

Visual IFPS/Plus – інтерактивна система планування фінансів, яка містить мову моделювання і структуру команд, які дають змогу описувати проблеми звичною для людини мовою й діставати розв'язки у табличному вигляді;

Expert Choise – СППР, яка базується на аналітичному ієрархічному підході для підтримки прийняття рішень і допомагає користувачам організувати пов'язану з проблемою комплексну інформацію в ієрархічну модель, яка складається з мети, можливих сценаріїв, критеріїв і альтернатив;

Analytica – СППР, орієнтована на моделі, яку доцільно використовувати для створення й дослідження моделей у різних галузях, включаючи: бізнес і фінанси, аеропростір, консалтинг, електронну комерцію, енергетику, розроблення нових видів продукції, науково-технічні дослідження, телекомунікації та інших галузях наукомісткого виробництва, де необхідно забезпечити можливість ефективного розв'язання наступних проблем: оцінювання проєктів, фінансового моделювання, підтримки й аналізу рішень, управління й послаблення ризику, прогнозування, аналізу ринку, ймовірнісної імітації та інших;

PLEXSYS – інтегрована комп'ютерна система для планування, моделювання та прийняття управлінських рішень, яка може використовуватись в індивідуальному чи груповому режимах для виконання таких функцій: пошуку даних у внутрішніх та зовнішніх джерелах інформації; аналізу цих даних на основі застосування широкого діапазону кількісних і якісних моделей; генерування критеріїв, результатів і передумов, на яких ґрунтуються результати; зв'язування передумов з рішеннями й запам'ятовування цих конструкцій на майбутнє; та інші системи підтримки прийняття рішень.

Отже, питання розроблення та впровадження інтелектуальних систем підтримки управління в практику діяльності сучасних організацій, зокрема вітчизняних, є актуальним і потребує на подальший розвиток.

Джерела та література

1. Лодон Дж., Лодон К. Управление информационными системами. 7-е изд. /Пер. с англ. под ред. Д.Р. Трутнева. – СПб.: Питер, 2005. – 912 с.
2. Тронин Ю.Н. Информационные системы и технологии в бизнесе. – М.: Альфа-Пресс, 2005. – 236 с.
3. Романов А.Н., Одинцов Б.Е. Советующие информационные системы в экономике. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000. – 487 с.
4. Ситник В.Ф. Системы підтримки прийняття рішень: Навч. посіб. – К.:КНЕУ, 2004. – 614 с.
5. Управление организацией/Под. ред. А.Г. Поршнева, З.П. Румянцевой, Н.А. Соломатина. – М.: ИНФРА-М, 1999. – 669 с.
6. Годин В.В., Корнеев И.К. Управление информационными ресурсами. – М.: ИНФРА-М, 1999 – 432 с.
7. Джексон П. Введение в экспертные системы. Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. – 624 с.
8. Морозов А.О., Косолапов В.Л. Інформаційно-аналітичні технології підтримки прийняття рішень на основі регіонального соціально-економічного моніторингу. – Київ: «Наукова книга», 2002. – 232 с.

Субботницький Д.Ю.

ВАРИАНТЫ ИЗМЕНЕНИЯ ОБЪЕМА НЕПОГАШЕННОЙ ЗАДОЛЖЕННОСТИ НА РЫНКЕ РОССИЙСКИХ ГКО В 1998 ГОДУ

Государственный долг является одной из важнейших составляющих финансовой системы государства. Его стабильность часто определяет общие тенденции развития экономики и непосредственно влияет на политическое положение – неоднократно государство-должник, в случае невозможности расплатиться по государственному долгу деньгами, было вынуждено расплачиваться с кредиторами государственным суверенитетом (колонии, концессии, проведение выгодных кредиторам изменений во внешней и внутренней политике). Моделирование вариантов развития системы государственного долга и ее основных показателей часто осложняется значительным влиянием не экономических, но политических факторов, особенно в период кризисов, например, в Португалии в 1890-х гг. и в России в 1990-х [10]. Одним из возможных путей решения этой проблемы является привлечение специалистов, способных оценить влияние различных факторов на рынок государственного долга на основании имеющейся у них информации и опыта. В случае использования экспертных оценок появляется другая проблема – их неточность, сравнительный характер, неполнота, поэтому для использования всей информации, полученной от экспертов, приходится разрабатывать специальные методы, среди которых предлагаемый в настоящей статье метод рандомизированных вероятностей (МРВ) [6].

Литература, посвященная методам принятия решений в условиях неопределенности, достаточно обширна, поэтому остановимся только на некоторых подходах. Среди наиболее известных методов, связанных с прогнозированием будущего состояния экономики в условиях недостатка информации следует отметить метод вычислимых моделей общего равновесия (Computable General Equilibrium models (CGE models)) [7]. Наиболее известные отечественные работы в этом направлении связаны с деятельностью академика В.Л. Макарова и его группы. CGE модели предполагают построение некоторой системы уравнений баланса потоков товаров и услуг, решение которой находится в результате ряда

последовательных итераций [7]. Другим известным методом, основанным на исследовании частоты реализации различных исходов наблюдаемого события, является частотный метод. Основной идеей метода является использование закона больших чисел, а точнее – сходимости выборочного среднего по вероятности. Использованному в работе методу рандомизированных вероятностей посвящены многие работы группы сотрудников Санкт-Петербургского государственного университета (см., напр., [6, 9, 14]).

В случае необходимости получения достаточно точного прогноза динамики финансовых показателей можно использовать экспертные оценки попадания рассматриваемых величин в отдельные промежутки (эксперту легче выделить промежуток, чем назвать конкретное значение). Целью исследования является рассмотрение модификации МРВ, позволяющей прогнозировать изменение финансовых показателей в условиях дефицита числовой информации, и демонстрация возможностей модификации на конкретном примере (моделирование динамики непогашенной задолженности на рынке государственных краткосрочных обязательств РФ (ГКО)).

Предположим, что рассматриваемая финансово-экономическая система в определенный момент времени t_0 к моменту времени t_1 может перейти в одно и только одно из состояний A_1, A_2, \dots, A_n , образующих полную группу попарно несовместных событий: $A_1 \cup A_2 \cup \dots \cup A_n = \Omega$, $A_i \cap A_j = \emptyset$, $i \neq j$. Каждое из состояний (альтернатив) обладает определенной вероятностью осуществления $p_i = P(A_i)$, $\sum_{i=1}^n p_i = 1$ [6]. Эти вероятности исследователю нужно определить. Как

правило, в распоряжении исследователя находится информация I двух типов: ординальная (нечисловая) информация OI , выражаемая соотношениями вида $p_i > p_j$, $p_l = p_k$, и интервальная (неточная) информация II , определяемая диапазонами $[a_i, b_i]$, $0 \leq a_i \leq b_i \leq 1$, $i = \overline{1, n}$, в которых могут находиться вероятности p_i , $i = \overline{1, n}$ рассматриваемых альтернатив [10]. Учитывая, что система соотношений I не всегда однозначно определяет вероятности альтернатив, можно говорить о неполноте этой информации.

Учет ограничений, налагаемых ННН-информацией, ограничивает множество векторов P вероятностей альтернатив до множества $P(I)$ их допустимых значений, применение метода имеет смысл, если $|P(I)| \geq 2$. Рандомизируя выбор вектора вероятностей $p = (p_1, \dots, p_n)$ из множества $P(I)$, получим случайный равномерно распределенный на $P(I)$ вектор $\tilde{p}(I) = (\tilde{p}_1(I), \dots, \tilde{p}_n(I))$. Математическое ожидание $\bar{p}_i(I) = E\tilde{p}_i(I)$ случайных величин $\tilde{p}_i(I)$, $i = \overline{1, n}$ можно считать оценкой вероятности p_i . Стандартное отклонение $\sigma_i(I) = \sqrt{D\tilde{p}_i(I)}$ служит мерой точности данной оценки [14].

Рассмотрим возможности использования метода при прогнозировании изменения показателя на непересекающихся интервалах. Предполагается, что можно выделить несколько интервалов (интервалы не пересекаются и описывают все возможные варианты изменения значения показателя), образующих полную группу попарно несовместных событий. Рассматриваемая величина может принять любое значение, принадлежащее интервалу, причем с одинаковой вероятностью. Эксперт оценивает вероятности попадания величины в каждый из интервалов на основании имеющейся ННН-информации. Следовательно, можно использовать МРВ для оценки этой вероятности [9].

Рассмотрим характеристику X , которая принимает случайное значение \tilde{x} на интервале $[a_0, a_n]$, состоящего из n подинтервалов $[a_0, a_1], [a_1, a_2], \dots, [a_{n-1}, a_n]$. Вероятность того, что характеристика примет значение из i интервала - p_i , ($p_i \geq 0, i = 1, \dots, n, \sum_{i=1}^n p_i = 1$). (в нашем случае

p_i также является оценкой, полученной по МРВ). Кусочно-постоянная функция плотности распределения \tilde{x} для общего случая будет иметь следующий вид:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{p_1}{a_1 - a_0}, & a_0 \leq x \leq a_1 \\ \dots \\ \frac{p_n}{a_n - a_{n-1}}, & a_{n-1} < x \leq a_n \end{cases} \quad (1)$$

Рассчитаем математическое ожидание непрерывной случайной величины \tilde{X} :

$$\begin{aligned} E\tilde{x} &= \int_{a_0}^{a_n} xf(x)dx = \int_{a_0}^{a_1} xf(x)dx + \int_{a_1}^{a_2} xf(x)dx + \dots + \int_{a_{n-1}}^{a_n} xf(x)dx = \\ &= \frac{p_1}{a_1 - a_0} \int_{a_0}^{a_1} xdx + \frac{p_2}{a_2 - a_1} \int_{a_1}^{a_2} xdx + \dots + \frac{p_n}{a_n - a_{n-1}} \int_{a_{n-1}}^{a_n} xdx = \\ &= p_1 \frac{(a_1^2 - a_0^2)}{2(a_1 - a_0)} + p_2 \frac{(a_2^2 - a_1^2)}{2(a_2 - a_1)} + \dots + p_n \frac{(a_n^2 - a_{n-1}^2)}{2(a_n - a_{n-1})} = p_1 \frac{a_0 + a_1}{2} + p_2 \frac{a_1 + a_2}{2} + \dots + p_n \frac{a_{n-1} + a_n}{2}. \\ E\tilde{x} &= p_1 \frac{a_0 + a_1}{2} + p_2 \frac{a_1 + a_2}{2} + \dots + p_n \frac{a_{n-1} + a_n}{2}. \end{aligned} \quad (2)$$

Дисперсия $D\tilde{x} = E\tilde{x}^2 - (E\tilde{x})^2$ непрерывной случайной величины \tilde{X} определяется по формуле

$$\begin{aligned} D\tilde{x} &= \frac{1}{3} [p_1 (a_1^2 + a_1 a_0 + a_0^2) + p_2 (a_2^2 + a_2 a_1 + a_1^2) + \dots + p_n (a_n^2 + a_n a_{n-1} + a_{n-1}^2)] - \\ &- [p_1 \frac{a_0 + a_1}{2} + p_2 \frac{a_1 + a_2}{2} + \dots + p_n \frac{a_{n-1} + a_n}{2}]^2. \end{aligned}$$

(3)

Применим приведенную методику к моделированию динамики объема непогашенной задолженности на рынке ГКО в 1998 г. Рынок ГКО окончательно сформировался в 1995 году, но факторы, влиявшие на развитие рынка накануне президентских выборов 1996 года, к 1998 г. в значительной мере потеряли свое значение [8]. В дальнейшем будем рассматривать статистические данные по государственным обязательствам только за период с начала 1998 г. Обратим внимание на важность этой контрольной точки: в конце 1997 г. затраты на погашение задолженности по предыдущим выпускам ГКО превысили поступления от продажи государственных обязательств [2].

Для расчета объема непогашенных обязательств можно воспользоваться данными Центрального Банка РФ по рынку государственного внутреннего долга. К сожалению, база данных Центробанка не является полной, но достаточно большой объем выборки позволяет судить об основных тенденциях на рынке государственного долга. Проведя соответствующие расчеты, можно построить следующий график (см. рис. 1):

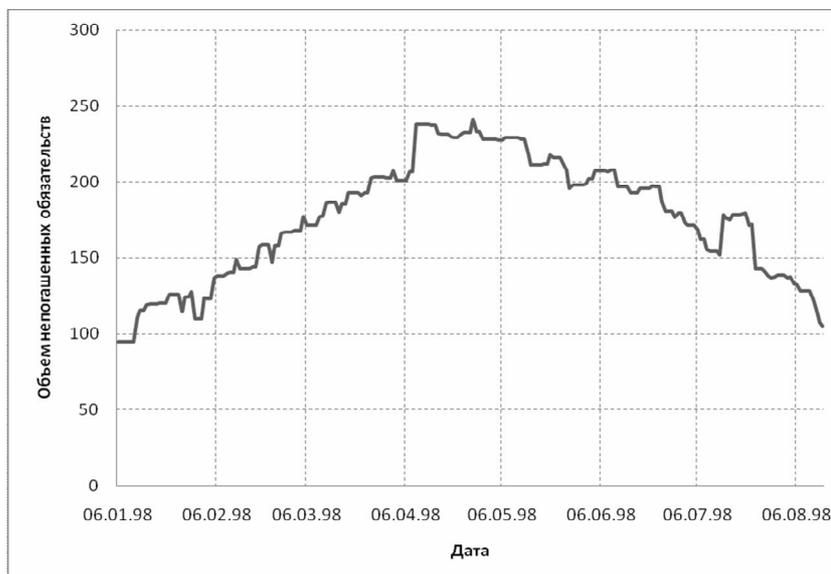


Рис. 1. График динамики объема (млрд. руб.) непогашенных обязательств в январе-августе 1998 г.

Отметим, что полученный нами объем задолженности (105 млрд. рублей) значительно меньше приводимой экс-министром экономики Е.Ясиным суммы в 265,3 млрд. рублей [13]. Расхождение объясняется тем, что в базе данных Центробанка описываются, в основном, годовые выпуски ГКО [5] (из полученных 105 млрд. – около 90 связано с годовыми эмиссиями).

Рассмотрим теперь возможные варианты изменения объема непогашенных обязательств. Выберем в качестве начала промежутка прогнозирования 1 января 1998 г., в качестве конца – конец августа 1998 г. (уже в начале года многим экспертам стало понятно, что систему ожидает достаточно скорый крах, и, скорее всего, он произойдет еще в августе-сентябре) [2].

Прогнозирование будем проводить на две контрольные точки (начало промежутка и его середину, т.е. конец апреля). Будем рассматривать три основных варианта развития событий: пессимистический (рост задолженности, вызванный продолжением эмиссии ГКО) [3], нейтральный (отказ от новых эмиссий ГКО, постепенное сокращение задолженности) [4] и оптимистический (прекращение выпуска ГКО и постепенная реструктуризация долга по ним, резкое сокращение задолженности) [1]. К началу 1998 года в Центральном банке и Министерстве финансов понимали серьезность ситуации (увеличение задолженности по ГКО на каждом новом этапе строительства пирамиды, погасить которую с определенного этапа стало бы невозможно) [4]. С другой стороны, официальная позиция правительства, основанная на рекомендациях МВФ, заключалась в уверенности в стабильности системы ГКО [11]. Реструктуризация долга в этих условиях была абсолютно неприемлема, поскольку это означало бы отказ от проводившейся ранее политики и могло спровоцировать политический кризис.

Обозначим различные сценарии развития событий на первой половине рассматриваемого промежутка следующим образом: B_1 - реализация пессимистического варианта (вероятность p_1), B_2 - нейтрального (вероятность p_2), B_3 - оптимистического (вероятность p_3).

В условиях относительной стабильности на рынке в начале года наиболее приемлемым было сохранение предыдущей модели функционирования системы ГКО за счет новых эмиссий [8]. Прекращение выпуска ГКО представляется маловероятным (опасения о возможном кризисе не могли компенсировать предсказуемое недовольство крупных игроков) [5]. Реструктуризация долга представляется практически невозможной [11]. Запишем эти рассуждения в виде системы $I = \{p_1 > p_2 > p_3; p_1 \geq 0.75; p_3 \leq 0.05\}$.

Анализ приведенной информации с помощью СППР АСПИД-3W [12] (шаг отсчета $h = 0.05$) дает следующие оценки вероятностей различных сценариев развития:

$$\bar{p}_1(I) \pm \sigma_1(I) = 0.831 \pm 0.066, \bar{p}_2(I) \pm \sigma_2(I) = 0.150 \pm 0.061, \bar{p}_3(I) \pm \sigma_3(I) = 0.019 \pm 0.024$$

. Пусть случайная величина \tilde{y} - значение суммарной задолженности по ГКО, рассчитаем ее математическое ожидание, дисперсию и стандартное отклонение. Рассмотрим три промежутка, соответствующие пессимистическому, нейтральному и оптимистическому сценариям. Промежутки определяют величину задолженности по ГКО к концу периода в процентах от начала периода, определим их следующим образом: 100-120%, 120-160%, 160-200% [2]. В таком случае, математическое ожидание и стандартное отклонение будут равны: $E\tilde{y} = 172,67\%$; $\sigma = 20,27\%$. По нашим расчетам, суммарная задолженность к началу апреля должна была увеличиться на 73% (в реальности она выросла с 95 млрд. рублей 6 января до 203 млрд. 1 апреля 1998 г.).

Рассчитаем ситуацию на рынке ГКО в апреле-августе 1998 г. при условии, что в январе-апреле события развивались по условно «нейтральному» сценарию. В случае, если бы в Правительстве еще в начале года возобладала точка зрения о необходимости прекращения выпуска ГКО (существовали достаточно сильные консервативные группы в руководстве Центробанка и Минфина) [1], возможно, удалось бы избежать обострения ситуации к концу первого периода [3]. Как ни парадоксально, это могло стимулировать Правительство к тому, чтобы возобновить эмиссию ГКО (прогнозы о кризисе не оправдываются, а по старым выпускам нужно чем-то платить) [13], следовательно, объем ГКО снова начал бы быстро расти, (вариант B_{21} (вероятность p_{21})). Возможна также реструктуризация долга (вариант B_{23} (вероятность

p_{31})) – радикальный отход от предыдущей политики [4]. Сохранение промежуточного варианта B_{22} представляется маловероятным. Выразим это в виде системы

$$I = \{p_{21} > p_{23} > p_{22}; p_{23} \geq 0.25; p_{22} \leq 0.05\}.$$

Получим следующие оценки вероятностей различных сценариев:

$$\bar{p}_{21}(I) \pm \sigma_{21}(I) = 0.625 \pm 0.075, \bar{p}_{22}(I) \pm \sigma_{22}(I) = 0.025 \pm 0.025, \bar{p}_{23}(I) \pm \sigma_{23}(I) = 0.350 \pm 0.071.$$

Определим промежутки, соответствующие различным вариантам: 60-100%, 100-120%, 120-160% [3]. В таком случае, математическое ожидание и стандартное отклонение будут равны:

$$E\tilde{y} = 118,25\%; \sigma = \sqrt{D\tilde{x}} = 30,66\%.$$

Аналогичные расчеты могут быть проведены и для двух оставшихся сценариев. В результате будем иметь 9 вариантов развития событий. Рассчитаем вероятности осуществления каждого из них (по три для

оптимистического, нейтрального и пессимистического): $\hat{p}(i, j) = p_i p_{ij}$, а затем агрегируем их. На основании полученных данных можно сделать вывод, что к концу прогнозного периода продолжение наращивания задолженности по ГКО будет происходить с вероятностью: $P_1 = 0,131$ [9]. Вариант с отказом от эмиссии ГКО с сохранением выполнения обязательств по предыдущим выпускам произойдет с вероятностью $P_2 = 0,492$, вероятность резкого сокращения долга (его реструктуризации) - $P_3 = 0,377$. Следовательно, с большой долей уверенности можно говорить о том, что Правительство будет вынуждено пойти на значительные изменения в системе ГКО [8]. Будем рассматривать прогноз по рынку ГКО на промежутках 60-80%, 80-100%, 100-120%. Рассчитаем ожидаемое значение совокупной задолженности и его меру точности: $E\tilde{y} = 85,00\%$; $\sigma = 14,57\%$ [12].

Приведенный пример показывает, что рассмотренная модификация МРВ, основанная на выделении непересекающихся интервалов значений, позволяет рассчитывать значения финансово-экономических показателей в будущем и определять меру точности прогнозной оценки, основываясь на имеющейся экспертной информации.

Источники и литература

1. Алексашенко С. Ставка рефинансирования – страж стабильности // Эксперт. – 1998. – №5. – С. 28.
2. Глазьев С. Центральный банк против промышленности России // Вопросы экономики. – 1998. – №1. – С. 16-33. – №2. – С. 37-51.
3. Глазьев С. Антикризисна ли антикризисная программа? // Российский экономический журнал. – 1998. – №6. – С. 3-10.
4. Дубинин С. Доблесть пожарных // Эксперт. – 1998. – №19. – С. 5.
5. Интервью с С.Кириенко // Коммерсантъ-daily. 1998. – 8 мая. – С. 4.
6. Колесов Д.Н., Хованов Н.В., Юдаева М.С. Оценка вероятностей вариантов развития финансово-экономических систем // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 5. 2007. – Выпуск 1. – С. 130-140.
7. Макаров В.Л., Сулакшин С.С., Бахтизин А.Р. Применение вычислимых моделей в государственном управлении. – М.: Научный эксперт, 2007. – 304 с.
8. Мау В. Девальвация и мифотворчество // Эксперт. – 1998. – №24. – С. 8.
9. Субботницкий Д.Ю. Применение метода рандомизированных вероятностей для оценки возможных альтернатив развития сложных финансово-экономических систем // Современные аспекты экономики. 2006. №17(110). – С. 213-223.
10. Субботницкий Д.Ю. Использование экспертных оценок при прогнозировании развития сложных систем // Современные аспекты экономики. – 2007. №4(117). – С. 168-182.
11. Уринсон Я. Какая промышленная политика нам по карману // Эксперт. – 1998. – №6. – С. 8.
12. Хованов К.Н., Хованов Н.В. Система поддержки принятия решений АСПИД-3W (Анализ и Синтез Показателей при Информационном Дефиците). Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 960087 от 22.03.1996. РосАПО. М., 1996.
13. Ясин Е. Поражение или отступление? (российские реформы и финансовый кризис) // Вопросы экономики. – 1999. – №2. – С. 4-29.
14. Novanov, N. et al. Multicriteria estimation of probabilities on basis of expert..., European Journal of Operational Research (2007), doi: 10.1016/j.ejor.2007.11.018.