8% в год. Предположим, что объемы продаж в первый год равны 17500 обедов. Данное число получается из предпосылки о пятидесяти посетителях в период ланча и 350 рабочих дней ресторана в год. Далее объемы продаж возрастают вследствие увеличения потока покупателей из-за большей узнаваемости ресторана и проводимых рекламных кампаний. В табл. 13. Показаны изменения цены обеда и объемов продаж по годам, а также общий доход с продаж, как произведение цены и количества товарных единиц.

*Таблица 13*

**Цены и объемы продаж для комплексных обедов**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Год | Цена обеда (у.е.) | Объем продаж за год (кол-во обедов) | Общий доход за год (у.е.) |
| 1 | 19 | 17 500 | 332 500 |
| 2 | 21 | 18 025 | 369 873 |
| 3 | 22 | 18 566 | 411 452 |
| 4 | 24 | 19 123 | 457 700 |
| 5 | 26 | 19 696 | 509 128 |
| 6 | 28 | 20 287 | 566 357 |
| 7 | 30 | 20 896 | 630 027 |
| 8 | 33 | 21 523 | 700 846 |
| 9 | 35 | 22 168 | 779 597 |
| 10 | 38 | 22 834 | 867 260 |

 Зададим то, что ставка налога на прибыль сохранится на уровне 20% в течение десяти лет.

 Общие инвестиционные расходы по проекту составляют 400000 у.е. Предположим, что имеется собственный капитал в размере 300000 у.е., следовательно, необходимо взять кредит в банке на сумму 100000 у.е. Рассмотрим условную ставку по кредиту – 15%. Однако если взять статистику по средневзвешенным процентным ставкам по кредитам, предоставленным кредитными организациями физическим лицам в целом по Российской Федерации на 2017 год по кредиту свыше трех лет и найти среднее по месяцам с января по сентябрь, то получается 14,69%. То есть наше предположение соответствует реальной ситуации. [13]

 Рассмотрим некоторые схемы для возврата кредита:

* Схема с равномерными платежами;
* Схема потребительского кредита;
* Общая схема;
1. Схема с равномерными выплатами (аннуитетная схема) предполагает равные суммарные выплаты по кредиту в каждый период. Из таблицы 4. видно, что первые пять лет большая доля выплат идёт на покрытие процентов, а с 7-го года тенденция меняется и в большей степени покрывается тело кредита. Для последовательного нахождения процентов необходимо умножить оставшийся долг на ставку по кредиту.
2. Схема потребительского кредита (дифференцированный способ) предполагает выплаты по телу кредита равными долями. Сумма долга делится на количество периодов, по которым производится погашение, а суммарные выплаты уменьшаются к концу срока по кредиту.
3. При использовании общей схемы формируются выплаты по годам в размере, близком к соответствующим выплатам по потребительскому кредиту. Первая компонента подбирается относительно значения настоящей стоимости суммарных выплат кредита.

Схема по погашению кредита выбирается индивидуально и основывается на предпочтениях инвестора. В общем случае можно сказать, что дифференцированный способ выбирается, если кредит предполагается на большой срок и у инвестора есть возможность погасить изначально высокие выплаты, снизив нагрузку в будущем. Выгода появляется в связи с меньшими суммарными выплатами за период по сравнению с аннуитетной схемой. Расчеты для всех трёх схем представлены в таблице 14, 15, 16.

 *Таблица 14*

**Схема с равномерными выплатами (у.е.)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Год | Оставшийся долг | Погашенный долг | Проценты | Суммарные выплаты |
| 1 | 100 000 | 4 925 | 15 000 | 19 925 |
| 2 | 95 075 | 5 664 | 14 261 | 19 925 |
| 3 | 89 411 | 6 514 | 13 412 | 19 925 |
| 4 | 82 897 | 7 491 | 12 435 | 19 925 |
| 5 | 75 407 | 8 614 | 11 311 | 19 925 |
| 6 | 66 792 | 9 906 | 10 019 | 19 925 |
| 7 | 56 886 | 11 392 | 8 533 | 19 925 |
| 8 | 45 494 | 13 101 | 6 824 | 19 925 |
| 9 | 32 393 | 15 066 | 4 859 | 19 925 |
| 10 | 17 326 | 17 326 | 2 599 | 19 925 |
| **Итого** | **-** | **100 000** | **99 252** | **199 252** |

*Таблица 15*

**Схема потребительского кредита (у.е.)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Год | Оставшийся долг | Погашенный долг | Проценты | Суммарные выплаты |
| 1 | 100 000 | 10 000 | 15 000 | 25 000 |
| 2 | 90 000 | 10 000 | 13 500 | 23 500 |
| 3 | 80 000 | 10 000 | 12 000 | 22 000 |
| 4 | 70 000 | 10 000 | 10 500 | 20 500 |
| 5 | 60 000 | 10 000 | 9 000 | 19 000 |
| 6 | 50 000 | 10 000 | 7 500 | 17 500 |
| 7 | 40 000 | 10 000 | 6 000 | 16 000 |
| 8 | 30 000 | 10 000 | 4 500 | 14 500 |
| 9 | 20 000 | 10 000 | 3 000 | 13 000 |
| 10 | 10 000 | 10 000 | 1 500 | 11 500 |
| **Итого** | **-** | **100 000** | **82 500** | **182 500** |

*Таблица 16*

**Общая схема (у.е.)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Год | Оставшийся долг | Погашенный долг | Проценты | Суммарные выплаты |
| 1 | 100 000 | 11 506 | 15 000 | 26 506 |
| 2 | 88 494 | 9 726 | 13 274 | 23 000 |
| 3 | 78 769 | 10 185 | 11 815 | 22 000 |
| 4 | 68 584 | 8 712 | 10 288 | 19 000 |
| 5 | 59 871 | 9 519 | 8 981 | 18 500 |
| 6 | 50 352 | 9 447 | 7 553 | 17 000 |
| 7 | 40 905 | 10 364 | 6 136 | 16 500 |
| 8 | 30 541 | 10 919 | 4 581 | 15 500 |
| 9 | 19 622 | 10 057 | 2 943 | 13 000 |
| 10 | 9 565 | 9 565 | 1 435 | 11 000 |
| **Итого** | **-** | **100 000** | **82 006** | **182 006** |
| PV | 15% | - | - | 100 000 |

 Из приведенных выше таблиц видно, что использование общей схемы является наиболее релевантным, так как предполагает экономию в размере около 495 у.е. по сравнению с потребительским кредитом. Как было отмечено выше, данная выгода появляется вследствие более высоких выплат в течение первых нескольких лет.

# 3.3 Формирование денежных потоков инвестиционного проекта

 Выше представлены все необходимые компоненты для расчета денежного потока. Мы рассматриваем денежный поток с учетом ограниченности собственного капитала у инвестора и с учетом выплат по кредиту. Выбрана общая схема по критерию минимизации суммарных выплат за весь период. В табл. 17 представлены денежные потоки по данному проекту.

*Таблица 17*

**Денежный поток по инвестиционному проекту**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Год | Цена продукта | Объем продаж | Переменные затраты | Постоянные затраты | Денежный поток | Выплаты по кредиту | Итого |
| 0 | - | - | - | - | -400 000,00 | 100 000,00 | -300 000,00 |
| 1 | 19 | 17 500 | 7 | 123 000 | 87 000 | -26 505,55 | 60 494,45 |
| 2 | 21 | 18 025 | 9 | 123 100 | 93 200 | -23 000,00 | 70 200,00 |
| 3 | 22 | 18 566 | 10 | 128 205 | 94 587 | -22 000,00 | 72 587,00 |
| 4 | 24 | 19 123 | 10 | 159 515 | 108 207 | -19 000,00 | 89 207,00 |
| 5 | 26 | 19 696 | 11 | 159 631 | 135 809 | -18 500,00 | 117 309,00 |
| 6 | 28 | 20 287 | 12 | 159 753 | 164 839 | -17 000,00 | 147 839,00 |
| 7 | 30 | 20 896 | 13 | 159 880 | 195 352 | -16 500,00 | 178 852,00 |
| 8 | 33 | 21 523 | 14 | 160 014 | 248 923 | -15 500,00 | 233 423,00 |
| 9 | 35 | 22 168 | 14 | 160 155 | 305 373 | -13 000,00 | 292 373,00 |
| 10 | 38 | 22 834 | 15 | 160 303 | 364 879 | -11 000,00 | 353 879,00 |

# 3­­.4 Анализ финансовых результатов инвестиционного проекта

 Для того чтобы применить описанные выше модели по оценке устойчивости инвестиционного проекта и его риска необходимо рассчитать чистую настоящую стоимость (*NPV*) и внутреннюю процентную ставку (*IRR*). Чистую настоящую стоимость рассчитаем при разных значениях ставок расчетного процента и затем для анализа чувствительности выберем максимальную, но не превышающую ставку внутреннего процента. В противном случае проект изначально считается невыгодным. Внутренняя норма доходности – это процентная ставка при условии, что *NPV=0*. В таблице 18. представлены соответствующие значения.

*Таблица 18*

**Расчет *NPV* и *IRR***

|  |  |
| --- | --- |
| Банковский процент | *NPV* |
| 10% | 545 870,95 |
| 14% | 375 842,04 |
| 18% | 249 691,29 |
| 22% | 154 533,34 |
| 26% | 81 622,92 |
| 30% | 24 927,67 |
| 34% | -19 777,49 |
| 38% | -55 494,83 |
| **IRR** | **32%** |

Одним из критериев того, что проект стоит исполнить, является положительное значение *NPV*. На примере показано, что в большинстве случаев данное условие выполняется, и чистая настоящая стоимость по инвестиционному проекту становится отрицательной при достаточно больших значениях банковского процента.

# 3.5 Однофакторный анализ чувствительности чистой настоящей стоимости инвестиционного проекта

 Для оценки устойчивости проекта проведем сначала однофакторный анализ чувствительности и проинтерпретируем полученные результаты. Примем максимально возможную ставку расчётного процента, равную 30%, что меньше внутренней нормы доходности.

 Для базового значения цены выберем цену для 5-го года, равную 26 у.е. Так как все остальные факторы считаются фиксированными, то проведем расчеты *NPV*, который будет меняться соответственно только для пятого периода. В табл. 19. представлены значения новых цен и соответствующие значения чистой настоящей стоимости. Результаты однофакторного анализа также продемонстрированы на рис. 6., где указана зависимость между ценой и NPV.

 *Таблица 19*

**Вариация значений *NPV* в зависимости от изменения цены обеда (у.е.)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Процент изменения цены | Новая цена | *NPV* |
| -50% | 13 | -44 033,51  |
| -40% | 15,6 | -30 241,27  |
| -30% | 18,2 | -16 449,04  |
| -20% | 20,8 | -2 656,80  |
| -10% | 23,4 | 11 135,43  |
| 0% | 26 | 24 927,67  |
| 10% | 28,6 | 38 719,90  |
| 20% | 31,2 | 52 512,13  |
| 30% | 33,8 | 66 304,37  |
| 40% | 36,4 | 80 096,60  |
| 50% | 39 | 93 888,84  |

Рис. 6. Зависимость *NPV* от цены обеда (у.е.)

 Отрицательное значение *NPV* получается при цене за обед 20,8 у.е., что на 20% ниже заявленной. Важно отметить, что мы выбрали достаточно высокую ставку расчетного процента, что является маловероятным. Можно утверждать, что в этом смысле проект является устойчивым по отношению к цене, но мы рассмотрели только один год.

 Проведем двухфакторный анализ чувствительности, то есть посмотрим, как цена и переменные издержки влияют на значение чистой настоящей стоимости. Изменение цены происходит относительно 5-го года, а переменных издержек относительно 6-го. Оставим без изменений ставку по банковскому проценту – 30%. В табл. 20. представлены значения *NPV* при влиянии двух переменных.

 *Таблица 20*

Значения *NPV* в зависимости от переменных издержек и цены обеда (у.е.)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|   | Издержки | -50% | -40% | -30% | -20% | -10% | 0% | 10% | 20% | 30% | 40% | 50% |
| Цена |   | 6,0 | 7,2 | 8,4 | 9,6 | 10,8 | 12,0 | 13,2 | 14,4 | 15,6 | 16,8 | 18,0 |
| -50% | 13 | -18 816 | -23 859 | -28 903 | -33 946 | -38 990 | -44 034 | -49 077 | -54 121 | -59 164 | -64 208 | -69 251 |
| -40% | 15,6 | -5 023 | -10 067 | -15 111 | -20 154 | -25 198 | -30 241 | -35 285 | -40 328 | -45 372 | -50 416 | -55 459 |
| -30% | 18,2 | 8 769 | 3 725 | -1 318 | -6 362 | -11 405 | -16 449 | -21 493 | -26 536 | -31 580 | -36 623 | -41 667 |
| -20% | 20,8 | 22 561 | 17 518 | 12 474 | 7 430 | 2 387 | -2 657 | -7 700 | -12 744 | -17 788 | -22 831 | -27 875 |
| -10% | 23,4 | 36 353 | 31 310 | 26 266 | 21 223 | 16 179 | 11 135 | 6 092 | 1 048 | -3 995 | -9 039 | -14 082 |
| 0% | 26 | 50 146 | 45 102 | 40 058 | 35 015 | 29 971 | 24 928 | 19 884 | 14 841 | 9 797 | 4 753 | -290 |
| 10% | 28,6 | 63 938 | 58 894 | 53 851 | 48 807 | 43 763 | 38 720 | 33 676 | 28 633 | 23 589 | 18 546 | 13 502 |
| 20% | 31,2 | 77 730 | 72 686 | 67 643 | 62 599 | 57 556 | 52 512 | 47 469 | 42 425 | 37 381 | 32 338 | 27 294 |
| 30% | 33,8 | 91 522 | 86 479 | 81 435 | 76 392 | 71 348 | 66 304 | 61 261 | 56 217 | 51 174 | 46 130 | 41 086 |
| 40% | 36,4 | 105 315 | 100 271 | 95 227 | 90 184 | 85 140 | 80 097 | 75 053 | 70 009 | 64 966 | 59 922 | 54 879 |
| 50% | 39 | 119 107 | 114 063 | 109 020 | 103 976 | 98 932 | 93 889 | 88 845 | 83 802 | 78 758 | 73 715 | 68 671 |

Рис. 7. Зависимость *NPV* от одновременного влияния переменных издержек и цены обеда (у.е.)

 Анализ результатов позволяет сделать вывод, что проект не является высоко рискованным и он достаточно устойчив к изменению переменных издержек и цены комплексного обеда. Так, например, если цена обеда будет неизменной, то только при росте затрат в 1,5 раза проект становится невыгодным. При этом повысив цену обеда всего лишь на 10% получится избежать расходов по инвестиционному проекту. Кроме того, если появится необходимость снизить цену обеда на 10%, например, для привлечения клиентов, или цена снизилась из-за влияния внешних факторов, то за чет экономии удельно-переменных затрат на единицу продукции можно компенсировать негативный эффект. Если возможно пересмотреть стоимость продуктов с поставщиками и снизить издержки на 10%, то это компенсирует снижение цены за обед и на 20%.

 На рис. 7. проиллюстрирована зависимость чистой настяощей стоимости от цены и переменных издержек на продукцию как часть плоскость, потому что *NPV* находится в линейной зависимости от выделенных факторов. Об устойчивости проекта к изменению переменных можно судить по наклону графика: чем ниже нулевого значения *NPV* находится плоскость, тем более чувствителен проект к изменениям. В данном случае инвестиционный проект можно охарактеризовать как достаточно устойчивый к изменению перечисленных факторов. В реальности более вероятно увеличение цены, чем ее снижение. Но даже если она снизится для проведения какой-то акции или иных целей, это можно компенсировать.

# 3.6 Метод Монте-Карло

Проиллюстрируем использование метода Монте-Карло на нашем примере. Рассмотрим распределение значений *NPV* в зависимости от имитируемых случайных распределений таких факторов, как цена за комплексный обед в 5-ом году и величина переменных издержек в 6-ом году. Для данных факторов зададим нормальное распределение, а в качестве параметров для среднего значения выберем их прогнозные величины на соответствующие года, а стандартное отклонение для цены равное 5 у.е. и 4 у.е. для переменных издержек. После выполненного алгоритма получаем распределение *NPV* для 100 итераций. Целью метода Монте-Карло является определение значимости влияния факторов на значение чистой настоящей стоимости. В табл. 21. Представлены расчеты для одного из циклов.

*Таблица 21*

**Имитация распределения случайных величин для 10-го цикла**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Номер итерации | Цена 5-го периода, у.е. | Условно-переменные расходы 6-го периода, у.е. |
| Среднее значение – 26 у.е. | Среднее значение – 12 у.е. |
| Стандартное отклонение - 5 | Стандартное отклонение - 4 |
| 1 | 44,34 | 10,69 |
| 2 | 25,52 | 13,93 |
| 3 | 29,94 | 9,29 |
| 4 | 22,99 | 12,26 |
| 5 | 21,48 | 15,99 |
| 6 | 26,98 | 15,53 |
| 7 | 29,71 | 12,92 |
| 8 | 23,69 | 10,69 |
| 9 | 37,58 | 12,88 |
| 10 | 24,61 | 3,71 |
| … | … | … |
| 90 | 27,19 | 14,51 |
| 91 | 20,61 | 13,95 |
| 92 | 27,67 | 15,05 |
| 93 | 30,05 | 11,15 |
| 94 | 31,58 | 3,94 |
| 95 | 19,58 | 10,94 |
| 96 | 19,89 | 17,36 |
| 97 | 21,47 | 10,25 |
| 98 | 25,68 | 6,20 |
| 99 | 19,87 | 13,49 |
| 100 | 18,37 | 12,76 |

*Продолжение таблицы 21*

При использовании метода Монте-Карло мы оцениваем одновременное влияние двух переменных на чистую настоящую стоимость, следовательно, важно доказать отсутствие корреляционной связи между переменными. Для этого можно рассчитать коэффициент парной корреляции и построить статистику для проверки соответствующей гипотезы. Однако в реальности цена продукции, например, явно влияет на спрос на товар. Поэтому при наличии корреляционной зависимости между переменными ее можно учесть при генерации случайных чисел.

В данном случае воспользуемся функцией «КОРРЕЛ», чтобы рассчитать коэффициент парной корреляции, значение которого равно -0,0561, что близко к нулю. Проверим гипотезу, построив статистику вида:

,

где *n* – объем выборки (*n*=100). Сопоставим со статистикой имеющей распределение Стъюдента с степенями свободы и доверительный интервал .

0,5562,

Критическое значение коэффициента Стъюдента с 98 степенями свободы и доверительным интервалом, равным 0,95, соответствует 1,984. Так как 0,5562<1,984, то можно принять нулевую гипотезу с вероятностью ошибки первого рода, равной 0,05.

Проведем расчет денежных потоков в рамках одного имитационного цикла (на примере 10-го цикла). Как было оказано выше, значения денежных потоков с фиксированными переменными остаются неизменными для всех итераций, а для 5-го и 6-го периодов существует вариация значений. На основании полученных результатов проведем расчет чистой настоящей стоимости с помощью функции «ЧПС». Была использована ставка расчетного процента наиболее близкая к норме внутренней доходности, равная 30%. В табл. 22 представлены полученные данные.

*Таблица 22*

**Варианты денежного потока рассматриваемого проекта в рамках 10-го цикла, у.е.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Цена 5 периода | Усл-пер расх. 6 периода | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | *NPV* |
|   | 26 | 12 | -300000 | 60494 | 70200 | 72587 | 89207 | 117309 | 147839 | 178852 | 233423 | 292373 | 353879 | 24928 |
| 1 | 44 | 11 | -300000 | 60494 | 70200 | 72587 | 89207 | 478558 | 174472 | 178852 | 233423 | 292373 | 353879 | 127740 |
| 2 | 26 | 14 | -300000 | 60494 | 70200 | 72587 | 89207 | 107859 | 108632 | 178852 | 233423 | 292373 | 353879 | 14260 |
| 3 | 30 | 9 | -300000 | 60494 | 70200 | 72587 | 89207 | 194925 | 202898 | 178852 | 233423 | 292373 | 353879 | 57239 |
| 4 | 23 | 12 | -300000 | 60494 | 70200 | 72587 | 89207 | 58055 | 142512 | 178852 | 233423 | 292373 | 353879 | 7865 |
| 5 | 21 | 16 | -300000 | 60494 | 70200 | 72587 | 89207 | 28246 | 66909 | 178852 | 233423 | 292373 | 353879 | -15826 |
| 6 | 27 | 16 | -300000 | 60494 | 70200 | 72587 | 89207 | 136662 | 76126 | 178852 | 233423 | 292373 | 353879 | 15283 |
| 7 | 30 | 13 | -300000 | 60494 | 70200 | 72587 | 89207 | 190312 | 129193 | 178852 | 233423 | 292373 | 353879 | 40727 |
| 8 | 24 | 11 | -300000 | 60494 | 70200 | 72587 | 89207 | 71775 | 174354 | 178852 | 233423 | 292373 | 353879 | 18157 |

С помощью полученных значений определим основные характеристики, которые отражают, как влияют факторы риска на чистую настоящую стоимость, и позволяют провести сравнительный анализ. В табл. 23 указаны характеристики распределения *NPV* для 10-го имитационного цикла.

*Таблица 23*

**Основные характеристики распределения *NPV* для 10-го цикла**

|  |  |
| --- | --- |
| Показатель | Значение |
| Ожидаемое значение *NPV* | 24718,5 |
| Стандартное отклонение *NPV* | 35326,6 |
| Коэффициент вариации | 1,4292 |
| Вероятность отрицательного значения *NPV* | 0,27 |
| Наибольшее значение *NPV* | 127740,21 |
| Наименьшее значение *NPV* | -72713,96 |

Чтобы оценить распределение чистой настоящей стоимости построим частотную диаграмму для соответствующих значений. Определим количество необходимых интервалов с помощью формулы Стерджесса:

Длина интервала *d* определяется по формуле:

На основании полученных величин построим частотную диаграмму значений чистой настоящей стоимости для 10-го цикла имитационных расчетов. Гистограмма позволяет более наглядно оценить результаты. Видно, что большая часть значений *NPV* находится в положительной области, а конкретные значения попадания *NPV* в каждую группу зависят от заданного распределения для факторов, то есть нормального распределения. Поэтому распределение *NPV* имеет схожий тренд к нормальному распределению, если делать вывод по гистограмме на рис. 8.

Рис. 8. Гистограмма *NPV* при нормальном распределении цены обеда в 5-ом году и условно-переменных затрат в 6-ом году

 Большинство значений *NPV* находится в положительной области, что подтверждает и значение коэффициента вариации. При этом конкретные значения частот попадания в каждый интервал зависят от заданного распределения, которое является нормальным для цены и условно-переменных расходов.

Анализ устойчивости характеристик *NPV* при изменении выбранных факторов проводился при расчете ожидаемого значения *NPV*, стандартного отклонения, коэффициента вариации, максимального и минимального значения из 100 возможных, а также вероятности получения отрицательного значения. Перечисленные характеристики представлены в табл. 24, расчеты проведены в 10 циклах. То есть в каждом цикле была проведена генерация случайных величин для цены и переменных издержек, а затем рассчитаны статистические показатели.

*Таблица 24*

**Основные характеристики распределения *NPV*, выполненных для 10-ти циклов имитационных вычислений, у.е.**

|  |  |
| --- | --- |
| Показатель | Цикл имитационных вычислений |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Ожидаемое значение *NPV* | 26362,8 | 22030,2 | 24269,9 | 29579,7 | 24630,1 | 22609,0 | 26456,4 | 28754,3 | 21742,6 | 24718,5 |
| Стандартное отклонение *NPV* | 17385,5 | 31953,6 | 12741,3 | 28981,3 | 17275,8 | 28569,5 | 17046,7 | 25507,2 | 31353,0 | 35326,6 |
| Коэффициент вариации | 0,6595 | 1,4504 | 0,5250 | 0,9798 | 0,7014 | 1,2636 | 0,6443 | 0,8871 | 1,4420 | 1,4292 |
| Вероятность отрицательного значения *NPV* | 0,09 | 0,26 | 0,03 | 0,14 | 0,08 | 0,21 | 0,08 | 0,14 | 0,26 | 0,27 |
| Максимальное значение *NPV* | 81722,5 | 81683,9 | 50743,7 | 111596,2 | 70434,3 | 79088,2 | 64032,1 | 89113,1 | 96477,9 | 127740,2 |
| Минимальное значение *NPV* | -10352,9 | -64027,5 | -7386,5 | -49143,9 | -15202,7 | -49872,4 | -11688,4 | -32837,4 | -48791,5 | -72714 |

На основе полученных результатов можно сделать следующие выводы. Во-первых, ожидаемое значение *NPV* во всех 10-ти циклах это положительная величина. Во-вторых, в 4-ти из 10 циклов стандартное отклонение больше ожидаемого значения *NPV*, что подтверждает и коэффициент вариации. Таким образом, есть возможность получить отрицательное значение, но вероятность в каждом цикле разная. В-четвертых, наибольшее и наименьшее значение по *NPV* определяют интервал колебания чистой настоящей стоимости. Следовательно, стандартное отклонение *NPV* характеризует только часть интервала колебаний *NPV* вследствие имитационных расчетов.

 Устойчивость характеристик *NPV* можно оценить двумя способами – формальными критериями проверки гипотез или с помощью графиков. Рассмотрим тренд для вероятности появления отрицательного значения *NPV* среди всех 100 значений и для ожидаемого значения *NPV*. График, приведенный на рис. 9. позволяет сделать вывод о том, что разброс вероятностей достаточно высок. Максимальное и минимальное значение по вероятности отклоняется от среднего значения по выборке, равного 0,16 примерно на 75% в обе стороны. То есть полученные оценки для вероятности сильно зависят от числа циклов и объема выборки. Данный параметр не устойчив. С другой стороны, на рис. 10 интервал колебаний ожидаемого значения *NPV* узок и находится полностью в положительной области. Здесь отклонения от среднего по выборке 25115,4 в обе стороны составляют примерно 15%. Данная характеристика устойчива.

 Рис. 9. Вероятность отрицательного значения *NPV* по циклам имитации

Рис. 10. Ожидаемое значение *NPV* по циклам имитации

 При проведении компьютерной имитации значений цены комплексного обеда и переменных издержек видно, что значения характеристик *NPV* сильно варьируют от цикла к циклу. Мы не учили то, как взаимосвязаны между собой параметры. Кроме того, нет формального критерия, как принимать решение с помощью метода Монте-Карло. Учитывая этот факт и неустойчивость характеристики вероятности отрицательного значения можно сделать вывод, что окончательное решение инвестора зависит от его склонности или несклонности к риску и от его предположения о фактических значениях факторов в будущем.

# 3.7 Метод сценариев для инвестиционного проекта

 Рассмотрим применение метода анализа сценариев для нашего инвестиционного проекта. Сформируем основные сценарии будущего развития: оптимистический (объемы продаж и цены растут по сравнению с ожидаемыми значениями), пессимистический (с обратной тенденцией) и наиболее вероятный, который будет совпадать с ожидаемым. Далее рассчитаем значения чистой настоящей стоимости, ожидаемое значение и стандартное отклонение для данного показателя эффективности с целью проведения сравнительного анализа. (Формулы представлены в 1 главе). Субъективные вероятности зададим условно. В табл. 25. представлены вероятности для каждого сценария будущего развития и значения коэффициентов в соответствии с которыми произойдёт прирост или уменьшение по соответствующим изменяющимся факторам. В табл. 26 проведен расчет для ожидаемого значения *NPV* и риска, выраженного в виде дисперсии и стандартного отклонения.

 *Таблица 25*

**Параметры для трёх сценариев будущего развития (в долях)**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  Сценарий | Вероятность | Объем продаж | Переменные издержки | Цена |
| Оптимистический | 0,15 | 1,10 | 0,9 | 1,10 |
| Наиболее вероятный | 0,80 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Пессимистический | 0,05 | 0,90 | 1,10 | 0,90 |

*Таблица 26*

**Ожидаемое значение *NPV* и риск в форме дисперсии и стандартного отклонения (у.е.)**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Сценарий | *NPV* | Вероятность | Ожид. *NPV* | Дисперсия для *NPV* | Станд. отклон. |
| Оптимистический | 325 834,09 | 0,15 | 48875,114 | 10840107360 | 104115,8 |
| Наиболее вероятный | 24 927,67 | 0,80 | 19942,1326 | 823326498 | 28693,67 |
| Пессимистический | -236 181,73 | 0,05 | -11809,0864 | 4298015552 | 65559,25 |
| Итого: |   | 1 | 57008,1602 | 15961449410 | 198368,8 |

 Анализ результатов показывает, что , что говорит о доходности нашего инвестиционного проекта. Однако, возможность получения отрицательного значения *NPV* есть. Кроме того, значение стандартного отклонения достаточно большое 𝝈 = 198368,8, что характеризует большой разброс значений *NPV*. Об этом также свидетельствует значение коэффициента вариации:

3,48.

В данном случае важно отталкиваться от ожиданий инвестора. Если реализация пессимистического сценария предполагается маловероятной и если есть резервы капитала для включения встроенных возможностей, например, открытия второго ресторана, то проект можно считать не высоко рискованным.

# 3.8 Управление рисками с помощью реальных опционов

Как было отмечено выше существуют контрактные и встроенные реальные опционы. К контрактным относятся договоры между двумя сторонами, одна из которых за определенную плату обязуется взять часть рисков по проекту. В зависимости от ожиданий будущего развития экономики и выбранной стратегии можно продать права на часть бизнеса, приостановить бизнес или прекратить его полностью, а также расширить возможности по проекту. Встроенные реальные опционы подразумевают под собой те же варианты развития событий, но обусловлены не заключением срочных контрактов, а личными намерениями и возможностями менеджера или инвестора.

Рассмотрим вариант контрактного реального опциона и предположим, что при наступлении неблагоприятного сценария, который был описан выше, менеджер решает ликвидировать проект во 2-ом году и продать его. При этом третья сторона даёт согласие на покупку ресторана за 600 тыс. у.е. Следовательно, можно рассчитать новое значение *NPV* при учете ликвидации и продажи бизнеса и единовременном погашении оставшейся суммы долга по кредиту, что представлено в табл. 27.

*Таблица 27*

**Значения денежного потока при развитии неблагоприятного сценария с продажей бизнеса во 2-ом году**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Год | Цена продукта | Объем продаж  | Переменные затраты | Пост. затраты | CF | Выплаты по кредиту | Итого |
| 0 |  - |  - |  - |  - | -400000 | 100000 | -300000 |
| 1 | 17,1 | 15750 | 7,7 | 123000 | 25050 | -26505,55232 | -1455,552316 |
| 2 |  - |  - | -  |  - | 600000 | -182500 | 417500 |

В связи с новой встроенной возможностью меняется значение ожидаемого *NPV* для пессимистического сценария, соответственно меняются и другие характеристики для инвестиционного проекта, что можно увидеть в табл. 28.

*Таблица 28*

**Ожидаемое значение *NPV* и риск в форме дисперсии и стандартного отклонения (у.е.) при использовании реального опциона**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Сценарий | *NPV* | Вероятность | Ожид. *NPV* | Дисперсия для *NPV* | Станд. отклон |
| Оптимистический | 325 834,09 | 0,15 | 48875,114 | 10118230868 | 100589,4 |
| Наиболее вероятный | 24 927,67 | 0,80 | 19942,1326 | 1357007471 | 36837,58 |
| Пессимистический | -54 078,24 | 0,05 | -2703,91178 | 722300679,8 | 26875,65 |
| Итого: |   | 1 | 66113,3349 | 12197539018 | 164302,7 |

Следующим шагом учтем стоимость опциона для расчета *NPV*. Один из способов рассчитать цену опциона задается следующим образом:

Для данного инвестиционного проекта предельная плата за реальный опцион равна 9105,18. Значения с учетом включения стоимости реального опциона в инвестиционные расходы представлены в табл. 29.

*Таблица 29*

**Ожидаемое значение *NPV* и риск в форме дисперсии и стандартного отклонения (у.е.) при учете стоимости реального опциона в начальных инвестициях**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Сценарий | *NPV* | Вероятность | Ожид. *NPV* | Дисперсия для *NPV* | Станд. отклон |
| Оптимистический | 316 728,92 | 0,15 | 47509,3378 | 9421225637 | 97063 |
| Наиболее вероятный | 15 822,49 | 0,80 | 12657,9929 | 2023335172 | 44981,5 |
| Пессимистический | -63 183,41 | 0,05 | -3159,17051 | 835882414,2 | 28911,63 |
| Итого: |   | 1 | 57008,1602 | 12280443224 | 170956,1 |

Таким образом, риск в форме стандартного отклонения уменьшился по сравнению с ситуацией без включения встроенного реального опциона. То есть = 198368,8 у.е. больше чем = 170956,1у.е., меньше чем Указанное соотношение подтверждает и изменение коэффициента вариации, которое уменьшилось во втором случае: 3.

Можно сделать вывод о том, что при использовании встроенной возможности по продаже бизнеса в будущем при условии наступления неблагоприятных условий рыночной конъюнктуры риск снижается, о чем свидетельствуют соответствующие статистические показатели. Несмотря на это, показатели разброса чистой настоящей стоимости по-прежнему высокие и превышают ожидаемое значение *NPV*, следовательно, проект можно назвать рискованным. Важно отметить, что реализация реального опциона требует заключения срочного договора на определенных условиях с третьей стороной, что достаточно сложно.

# 3.9 Рекомендации по осуществлению инвестиционного проекта

 Для проекта по открытию ресторана «Киберфуд» был проведен анализ с помощью косвенных и прямых методов оценки инвестиций. Анализ чувствительности показал, что колебания чистой настоящей стоимости при изменении двух факторов – цены комплексного обеда и переменных издержек – невысокие, то есть проект можно охарактеризовать как достаточно устойчивый по отношению к этим двум факторам. Тем не менее, при проведении генерации случайных чисел для факторов для некоторых циклов определяется вероятность получения отрицательного *NPV* около 30%, что не позволяет говорить о целесообразности исполнения проекта. Использование метода Монте-Карло носит гипотетический характер и требует большего обоснования выбранного распределения, а также учета взаимосвязи факторов, влияющих на показатели денежного потока. Однако выбранная ставка расчетного процента высока, а при уменьшении ее возможно сокращение вероятности получения отрицательного значения *NPV*.

 При проведении метода сценариев мы получили положительное значение ожидаемого *NPV*, но коэффициент вариации достаточно высокий, то есть стандартное отклонение *NPV* превышает ожидаемое значение, что может характеризовать проект как рискованный. Метод сценариев включает в себя большую долю субъективной информации, выраженной в задании вероятностей относительно реализации сценариев будущего развития. Кроме того, управление рисками с помощью реального опциона на продажу бизнеса во 2-м году при неблагоприятных условиях рыночной конъюнктуры позволяет уменьшить коэффициент вариации и немного сократить риск.

 В целом можно сделать вывод, что проект окупается на 5-ый год и его можно назвать устойчивым. Если инвестор склонен к риску или если для маловероятны неблагоприятные условия рыночной конъюнктуры в будущем, то проект может быть принят к исполнению. В связи с оценкой прямым методом можно сказать, что проект рискованный, но существуют различные встроенные возможности, позволяющие продать ресторанный бизнес и остаться в плюсе.

# **Заключение**

 В теоретической части работы охарактеризовано понятие инвестиционного проекта и факторов риска, влияющих на будущее распределение денежных потоков. Применение методов по оценке эффективности инвестиций в условиях определенности не предполагается целесообразным, так как это не описывает реальные экономические условия. В связи с этим были рассмотрены основные модели для оценки инвестиционных проектов под влиянием риска. Актуальность вопроса состоит в том, что некоторые риски являются диверсифицируемыми и их можно нивелировать в процессе грамотно выстроенной стратегии управления рисками или принятия решения относительно исполнения или неисполнения проекта, основываясь на формальных критериях. Косвенные методы позволяют лишь оценить устойчивость проекта к изменению компонент денежного потока. С помощью прямых методов возможно провести расчетный анализ для мер риска. И те, и другие методы имеют достоинства и недостатки, важно инкорпорировать их в комплексный качественный анализ эффективности инвестиционного проекта.

 Анализ чувствительности позволяет обосновать, насколько сильно влияют некоторые факторы на результат инвестиции, выраженный, например, с помощью чистой настоящей стоимости. Кроме того, можно найти критическое значение для фактора, а соответственно и интервал, в пределах которого чистая настоящая стоимость имеет положительную величину. Графическая интерпретация позволяет оценить это наглядным образом. Метод Монте-Карло является важным методом при оценке устойчивости проекта к изменению факторов, так как генерирует случайные числа по определенному заданному распределению. При учете корреляции между факторами и обосновании выбранного распределения можно оценить устойчивость проекта в определенном интервале.

 Дерево решений позволяет оценить множество будущих исходов в зависимости от изменений рыночной конъюнктуры, но при слишком большом количестве периодов данный метод не эффективен. При использовании метода сценариев необходимо выделить наиболее существенные и вероятные развития событий и сделать качественный предварительный анализ. Общей чертой для прямых методов является учет субъективных вероятностей.

 Анализ теории реальных опционов позволяется сделать вывод, что с их помощью можно преобразовать распределение будущих прогнозируемых результатов так, чтобы инвестиционный проект для предпринимателя был более выгодным, чем без включения встроенных возможностей. Реальные опционы позволяют уменьшить негативный эффект при наступлении неблагоприятной рыночной конъюнктуры или, наоборот, повысить прибыль в соответствующих условиях. Реальный опцион может быть контрактным или встроенным, для первого из которых сложность заключается в достижении договоренности на справедливых условиях с контрагентом. Встроенные же опционы предлагают широкий спектр возможностей, которые необходимо использовать в будущем. То есть, если есть негативный прогноз, и инвестор оценивает вероятность его наступления, как достаточно высокую, то можно «застраховать» бизнес, включив в инвестиционный проект реальный опцион. Были рассмотрены две основные модели по оценке стоимости опционов. Формула Блэка-Шоулза изначально разрабатывалась для финансового инструмента, поэтому накладывает ряд ограничений при ее использовании. Более целесообразно в реальном секторе применять биномиальную модель, в которой задаются будущие значения прибыли в каждом выбранном периоде. Однако сложностью является интерпретация эквивалентного портфеля при построении модели и то, что прогнозируемые доходы могут в действительности быть другими. Невозможно оценить полностью все существующие риски, а также нельзя сделать точные прогнозы для инновационных проектов, аналогов для которых не было прежде. Важным выводом является то, что реальный опцион — это не наличие двух альтернатив – реализовать проект сейчас или никогда – это динамичный процесс. Условия, как и управленческие решения должны быть гибкими и меняться, а чем выше риски в складывающихся обстоятельствах, тем выше ожидаемая доходность по проекту. Применение реальных опционов характерно для таких областей как: высокотехнологичное производство, фармацевтика, строительство, проекты, связанные с разработкой залежей природных ископаемых, сектор информационных технологий и других.

 В практической части работы было показано применение описанных методов на примере. Был проведен анализ с помощью MS Excel и даны рекомендации по исполнению проекта. Дерево решений не было использовано в связи с большим количеством периодов и исходов будущего развития экономики.

# **Список литературы и использованных источников**

1. Абрамов Г.Ф., Малюга К.А. Оценка инвестиционных проектов с использованием реальных опционов / Г.Ф. Абрамов, К.А. Малюга // Интернет-журнал «Науковедение». – 2014. – №2. – С. 2-11. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-investitsionnyh-proektov-s-ispolzovaniem-realnyh-optsionov (Дата обращения: 21.11.2017).
2. Алиев Ш.И. Применение теории реальных опционов к оценке стоимости компании / Ш.И. Алиев // Проблемы современной экономики. – 2011. – №4. – С. 116-120. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-teorii-realnyh-optsionov-k-otsenke-stoimosti-kompanii (Дата обращения: 21.02.2018).
3. Андреева Э.А., Казакова М.Б., Шукшина И.И. Проблемы анализа и оценки рисков инвестиционных проектов / Э.А. Андреева, М.Б. Казакова, И.И. Шукшина // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2008. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-analiza-i-otsenki-riskov-investitsionnyh-proektov (Дата обращения: 10.10.2017).
4. Баев Л.А., Егорова О.В. Проблемы и возможности практического применения теории реальных опционов в оценке и управлении инвестиционными проектами / Л.А. Баев, О.В. Егорова // Вестник Южно-Уральского государственного университета. – 2010. – № 39. – С. 37-41. URL: https://econpapers.repec.org/article/scn009910/14249038.htm (Дата обращения 19.11.2017).
5. Брейли Р., Майерс С. Принципы корпоративных финансов. Пер. с англ. Н. Барышниковой. – М.: Издательство «Олимп-Бзнес», 2008 г. – 1008 с.
6. Вайн С. Опционы. Полный курс для профессионалов. – Альпина Диджитал, 2015. – 438 с.
7. Воронцовский А.В. Инвестиции и финансирование: Методы оценки и обоснования. – СПб.: Издательство С.-Петербургского университета, 2003. – 528с.
8. Воронцовский А.В. Управление рисками: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры. – М.: Издательство Юрайт, 2016. – 414 с.
9. Высоцкая Т.Р. Метод реальных опционов в оценке стоимости инвестиционных проектов / Т.Р. Высоцкая // Финансовый менеджмент. – 2006 г. – №2. URL: http://www.finman.ru/articles/2006/2/4247.html (Дата обращения: 03.03.2018).
10. Дамодаран А. Инвестиционная оценка: Инструменты и методы оценки любых активов; Пер. с англ. – М.: Альпина Паблишер, 2016. – 1316 с.
11. Дыбов А.М. Особенности оценки инвестиционных проектов с учетом факторов риска и неопределенности / А.М. Дыбов // Вестник Удмуртского университета. – 2010. – №2. – С. 7-14. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-otsenki-investitsionnyh-proektov-s-uchyotom-faktorov-riska-i-neopredelyonnosti (Дата обращения: 08.10.2017).
12. Женова Н.А. Метод Монте-Карло в инвестиционном проектировании / Н.А. Женова // Вестник Российского государственного торгово-экономического университета. – 2014. – №11. – С. 42-52.
13. Коростелева М.В., Холодкова В.В. Описание и анализ инвестиционного проекта: Методологические указания для студентов экономического факультета. – СПб, ОЦЭиМ, 2008.
14. Коростелева М.В., Холодкова В.В. Применение пакета прикладных программ MS EXCEL 2007 оценки эффективности капиталовложений. – СПб, ОЦЭиМ, 2012.
15. Крюков С.В. Выбор методов и моделей оценки эффективности инвестиционных проектов в условиях неопределенности / С.В. Крюков // Экономический вестник Ростовского государственного университета. 2008. – Т. 6. – № 3. – С. 107-113.
16. Кузнецов Б.Т. Инвестиции. – М.: Издательство Юнити-Дана, 2010. – 624 с.
17. Лукашев, А.В. Метод Монте-Карло для финансовых аналитиков: краткий путеводитель / А.В. Лукашев // Управление корпоративными финансами. – 2007. – № 1. – С. 22–39.
18. Магнус, Я.Р., Катышев П.К., Пересецкий А.А. Эконометрика. Начальный курс: Учеб. / Я.Р. Магнус, П.К. Катышев, А.А. Пересецкий. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Дело, 2000. – 400 с.
19. Найт, Ф.Х. Риск, неопределенность и прибыль / Ф.Х. Найт. – пер. с англ. – М.: Дело, 2003. – 360 с.
20. Пирогов Н.К., Саломыкова О.А. Анализ опционов роста компаний на растущих рынках капитала / Н.К. Пирогов, О.А. Саломыкова // Журнал «Корпоративные финансы». – 2007. – №2. – С. 32-42.
21. Рош Дж. Стоимость компании: от желаемого к действительному. Пер. с англ. Е.И. Недбальская. – Минск: Гревцов Паблишер. – 2008. – 352 с.
22. Соловьев В.И. Математическое моделирование инструментов управления инновационными рисками в рыночной инфраструктуре. – М.: ИПР РАН, 2006. – 110 с.
23. Спиридонова Е.А. Управление инновациями: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 298 с.
24. Телехов И.И. Сравнительный анализ подходов к оценке стоимости реальных опционов инвестиционных проектов / И.И. Телехов // Российское предпринимательство. 2013. – Т. 14. – №8. – С. 12-17. URL: https://creativeconomy.ru/lib/8093 (Дата обращения: 01.03.2018).
25. Центральный банк РФ [Электронный ресурс]. URL: http://www.cbr.ru/statistics/?PrtId=int\_rat (Дата обращения: 4.11.2017)
26. Black F., Scholes M. The Pricing of Options and Corporate Liabilities / F. Black, M. Scholes // Journal of Political Economy. – 1973. № 81. – P. 637 - 654.
27. Brach M. Real options in practice / М. Brach. – Wiley finance series, 2003. – 378 p.
28. Celona J. McNamee P. Decision Analysis for the Professional / J. Celona, P. McNamee. – SmartOrg, 2008. – 341 p.
29. Clemen Robert T., Reilly T. Making hard decisions with decision tools / R.T. Clemen, T. Reily. – Cengage Learning, Inc, 2013. – 816 p.
30. Copeland T., Tufano P. Real-World Way to Manage Real Options / T. Copeland, P. Tufano // Harvard Business Review. – 2004. – Vol. 82 Issue.
31. Götze U., Northcott D., Scguster P. Investment Appraisal. Methods and Models. / U. Götze, D. Northcott, P. Scguster. – Berlin: Springer-Verlag, 2008. – 391 p.
32. Luehrman T.A. Strategy as a Portfolio of Real Options / T.A. Luehrman // Harvard Business Review. – 1998. – Vol. 76. Issue 5.
33. Kester W.C. Today’s Options for Tomorrow’s Growth / W.C. Kester // Harvard Business Review. – 1984. Vol.62. – P. 153-160.
34. Merton R. C. Theory of Rational Option Pricing / R.C. Merton // Bell Journal of Economics and Management Science. – 1973. №4. P. 141—183.
35. Mun, Johnathan. Real options analysis: tools and techniques for valuing strategic investments and decisions / J. Mun. – John Wiley & Sons, Inc, 2002. – 386 p.
36. Myers S. Determinants of Corporate Borrowing / S.Myers // Journal of Financial Economics. – 1977. №5.
37. Sharpe W. F. Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk. / W.F. Sharpe // Journal of Finance. – 1964. №19. – P. 425–442.