

# ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КУРСА ДОЛЛАРА США НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ КАК ОСНОВНОЙ ЭТАП УПРАВЛЕНИЯ ВАЛЮТНЫМИ РИСКАМИ

ЗДАНОВСКИЙ Я. В.

ГОНЧАРОВА В. А.

Харьков

**А**ктуальность проблемы управления валютными рисками обусловлена постоянными колебаниями на мировом валютном рынке. Без эффективного управления валютными рисками невозможно правильно ориентировать внешнеэкономическую деятельность, планировать доходную и расходную части бюджета, определять экспортные и импортные цены и т. д., разрабатывать эффективную стратегию управления, направленную на защиту экономических интересов предприятия.

Исследованию проблемы управления валютными рисками посвящены научные труды зарубежных и отечественных ученых, таких, как Дж. М. Кейнс, Дж. Ф. Маршал, М. Фридмен, Г. Вербицкая, В. Витлинский и другие. Однако многие проблемы адаптации методов оценки валютных рисков и применения инструментов для их хеджирования остаются нерешенными [1].

Целью данной статьи является выявление факторов, влияющих на формирование курса доллара США в Украине и построение модели прогнозирования курса доллара США на основе аппарата теории нечеткой логики.

Валютный риск – это возможность денежных потерь субъектов валютного рынка из-за колебаний валютных курсов. Причинами возникновения валютного риска является кратко- и долгосрочные колебания обменных курсов, которые зависят от спроса и предложения на национальном и международном валютных рынках [2, 7].

В долгосрочном периоде решающую роль играют общее экономическое положение страны, уровень производства, сбалансированность основных макроэкономических пропорций, объемы внешней торговли. Краткосрочные изменения валютных курсов являются следствием постоянных ежедневных колебаний, обусловленных частыми изменениями спроса на ту или иную валюту. Поскольку объемы внешнеэкономических операций растут, а мировой валютный рынок функционирует круглосуточно, такие временные изменения неизбежны, что является постоянным источником валютного риска.

Управление рисками – это процессы, связанные с идентификацией, анализом рисков и принятием решений, включающих максимизацию положительных и минимизацию отрицательных последствий наступления рискованных событий.

Одним из важнейших этапов является оценка валютного риска. Для этого можно использовать много

различных точных методов, например, метод Монте-Карло, исторических симуляций, наименьших квадратов, анализ временных рядов. Однако данные методы имеют ряд недостатков: не учитывают качественные параметры, не учитывают человеческий фактор, их сложно использовать в условиях неполной и нечеткой информации.

Оценить валютный риск – это фактически означает спрогнозировать курс валют на определенный период [3]. В данной работе для прогнозирования курса валют использован метод на основе экспертных оценок, позволяющий обосновать выбор показателей параметров и переменных, влияющих на формирование курса национальной валюты Украины; описывать мнения (высказывания) экспертов относительно тенденций изменения курса национальной валюты в лингвистической форме и т. д.

Подобный метод экспертных оценок предполагает прогнозирование на основе анализа ситуации, складывающейся на валютном рынке. Использование данной модели позволяет снизить ошибки в сделанных прогнозах, особенно в условиях отсутствия определенных статистических данных.

**Ч**тобы спрогнозировать курс валют, необходимо учесть большое количество разнообразных макроэкономических показателей, которые можно разделить на 2 группы, а именно: показатели, определяющие количественные параметры и характеризуют тенденции развития социально-экономической системы, и показатели, с помощью которых отражаются качественные характеристики данной системы [8]. При моделировании экономических процессов очень важно сочетание показателей обеих групп, в противном случае экономико-математическая модели не будет адекватно отражать происходящие экономические процессы. Поэтому при моделировании и прогнозировании экономических процессов объединяются в моделях как статистические, так и экспертные данные [4, 5].

К основным количественным факторам относятся следующие:

1) Объем денежной массы в обращении. Объем денежной массы в стране согласно теории рыночных активов является главным фактором, определяющим курс национальной валюты. На национальном и мировом рынке стоимость валюты тем меньше, чем больше ее будет в обращении.

2) Уровень инфляции. Чем выше уровень инфляции в стране, тем сильнее предпосылки для падения курса национальной валюты. В свою очередь, инфляционное обесценение денег вызывает уменьшение покупательной способности валюты.

3) Уровень учетной ставки. Повышая учетную ставку, государство снижает стоимость ценных бумаг и по-

вышает ставки по кредитам в коммерческих банках. Это вызывает нестабильную ситуацию на валютном рынке и может вызвать снижение курса национальной валюты.

4) Уровень валютных резервов. Чем больше валютные резервы Национального банка страны, тем большими возможностями обладает этот банк для осуществления валютных интервенций и поддержания стабильного курса национальной валюты.

5) Уровень индекса Dow Jones (Доу-Джонса). Этот сугубо американский показатель характеризует состояние экономики США, которая существенно влияет на соотношение курса доллара практически ко всем валютам мира.

6) Торговый баланс страны. Если торговый баланс ухудшается, то это является показателем того, что страна больше покупает за рубежом иностранных товаров, чем продает собственных. То есть, на валютном рынке со стороны участников торговых операций растет спрос на иностранную валюту, что создает условия для падения курса национальной валюты. Наоборот, при положительном сальдо торгового баланса возникает тенденция к повышению курса национальной валюты.

7) Объем экспорта и импорта. Экспорт является показателем эффективности функционирования экономики, определенной оценке конкурентоспособности ее продукции. Чем больше объем экспорта при постоянном объеме импорта, тем лучше условия для поддержания курса национальной валюты.

8) Чистый объем инвестиций. Чем он больше, тем лучше условия для роста экономики и стабилизации курса национальной валюты.

9) Объем ВВП. Рост объема ВВП в стране свидетельствует об улучшении экономической ситуации и является залогом стабильности национальной денежной единицы.

**К**ачественным факторам, которые влияют на формирование курса национальной валюты, относятся следующие:

1) Соотношение внутренних и внешних цен в Украине. Соотношение внутренних и внешних цен на определенные группы товаров и услуг в разных странах определяет паритет покупательной способности валюты. Паритет покупательной способности, в отличие от валютных курсов, официально не фиксируется, хотя и играет значительную роль для выяснения закономерностей динамики валютных курсов. Поэтому предложено описывать этот фактор лингвистически.

2) Состояние топливно-энергетического комплекса Украины. Использование этого фактора, влияющего на формирование валютного курса, является обоснованным, так как от уровня энергетической самообеспеченности страны зависит состояние ее экономики и стабильность национальной денежной единицы.

3) Состояние сельского хозяйства Украины. Необходимо проанализировать состояние и перспективы развития сельского хозяйства в стране и дать им оценку, потому что эта отрасль народного хозяйства в значительной степени формирует уровень национального богатства Украины.

4) Политика Национального банка Украины. Под политикой Национального банка Украины в данном случае предложено понимать методы регулирования курса национальной валюты.

5) Экономические отношения Украины с МВФ. В наше время отношения Украины с МВФ имеют большое значение, поскольку связаны с предоставлением Украине кредитов на осуществление структурных преобразований, стабилизации денежной единицы и т. д. Учет состояния отношений может быть произведен только лингвистически.

6) Экономические и политические отношения Украины с Россией. Украина и Россия являются стратегическими партнерами, и от экономической политики России в значительной степени зависит состояние платежного баланса Украины, объем экспорта отечественных предприятий и т. д. Состояние этих отношений можно определить лингвистически.

7) Внутриполитическая ситуация в Украине. Как свидетельствует мировой опыт, наиболее сильные колебания курсов валют наблюдаются до выборов и при смене власти. Эти процессы можно оценить лингвистически.

8) Возможны международные экономические действия в Украине. Например, введение экономических санкций со стороны мирового сообщества может привести к незапланированным потерям при осуществлении внешнеэкономических операций и, как следствие, к обесценению национальной валюты. И наоборот, свободная торговля будет способствовать развитию производства и, как следствие, стабилизации национальной валюты.

9) Форс-мажорные обстоятельства. Форс-мажорные обстоятельства (катастрофы, военные действия и т. д.) могут непосредственно повлиять на курс национальной валюты и также должны быть учтены.

10) Природные условия в Украине. Поскольку от природных условий страны зависит состояние сельского хозяйства, развитие промышленности и т. д., то учета этого фактора также будет целесообразным при прогнозировании курса национальной валюты.

11) Рефлексивность. Значительное влияние на величину и динамику валютного курса имеет деятельность человека, которая может быть описана в виде рефлексивных процессов. Предлагается учитывать при прогнозировании валютного курса элементы теории рефлексивности, которая заключается в том, что существует определенная взаимосвязь между мышлением участников и ситуацией, в которой они участвуют. Эта взаимосвязь может быть разбита на две функциональные зависимости: усилия участников к пониманию ситуации и влияния их умозаключений на ситуацию на валютном рынке.

Анализ факторов, влияющих на формирование курса валют, позволяет спрогнозировать динамику колебаний соотношения различных валют.

Обозначим все входящие переменные следующим образом:

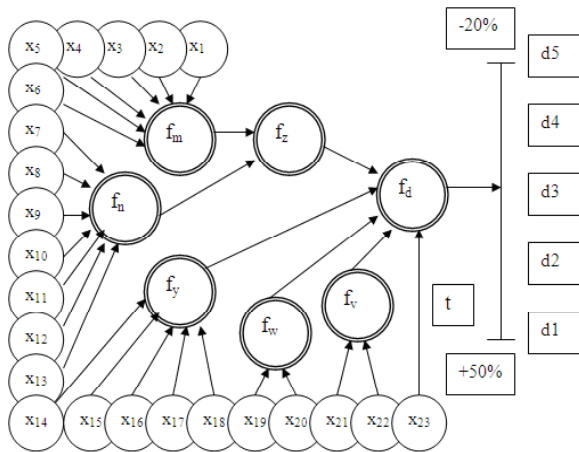
$x_1$  – объем денежной массы;

$x_2$  – уровень инфляции;

$x_3$  – уровень учетной ставки;

- $x_4$  – уровень валютных резервов;
- $x_5$  – соотношение внутренних и внешних цен в Украине;
- $x_6$  – уровень индекса Dow Jones;
- $x_7$  – интенсивность торговых потоков (внешнеторговый баланс);
- $x_8$  – объем экспорта в год;
- $x_9$  – объем импорта в год;
- $x_{10}$  – объем инвестирования в квартал;
- $x_{11}$  – ВВП (месяц);
- $x_{12}$  – состояние топливно-энергетического комплекса Украины;
- $x_{13}$  – состояние сельского хозяйства Украины;
- $x_{14}$  – политика Национального банка Украины;
- $x_{15}$  – экономические отношения Украины с МВФ;
- $x_{16}$  – экономические и политические отношения Украины с Россией;
- $x_{17}$  – внутривалютная ситуация в Украине;
- $x_{18}$  – международные действия по отношению к Украине;
- $x_{19}$  – рефлексивные процессы, которые самоустраиваются;
- $x_{20}$  – рефлексивные процессы, которые самокорректируются;
- $x_{21}$  – форс-мажорные обстоятельства (катастрофы, войны и т. д.);
- $x_{22}$  – природные условия в Украине;
- $x_{23}$  – период прогнозирования.

На рис. 1 представлен граф структуры модели прогнозирования курса валют, в котором показывается зависимость между входящими и исходящими показателями модели. Для упрощения процесса построения модели сведем дополнительные обобщенные лингвистические исходные параметры.



**Рис. 1. Структура модели прогнозирования курса валют**

В данной модели прогнозирования курса учитываются 23 показателя, которые можно объединить между собой в группы:

$Z = fz(m, n)$  – уровень экономического благосостояния;

$M = fm(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6)$  – экономико-статистические параметры;

$N = fn(x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}, x_{13})$  – производственные параметры;

$Y = fy(x_{14}, x_{15}, x_{16}, x_{17}, x_{18})$  – политические параметры;

$W = fw(x_{19}, x_{20})$  – рефлексивные процессы;

$V = fv(x_{21}, x_{22})$  – природные параметры;

$T = ft(x_{23})$  – период прогнозирования;

$D = fd(z, y, w, v, t)$  – прогнозируемый показатель курса валют.

При построении модели прогнозирования валютного курса будем использовать входные количественные и входные качественные одновременно для описания входных параметров  $\{x_1 \dots x_4, x_6 \dots x_{11}\}$ , которые являются количественными, могут использоваться официальные статистические данные, для описания других входных параметров, кроме  $\{x_{23}\}$ , которые являются качественными, можно использовать условную балльную шкалу оценок от «0» до «100» баллов. Для входной переменной  $x_{23}$  введем термы 1, 2, 3 месяца соответственно периодам прогнозирования.

Для оценки значений обобщенных исходных параметров  $\{Z, M, N, Y, W, V\}$  будем использовать шкалу оценок от «0» до «100» баллов. При этом введем следующие обозначения: низкий (Н), ниже среднего (НС), средний (С), выше среднего (ВС), высокий (В) уровень обобщенного исходящего параметра. Определяем также характерные уровни изменения главного исходящего параметра  $D$ , подлежащего прогнозированию. Возможны изменения курса гривны Украины обозначим следующими уровнями:  $d_1$  – курс значительно возрастет (гривна подешевеет на 15-50%),  $d_2$  – курс средне возрастет (гривна подешевеет на 5-15%),  $d_3$  – курс существенно не изменится (гривна подешевеет или подорожает не более чем на 0-5%),  $d_4$  – курс средне упадет (гривна подорожает на 0-10%),  $d_5$  – курс сильно упадет (гривна подорожает на 10-20%). Приведенные уровни будем считать качественными характеристиками, которые определяют изменение курса валюты.

Математическим аппаратом модели прогнозирования является теория нечеткой логики, что позволяет формализовать причинно-следственные связи между входными и выходными переменными. Эти связи определяются с помощью специалистов (экспертов) в данной области знаний и составляют базу знаний в модели прогнозирования. На основе созданной таким образом базы знаний предлагается осуществлять моделирование и прогнозирование курса валюты Украины.

Построение модели прогнозирования валютного курса на основе нечеткой логики целесообразно осуществлять на основе следующих принципов:

1) принцип лингвистичности переменных модели (определенные входящие и исходящие параметры модели рассматриваются как лингвистические качественные переменные);

2) принцип лингвистичности высказываний (выводов) при принятии конкретных решений. Причинно-следственные связи между входящими и исходящими параметрами модели описываются человеческим языком, а затем формализуются в виде совокупности нечетких логических высказываний (выводов) типа: «если-то», «иначе» и т. п.;



3) принцип иерархичности лингвистических высказываний (заключений);

4) классификация входящих переменных (параметров) модели и построение «дерева» вывода, которое является системой вложенных друг в друга высказываний (выводов, знаний) экспертов «меньшей размерности». Это позволяет избежать трудностей, связанных с анализом и формализацией большого количества входных переменных (параметров). Соблюдение этого принципа позволяет учитывать практически неограниченное количество входных переменных, влияющих на формирование валютного курса.

Таким образом, построение модели прогнозирования валютного курса на основе использования теории нечеткой логики сводится к следующим этапам:

- 1) определение четких и нечетких входящих переменных (параметров) модели или получения лингвистических высказываний (заключений) экспертов;
- 2) построение дерева вывода;
- 3) определение границы изменения входящих переменных (параметров);
- 4) оценки лингвистических высказываний экспертов, которые принимаются за входящие переменные (параметры) модели;
- 5) создание базы знаний;
- 6) формализация базы знаний в виде нечетких логических высказываний (выводов);
- 7) построение системы нечетких логических уравнений;
- 8) выбор метода построения функций принадлежности, которые обеспечат представление количественных и качественных переменных (параметров) в виде нечетких множеств для лингвистических термов, входящих в базу знаний [10].

В нечеткой базе знаний каждая строка является нечетким правилом, которое представляет собой высказывания типа «если, то». Нечеткие правила, имеющие одинаковый исходящий параметр, объединяются между собой в уравнение с помощью слова «или».

Для получения нечеткого логического выражения (заключения) необходимо осуществить переход от лингвистических высказываний в нечеткие логические уравнения. Результатом решения системы нечетких логических уравнений является нечеткий логический вывод (совокупность значений функций принадлежности исходящего параметра модели). Переход от полученной совокупности значений функций принадлежности к значению прогнозного выходного параметра осуществляется с помощью операции дефазификации.

Дефазификация представляет собой обратное преобразование найденного нечеткого логического выражения (заключения) в выходной прогнозный параметр (переменную), подлежащий моделированию и прогнозированию.

Программная реализация модели прогнозирования осуществлена в среде MATLAB. Нечеткое моделирование в среде MATLAB осуществляется с использованием расширения Fuzzy Logic Toolbox, в котором реализованы десятки функций нечеткого вывода и нечеткой логики.

Разработанная система является иерархической. К сожалению, расширение Fuzzy Logic Toolbox, которое отвечает за нечеткое моделирование, не может одновременно проводить операции фазификация и дефазификации. Нечеткий вывод выполняется для промежуточных переменных с последующей передачей четких значений этих переменных в нечеткие системы следующего уровня иерархии. Поэтому над каждым промежуточными значениями выполняются операции фазификации и дефазификации [11].

Полгода длился эксперимент, в ходе которого было выяснено, что модель прогнозирования имеет достаточно большую степень достоверности – уровень погрешности составляет чуть менее трех процентов. На рис. 2 представлено сравнение реального и прогнозного значений курса доллара по отношению к гривне.

Сложный и ответственный этап управления валютными рисками завершен – имея информацию об уровне курса валют, можно, опираясь на него, выбирать методы управления. Их можно разделить на вну-

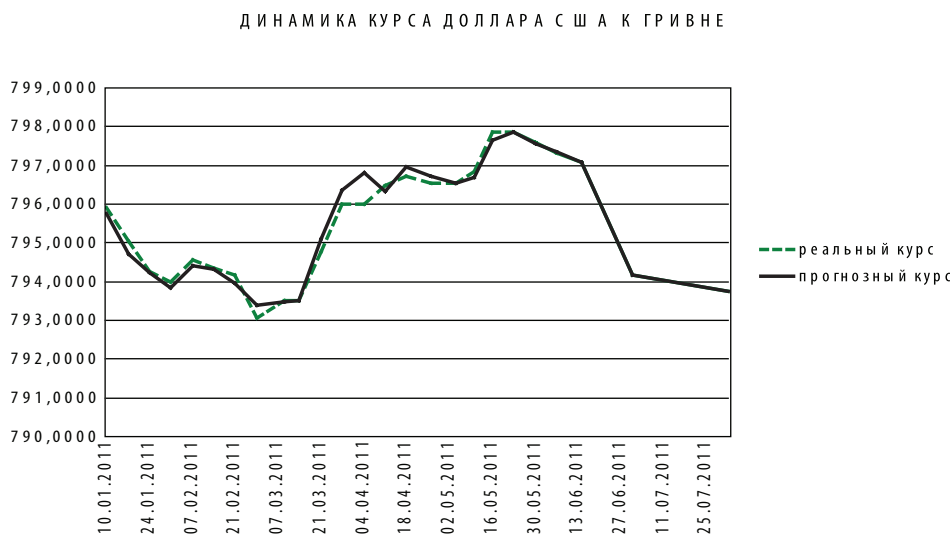


Рис. 2. Реальная и прогнозная динамика курса доллара США к гривне

тренинг и внешние. К первым относится приобретение валюты в нужном объеме для закрытия валютной позиции, а также внесение валютных оговорок в экспортно-импортные контракты. Валютной оговоркой называется специальное условие, включаемое во внешнеторговые контракты с целью страхования экспортера от риска снижения курса валюты. Существует два основных вида валютной оговорки. Во-первых, установление суммы сделки в устойчивой валюте. Во-вторых, включение в контракт условия об изменении суммы сделки в той же пропорции, в которой произойдет изменение курса согласованной сторонами валюте платежа по отношению к валюте сделки. К внешним относится хеджирование – страхование риска [6, 9].

#### **Выводы**

Для эффективного управления валютными рисками в банковском учреждении необходимо составить политику управления рисками, которая будет иметь следующие разделы: цели и задачи риск-менеджмента, принципы функционирования обще банковской системы управления рисками, правила и методы оценки и управления банковскими рисками, организация работы по управлению банковскими рисками.

В мировой практике инструменты управления валютным риском используются исключительно активно. Эффективность обнаружения и оценки подобных рисков и противодействия им в значительной степени определяет успех и выживания бизнеса в условиях конкурентной борьбы.

Неучитывание валютных рисков может свести на нет все надежды ожидаемой прибыли, или же вовсе привести к значительным потерям и убыткам.

Правильное управление, основанное на достоверной информации и тщательном анализе, является частичной, а иногда и полной гарантией защиты от валютных рисков ущерба. ■

#### **ЛИТЕРАТУРА**

- 1. Александрова М. М., Маслова С. О.** Гроші. Фінанси. Кредит. – К. : ЦУЛ, 2002. – 336 с.
- 2. Барinov Э. А., Хмыз О. В.** Рынки: валютные и ценных бумаг. – М. : Экзамен, 2001. – 608 с.
- 3. Глівенко С. В., Соколов М. О., Теліженко О. М.** Економічне прогнозування: Навчальний посібник. – 2-ге вид., перероб. та доп. – Суми: Видавництво «Університетська книга», 2001. – 207 с.
- 4. Гуляева О. С., Цветков И. В.** Фрактальные методы в динамике исследования валютных курсов // Сб. науч. тр. ФУС. – Тверь: ТвГУ, 2002. – С. 74 – 85.
- 5. Козловський С. В.** Прогнозування валютного курсу в Україні на основі нечіткої логіки // Вісник ВПІ. – 2007. – № 3 (42). – С. 39 – 49.
- 6. М. Бахчевая.** Принципы управления валютными рисками // Консультант. – 2005. – № 11.
- 7. Макаренко М. І., Маринич Т. О.** Запровадження базеля 2 в Україні та відповідні зміни в управлінні валютним ризиком для вітчизняних банків // Вісник СумДУ. Серія Економіка. – 2009. – № 1. – С. 184 – 188.
- 8. Международные валютно-кредитные и финансовые отношения: Учебник / Под ред. Л. Н. Красавиной.** 3-е изд., пер. и доп. – М. : Финансы и статистика, 2005. – 576 с.
- Перепелица В.** Основные подходы к управлению рисками / В. Перепелица // Банковский вестник, – 2008. – № 7. – с. 31-36.
- Резник А. М.** Информационный анализ результатов финансового прогнозирования с использованием классификатора со случайными подпространствами / Жора Д. В., Дорошенко А. Е. // Математические машины и системы. – 2005. – №1. – С. 39 – 59.
- Штовба С. Д.** Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику. Винница: Издательство Винницкого государственного технического университета, 2001. – 198 с.