

## ИМИТАЦИОННЫЙ ПОДХОД К РИСК-ПРЕДИКТОРНОМУ РЕЙТИНГОВОМУ ОЦЕНИВАНИЮ КРЕДИТОЗАЕМЩИКОВ

---

**Величко Юрий Александрович,**

аспирант кафедры информационных технологий и математических методов в экономике Воронежского государственного университета; itmme@econ.vsu.ru

**Касаткин Сергей Евгеньевич,**

кандидат экономических наук, докторант кафедры информационных технологий и математических методов в экономике Воронежского государственного университета; k\_s\_e@rambler.ru

Для случаев недостаточной формализации условий рейтингового оценивания надежности кредитозаемщиков предлагается использовать имитационное моделирование. Разработана имитационная модель со стохастическим принципом воспроизведения исторического периода. Реализация принципа предусматривает новый подход подражания реальным процессам.

**Ключевые слова:** имитационная модель, риск-предикторная рейтинговая оценка, принцип стохастического воспроизведения, модель множественного выбора.

Аппарат имитационного моделирования, практически не используется при построении рейтинговых оценок. Все согласны, что надежность кредитозаемщика подвержена воздействию большого числа случайных событий. Но никто не спешит в качестве аппарата для предсказания этих событий и анализа причин их породивших использовать метод Монте-Карло, лежащий в основе всех имитационных моделей. Это связано, прежде всего с тем, что в принципе моделировать с помощью метода Монте-Карло можно все, в том числе и рейтинговые оценки, но получить результат требуемой точности не всегда удастся. Из этого следует простой вывод. Идеи метода Монте-Карло нужно использовать в комплексе с аналитикой математических моделей. Сочетание аналитического представления закономерностей со стохастическим способом их реализации является основной идеей построения имитационных моделей.

Поэтому в имитационных моделях, как правило, присутствуют и элементы математического моделирования, и элементы стохастического моделирования, основанные на методе Монте-Карло. Эффективность

применения подобных моделей зависит от обеих составляющих. Стохастическая составляющая реализуется обычно стандартным образом, для чего идентифицируется распределение соответствующей случайной величины. Это распределение затем используется в расчетах, которые осуществляются с помощью математической модели.

Математическая составляющая имитационной модели при своей реализации предоставляет гораздо больше степеней свободы, чем стохастическая составляющая. Причем в рамках этой реализации сразу решается несколько задач. Прежде всего, определяется возможность построения модели, с помощью которой можно получить высокий уровень подражания моделируемому процессу или объекту. Как правило, есть выбор. Известно, что описание одного и того же процесса можно осуществить несколькими моделями. Причем каждая модель может обладать как достоинствами, так и недостатками. В ситуациях альтернативного выбора рекомендуется предпочтение отдавать модели, имеющей понятную содержательную интерпретацию и обеспечивающую требуемый уровень подражания.

Подражание не является самоцелью, но считается, что именно за счет высокого уровня подражания можно достичь требуемой цели. Можно, например, получить объективные оценки риска или оценить максимально возможный уровень потерь. Понятно, что высокий уровень подражания может достигаться только в том случае, когда в математической модели без искажения отражается природа моделируемого процесса. В силу этого имитационное моделирование можно рассматривать как универсальный аппарат, который применяется для решения практически любых задач. Правда каждый конкретный случай требует некоторой его модификации. Модификация обычно предусматривает внесение таких изменений, которые обеспечивают необходимую точность воспроизведения моделируемого процесса.

Универсальность являясь главным свойством имитационного подхода, бесспорно обеспечивает его предпочтительность при выборе аппарата для решения слабо структурированных задач прикладной направленности. Однако специфика каждой задачи индуцирует соответствующую специфику в применяемой модели. Поэтому возникает естественная необходимость обсудить специфику имитационных моделей, применение которых ориентировано на решение задач, возникающих при формировании рейтинговых оценок.

В этой специфике есть два аспекта. Первый связан с упреждающим лагом, который всегда имеет место в задачах практического использования рейтинговых оценок. Дело в том, что акт принятия решения, обоснованного на основе рейтинга, и результат, смысл которого в своевременном возврате кредита, разделены во времени. Преодолеть упреждающий лаг можно только прогнозными расчетами. Поэтому имитационная модель должна быть настроена на упреждающие расчеты путем стохастического

воспроизведения исторического периода.

Второй аспект очевидным образом связан с природой реализации кредитного решения. Как правило, деятельность кредитозаемщиков осуществляется в рыночной среде и поэтому связана с рисками, которые, на наш взгляд, должны специальным образом учитываться в имитационных моделях. Природа риска, как известно, связана со случайными факторами, ни время, ни причины проявления которых заранее неизвестны. В связи с этим возникает проблема отражения риск-эффектов в имитационных моделях.

Вопросы, связанные с учетом рисков в имитационных моделях, которые используются в процедурах формирования рейтинговых оценок, выходят за рамки этой частной задачи, так как носят более общий характер, затрагивая саму концепцию подражания реальным процессам. В рамках современного взгляда на имитационное моделирование все модели этого типа можно разделить по уровню подражания реальным процессам на три группы:

1) модели, которые обеспечивают достижение подражания только в области законов, определяющих функционирование реального объекта, принято относить к имитационным системам первого ранга;

2) модели, с помощью которых осуществляется подражание не только в области законов, но и случайных величин, считаются имитационными системами второго ранга;

3) самый высокий третий ранг присваивается имитационным системам, которые позволяют осуществлять подражание реальным объектам как в области поведения, так в области законов и случайных величин.

При решении практических задач чаще других используются модели второго ранга. Именно эти модели и будут нас интересовать, так как на их основе легко реализовать расширенную концепцию подражания. В расширенной концепции подражания предлагается к имитационным системам второго ранга относить модели, которые обеспечивают подражание реальным процессам на уровне законов, рисков и случайных величин. Изменение, которое внесено в определение имитационных систем второго ранга, предусматривает новые требования к механизму подражания, реализуемому имитационной моделью.

Смысл этих требований понятен, но их реализация требует проведения дополнительных исследований, которые позволили бы построить имитационную модель, обеспечивающую формирование имитируемых величин с учетом закономерностей, рисков и случайных величин. Новой составляющей в имитируемой величине является риск, а точнее риск-эффект, который может иметь место именно в то мгновение, которое имитируется моделью.

Результаты имитационного моделирования однозначно зависят от того, насколько точно было проведено определение закономерности, которой подчиняется моделируемый процесс и насколько точно идентифицировано

распределение случайных величин, присутствующих в данных, которые генерируются реальным процессом. Вся эта формализация должна проводиться с учетом природы моделируемого процесса и с использованием тех знаний, которые о данном процессе были накоплены к текущему моменту времени.

Идентификация закономерностей, а также распределений случайных величин осуществляется с помощью известного математического аппарата. Обычно это эконометрические методы оценки неизвестных параметров (метод наименьших квадратов, метод максимального правдоподобия) и статистические методы подгонки распределений (процедура хи-квадрат Пирсона, процедура Колмогорова). Именно эти методы и процедуры рекомендуется использовать в методике построения рейтинговых оценок, основанной на имитационном моделировании.

Схемы практического использования имитационного подхода могут быть различны и зависят от конкретной ситуации, в которой принимается решение о его применении. В рассматриваемом нами случае формирования рейтинговых оценок необходимость использования имитационных моделей возникает в двух случаях. Либо при использовании эконометрических моделей в режиме имитационных расчетов, либо в случае, когда не удастся построить эконометрические модели, адекватно описывающие финансовую систему кредитозаемщика. Будем рассматривать второй случай, возможности реализации которого на основе имитационного подхода для нас имеют принципиальное значение.

Задача, для решения которой привлекается аппарат имитационного моделирования, предусматривает формирование прогнозного образа финансового состояния кредитозаемщика. Предполагается, что данные прогнозного образа могут использоваться для определения прогнозной составляющей рейтинга или даже для построения риск-предикторной рейтинговой оценки. Для получения правдоподобного описания прогнозного образа предлагается его формирование построить на идеи стохастического воспроизведения закономерностей исторического периода. Подобное воспроизведение позволяет создать новую конструкцию имитационной модели. Обычно расчетная схема, в которой используется имитационная модель, предусматривает применение аналитической составляющей для получения значений в соответствии с обнаруженными в моделируемом процессе закономерностями и применение стохастической составляющей для генерирования случайных чисел. Окончательный результат есть сумма полученных таким образом чисел. Принципиальная схема проводимых таким образом расчетов изображена на рис. 1.

Стохастическое воспроизведение закономерностей исторического периода предусматривает в дополнение к аналитической модели построение специальной зависимости, обеспечивающей в режиме имитационных расчетов вероятностную взаимосвязь получаемых результатов с условиями, в которых эти результаты правдоподобны. Вероятностная взаимосвязь

понимается в том смысле, что повышение интенсивности изменения условий повышает вероятность соответствующих изменений в моделируемом процессе. Сама вероятность используется для окончательной корректировки усредненного результата имитационных расчетов. Схема расчетов для этого случая изображена на рис. 2.

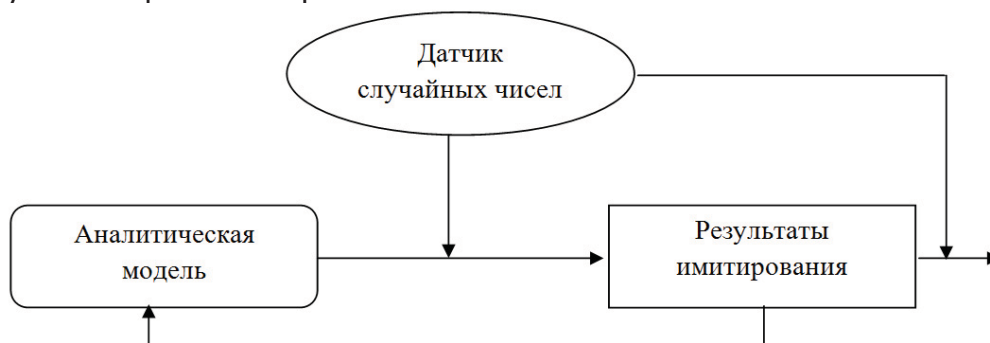


Рис. 1. Простейшая схема имитационных расчетов

Как известно, строгих правил, регламентирующих построение имитационных моделей, нет. В предлагаемых нами моделях обязательным элементом является принцип стохастического воспроизведения закономерностей исторического периода. Можно предложить разные варианты формального представления этого принципа в имитационных моделях. В данной работе предлагается дискретно вероятностный подход, в соответствии с которым варианты финансового состояния, распределенные по историческому периоду, переносятся на конкретные моменты времени упреждающего периода. По сути, одновариантный исторический период в соответствии с этим принципом трансформируется в многовариантный образ упреждающего периода. Причем само стохастическое воспроизведение двухуровневое, в том смысле, что в модели имеется два механизма воспроизведения случайных величин: с помощью первого генерируются риск-эффекты, а с помощью второго случайной помехи. Это позволяет повысить уровень подражания реальным процессам.

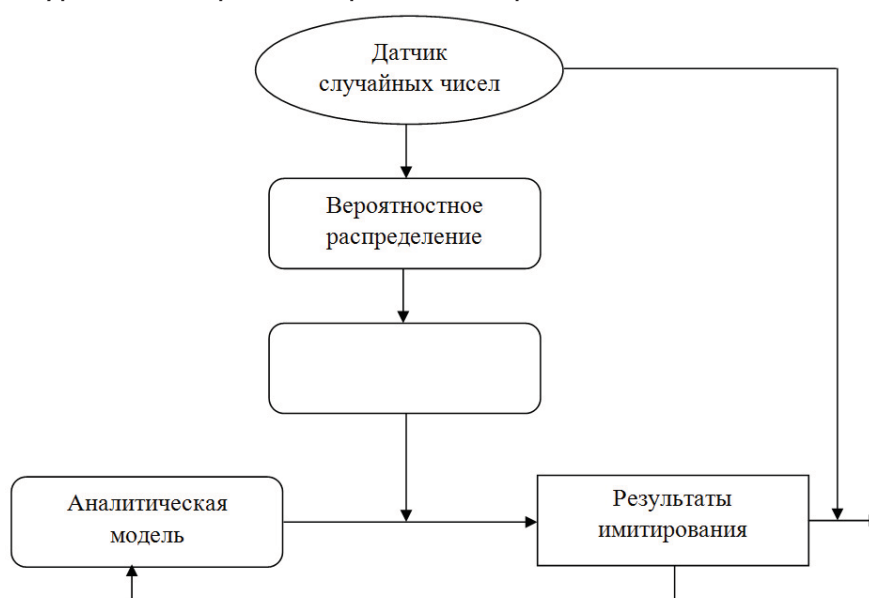


Рис. 2. Простейшая схема воспроизведения исторического периода

Рассмотрим простейший вариант имитационной модели, в которой реализован принцип стохастического воспроизведения закономерностей исторического периода. В общем виде такая модель может быть записана в следующем виде:

$$\xi_i^k = \text{RND} , \quad (2)$$

$$\Lambda_i(\xi_i^k) = \frac{e^{b_{i0} + b_{i1}\xi_i^k}}{1 + e^{b_{i0} + b_{i1}\xi_i^k}} , \quad (3)$$

$$\varepsilon_i^k = N(0, \sigma_i^2) , \quad (4)$$

$$R_{it+1}^k = d_i - 2d_i\Lambda_i(\xi_i^k) , \quad (5)$$

$$y_{it+1}^k = \tilde{y}_{it} + R_{it+1}^k + \varepsilon_i^k , \quad (6)$$

где  $y_{it+1}^k$  – прогнозная оценка  $i$ -го финансового показателя, полученная в результате  $k$ -го имитационного эксперимента для момента времени  $t+1$ ;

$\tilde{y}_{it}$  – скользящее среднее  $i$ -го финансового показателя, рассчитанное для момента  $t$ ;

$d_i$  – оцениваемый коэффициент модели  $i$ -го финансового показателя;

$R_{it+1}^k$  – оценка риск-эффекта  $i$ -го финансового показателя в  $k$ -ом имитационном эксперименте для момента времени  $t+1$ ;

$\Lambda_i(\cdot)$  – функция логистического распределения, используемая при определении риск-эффекта  $i$ -го финансового показателя;

$\varepsilon_i^k$  – случайная величина, сгенерированная датчиком нормально распределенных случайных чисел в  $k$ -ом имитационном эксперименте для  $i$ -го финансового показателя;

$N(0, \sigma_i^2)$  – датчик нормально распределенных случайных чисел,

$b_{i0}, b_{i1}$  – оцениваемые коэффициенты логистической функции;

$\xi_i^k$  – случайная величина, сгенерированная датчиком равномерно распределенных случайных чисел в  $k$ -ом имитационном эксперименте,

$\text{RND}$  – датчик равномерно распределенных случайных чисел.

Особенность этой модели в том, что в ней предусмотрено генерирование двух случайных величин  $\xi_i^k$  и  $\varepsilon_i^k$ . Первая случайная величина имеет равномерное распределение и используется в качестве аргумента логистической функции для стохастического воспроизведения с помощью риск-эффекта тех отклонений от среднего, которые имели место на историческом отрезке времени. Результат получается в виде ожидаемого отклонения от скользящего среднего значения моделируемого показателя. Его складывают с этим скользящим средним, получая усредненное стохастическое воспроизведение исторического периода. Вторая случайная величина имеет нормальное распределение и предназначена для ослабления зависимости от данных исторического периода. Трудно понять смысл введения двух случайных величин, эффекты, от воздействия которых на результаты моделирования, могут противоречить друг другу. Поэтому



кратко поясним основную идею замысла, который реализуется с помощью данного приема.

Целевое назначение первой случайной составляющей – описание будущего в виде такого многообразия, усреднение которого позволяет понять, что будущее это прошлое, видоизмененное в соответствии с доминирующими на историческом периоде тенденциями. Тенденции воспроизводятся с помощью скользящего среднего.

Вторая случайная величина привносит в описание будущего те элементы нового, ростки которого не зафиксированы статистикой прошлого. Таким образом, правдоподобность описания будущего повышается до такой степени, что сгенерированные данные этого описания можно использовать для построения риск-упреждающих рейтинговых оценок точно таким же образом, как это делается при формировании рейтинговых оценок по данным исторического периода.

Действительно, каждый результат имитационных расчетов можно использовать для получения рейтинговой оценки с помощью модели множественного выбора с упорядоченными альтернативами. Но это будет один из возможных вариантов рейтинговой оценки. Среднее значение, которое часто принимают за финальный результат имитационного моделирования, в данном случае не имеет смысла, так как рейтинг это качественная характеристика, измеряемая в номинально-ранговой шкале. Поэтому, в случае, когда рейтинговая оценка строится на основе имитационных расчетов, рекомендуется за эту оценку принять результат, который чаще других имеет место в расчетах по модели множественного выбора с упорядоченными альтернативами.

Кроме того, в результате подобных расчетов легко получается рейтинговый размах, с помощью которого удастся определить достаточно объективную оценку стабильности рейтинга. Изложенное позволяет сделать вывод о том, что имитационный подход можно рассматривать как один из инструментов рейтингового моделирования, применение которого актуально в тех ситуациях, когда не сформировано представление о внутренних механизмах взаимодействия финансовой системы кредитозаемщика.

#### **Список источников**

1. Давнис, В.В. Имитационно–эконометрическое моделирование доходности финансового актива [текст] / В.В. Давнис, Д.А. Хабибулин // Экономические науки. – 2010. – №6 (67). – С. 236 – 249.
2. Давнис, В.В. Прогнозные модели экспертных предпочтений [текст] / В.В. Давнис, В.И. Тинякова. Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2005. – 248 с.

---

## **SIMULATION APPROACH TO RISK-RATING ESTIMATION OF BORROWERS**

---

**Velichko Yuriy Aleksandrovich,**

Post-graduated student of the Chair of Information Technologies and  
Mathematical Methods in Economy of Voronezh State University;  
itmme@econ.vsu.ru

**Kasatkin Sergey Yevgenyevich,**

Ph. D. of Economy, Candidate for a doctor's degree of the Chair of In-  
formation Technologies and Mathematical Methods in Economy of Vo-  
ronezh State University; k\_s\_e@rambler.ru

For the cases of inadequate conditions for the formalization of the  
rating estimation of reliability borrower encouraged to use simulation.  
Developed a simulation model with a stochastic principle of reproduc-  
tion of the historical period. The principle provides a new approach  
emulate real processes.

**Keywords:** simulation model, risk-rating estimation, principle of sto-  
chastic reproduction, model of multiple-choice.