

УДК 65.011.42

*М.И. Максимов, Н.С. Постовой*

Российский Экономический Университет имени Г.В. Плеханова, г. Москва,  
email: Maksimov.MI@rea.ru

## **ПРИМЕНЕНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА РИСКОВ И НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ РЫНКА**

**Ключевые слова:** риск-менеджмент, неопределённость, симуляция, принятие решений, анализ, стратегическое управление.

Многие организации недооценивают методы статистического моделирования как инструмент, использующийся для анализа рисков. Однако этот подход является эффективным решением, когда результаты используются на стратегическом уровне для поддержки принятия важных решений. В данной статье обосновывается необходимость использования количественного анализа рисков, подчёркивая преимущества и указывая на потенциальные недостатки. Описывается то, что руководство должно ожидать от специалистов по анализу рисков и что, в свою очередь, должно сделать высшее руководство для создания среды, способствующей успешному проведению анализа рисков.

*M.I. Maksimov, N.S. Postovoj*

Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, email: Maksimov.MI@rea.ru

## **APPLICATION OF QUANTITATIVE RISK AND UNCERTAINTY ANALYSIS IN MODERN MARKET CONDITIONS**

**Keywords:** risk management, uncertainty, simulation, decision making, analysis of strategic governance.

Corporate decisions are made by high-level committees, which must consider the risks they face. These committees discuss the risks of the strategy, but these discussions are often not substantive or structured, and the committees are not always provided with the necessary data in a form that is easy to analyze. Although the participants have experience in many areas of business planning and management, they may not be sufficiently savvy in quantitative risk analysis. Committee members may often not understand what quantitative risk analysis is or the use of Monte Carlo simulations in strategic models. They don't know what to ask their employees to get a clearer picture of the risk of the strategy. Committee staff may also be unaware of the availability of this methodology. Some people at the decision-making level are known to be hostile to new ways of analyzing decisions. They may prefer the intuitive approach that has served them well in the past. They are skeptical of new methods, especially those that appear to be accurate and scientific. An effective way is to reach out to decision makers to overcome their reluctance or antagonism towards a statistical approach to risk analysis and to illustrate the benefits of the methods with a simple strategy. Using Monte Carlo simulation, several aspects important to the decision process can be quantified. For example: how likely is it that the desired goal, such as return on investment or net present value, will be achieved? This may determine the feasibility of implementing the strategy. How do the outcomes of two or more competing policy options that are available to us differ, given their inherent uncertainty? Such a comparison will help to make a choice between competing strategies when resources are limited. What risk factors or other environmental factors should be targeted to improve the strategic plan's chances of success? Answering this question may allow us to improve the predicted results of a risk-adjusted strategy by mitigating threats and enhancing opportunities. This article will justify the need to use quantitative risk analysis, highlight the advantages and indicate potential disadvantages. It will also provide guidance to organizational leaders on the requirements that apply to Quantitative Risk Analysts and what, in turn, top management must do to create an environment conducive to successful risk analysis. The essence of qualitative and quantitative analysis of risks and uncertainty is defined, and the Monte Carlo simulation method is described in expanded form.

Планирование успешной деятельности организации предполагает работу со многими видами риска. Без риска не было бы никаких проблем в бизнесе. Угрозы, если они материализуются, могут сделать, казалось бы, успешную стратегию провальной, а возможности, если их использовать, могут улуч-

шить результаты от реализации стратегии, которая в противном случае была бы незначительной. Стратегическое планирование предполагает сбалансированность многих факторов, которые связаны с риском. Однако предприятия часто не осознают, как риск влияет на результаты конкурирующих стратегий и как

определить и проанализировать стратегический риск. Анализ риска стратегии может привести к тому, что организация выберет альтернативу с более низкой доходностью, если она имеет меньший риск, чем альтернатива с более высокой номинальной доходностью, но большим риском. Независимо от того, является ли организация несклонной к риску, стремящейся к риску или нейтральной к риску, она должна оценить риск, связанный с ее перспективными стратегиями, прежде чем принимать важные решения. В данной статье рассматривается, как количественный анализ риска может способствовать пониманию подверженности риску в современных рыночных условиях.

### **Оценка риска и неопределённости**

Коммерческий риск определяется как совокупность неопределённых событий и условий, которые, если они произойдут, окажут положительное или отрицательное влияние на цели организации. В принятии правильных стратегических решений участвуют факторы как внешние, так и внутренние по отношению к организации, и каждому из этих факторов сопутствует неопределённость. Разработка стратегии требует прогнозирования дальнейшего развития бизнеса. Поскольку фактов о будущем не существует, будущее лучше всего описывается в статистических терминах, таких как « Показатель может быть низким как  $X$  или высоким как  $Y$ , но наиболее вероятно, что он будет находиться в районе  $Z$  ». Эти параметры легко перевести в вероятностные распределения неопределённых факторов. Понятно, что эти неопределённые переменные будут иметь существенное влияние на то, будет ли стратегия успешной или нет. Зачастую разработанный план выражается в виде модели, представляющей такие цели, как объем продаж, внутренняя норма прибыли, чистая текущая стоимость или доходность используемых активов. Организации обычно строят модели, предполагая, что они достоверно знают модели, компоненты, структуры и параметры. Это предположение является опасным. Оно может привести к менее чем оптимальным или даже совсем неверным решениям. Понимание

неопределённости факторов, которые способствуют успеху или неудаче стратегии, имеет решающее значение для принятия правильных решений. Иногда мы называем такие решения скорректированными с учётом риска. Включение этой неопределённости в модель стратегического плана организации может предоставить конкретную и выверенную информацию, необходимую руководителям для принятия решений. Во многих отраслях оценка риска используется для определения вероятности потерь по активу, кредиту или инвестиции. Оценка риска важна для определения стоимости конкретной инвестиции и оптимального метода снижения риска. Прежде чем приступить к реализации новой инициативы, компании или инвестиции, компании, правительства и инвесторы проводят оценку рисков.

Аналитический подход, который не опирается на численный или математический анализ, – это качественный анализ риска. Вместо этого субъективное мнение и опыт человека используются для создания теоретической модели риска для конкретных обстоятельств. Изучение руководства компании, ее взаимодействия с поставщиками и представления общественности о компании может представлять собой качественный анализ корпорации. С другой стороны, количественный анализ риска сосредоточен на создании моделей риска и симуляций, которые позволяют присвоить риску числовые значения. В этой стратегии используется множество переменных в самых разных областях, включая финансы, инженерное дело и науку, чтобы выявить вероятные результаты.

### **Симуляция Монте-Карло**

Примером инструмента количественного анализа риска может служить симуляция Монте-Карло, которая предлагает действенный и широко известный способ оценки влияния неопределённости на ключевые показатели успеха. Когда будущее неопределённо и несколько неопределённостей могут иметь значение для результата, необходим метод анализа, который может охватить все риски одновременно и дать представление о влиянии риска на результаты реализации стратегии. Применение симуляции

Монте-Карло в современных условиях рынка отвечает обоим этим требованиям. Симуляция Монте-Карло – это метод изучения влияния на стратегию основных рисков, включая технические, внешние, конкурентные и нормативные факторы, поскольку они могут действовать одновременно и изменять результат, полученный в номинальной или детерминистической модели.

Используя симуляцию Монте-Карло, можно количественно оценить несколько аспектов, важных для процесса принятия решения. Например:

- Насколько вероятно, что будет достигнута желаемая цель, например окупаемость инвестиций или чистая приведённая стоимость? Это может определить целесообразность реализации стратегии.

- Как отличаются между собой результаты двух или более конкурирующих стратегических вариантов, которые нам доступны, если учесть присущую им неопределённость? Такое сравнение поможет сделать выбор между конкурирующими стратегиями, когда ресурсы ограничены.

- На какие факторы риска или другие факторы внешней среды следует направить усилия, чтобы повысить шансы стратегического плана на успех? Ответ на этот вопрос может позволить нам улучшить прогнозируемые результаты стратегии с поправкой на риск, смягчив угрозы и расширив возможности.

Это вопросы, на которые невозможно ответить с помощью простых детерминистических моделей, предполагающих, что исходные данные известны с определённой степенью. Как только мы допускаем неопределённость в наших предположениях или расчётах исходных данных, мы вступаем в мир реализма и можем начать принимать решения, учитывающие риск.

#### Алгоритм симуляции Монте-Карло

1. Определение цели бизнеса. Цель бизнеса может быть выражена в виде внутренней нормы прибыли (IRR), чистой приведённой стоимости (NPV), прибыли, доли рынка или другой количественной меры успеха.

2. Разработка модели, связывающей цели с влияющими факторами. Модель должна быть количественной и может

использовать предполагаемые или расчётные параметры, связывающие причины и следствия.

3. Выражение факторов риска в модели с помощью вероятностных концепций, таких как распределение вероятности, которое отражает не только возможные альтернативные значения, но и их относительную вероятность возникновения.

4. Выполнение симуляции модели методом Монте-Карло, варьируя все неопределённые входные данные одновременно. Результатом является распределение вероятности переменной результата. Поскольку некоторые исходные данные являются неопределёнными, результатом является распределение вероятности, отражающее неопределённость в бизнес-среде. Оно представляет собой диапазон возможных результатов и ожидаемое значение в этом диапазоне.

5. Сравнение распределение вероятности цели с целевым уровнем. Затем организации необходимо сбалансировать эту информацию с другими факторами, такими как стратегическое направление, чтобы понять, не является ли вероятность неудачи слишком высокой.

В отличие от стандартной модели прогнозирования, с помощью симуляции Монте-Карло прогнозируется ряд результатов, основанных на оценочном диапазоне значений в сравнении с установленными входными значениями. Другими словами, симуляция просчитывает модель потенциальных результатов, используя распределение вероятности для любой переменной с присущей ей волатильностью, например, равномерное или нормальное распределение. Затем она пересчитывает результаты многократно, причём случайное значение выбирается между минимальным и максимальным значениями. Эта техника может быть выполнена тысячи раз в стандартном эксперименте Монте-Карло, чтобы получить огромное количество возможных результатов. По мере увеличения количества вводимых данных увеличивается и количество прогнозов, что позволяет более точно прогнозировать результаты во времени. Когда моделирование завершено, вероятность каждого результата позволяет получить диапазон вероятных результатов.

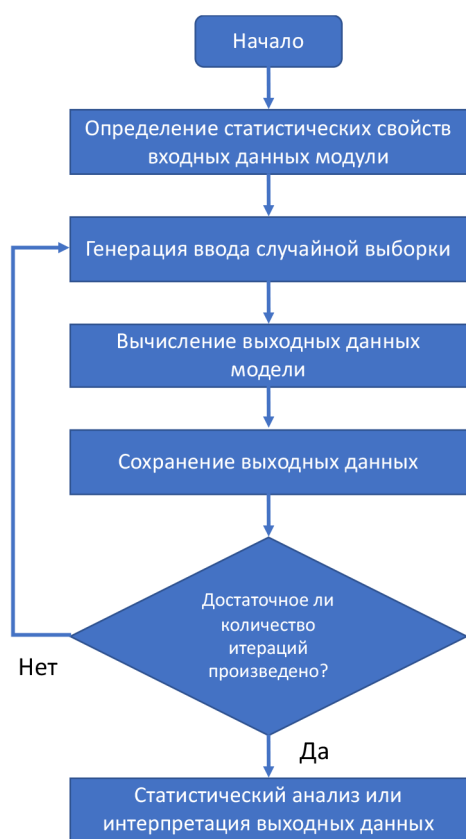


Рис. 1. Блок схема алгоритма симуляции Монте-Карло

### Трудности использования количественного анализа риска

Корпоративные решения принимаются комитетами высокого уровня, которые должны учитывать риски, с которыми они сталкиваются. Эти комитеты обсуждают риски стратегии, но эти обсуждения часто не являются предметными или структурированными, и комитетам не всегда предоставляются необходимые данные в удобной для анализа форме. Хотя участники имеют опыт во многих областях бизнес-планирования и управления, они могут не быть достаточно подкованными в вопросах количественного анализа рисков. Члены комитета зачастую могут не понимать, что такое количественный анализ риска или использование моделирования Монте-Карло в стратегических моделях. Они не знают, что спросить у своих сотрудников, чтобы получить более четкое представление о риске стратегии. Сотрудники комитета также могут не знать о доступности

этой методики. Известно, что некоторые люди на уровне принятия решений враждебно относятся к новым способам анализа решений. Они могут предпочитать интуитивный подход, который хорошо служил им в прошлом. Они скептически относятся к новым методам, особенно к тем, которые кажутся точными и научными. Действенным способом будет обратиться к лицам, принимающим решения, чтобы преодолеть их нежелание или антагонизм в отношении статистического подхода к анализу рисков, и проиллюстрировать преимущества методов на примере простой стратегии.

Организациям и их лидерам зачастую не свойственно внимательно и объективно рассматривать бизнес-риски. Есть много руководителей, которые и слышать не хотят о риске своих планов и стратегий. Этот фактор может быть вызван необходимостью рассматривать стратегические элементы, которые неприятно обсуждать. Они также могут быть рассержены тем, что кто-то, говорящий о стратегическом риске, оспаривает их хорошие идеи. Тема риска не очень популярна среди руководителей компаний, когда они пытаются принять решение. Риск затуманивает решения, затрудняя их принятие. Управлять бизнесом становится проще, когда решения просты и понятны. Риск как раз противоположен, он неоднозначен и даже спорен. Все это означает, что стратегический риск не всегда является желанной темой в организации. Лидеры компаний могут уравновесить этот страх стремлением оценить бизнес-решение со всех точек зрения. Риск является обыденным фактором для большинства предприятий, и к нему следует относиться здраво. Здоровое отношение к риску включает в себя открытость к дискуссиям, которые могут быть трудными, но являются необходимыми. Даже если риск является трудной темой для обсуждения до его наступления, гораздо большее игнорировать риск и пытаться навести порядок после его наступления.

Ещё одним препятствием для проведения анализа рисков, особенно с использованием количественных методов, является то, что необходимые данные трудно собрать. К этой сложности добавляется ещё и скептическое отноше-

ние к достоверности собранных данных. Данные о рисках обычно получают в результате обсуждений и интервью с людьми, которые являются экспертами в данной области. Этим людям часто просят использовать свои способности к оценке и суждениям для предоставления данных. Сбор данных о рисках сопряжён с рядом трудностей. Во-первых, обычно не существует доступных баз данных, имеющих какое-либо отношение к рассматриваемым темам. Это означает, что данные о стратегическом риске будут основаны на экспертной оценке нескольких людей. Эти данные обычно собираются в ходе интервью с отдельными лицами или группами лиц о рисках. Также опрашиваемые эксперты часто являются новичками в анализе рисков и испытывают трудности. Недооценка риска является обычным явлением среди людей, впервые предоставляющих данные о рисках. Во-вторых, лица, которые, как считается, предоставляют наиболее значимые данные, часто бывают предвзяты, обычно в пользу того, чтобы проект выглядел хорошо. Недооценка стратегического риска характерна для более высокопоставленных участников проекта. Более того, люди, обладающие наилучшими данными о рисках, обычно много работают над стратегией и не очень доступны для интервью. Руководители должны стать приверженцами сбора наиболее качественных данных о рисках. Поскольку данные основаны на экспертной оценке, процесс сбора данных должен поддерживаться и поощряться. Опасение, что данные будут низкого качества, не является эквивалентом уверенности, поскольку игнорирование стратегического риска не делает стратегию безрисковой. Следует понимать, что сбор данных о риске – это самая важная идея о риске проекта. Результаты симуляции будут чётко отражать данные о риске, заложенные в модель. Сбор данных должен составлять около 90% усилий при разработке анализа рисков стратегии. Руководители должны чётко понимать, что участие в анализе рисков путём предоставления объективных данных является частью работы каждого, и необходимо сделать акцент на честности при сборе и предоставлении данных.

### **Lufthansa AG в качестве примера количественного анализа риска методом симуляции Монте-Карло**

Для демонстрации данного инструмента была выбрана компания Deutsche Lufthansa AG, флагманский перевозчик Германии и крупнейшая авиакомпания Европы. Для преодоления существующих предпосылок и возможностей, связанных с COVID, в рамках стратегии восстановления, Lufthansa AG объявила о проекте, предусматривающем расширение маршрутной сети из аэропорта Франкфурта на лето 2022 года. Перевозчик добавляет в общей сложности 15 новых летних направлений в Грецию, Испанию, Египет, Хорватию, Кипр, Италию, Тунис и Болгарию. [1] Необходимые данные о маршрутах были собраны вручную (расстояние, время полета, стоимость билетов и частота рейсов), для чего был использован сайт [flightconnections.com](http://flightconnections.com) [2]. Цель данного анализа – оценить, стоит ли реализовывать эту стратегию добавления новых 15 маршрутов или нет. Используя симуляцию Монте-Карло, я предприму попытку количественно оценить вероятность успеха проекта в денежном выражении в условиях ограниченной доступности данных.

Важнейшей частью имитационного моделирования является использование случайных процессов. Случайный процесс – это процесс, который генерирует различные результаты в соответствии с некоторыми правилами каждый раз, когда он выполняется. Они тесно связаны с понятием неопределённости, поскольку мы не знаем, каким будет результат при следующем выполнении процесса.

Имитационное моделирование – одна из основных причин перехода от программ табличного типа, таких как Microsoft Excel, к программам на подобии R. R позволяет пользователю повторять одни и те же вычисления снова и снова с различными случайными значениями. Затем можно обобщить и построить график результатов этих повторных расчётов в рамках одной и той же программы. Метод Монте-Карло подразумевает случайную выборку из набора величин с целью получения и обобщения распределения некоторой статистики, связанной с выбранными величинами [3]. Поэтому для

проведения расчётов в данном примере будет использоваться RStudio. Чтобы следовать описанию, необходимо обратиться к приложениям 1 и 2, где можно найти листинг программного кода R. Вкратце, приложение 1 содержит функцию, которая рандомизирует результат проекта, генерируя уникальный набор из 1032 исходов (полётов), которые выполняются в рамках проекта продолжительностью 3 месяца. Приложение 2 представляет собой функцию, которая многократно запускает первую функцию, чтобы смоделировать весь проект большое количество раз.

Модель используемого показателя эффективности:

$$\text{Прибыль} = (\text{занятые места} \times \text{цена билета}) - (\text{прямые затраты} + \text{косвенные затраты})$$

Прежде всего, необходимо ввести в модель возможные затраты. В таблице 1 приведены средние затраты на один лётный час [4]. Они разделены на группы: прямые и косвенные. К сожалению, информация об отклонении этих затрат отсутствует, поэтому необходимо ввести предположение, что дисперсия и среднее примерно равны. Поэтому в данном случае для рандомизации каждого из них мы используем распределение Пуассона, которое обычно применяется в этом случае.

**Таблица 1**

Средние прямые и косвенные издержки авиаоператоров

Группа затрат	Тип затрат	Средние затраты за час	Доля затрат
Прямые	Эксплуатационные расходы на воздушные суда	\$ 4 250	47,7%
	Промежуточный итог (прямые расходы)	\$ 4 250	47,7%
Косвенные	Расходы на рекламу и продвижение	\$ 78	0,9%
	Расходы на обслуживание воздушных судов	\$ 521	5,8%
	Амортизация (нелетное оборудование)	\$ 26	0,3%
	Амортизационные расходы – оборудование для технического обслуживания	\$ 3	0,0%
	Общие и административные расходы	\$ 807	9,1%
	Техническое обслуживание и амортизация (наземное оборудование)	\$ 168	1,9%
	Расходы на обслуживание пассажиров	\$ 736	8,3%
	Расходы по бронированию и продажам	\$ 424	4,8%
	Расходы на обслуживание трафика	\$ 752	8,4%
	Промежуточный итог (расходы на обслуживание, продажи и общие операционные расходы)	\$ 3 515	39,4%
	Расходы, связанные с транспортом	\$ 1 152	12,9%
	Итого (косвенные расходы)	\$ 4 666	52,3%
Общие издержки		\$ 8 916	100,0%

Таблица 2

Данные для вычисления средневзвешенной и среднеквадратичного отклонения

Отправление	Прибытие	Время в полете (ч)	Полеты в неделю	Вес
FRA	CFU	2,50	2	4,65%
FRA	HER	3,13	7	16,28%
FRA	JMK	2,92	2	4,65%
FRA	KGS	2,83	3	6,98%
FRA	KVA	2,50	2	4,65%
FRA	PVK	2,33	2	4,65%
FRA	XRY	3,00	2	4,65%
FRA	LPA	4,67	6	13,95%
FRA	TFS	4,75	7	16,28%
FRA	HRG	4,58	2	4,65%
FRA	PFO	3,67	2	4,65%
FRA	RJK	1,42	1	2,33%
FRA	SUF	2,42	2	4,65%
FRA	DJE	2,83	1	2,33%
FRA	VAR	2,5	2	4,65%
Totals			43	100,00%

Чтобы рассчитать общие затраты, связанные с проектом, нужно было найти средневзвешенное количество лётных часов (взвешенное по еженедельной частоте полётов), а затем умножить его на общую почасовую стоимость. Для этого использовалась следующая формула:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n w_i * x_i}{\sum_{i=1}^n w_i} = 3,45969$$

Необходимо внести случайность и в переменную продолжительности полёта. Поскольку точная информация об ожидаемом времени полёта доступна, целесообразно использовать нормальное распределение, которое требует для расчёта среднее и стандартное отклонение [5]. Стандартное отклонение часов полёта можно вычислить по следующей формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum |x - \bar{x}|^2}{n}} = 0,92521$$

Для получения переменной прибыли необходимо также создать переменную выручки, которая содержит умножение количества мест, занятых в самолёте, и стоимости авиабилета. Очевидно, что точных данных об ожидаемом пассажиро-

потоке на этих маршрутах нет, так как эти маршруты являются новыми для Lufthansa. В данном случае я сделаю предположение, что наиболее вероятное значение количества занятых мест будет равно 170, но в лучшем случае все 215 мест Airbus A320 neo будут заняты, а в худшем – только 120. Чтобы представить такое предположение в виде распределения вероятности, необходимо использовать треугольное распределение.

Последней переменной в модели прибыли является цена билета. С помощью сайта flightconnections.com [2] удалось получить информацию о диапазоне цен на каждый новый маршрут. Затем была линейно аппроксимирована средняя цена билета для каждого рейса. Здесь также были использованы средневзвешенное значение и стандартное отклонение, рассчитанные по тем же формулам, что и выше.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n w_i * x_i}{\sum_{i=1}^n w_i} = 186,30233$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum |x - \bar{x}|^2}{n}} = 35,51322$$

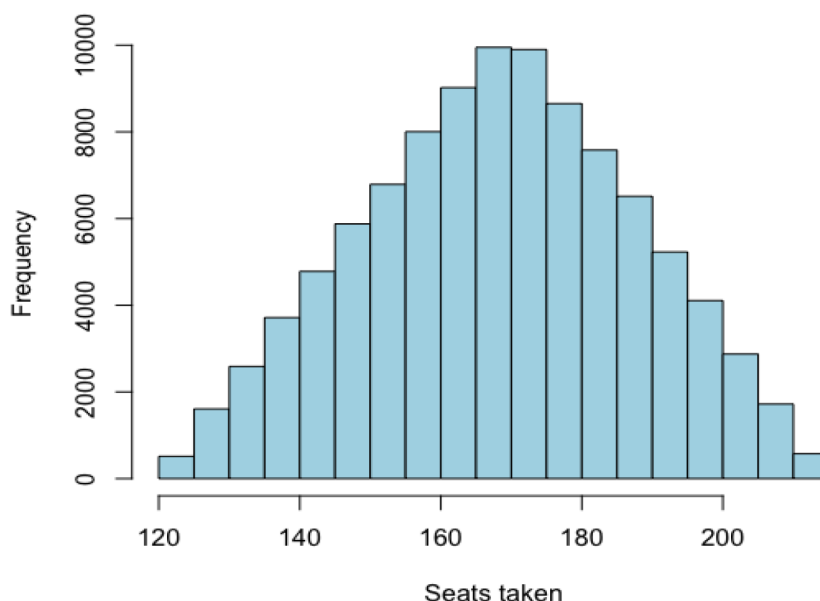


Рис. 2. Вероятностное распределение переменной занятых мест

Таблица 3

Данные для вычисления средневзвешенной и среднеквадратичного отклонения

Отбытие	Прибытие	Минимальная цена (\$)	Максимальная цена (\$)	Средняя цена (\$)	Полетов в неделю
FRA	CFU	164	204	184	2
FRA	HER	154	196	175	7
FRA	JMK	160	243	201,5	2
FRA	KGS	168	201	184,5	3
FRA	KVA	126	168	147	2
FRA	PVK	168	210	189	2
FRA	XRY	101	182	141,5	2
FRA	LPA	168	227	197,5	6
FRA	TFS	168	235	201,5	7
FRA	HRG	175	269	222	2
FRA	PFO	126	179	152,5	2
FRA	RJK	143	201	172	1
FRA	SUF	140	224	182	2
FRA	DJE	228	360	294	1
FRA	VAR	151	181	166	2

Нормальное распределение вероятности было построено для этой переменной [5].

К этому моменту все переменные, необходимые для расчёта прибыли от полёта, были установлены.

Вторая функция берет первую функцию и выполняет ее многократно, используя цикл foreach(). Затем она объединяет

результаты каждой итерации в массив данных. Наконец, на этом массиве данных выполняется дальнейший анализ, и строятся необходимые графики.

Вторая функция симулировала проект 100.000 раз, заставив его рассчитать в общей сложности 103.200.000 полётов, варьируя все случайные переменные одновременно.

Прежде всего, необходимо было оценить вероятность того, что прибыль будет положительной. Функция возвращает следующий результат [1]:

"Вероятность положительной прибыли составляет: 93.505 %

Тем не менее, вероятность положительной прибыли не даёт нам никакого представления о том, стоит ли реализовывать стратегический план или нет. Для того чтобы определить пороговую ставку, нам необходимо использовать средневзвешенную стоимость капитала. WACC представляет собой среднюю стоимость различных форм финансирования, которые в конкретном контексте измеряются их пропорциональным использованием. Таким образом, с помощью средневзвешенного показателя можно определить стоимость доллара, который должна корпорация [6].

На момент написания данной статьи средневзвешенная стоимость капитала (WACC) Deutsche Lufthansa AG равна 4,58% [7]. В результате получился следующий результат [1]:

«Вероятность получения прибыли, превышающей WACC = 68,115 %».

Это означает, что из всех 100.000 симуляций проектов примерно 68% имеют доходы, превышающие затраты, скорректированные на средневзвешенную стоимость капитала (WACC). Другими словами, существует 68-процентная вероятность того, что заинтересованные стороны Lufthansa AG получают требуемый уровень прибыли от реализации данного проекта в рамках общей стратегии. Для визуализации результатов было построено два графика: гистограмма и график вероятности S-кривой.

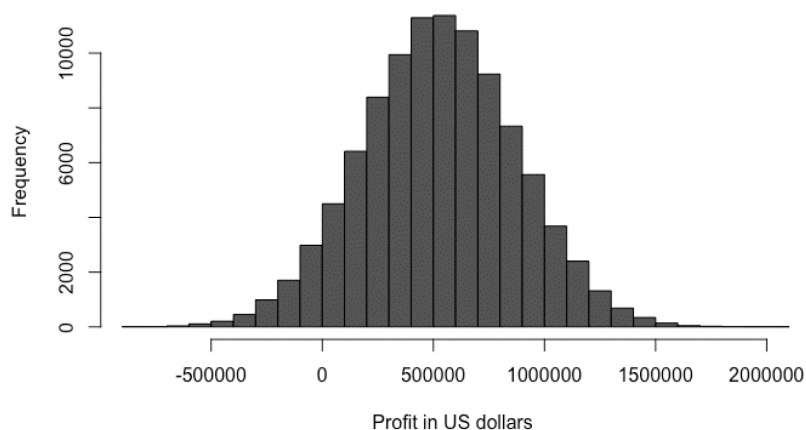


Рис. 3. Гистограмма прибыли

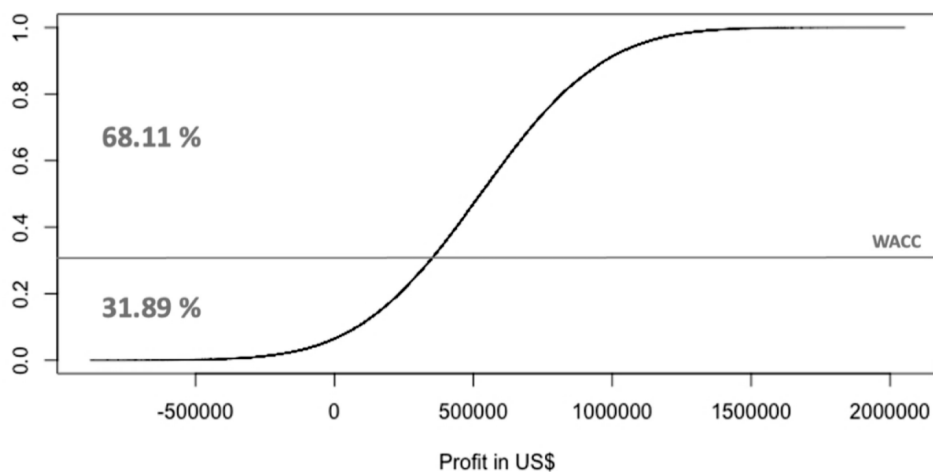


Рис. 4. Вероятностное распределение прибыли

Наконец, для более детальной оценки результатов моделирования были объединены четыре наиболее значимые переменные в один массив данных и получена статистическая сводка по ним:

> total_costs	total_revenue	total_profit	req_revenue
Min. :30730417	Min. :31326176	Min. :-879674	Min. :31079976
1st Qu.:31659514	1st Qu.:32212532	1st Qu.: 290928	1st Qu.:32019641
Median :31839163	Median :32365176	Median : 526021	Median :32201333
Mean :31838700	Mean :32365065	Mean : 526365	Mean :32200865
3rd Qu.:32018187	3rd Qu.:32516269	3rd Qu.: 760604	3rd Qu.:32382394
Max. :32987608	Max. :33312971	Max. :2053558	Max. :33362842

Рис. 5. Сводные статистические данные

Из приведённых выше итоговых результатов видно, что общий результат стратегического проекта в денежном выражении может быть как плохим – около \$880.000 убытков, так и хорошим – \$2.050.000 прибыли, но, скорее всего, он составит около \$530.000 прибыли. Предполагая средний уровень толерантности компании к риску, Deutsche Lufthansa AG рекомендуется воспользоваться стратегической возможностью и ввести в общей сложности 15 новых направлений летом 2022 года.

### Выводы

В данной статье была обоснована необходимость использования количественного анализа рисков, подчеркнуты преимущества и указаны потенциальные недостатки. Также, были указаны рекомендации для руководителей организацией по требованиям, применяющимся к специалистам по количественному анализу рисков и что, в свою очередь, должно сделать высшее руководство для создания среды, способствующей успешному проведению анализа рисков. Определена сущность качественного и количественного анализа рисков и неопределённости, а также

в развёрнутом виде описан метод имитационного моделирования Монте-Карло. Затем продемонстрировано применение этого метода для количественного анализа рисков части стратегического плана Deutsche Lufthansa AG. Симуляция проводилась с помощью языка программирования R (версия 4.0.4) в среде RStudio IDE с загруженными внешними библиотеками «foreach» для оптимизации циклов и «tidyverse» для манипуляций с массивами данных. Оказалось, что мы можем быть практически уверены в том, что данная часть стратегии приведёт к положительному показателю прибыли, однако, если принять за барьерную ставку средневзвешенную стоимость капитала, то вероятность успеха проекта с точки зрения удовлетворённости заинтересованных сторон будет равна примерно 70%. Готовность к реализации этой части стратегического плана сильно зависит от толерантности компании к риску, которая предполагается умеренной. Принимая во внимание этот факт, план расширения маршрутов Lufthansa оказался весьма показательным примером проекта, который стоит реализовать с точки зрения уровня риска.

### Библиографический список

1. Simple Flying: Lufthansa Adds 15 New Destinations For Summer 2022 From Frankfurt. [Электронный ресурс]. URL: <https://simpleflying.com/lufthansa-frankfurt-summer-2022/> (дата обращения 15.05.2022).
2. FlightConnections – All flights worldwide on a map. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.flightconnections.com> (дата обращения 15.05.2022).
3. Github: Introduction to R for Natural Resource Scientists by Benjamin Staton. [Электронный ресурс]. URL: <https://bstaton1.github.io/au-r-workshop/ch4.html> (дата обращения 15.05.2022).

4. Aircraft Operating Costs Statistics. [Электронный ресурс]. URL: [https://www.faa.gov/regulations\\_policies/policy\\_guidance/benefit\\_cost/media/econ-value-section-4-op-costs.pdf](https://www.faa.gov/regulations_policies/policy_guidance/benefit_cost/media/econ-value-section-4-op-costs.pdf) (дата обращения 15.05.2022).

5. Rnorm: Normal distributions on special spaces. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rdocumentation.org/packages/compositions/versions/2.0-1/topics/rnorm> (дата обращения 15.05.2022).

6. Investopedia: Weighted Average Cost of Capital (WACC). [Электронный ресурс]. URL: <https://www.investopedia.com/terms/w/wacc.asp> (дата обращения 15.05.2022).

7. Gurufocus: Deutsche Lufthansa AG WACC %. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gurufocus.com/term/wacc/ОТСПК:DLAKY/WACC-/Deutsche-Lufthansa-AG> (дата обращения 15.05.2022).