



## ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ СТОХАСТИЧЕСКИМИ ФИНАНСОВЫМИ ПОТОКАМИ ПРЕДПРИЯТИЯ

В условиях неопределенности поступления денежных средств необходима модель, которая позволит, во-первых, учитывать стохастический характер параметров системы, во-вторых, отражать сложные причинно-следственные связи факторов и моделировать мультипликативные эффекты, возникающие при взаимодействиях этих факторов, в-третьих, планировать расходование финансовых ресурсов с учетом обеспечения достаточного уровня ликвидности и платежеспособности предприятия.

Поставленные задачи можно решать с использованием инструментария имитационного моделирования движения финансовых потоков. Имитационная модель должна стать основой системы управления финансовыми ресурсами, обеспечивающей принятие своевременных управленческих решений, способствующих поддержанию на достаточном уровне показателей конкурентоспособности, финансовой устойчивости предприятия.

**1. Обзор методов имитационного моделирования.** Ключевой проблемой имитационного моделирования является понимание и предсказание развития сложных систем, сущность которого состоит в реализации на компьютере специального алгоритма, воспроизводящего формализованный процесс сложной системы. Моделирующий алгоритм позволяет по исходным данным, содержащим сведения о начальном состоянии процесса (входной информации) и его параметрах, получить информацию о состояниях процесса в произвольные моменты времени.

Использование имитационной модели в финансовой сфере производственно-экономической системы целесообразно по следующим причинам: 1) система является нелинейной, стохастической, нестационарной; 2) необходимо наблюдение за ходом процесса в течение определенного периода времени; 3) необходимо проведение ситуационных

экспериментов над системой, выявление новых ситуаций, параметры которых неизвестны или не исследованы; 4) необходимо проверять новые стратегии и правила принятия решений перед проведением экспериментов на реальной системе.

Сравнительный анализ подходов к имитационному моделированию, способов описания экономической системы в рамках этих подходов и инструментальные средства показаны в табл. 1 [1, 2].

При решении проблем, в которых индивидуальное поведение отдельных объектов не является существенным, модель системной динамики и дискретно-событийная модель более предпочтительны, так как они более просты в построении и более эффективны в таких случаях. При решении проблем, в которых индивидуальные свойства и стратегии поведения одних агентов прямо влияют на поведение и принятие решений другими агентами, наиболее адекватным является агентное моделирование.

**2. Описание модели.** Для управления финансовыми потоками экономической системы была разработана имитационная модель, реализованная в среде Anylogic с использованием подхода системно-динамического моделирования. Целью создания модели является формирование рациональной схемы распределения финансовых ресурсов, обеспечивающей стабильное функционирование производственно-экономической системы. В имитационную модель также встроены эвристические алгоритмы распределения остатка денежных средств по статьям расходов и определения суммы краткосрочного кредита.

В качестве входных параметров системы используются характеристики денежного потока: выручка, себестоимость и ее составляющие, налоговые платежи, кредиторская и дебиторская задолженности, прибыль. Все

Таблица 1

**Сравнительный анализ подходов к имитационному моделированию**

Подход к моделированию	Вид моделирования			
	динамическое	дискретно-событийное	системно-динамическое	агентное
Способ описания системы	Алгебраические, дифференциальные уравнения, блок-схемы	Графы	Диаграммы с обратными связями	Агенты с активным поведением
Базовые элементы	Блоки (интегратор, усилитель, задержка и др.)	Заявки и ресурсы	Накопители, потоки, причинно-следственные зависимости	Индивидуальные объекты, карты состояний
Структура модели	Блочная диаграмма с обратными связями	Диаграмма из блоков (очереди, задержки и др.)	Взаимодействие обратных связей	Правила поведения агента
Направление моделирования	Сверху вниз	Сверху вниз	Сверху вниз	Снизу вверх
Применение	Механические, физические процессы, системы управления	Системы массового обслуживания	Производственные процессы, системы управления	Интеллектуальные, децентрализованные системы
Инструментальные средства	AnyLogic, Simulink	AnyLogic, AweSim, GPSS,	AnyLogic, IThink, Powersim	AnyLogic, Ascape, RePast

данные моделируются с помощью треугольного распределения *triangular (min, mode, max)*, которое применяется при недостаточной, неполной или нечеткой информации.

Выходные показатели – ликвидность, платежеспособность, рентабельность, устойчивость и конкурентоспособность предприятия. Моделирование проводится по периодам с разбивкой на дни. Все переменные модели связаны сложными причинно-следственными, структурными и временными связями.

Структурно модель состоит из трех взаимосвязанных компонент (рис. 1): моделирования платежного календаря; оценки кредитоспособности предприятия; оценки влияния факторов оперативного уровня на факторы, отражающие стратегический уровень управления.

При разработке модели приняты следующие допущения. Во-первых, неразграничение денежных потоков по различным счетам учета денежных средств. Во-вторых, кроме собственно денежных потоков в модели планируются стоимостные потоки образования и погашения дебиторской и кредиторской

задолженности, что необходимо для обеспечения желаемого уровня платежеспособности предприятия.

Платежный календарь представляет собой стохастическую систему, увязывающую входные и выходные финансовые потоки предприятия. Платежный календарь, охватывая весь денежный оборот предприятия, предназначен для формирования оперативного плана прихода и расхода финансовых ресурсов, связывает во времени источники и расходы денежных поступлений и обеспечивает их сбалансированность. Модель позволяет составить такой ежедневный план, который обеспечивает достаточную платежеспособность предприятия и его ликвидность в длительной перспективе.

Обобщающей характеристикой кредитоспособности является рейтинговая оценка предприятия-заемщика и ставка процента по кредиту. Оценка кредитоспособности заемщика основывается на определении класса его кредитоспособности. Для этого рассматриваются коэффициент среднесрочной ликвидности, коэффициент абсолютной

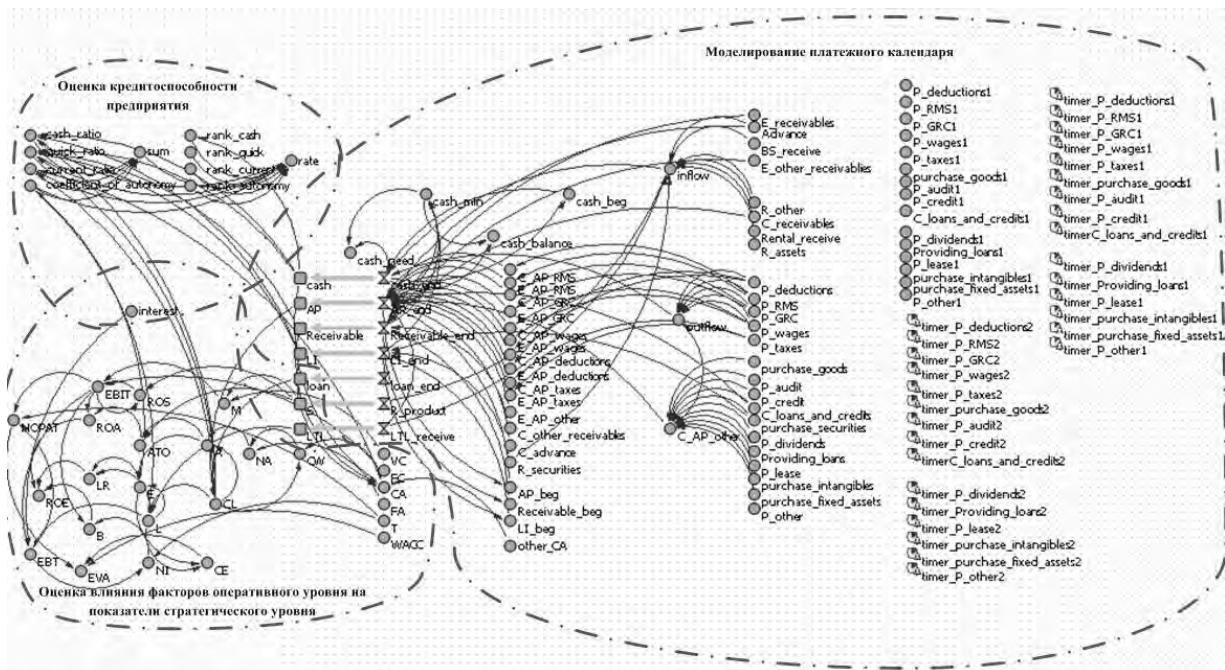


Рис. 1. Структурная схема имитационной модели финансовых потоков

ликвидности, коэффициент текущей ликвидности и коэффициент автономии. В зависимости от величины этих коэффициентов предприятия делятся на три класса кредитоспособности. Первоклассным по кредитоспособности заемщикам банки могут открывать кредитную линию, выдавать в разовом порядке бланковые (без обеспечения) ссуды с установлением более низкой процентной ставки, чем для остальных заемщиков. Кредитование второклассных заемщиков осуществляется банками в обычном порядке, т. е. при наличии соответствующих обязательств (гарантий, залога). В этом случае процентная ставка зависит от вида обеспечения. Предоставление кредитов клиентам третьего класса связано для банка с большими рисками. Таким клиентам в большинстве случаев банки кредитов не выдают, в исключительных случаях размер предоставляемой ссуды не должен превышать размера уставного фонда, а процентная ставка устанавливается на высоком уровне.

Взаимосвязь показателей оперативного и стратегического уровней управления отражается в третьей подмодели, в основу которой положена модель Du Pont. Показатели, используемые для анализа эффективности

деятельности предприятия на стратегическом уровне — экономическая добавленная стоимость, рентабельность собственного капитала, рентабельность активов, финансовый леверидж, чистая прибыль взаимосвязаны с показателями тактического уровня, которые широко применяются при проведении финансового анализа предприятий.

**3. Имитационные эксперименты, оценка эффективности модели.** В рамках имитационных экспериментов изучалось поведение системы, исследовалась динамика следующих факторов: ставки налога на прибыль (T), ставки процента по кредиту (interest), объема кредита на конец периода (loan\_end), долгосрочных кредитов и займов (LTL\_receive), выручки от реализации (R\_product). В качестве выходных (моделируемых) показателей используются денежный поток (cash), экономическая добавленная стоимость (EVA), рентабельность собственного капитала (ROE), рентабельность активов (ROA), чистая операционная прибыль (NOPAT), суммарный объем кредита (loan), прибыль до выплаты процентов по займам и налога на прибыль (EBIT), финансовый леверидж (LR), коэффициент оборачиваемости активов (ATO), рис. 2.

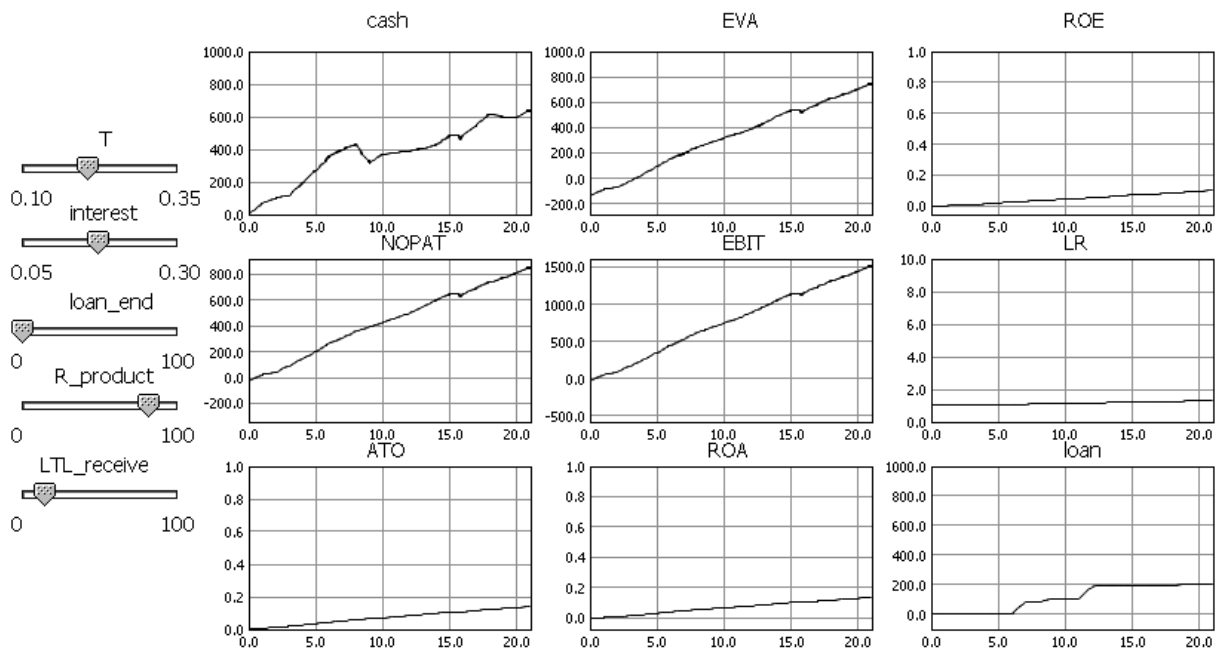


Рис. 2. Проведение имитационного эксперимента

Проведены следующие эксперименты:  
 1) оценка влияния изменений выходных показателей в зависимости от изменения входных переменных; 2) оценка совокупного влияния изменений переменных на выходные; 3) оценка эластичности выходных показателей по входным переменным.

Анализ корреляций факторов показывает, что переменная «денежный поток» наиболее тесно связана с выручкой (коэффициент корреляции равен 0,73), остальные факторы фактически не оказывают целенаправленного влияния на данную переменную (рис. 3).

Рентабельность активов в основном определяется изменением факторов «выручка» и «ставка процента по кредиту». Рентабельность собственного капитала зависит в основном от динамики факторов «выручка» и «ставка налога на прибыль». Финансовый леверидж определяется величинами займа, а чистая прибыль связана с изменениями ставки процента по кредиту, ставки налога на прибыль, а также величины выручки. Полученные эффекты логически непротиворечивы и подтверждают адекватность и работоспособность модели.

Continue...	T	INTEREST	LOAN_END	LTL_RE	R_PR
T	1,000000	,395392	-,112966	,035626	-,071329
INTEREST	,395392	1,000000	-,179816	,009447	-,137417
LOAN_END	-,112966	-,179816	1,000000	-,220799	-,143653
LTL_RE	,035626	,009447	-,220799	1,000000	-,058786
R_PR	-,071329	-,137417	-,143653	-,058786	1,000000
CASH	-,155455	-,306955	,337205	,253925	,725032
EVA	-,377774	-,554276	-,070375	-,094504	,869329
ROE	-,408211	-,551289	,007363	-,056938	,870831
ROA	-,073375	-,138759	-,144887	-,059290	,999580
EBIT	-,071329	-,137417	-,143653	-,058786	1,000000
LR	-,079200	-,166376	,713467	,515228	-,189492
ATO	-,068483	-,136370	-,147040	-,060172	,999409
NOPAT	-,401613	-,539288	-,058528	-,089908	,875950

Рис. 3. Корреляционная матрица результатов имитации

Оценка эффективности алгоритмов управления финансовыми потоками проводилась путем сравнения выходных параметров модели с включенными алгоритмами (эксперимент 1) с результатами моделирования без использования алгоритма определения необходимой суммы кредита (эксперимент 2), а также без использования алгоритма распределения свободного остатка денежных средств по статьям расходов (эксперимент 3). Результаты экспериментов приведены в табл. 2; они демонстрируют, что денежный поток, экономическая добавленная стоимость и чистая прибыль имеют наилучшие значения в условиях включения разработанных алгоритмов.

Итак, финансовая система предприятий является динамической, нелинейной и нестационарной, связи между переменными сложные и оказывают мультипликативные эффекты на результаты функционирования

Таблица 2

**Результаты экспериментов**

№	cash	EVA	ROE	ROA	EBIT	LR	ATO	NOPAT
1	<b>666,25</b>	<b>869,13</b>	0,12	0,15	1645	1,30	0,15	<b>979,13</b>
2	656,45	867,13	0,12	0,15	1645	1,30	0,15	977,12
3	483,46	861,11	0,12	0,15	1645	1,30	0,15	971,11

предприятия. Повышение эффективности использования финансовых ресурсов возможно при условии создания имитационной модели, обеспечивающей координацию прихода и расхода денежных средств. Предложенная имитационная модель позволяет принимать эффективные оперативные решения по распределению денежных средств по статьям затрат и обеспечивает рост финансовой устойчивости и платежеспособности предприятия.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Орлова, Е.В. Управление разноуровневыми экономическими системами [Текст] / Е.В. Орлова, Л.А. Исмаилова. — М.: Машиностроение, 2012. — 382 с.  
 2. Бабкин, А.В. Анализ подходов и методов

оценки инновационного потенциала предприятия [Текст] / А.В. Бабкин, А.О. Новиков // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Серия «Экономические науки». — 2009. — № 2 (75), т. 2. — С. 193–204.