

УДК 338 DOI: 10.14451/1.222.130

Использование методов имитационного моделирования для оценки финансового состояния бизнеса

© 2023 **Елкина Дарья Юрьевна**

аспирант. Национальный исследовательский ядерный университет Московский инженерно-физический институт. Россия, Москва.

E-mail: dasha217991@gmail.com

© 2023 **Леонов Павел Юрьевич**

доцент, кандидат экономических наук. Национальный исследовательский ядерный университет Московский инженерно-физический институт. Россия, Москва.

E-mail: PYLeonov@mephi.ru

Ключевые слова: имитационный метод, метод Монте-Карло, финансовое состояние, имитационная модель, финансовая устойчивость.

Исследование финансового состояния организации является одним из обсуждаемых вопросов среди экономистов, однако, в современных реалиях проведение анализа классическими методами не всегда достаточно. В связи с этим возникает необходимость использования новых методов, позволяющих определять фактическое состояние в новых условиях бизнеса. Цель исследования – продемонстрировать возможности имитационных методов для исследования финансового состояния бизнеса, на примере торговой организации. Особое внимание уделено использованию методов имитационного моделирования, в частности метода Монте-Карло. Применяемые методы характеризуются воспроизведением процесса функционирования составляющих бизнес-системы в условиях экономической нестабильности. В работе для проведения расчетов используется Microsoft Excel. В результате проведенного исследования предлагается алгоритм применения методов имитационного моделирования для возможности анализа изменений и прогнозирования финансовых показателей, на примере, показателей рентабельности. В основе алгоритма заложена модульная имитационная модель, реализация которой позволила нам получить последовательность нормально-распределенных показателей рентабельности, которые являются основой для проведения дальнейшего анализа финансовой устойчивости компании. Благодаря своей универсальности данное исследование позволяет экономистам более точно определить финансовое состояние бизнеса, вне зависимости от видов его деятельности и масштабов, и минимизировать риски, способные нанести ущерб организации.

Введение

Актуальность вопросов улучшения финансового состояния, вообще, и финансовой устойчивости, в частности, не вызывает сомнения у экономического сообщества. При этом в качестве основного инструментария при анализе финансовой устойчивости используются следующие методы: вертикальный анализ, горизонтальный анализ, трендовый анализ и коэффициентный анализ. Выше перечисленные методы используются для оценки финансовой устойчивости на всех этапах финансового анализа и дополняются обязательной систематизацией ряда показателей финансово-хозяйственной деятельности компаний. Помимо этого, выделяют и другие методы, которые являются более прогрессивными, к ним можно отнести сравнительный и факторный анализы, например, экономисты производят оценку факторов, влияющих на изменения финансового рычага [1].

Вместе с тем, традиционные методы анализа не в полной мере могут обеспечить адекватную картину финансового состояния, поскольку не учитывают вариабельность исходных данных, возникающую вследствие постоянно меняющихся тенденций рынка. В этом случае представляются весьма перспективными методы имитационного моделирования, в частности, метод Монте-Карло. В настоящее время методы имитационного моделирования достаточно широко используются в экономической аналитике при этом ряд авторов, например, Оливейра и соавторы [6] утверждают, что эти инструменты являются одними из самых точных и надежных при анализе бизнес-процессов, поскольку позволяют максимально приблизиться к реальным условиям функционирования экономической системы в условиях полной или частичной неопределенности.

Однако, на сегодняшний день, в открытых источниках отсутствуют публикации о применении методов имитационного моделирования при оценке уровня финансовой устойчивости организаций. Тем не менее, представляется целесообразным попытаться методами имитационного

моделирования исследовать финансовую устойчивость организации.

Настоящее исследование направлено на устранение этого пробела путем демонстрации возможностей методов моделирования для анализа финансовой устойчивости компании. В данной работе проведено тщательное исследование ряда показателей финансовой устойчивости торговой организации. При этом в качестве основного показателя финансовой устойчивости рассматривается уровень рентабельности торговой компании. Представленные в работе результаты демонстрируют перспективность выбранного методического подхода.

Работа структурирована следующим образом.

В разделе 2 приводится обзор литературы по исследуемой теме, а в разделе 3 демонстрируется использование методов моделирования для возможности маневрирования показателей финансовой устойчивости компании. В разделе 4 представлены основные результаты исследования, в пятом разделе приведены выводы.

Литературный обзор

В современной экономической науке все более широкое применение находят различные методы имитационного моделирования (в частности метод Монте-Карло) как разновидность стохастических методов для решения задач, результат для которых носит случайный характер. Применение данных методов не сможет устранить неопределенность и риск, но позволяет облегчить их понимание, приписывая вероятностные характеристики входным и выходным данным модели. Такой подход может быть очень полезен для определения различных рисков и факторов, влияющих на прогнозируемые переменные, и, следовательно, способствует более точному прогнозированию. Благодаря своей универсальности эти методы используются, в том числе для изучения и анализа экономических явлений, где стохастический подход оказывается более эффективным, чем другие методы исследования. Отметим, что анализ с помощью методов Монте-Карло проводится не только учеными-экономис-

тами, но и аналитиками в различных сферах деятельности компаний. В общем виде, методы имитационного моделирования используются при принятии решений с обязательным условием, что каждое решение будет иметь определенное влияние на некое неопределенное событие или риск. Полученные в результате моделирования вероятностные распределения дают представление о характере изучаемого процесса вне зависимости от того, какие элементы экономики и финансов используются в качестве объектов имитационного моделирования. Итоги моделирования можно представлять заинтересованным пользователям, например, руководителям или потенциальным инвесторам в качестве базы для принятия решений. На сегодняшний день даже сложно организованные модели Монте-Карло могут быть разработаны и реализованы с помощью специальных программных продуктов. Преимущество метода Монте-Карло заключается в возможности его реализации, с учетом определенного набора значений (диапазона) для выбранных входных данных, однако, это также является его самым большим недостатком, так как предположения должны быть справедливыми, потому что выходные данные настолько хороши, насколько хороши входные данные.

Применение этих методов наиболее перспективно в области математических финансов на рынке ценных бумаг, риск-менеджменте, инвестиционном анализе и финансовом планировании, где размер неопределенности возрастает с усложнением структуры экономических объектов. Например, метод Монте-Карло применяется для анализа элементов денежного потока в сфере корпоративных финансов. В частности, моделируются те процессы, результаты которых попадают под неопределенность. В результате формируется диапазон значений параметра, например, чистой приведенной стоимости. В совокупности с наблюдениями за средними значениями чистой приведенной стоимости и ее волатильностью в разрезе анализируемой инвестиции, аналитик может оценить, с какой вероятностью проект сможет принести прибыль. Кроме этого, метод Монте-Карло используется

для оценки производных финансовых инструментов, которым свойственны многочисленные сценарии изменения базового актива, связанного с определенной выплатой. Далее эти выплаты дисконтируются до настоящего времени и усредняются, чтобы получить реальную стоимость ценной бумаги. Методы имитационного моделирования также применяются для калькуляции цен на финансовые активы с фиксированным доходом.

Еще одной областью применения метода Монте-Карло можно назвать финансовое планирование и портфельное управление. Далее будут рассмотрены более подробно сферы применения методов имитационного моделирования в практической экономике и финансах.

Широко применяется метод Монте-Карло для определения цены производственных финансовых инструментов, в том числе опционов. При этом данный метод используется в основном для оценки вариантов, для которых характерно наличие нескольких источников неопределенности или многообразие сложных характеристик. Так, данный метод используется чаще всего для оценки азиатских опционов и для анализа реальных опционов [4]. Также на практике метод применим для оценки стоимости реальных опционов на различных стадиях жизни проекта, например, для увеличения эффективности проводимых мероприятий совершенствования нефтегазовой отрасли [3].

На рынке ценных бумаг экономисты аналогично используют вариации методов имитационного моделирования, так, например, двухэтапный метод Монте-Карло, который позволяет более точно оценивать различные варианты. Согласно данному подходу, экономисты моделируют процесс, приносящий доход от базового актива, и используют допущение о нейтральности риска для определения стоимости опциона. Реализация данного процесса позволяет более точно определить, как динамику основных переменных состояния, так и разнообразие набора спецификации реальных конвертируемых облигаций. Отметим также, что метод Монте-Карло доста-

точно универсален для оценки опционов, так как позволяет рассчитать стоимость практически любых опционов, в том числе и нестандартных. Однако этот метод не является общим, потому что плохо подходит для оценки американских и других опционов с возможностью досрочного погашения, и кроме этого из-за не быстрой реализации часто он уступает аналитическим методам оценки опционов (например, дерево ценообразования).

Методы имитационного моделирования широко применяются при создании и управлении портфелем различного вида активов (в том числе ценных бумаг), в частности в кризисные периоды. С помощью реализации метода Монте-Карло можно определить оптимальный размер портфеля, который понадобится клиенту с учетом распределения ставок реинвестирования, темпов инфляции, доходности классов активов, налоговых ставок и прочих параметров. Результатом является распределение размеров портфеля с вероятностью удовлетворения ожиданий клиента в расходах и создание некоего профиля риска. Аналитик использует моделирование Монте-Карло, чтобы определить ожидаемую стоимость и распределение портфеля на определенную дату, а также получить данные на несколько будущих периодов в зависимости от выбранного состава и стоимости портфеля. В данном случае, распределение финансовых активов за выбранный период зависят от волатильности и доходности за n -ый предшествующий период (например, день, неделя, месяц). При проведении данных расчетов используются различные распределения предполагаемых финансовых активов с разной вероятностью возникновения риска, а также прорабатываются различные соотношения между активами и факторами, влияющими на формирование портфеля, включая наличие или отсутствие сбережений в каждом выбранном периоде. Различные нормы расходов клиента и продолжительность жизни могут быть учтены в целях уменьшения вероятности преждевременной утраты средств (например, вероятность разорения или риск долголетия), актуально при формировании портфелей для

лиц, готовившихся выйти на пенсию.

Решение по управлению портфелем строится на основе информации, которая отражена в профиле риска. Требуемая доходность клиента зависит от целей формирования портфеля и расходов. В большинстве случаев желаемая доходность и сформированная карта риска не связаны друг с другом. Другими словами, для получения желаемой прибыли клиенту придется принять не приемлемые для него риски, что часто является не рациональным.

Однако метод Монте-Карло в своем вероятностном анализе не может точно учитывать нечастые, но радикальные события, такие как резкие обвалы рынка (биржевые крахи). Согласно исследованию, многим инвесторам и специалистам, использовавшим этот метод, не была показана реальная возможность такого рыночного поведения, как финансовый кризис. Однако для предупреждения данных ситуаций, ученые экономисты предлагают ряд основных корректировок алгоритмов, которые помогут исправить недостатки проекций Монте-Карло. Первая заключается в том, чтобы просто добавить фиксированное значение к возможности финансового краха, например, 10% или 20%. Другим способом является составление прогнозов, в которых каждый год используется процент активов вместо установленной суммы в денежном эквиваленте, что значительно может снизить вероятность исчерпания основного долга.

В экономике методы имитационного моделирования также используются при оценке рисков проектов, исходя из того, что в финансовой индустрии решение часто связано с инвестициями и риском, связанным с дальнейшей реализацией вложений. Сторонники указывают, что моделирование Монте-Карло обычно обеспечивает гораздо более реалистичные сценарии, чем простые прогнозы, предполагающие заданную норму прибыли на капитал. Основываясь на теории имитационного моделирования, из отдельных испытаний создается вероятностное распределение или своего рода оценка риска для конкретной инвестиции или события, что

позволяет скорректировать математическую модель проекта с четко определенными значениями параметров. Принимая во внимание некоторое распределение вероятностей факторов, оказывающих влияние на проект, а также значение корреляционной связи между параметрами, можно получить распределение доходности проекта, в последствие чего провести оценку как инвестиционных, так и финансовых рисков.

Одной причин, по которой метод Монте-Карло применим для оценки финансовых рисков является возможность имитировать многократные случайные сценарии в сочетании с анализом чувствительности данных. Тем не менее, применяя этот метод, экономисты не могут адекватно моделировать события с очень высокой или очень низкой вероятностью наступления, что ограничивает его использование при анализе инвестиционных рисков [5]. В частности, это связано с тем, что расчет ожидаемых значений с использованием обычных методов часто подвержен ошибкам. При этом, метод Монте-Карло дает надежные результаты, основанные на количественной оценке показателей посредством большого количества случайных экспериментов. Риски оцениваются на основе вероятности возникновения функций распределения и степени ущерба (например, оценка по трем точкам). Агрегация рисков (совокупный риск) определяется с помощью моделирования, то есть экономисты могут учитывать зависимые связи между рисками. Результаты отображаются не в абсолютном значении, а в любом диапазоне результатов (например, квантилях). Для оценки рисков экономисты часто используют решения BIC GRC, где можно найти интегрированный инструмент Монте-Карло для оценки рисков, который позволяет в любое время проводить довольно точный анализ общей ситуации с рисками посредством целевого запроса информации о них. Другими словами, всегда есть возможность отобразить весь процесс управления рисками вплоть до анализа рисков и предоставить информацию заинтересованным лицам, необходимую для принятия решений по управлению рисками.

В последние годы появились публикации о применении данного метода для оценки рисков экологических проектов и проектов НИОКР, в том числе спонсированных государством [2]. На основе генерирования значений внутренней нормы прибыли или чистой приведенной стоимости, например, выбранного случайным образом проекта «Интегрированная система управления отходами в г. Сучава» стоимостью \$51,76 млн и сроком реализации 45 месяцев. Так, аналитики-исследователи используют результаты моделирования для понимания возможностей, а также для снижения потенциальных рисков, способных принести ущерб создаваемым проектам. Кроме этого, при реализации имитационных методов, результаты сравниваются с различными уровнями допустимого риска. Это может помочь заинтересованным сторонам решить, следует ли продолжать инвестиции в тот или иной проект.

Помимо выше представленных примеров, этот метод используется при разработке финансовых планов компаний и планов развития территорий. Так, например, Метод Монте-Карло был успешно применен для прогнозирования экономических показателей деятельности на примере города Рио-де-Жанейро. В ходе математического эксперимента имитационное моделирование позволило выявить отсутствие корреляции между показателями устойчивого развития и субсидированием семей с низкими доходами. На основании полученных результатов моделирования были приняты управленческие решения, по ликвидации бюджетного дефицита субсидирования по данному направлению.

Вместе с тем, в то время как эффективность использования методов моделирования для оценки бизнес-рисков, планирования и оценки ценных бумаг признается многими экономистами, было проведено мало исследований в направлении изучения возможностей использования этих методов для определения финансового состояния коммерческих организаций в современных реалиях ведения бизнеса. Что в свою очередь является необходимым в связи с появлением но-

вых условий бизнеса, анализ которых не всегда может проводиться на основе простых числовых показателей, а только с использованием более сложных структур, в результате чего наиболее перспективным является применение методов имитационного моделирования.

Методика исследования

В основу данного исследования легли методы имитационного моделирования, которые обобщённо могут быть названы методом Монте-Карло. Данный метод заключается в моделировании статистических экспериментов с помощью специальных программных продуктов и регистрации числовых характеристик, получаемых из этих экспериментов. Техника применения методов имитационного моделирования проста и гибка. Для каждой конкретной задачи создается своя блок-схема или модель имитации, через которую происходит реализация основных шагов алгоритма. Нами данный алгоритм используется в рамках анализа финансовой устойчивости торгового предприятия для расчета возможных изменений показателей рентабельности продаж в текущей экономической ситуации.

Однако, перед началом построения имитационной модели необходимо выбрать генератор псевдослучайных чисел. Один из наиболее ранних подходов по формированию псевдослучайных значений был предложен Нейманом в середине XX века. Данный подход заключается в возведении в квадрат произвольного числа определенного размера и последующем выделении из середины полученного числа нового числа, совпадающего по размеру с первоначальным числом. Далее алгоритм повторяется, однако, со временем последовательность значений зацикливается, что не делает данный генератор совершенным. На сегодняшний день существует некое количество более совершенных генераторов псевдослучайных чисел, например Wichmann & Hill генератор (1982), Rule 30 (1983), Генератор Blum-Blum-Shub (1986), Park-Miller генератор (1988), ACORN (1989), MIXMAX (1991), Add-with-carry (1991), Subtract-with-borrow (1991), ISAAC (1993),

Вихрь Мерсенна (1996), Xorshift (2003), Алгоритм Fortuna (2003), Well equidistributed long-period linear (WELL) (2006), Усовершенствованная система рандомизации (ARS) (2011), Threefry (2011), Philox (2011), Пермутированный конгруэнциальный генератор (PCG) (2014), Генератор битов случайного цикла (RCB) (2016), Middle Square Weyl Sequence RNG (2017), Xoroshiro128+ (2018), 64-bit MELG (2018), Squares RNG (2020), Itamaracá (Ita) (2021). Для целей решения поставленной нами задачи формирование последовательности псевдослучайных чисел осуществляется посредством генератора Wichmann & Hill, который заложен в Microsoft Excel. Авторы утверждают, что их генератор RANDOM производит однородные псевдослучайные числа, которые строго больше нуля и меньше единицы. Сам генератор состоит из трех линейных конгруэнтных генераторов с разными простыми модулями, каждый из которых используется для получения равномерно распределенного числа от 0 до 1. Они суммируются по модулю 1 для получения результата. Однако, в зависимости от точности машины, некоторые нулевые значения могут быть получены из-за ошибки округления. Проблема возникает с плавающей запятой одинарной точности при округлении до нуля. В Microsoft Excel по данному алгоритму работает формула СЛУЧМЕЖДУ () или RANDOM (), это является оптимальным для решения нашей задачи.

Построение модели

Реализация алгоритма осуществляется на основе построения имитационной модели, в нашем случае по модельному принципу. Модель была создана для компании, которая занимается оптовой торговлей машинами и оборудованием. Выручка данного типа компаний формируется исходя из закупочных цен и реализационных цен, а также под влиянием прочих внешних факторов. Как было отмечено ранее, в настоящей работе были смоделированы следующие экономические показатели: выручка и рентабельность. Выбранные показатели являются априорно значимыми для оценки финансовой устойчивости компании, анализ их возможного изменения играет существенную роль при проведении

оценки финансовых рисков компании. Ввиду наличия достаточно высокой вариабельности этих показателей перед началом построения модели необходимо определить диапазон ограничений для выбранных показателей. Данные предположения могут быть построены на основе возможностей применения методов имитационного моделирования. В качестве моделируемого показателя нами был взят показатель рентабельности продаж, который рассчитывается по формуле:

$$R = \frac{\sum \text{Валовая прибыль}}{\sum \text{Выручка}},$$

где $\sum \text{Валовая прибыль} = \sum \text{Выручка} - \sum \text{Себестоимость продаж}$.

В силу слабой корреляционной связи между выручкой и себестоимостью продаж (коэффициент детерминации = 48%) в рамках применяемой модели себестоимость продаж можно считать квази-постоянной.

На Рисунке 1 представлена модульная имитационная модель, которая будет использована для реализации алгоритма имитационного моделирования.

Модульная имитационная модель представляет из себя совокупность трех взаимосвязанных блоков, позволяющих на основе входных данных получить результаты моделирования. В качестве входных параметров модели были использованы показатели выручки компании за каждый месяц 2020 г., на основе которых были рассчитаны показатели валовой прибыли и рентабельность продаж за каждый месяц 2020 г. по каждому виду реализуемого товара/услуги. Данные показатели, в частности выручки, были взяты в качестве входных данных модели, часть данных представлена в Таблице ??.

Помимо этого, были рассчитаны показатели вариабельности данных показателей (Рисунок 2). Исходя из информации, предоставленной на Рисунке 2, показатели выручки варьируются, причем коэффициент вариации составляет величину порядка 29%. Аналогичную тенденцию

можно наблюдать и по изменениям показателей рентабельности, где коэффициент вариации составляет примерно 22% (Рисунок 3). Таким образом, еще раз было получено подтверждение о необходимости моделирования данных показателей.

Процессы функционирования осуществлялись на основе имеющихся данных, то есть происходило накопление данных для последующих оценок объекта функционирования (блок 2). В качестве объекта функционирования здесь выступал показатель рентабельности, который изменялся под воздействием имитации случайных событий – показателей выручки, изменение которых происходило путем генерирования псевдослучайных величин нормального распределения в выбранном диапазоне значений (блок 1) при помощи формулы СЛУЧМЕЖДУ () MS Excel. Так, были получены новые показатели рентабельности на основе смоделированных значений выручки. В блоке 3 была осуществлена проверка характера функции распределения рентабельности и рациональность использования в рамках проводимого анализа с экономической точки зрения. Отметим также, что основной особенностью реализации алгоритма является то, что вместо включения распределения в модель напрямую берется образец распределения. В нашем случае, мы стремились получить нормально распределенную последовательность, которая впоследствии была включена в модель после проверки. По итогам проведения необходимого количества итераций были получены результаты моделирования – возможные показатели рентабельности, последующий анализ которых позволит разработать более эффективные методы управления финансовой устойчивостью организации.

Выводы

Основным результатом данной работы является реализация алгоритма имитационного моделирования для определения реального диапазона значений показателей рентабельности продаж.

После выбора входных показателей нами был определен диапазон, в рамках которого проис-

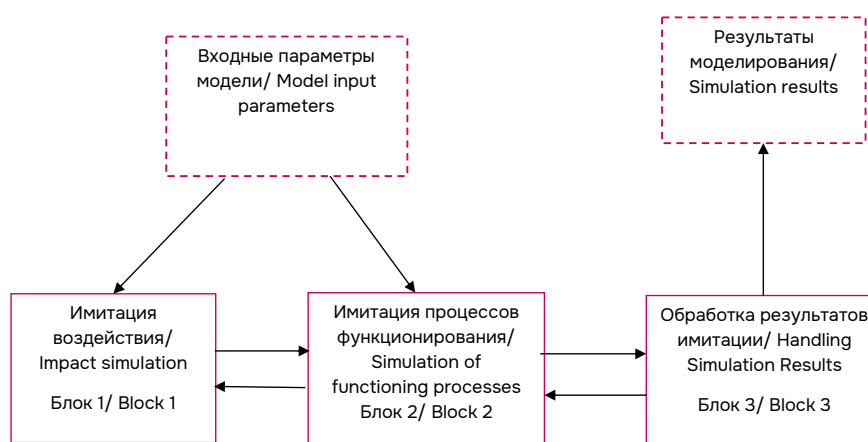


Рис. 1. Схема модульной имитационной модели.

Таблица 1. Входные данные для имитационного моделирования (тыс. руб.).

Месяц	Выручка	Себестоимость	Валовая прибыль	Рентабельность
Янв.	6 312	4 045	2 267	36%
Фев.	13 993	6 612	7 381	53%
Март	12 910	6 559	6 350	49%
Апр.	16 621	7 287	9 334	56%
Май	17 059	9 953	7 106	42%
Июнь	16 902	9 546	7 356	44%
Июль	16 623	10 132	6 491	39%
Авг.	22 140	6 625	15 514	70%
Сент.	24 153	16 046	8 107	34%
Окт.	11 943	6 136	5 807	49%
Нояб.	21 229	11 814	9 415	44%
Дек.	20 880	9 073	11 807	57%
2020	200 764	103 828	96 936	48%

ходила генерация псевдослучайных значений для показателей выручки. Для этого дополнительно был проведен анализ динамики показателей выручки и рентабельности за несколько отчетных периодов, а именно за 2018, 2019 и 2020 г. В результате данного анализа мы получили, что коэффициент вариации равен примерно 8% как по показателям выручки, так и по коэффициентам рентабельности. В связи с этим, по нашему экспертному мнению, генерация случайных значений выбранных показателей будет изменяться в диапазоне $\pm 8\%$ от показателей выручки за 2020 г.

На следующем шаге была произведена симуляция показателей рентабельности ежемесячно

за 2020 г. При условии случайного изменения показателей выручки в рамках выбранного диапазона в MS Excel, а далее ежемесячные показатели были аккумулированы в годовые. Обращаем внимание, что количество испытаний не должно быть слишком маленьким, так как этого может быть недостаточно для имитации модели, что приведет к кластеризации значений. Проведение нужного количества итераций было определено путем повторения. В начале было проведено 400 итераций, однако, очевидно полученное распределение нельзя назвать нормальным (Рисунок 4), что говорит о некорректности результатов. Наличие разрыва последовательности обусловлено тем, что изначально нами



Рисунок 2 – Показатели выручки за 2020 г., руб.

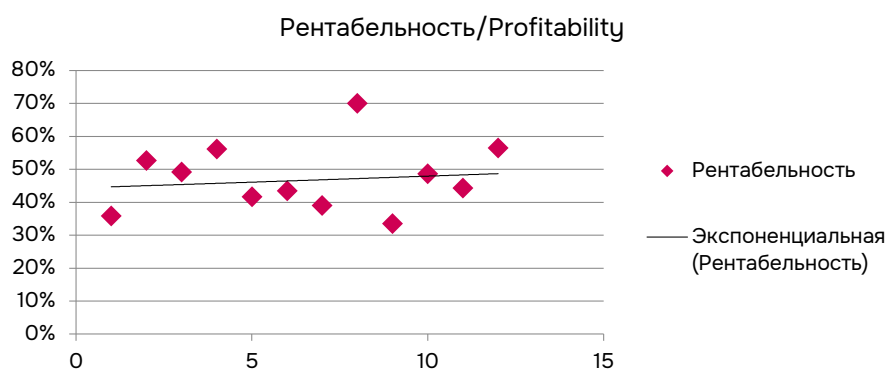
Рис. 2. Показатели выручки за 2020 г., руб.

Рисунок 3 – Показатели рентабельности за 2020 г.

Рис. 3. Показатели рентабельности за 2020 г.

моделировались значения выручки в диапазоне изменений от -8% до $+8\%$, пренебрегая 0% , то есть случая, когда выручка не изменяется. Именно эта погрешность привела к невозможности получения нормального распределения данных. Кроме этого, данное распределение также нельзя отнести и к другим видам распределений. В последующих итерациях генерация показателей выручки происходила с учетом 0% изменения.

Так, в результате проведения 855 итераций были рассчитаны основные статистические показатели, часть результатов продемонстрирована в таблице ниже (таблица 2).

Для 2020 г. Можно наблюдать колебания показателей рентабельности от 28% до 62% , коэффициент вариации равен 11.66% (рисунок 5). Так как коэффициент вариации составил меньше

30% , то полученная совокупность однородна, результаты достоверны. С экономической точки зрения полученные результаты не противоречат друг другу. Кроме этого, полученное распределение показателей рентабельности можно считать нормальным, данный факт мы можем наблюдать визуально. Для доказательства нормальности распределения нами был использован критерий согласия Пирсона. Статистика Пирсона измеряет разницу между эмпирическим и теоретическим распределениями, то есть чем больше ее наблюдаемое значение $K_{набл}$, тем меньше вероятность принятия основной гипотезы о нормальном распределении. Критическая область статистик Пирсона всегда правосторонняя: $[K_{кр}; +\infty)$ с границей $K_{кр} = \chi^2(k - r - 1; \alpha)$ и заданным значениям σ , $k = 71$, $r = 2$ (параметры χ^2 и σ оценены по выборке). $K_{кр}(0.05; 68) = 90.53123$; $K_{набл} = 0.51$. Наблюдаемое значение

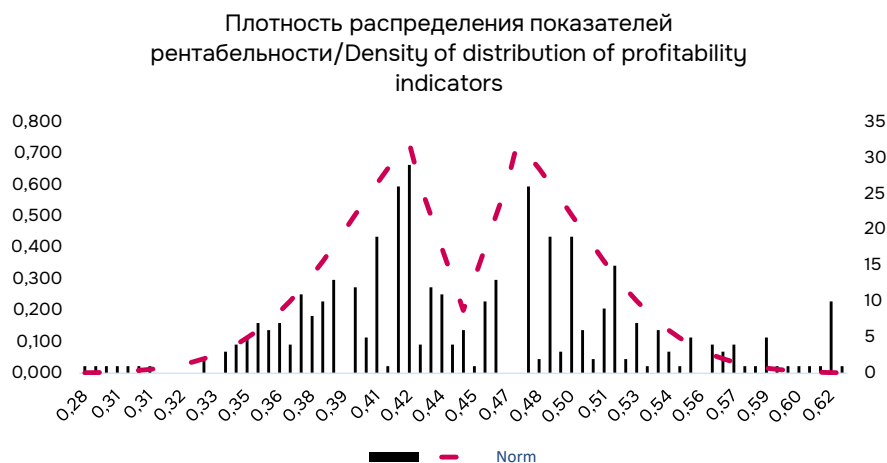


Рис. 4. Плотность распределения показателей рентабельности (N=400).

Таблица 2. Результаты имитации показателей рентабельности за 2020 г.

Xi	Кол-во, fi	xi·fi	Накопленная частота, S	x-хср ·fi	Относительная частота, fi/f
0.28	0.001	0.000327	0.001	0.000199	0.00117
0.29	0.001	0.000339	0.002	0.000188	0.00117
0.30	0.001	0.000351	0.003	0.000176	0.00117
0.31	0.001	0.000363	0.004	0.000164	0.00117
0.31	0.001	0.000363	0.005	0.000164	0.00117
...					
Итого/Total	1	0.451		0.0405	1

статистики Пирсона не попадает в критическую область: $K_{\text{набл}} < K_{\text{кр}}$, поэтому нет оснований отвергать основную гипотезу. Как следствие, можем сделать справедливое предположение, что полученная выборка имеет нормальное распределение.

Следовательно, в результате моделирования, нами были получены реальные показатели рентабельности, которые могут быть использованы для дальнейших прогнозов и осуществления мероприятий, направленных на сохранение финансовой устойчивости организации в текущих временных диапазонах. Особое внимание стоит обратить на значения рентабельности, которые входят в область $P(|x - a| < \sigma) \approx 0,683$. Полученные показатели рентабельности продаж, составляющие интервал от 40% до 48%, не сильно отличаются от годового показателя за 2020 г., что подтверждает корректность выполненной

имитации, однако, значения показателя расширяются в сторону снижения, что позволяет экономистам разработать программы поддержки финансовой устойчивости с учетом выявленной тенденции.

Заключение

Анализ финансовой устойчивости компании является важным элементом комплексного анализа, проведение которого необходимо для минимизации возможных потерь особенно в современных экономических условиях. Основная цель нашего исследования заключалась в демонстрации возможностей методов имитационного моделирования в рамках оценки и анализе финансовых показателей, которые могут меняться во времени и под воздействием различных внешних и внутренних факторов.

В данной статье нами был предложен и реализован алгоритм применения методов имитации.



Рис. 5. Плотность распределения показателей рентабельности (N=855).

тационного моделирования для возможности анализа изменений финансовых показателей. Для примера, в качестве такого показателя нами была выбрана рентабельность продаж торгового предприятия, которая менялась в зависимости от симуляции выручки. Реализация алгоритма была осуществлена при помощи MS Excel. Сам алгоритм представляет собой классическую модульную имитационную модель, которая, как нам известно, ранее не была использована в рамках проведения финансовых анализов. В результате прохождения каждой модульной части нами была получена последовательность нормально-распределенных показателей рентабельности, которые могут быть использованы для дальнейшего анализа, а полученное нормальное распределение подчеркнуло корректность работы данных методов.

Так, внедрение использования данных методов в рамках анализа финансового состояния компании, позволит экономистам понимать реальное

возможное изменение различных экономических аспектов предприятия. Понимание вариативности показателей рентабельности также позволит аналитикам избежать возможные угрозы и ликвидировать вредные последствия отдельных отрицательных составляющих внешней и внутренней среды и своевременно начинать разработку мер по поддержке бизнеса.

Дополнительным преимуществом применения этих методов является универсальность его применения, то есть он может использоваться на различных видах предприятий независимо от масштаба и вида деятельности. Кроме этого, возможно изменение выбора моделированных показателей в зависимости от потребностей бизнеса. В дальнейшем нами планируется продемонстрировать применение методов имитационного моделирования для симуляции других финансовых показателей, в том числе с условиями маневрирования несколькими переменными.

Библиографический список

1. Галицкая Ю. Н. Факторный анализ показателя финансового леввериджа в оценке финансовой устойчивости предприятия // Экономика и бизнес: теория и практика. — 2020. — 7 (65). — С. 42–45.
2. Коптелова А. В., Соколов А. И., Швецов С. К. Интегрированная метрика измерения рисков проектов НАОКР в условиях экономической неопределенности // *π-Economy*. — 2022. — № 3.
3. Хатков В. Ю., Зубарев Г. В., Демкин И. В. О выборе математических методов оценки стоимости реальных опционов на увеличение мощности нефтегазовых проектов // Проблемы анализа риска. — 2020. — Т. 17, № 1. — С. 38–57.
4. Agarwal A., Ewald C.-O., Zou I. Monte Carlo Methods for Real Options under Uncertainty of Parameters in Multivariate Models. — 2021.
5. Auer B. R., Schumacher F. Comparison of estimation error of a small sample of conceptually different risk measures // *International Journal of*

- Theoretical and Applied Finance. – 2021. – 24 (5). – P. 25–34.
6. The role of simulation and optimization methods in supply chain risk management: Performance and review standpoints / J. B. Oliveira [et al.] // Simulation Modelling Practice and Theory. – 2019. – Apr. – Vol. 92. – P. 17–44. – DOI: [10.1016/j.simpat.2018.11.007](https://doi.org/10.1016/j.simpat.2018.11.007).