УДК 33 DOI: 10.14451/1.251.386

Применение инструментов имитационного моделирования в системе управленческого учета

© 2025 **Герба Виктория Анатольевна**
Кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры бизнес-аналитики. Финансовый университет при Правительстве РФ, Россия, Москва.
E-mail: VAGerba@fa.ru

Ключевые слова: управленческий учет, имитационное моделирование, планирование, технология, архитектура, преимущества.

В современной экономической среде технология имитации бизнес-процессов дает возможность заранее просчитать отдачу от управленческих инициатив через анализ множества альтернативных вариантов развития событий. Данный метод открывает путь к переходу на проактивную модель управления, где возможно не только предсказывать вероятные угрозы в численном выражении, но и формировать страховые фонды, соразмерные выявленным рискам. Использование динамических сценарных моделей кардинально меняет подход к бюджетному процессу, наделяя его необходимой мобильностью для оперативного реагирования на новые рыночные тренды. Имитационное моделирование создает единое информационное пространство, объединяющее финансовую отчетность и показатели операционной деятельности, что в итоге формирует комплексный цифровой двойник организации.

Применение экономико-математических методов и моделей является приоритетным направлением в экономике для принятия управленческих решений и выбора оптимального варианта с точки зрения экономии ресурсов.

Имитационное моделирование представляет собой:

- инструмент цифровой трансформации экономического анализа;
- метод реализации принципа «цифрового двойника» в управлении;
- платформу для апробации решений в виртуальной среде.

Имитационное моделирование в управленческом учете используется для прогнозирования и планирования. А также позволяет моделировать финансовые потоки, себестоимость продукции, влияние изменений цен и спроса. Помогает оценить последствия управленческих решений до их реализации для оптимизации ресурсов и снижения издержек за счет выявления узких мест. Моделирование позволяет произвести анализ загрузки производственных мощностей, логистических цепочек и персонала.

Имитационное моделирование — это метод исследования сложных систем путем создания IT-модели, воспроизводящей логику функционирования объекта, взаимодействие элементов системы, а также динамику процессов во времени.

Ключевые характеристики имитационного моделирования:

- алгоритмическая природа (в отличие от аналитических уравнений);
- дискретность (пошаговое воспроизведение процессов);
- стохастичность (учет случайных факторов).

В общем виде структуру имитационной модели в математической форме следующим образом:

$$E = f(x_i, y_i),$$

где E — результат действия системы; x_i — переменные и параметры, которыми мы можем управлять; y_i — переменные и параметры, которыми мы управлять не можем; f — функциональная зависимость между x_i и y_i, которая определяет величину E.

Математическая модель реальной системы является тем формальным описанием объекта, изучение которого возможно математическими методами, в том числе с помощью имитационного моделирования.

Для имитационного моделирования характерно воспроизведение процессов, описываемых математической моделью, с сохранением их логической структуры, последовательности при помощи IT. Поэтому не обязательно записывать математическую модель в виде системы уравнений относительно искомых величин. Достаточно описать схему имитации отдельных процессов, характеризующих систему и алгоритмы.

Наиболее рационально строить модель функционирования системы по блочному принципу. При этом могут быть выделены три группы блоков такой модели.

Имитационное моделирование позволяет заменить модель и провести эксперимент с достаточной точностью, описывающей реальную систему.

Процесс имитационного моделирования системы включает следующие основные этапы:

- построение математической модели;
- машинная реализация модели;
- получение и интерпретация результатов моделирования.

Имитационная модель представляет комбинацию таких составляющих, как компоненты; переменные; параметры; функциональные зависимости; ограничения; целевые функции.

Составляющие имитационного моделирования:

- Компоненты — составные части, которые при соответствующем объединении образуют систему. Параметры — величины, которые при «прогоне» модели могут выбираться произвольно.
- Переменные — величины, которые могут принимать только значения, определяемые видом заданной функции.
- Функциональные зависимости — это отношения, описывающие поведение переменных и параметров в пределах компонента или выражающие соотношения между компонентами системы.
- Ограничения представляют собой устанавливаемые пределы изменений значений переменных или ограничивающие. условия распределения и расходования тех или иных ресурсов.
- Целевая функция — это точное отображение целей или задач системы и необходимых правил оценки их выполнения, к которым стремится система.

Преимущества имитационного моделирования заключаются в возможности анализа систем с нелинейными связями, стохастическими параметрами, обратными связями, визуализацией динамики процессов, а также тестированием «что, если» сценариев.

Имитационное моделирование является мощным инструментом, который находит широкое применение в различных отраслях.

Применение имитационного моделирования по направлениям:

- Финансы. В финансовой отрасли имитационное моделирование может быть использовано

Таблица 1. Сравнение традиционных методов анализа и имитационного моделирования.

	Традиционные методы	Имитационное моделирование
Гибкость анализа	Ограничена	Многовариантность
Скорость расчетов	Дни/недели	Часы/минуты
Точность	±15–20%	±5–7%
Стоимость ошибки	Высокая	Минимальная

Таблица 2. Блочная архитектура модели.

Группа блоков	Назначение	Примеры
Входные воздействия	Формирование внешней среды	Генераторы случайных величин
Функционирование системы	Имитация бизнес-процессов	Производственные циклы
Вспомогательные	Обработка результатов	Статистические модули

для прогнозирования и анализа финансовых рынков, оценки рисков и принятия инвестиционных решений. Например, моделирование может помочь определить оптимальный портфель инвестиций, оценить влияние изменений в экономической ситуации на доходность портфеля, а также оценить риски инвестиций. Это позволяет повысить эффективность управления финансами и минимизировать риски

- Логистика. В сфере логистики имитационное моделирование может быть использовано для оптимизации логистических процессов и управления цепями поставок. Например, моделирование может помочь определить оптимальные маршруты доставки, оценить влияние изменений в объеме заказов на пропускную способность склада, а также оптимизировать планирование и управление запасами. Это позволяет снизить затраты на логистику и улучшить качество обслуживания клиентов.
- Производство. Имитационное моделирование может быть использовано для оптимизации производственных процессов. Например, в автомобильной промышленности моделирование может помочь определить оптимальное расположение оборудования на производственной линии, оценить влияние изменений в процессе сборки на производительность и качество, а также оптимизировать планирование производства. Это позволяет улучшить эффективность и производительность производства.
- Здравоохранение. В медицинской отрасли имитационное моделирование может быть использовано для оптимизации процессов лечения, планирования ресурсов и принятия решений. Например, моделирование может помочь определить оптимальное расписание работы врачей и медсестер, оценить влияние изменений в планировании операций на пропускную способность больницы, а также оценить эффективность новых методов лечения. Это позволяет улучшить качество и доступность медицинского обслуживания.
- Транспорт. В сфере транспорта имитационное моделирование может быть использовано для оптимизации движения транспортных средств, планирования маршрутов и управления транспортной инфраструктурой. Например, моделирование может помочь определить оптимальное размещение светофоров, оценить влияние изменений в объеме транспортного потока на пропускную способность дорог, а также оценить эффективность новых систем управления трафиком. Это позволяет снизить пробки, улучшить безопасность и снизить воздействие на окружающую среду.

Согласно исследованиям, рост использования имитационного моделирования в корпоративном секторе составил ~25% в 2023 году. К 2024 году около 40% компаний из списка Fortune 500 применяли имитационные модели для финансового прогнозирования. В производственном секторе внедрение имитационных технологий позволило сократить затраты на 15–20%.

Таблица 3. Сравнение имитационного моделирования с аналитическим моделированием.

Критерий	Аналитическое моделирование	Имитационное моделирование
Форма представления	Уравнения	Алгоритмы
Учет случайностей	Ограничен	Полноценный
Сложность систем	Линейные зависимости	Нелинейные взаимодействия
Результаты	Точечные оценки	Распределения вероятностей
Гибкость	Низкая	Высокая
Пример	Модель EOQ	Цифровой двойник склада

Применение имитационного моделирования в ключевых областях управленческого учета.

1. Бюджетирование и финансовое моделирование:

Прогнозирование денежных потоков при различных сценариях:

- Пессимистичный/оптимистичный варианты развития;
- Изменение условий кредитования;
- Колебания спроса.

Технология реализации:

- Построение вероятностных распределений по ключевым параметрам;
- Многократный прогон модели (метод Монте-Карло);
- Анализ распределения возможных outcomes.

Например, компания «Роснефть» использует имитационное моделирование для прогноза cash flow с точностью 92%. Снижение кассовых разрывов на 35%.

2. Ценообразование:

- Эластичность спроса;
- Перекрестное влияние продуктовой линейки;
- Реакция конкурентов.

«Магнит» при запуске private labels тестировал 120 ценовых комбинаций, в результате выбрал стратегию с маржинальностью 24%.

3. Логистика и управление запасами:

Многоуровневые системы складирования.

Пример удачного использования: «Леруа Мерлен» сократил затоваривание на 22% за 2023 год.

4. Производственное планирование:

Комплексное моделирование.

5. Повышение точности прогнозирования.

Исследование Deloitte (2023) показало, что компании, использующие имитационное моделирование, сокращают ошибки в финансовых прогнозах на 15–25% по сравнению с традиционными методами.

В McKinsey (2024) подтвердили, что моделирование позволяет предсказывать кассовые разрывы с точностью до 90% (против 60–70% при ручном расчете).

6. Оптимизация затрат и ресурсов.

Procter & Gamble внедрила имитационные модели для управления запасами и сократила логистические издержки на $300 млн в год (отчет PwC, 2023).

В производстве Tesla использует цифровые двойники для тестирования сценариев, что снижает затраты на переналадку линий на 20%.

7. Снижение рисков — Метод Монте-Карло для оценки дефицита сырья и курсовых колебаний.

Банки применяют ИМ для стресс-тестирования (требование Базель III). JPMorgan Chase в 2023 году избежал $2 млрд потенциальных убытков благодаря моделированию кризисных сценариев.

8. Гибкость и сценарный анализ. Сценарное планирование — оценка эффективности инвестиций, изменение цен и т. д.

Компании могут быстро проверять гипотезы (например, «Что будет, если сырье подорожает на 30%?»).

Unilever за 2023 год протестировала 50+ сценариев ценообразования, что повысило маржинальность на 5%.

9. Визуализация данных.

Интерактивные дашборды (например, в AnyLogic или Simul8) помогают менеджерам наглядно оценивать последствия решений.

Недостатки и ограничения при использовании имитационного моделирования заключаются в следующем:

1. Высокая стоимость внедрения.

Разработка модели для среднего предприятия обходится в 50 000 — 50 000–200 000 (Gartner, 2024).

Для сложных систем (например, нефтепереработки) — до $1 млн.

Окупаемость требует времени, что делает его недоступным для малого бизнеса.

2. Требования к данным.

Необходимы качественные исторические данные. По данным MIT (2023), 40% компаний сталкиваются с ошибками из-за неполных или «грязных» данных.

3. Сложность валидации моделей.

Если модель не учитывает все переменные (например, поведение клиентов), прогнозы будут некорректны.

В 2022 году Boeing понес убытки из-за переоценки надежности симулятора 737 MAX.

4. Зависимость от экспертов.

Для настройки требуются специалисты по data science. Дефицит кадров увеличивает затраты на реализацию и разработку программ.

5. Риск «слепого доверия» модели. Менеджеры могут принимать решения только на основе симуляций, игнорируя интуицию и внешние факторы. Компании работают в условиях высокой неопределенности (логистика, финансы, производство).

Проблемой имитационного моделирования также являются цифровые двойники.

ТОП-3 платформы имитационного моделирования для российских предприятий:

1. AnyLogic (универсальное решение);
2. Simul8 (для дискретного производства);
3. Power BI + Python (кастомные решения).

Имитационное моделирование становится неотъемлемой частью управленческого учета, позволяя компаниям снижать риски и повышать эффективность. Рост применения имитационного моделирования подтверждается статистикой: всё больше компаний внедряют этот инструмент для принятия решений, основанных на данных (data-driven). Однако высокие затраты на внедрение и поддержку, а также ограниченный доступ к качественным данным сдерживают его распространение среди многих предприятий. Безусловно, имитационное моделирование — это мощный инструмент, но его эффективность напрямую зависит от корректности исходных данных и грамотной интерпретации получаемых результатов.

Таким образом, имитационное моделирование трансформирует традиционные подходы к управленческому учёту. Вместо единичных точечных оценок оно предоставляет распределения вероятностей для различных исходов. Это позволяет руководителям принимать решения с полным пониманием спектра рисков и потенциальных последствий.

Библиографический список

1. Cost-Benefit Analysis of Simulation Tools / Gartner. — 2024.
2. Why Simulation Models Fail / Harvard Business Review. — 2023.
3. *Васильев А. И.* Имитационное моделирование информационных и вычислительных систем с bc-пользованием GPSS : Учебное пособие. — Владивосток : Издательство ДВГТУ, 2004. — 97 с.
4. *Герба В. А.* Проблемы управленческого учета и влияние искусственного интеллекта на принятие управленческих решений : Сборник научных статей по итогам работы Международного научного форума. Москва // Научный диалог: теория и практика. — Уфа : Инфинити, 2025.
5. Завод в цифре: имитационное моделирование для повышения эффективности производства / Control Engineering Russia.
6. Имитационное моделирование бизнес-процессов предприятия: информационное обеспечение, современное состояние и перспективы развития //Е. С. Петрова // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. — 2017. — 4 (24). — С. 75—87.
7. *Петрова Е. С.* Имитационное моделирование бизнес-процессов предприятия: информационное обеспечение, современное состояние и перспективы развития // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. — 2017. — 4 (24). — С. 75—87.
8. Примеры применения имитационного моделирования в различных отраслях / Прикладная информатика. Дзен.
9. *Суздалева Н Н.* Экономико-математическое моделирование и когнитивное картирование как способы анализа экономических явлений // Экономические науки. — 2025. — 4 (245).
10. *Улезько А. В.*, *Котарев А. В.* Моделирование как инструмент принятия управленческих решений // Вестник Воронежского государственного аграрного университета Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I. — 2008. — № 1/2. — С. 16—17.