



ЭКСПЕРТНЫЙ АНАЛИЗ СИСТЕМНОГО ЭФФЕКТА ОТ ВЗАИМОВЛИЯНИЙ ФАКТОРОВ КРЕДИТНО-ДЕНЕЖНОЙ ПОЛИТИКИ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ РЕФЛЕКСИВНЫХ ПРОЦЕДУР ЛИНЕЙНОГО ОЦЕНИВАНИЯ И ЛОГИЧЕСКОГО ВЫВОДА

В.Б. Гусев, Н.А. Исаева

Описаны процедуры экспертного анализа взаимовлияния факторов кредитно-денежной политики и хозяйственной деятельности. Рассмотрены факторы, включающие в себя параметры состояния экономики, финансовой сферы и инструменты государственного управления. Введено понятие примитивных связей, оценки которых задаются экспертным путем. Предложены рефлексивные процедуры расчета оценок транзитивного замыкания примитивных связей. Рассмотрены разные реализации операций над оценками (линейные, логические, времениподобные). Дано описание процесса верификации модели. Приведен численный пример анализа взаимовлияния факторов рассматриваемой области.

Ключевые слова: финансовая политика, оценка влияния факторов, примитивная связь, транзитивное замыкание, рефлексивная процедура, логический вывод.

ВВЕДЕНИЕ

Объектом рассмотрения в настоящей статье является кредитно-денежное регулирование, осуществляемое Центральным банком РФ. Кредитно-денежная политика ЦБ представляет собой совокупность мероприятий, направленных на изменение денежной массы в обращении, объема кредитов, уровня процентных ставок и других показателей денежного обращения и рынка ссудных капиталов. Ее цель — регулирование экономики посредством воздействия на состояние совокупного денежного оборота, который включает в себя наличную денежную массу в обращении и безналичные деньги, находящиеся на счетах в банках. Будучи одной из составляющих экономической политики государства, денежно-кредитное регулирование одновременно позволяет сочетать макроэкономическое воздействие с возможностями быстрой корректировки регулирующих мер.

Преимущества кредитно-денежной политики состоят в ее гибкости. Так, руководящие кредитно-денежные учреждения сталкиваются с дилеммой — они могут стабилизировать процентные ставки или предложение денег, но не то и другое

одновременно. При определенных условиях может возникнуть альтернатива — использовать кредитно-денежную политику для устранения дисбаланса торговли или же использовать ее в целях экономической стабилизации внутри страны. Одно из важнейших направлений деятельности ЦБ — рефинансирование кредитно-банковских институтов, направленное на обеспечение стабильности банковской системы [1].

Кредитно-денежная политика осуществляется через сложную цепь причинно-следственных связей. Политические решения воздействуют на резервы коммерческих банков, изменения резервов воздействуют на предложение денег, изменение денежного предложения меняет процентную ставку. Изменение процентной ставки воздействует на инвестиции и уровень цен, оказывая влияние на всю кредитную сферу. Затруднение или облегчение возможности коммерческих банков получить кредит в ЦБ влияет на ликвидность кредитных учреждений. Изменение официальной ставки означает удорожание или удешевление кредита коммерческих банков для клиентуры, так как происходит изменение процентных ставок по активным кредитным операциям [2].

Принятие решений в сфере управления финансовыми потоками требует учета большого числа одновременно действующих факторов. Поскольку исчерпывающий количественный анализ всего действующего набора этих факторов весьма затруднителен, имеет смысл исследовать их системное влияние на качественном уровне на основе применения моделей причинно-следственных влияний и методов сценарного анализа [3—7]. Качественный характер получаемых при таком анализе результатов требует оценки их возможного разброса, получаемого в результате неточности исходной информации и недостоверности принятых предположений, характерных при моделировании сложных социально-экономических процессов [8]. Кроме того, собственно состояния объектов финансовой деятельности подвержены сильным колебаниям, что требует перехода к анализу более устойчивых, консервативных характеристик. В данном случае это оценки взаимодействия факторов кредитно-денежной политики.

Для оценки результатов системного взаимодействия используется идея рефлексии (рефлексия от *reflexio* — обращение назад — междисциплинарное понятие, обращение внимания субъекта на самого себя, в частности, на продукты собственной активности, а также какое-либо их переосмысление). В результате рефлексии — в данном случае сложения эффекта от всех цепочек воздействий, исходящих от каждого фактора-причины и заканчивающихся факторами-следствиями — формируется системный эффект, определяемый полной совокупностью возникающих косвенных связей. Построенная система примитивных (непосредственных) взаимных влияний в результате суммирования всех косвенных воздействий формирует систему полных влияний как их транзитивное замыкание.

Цели работы: разработка и применение процедур оценивания последствий взаимодействия факторов кредитно-денежной политики на основе экспертных данных. Предметом рассмотрения является метод экспертного анализа, использующий рефлексивные процедуры линейного оценивания и многозначного логического вывода для получения транзитивного замыкания оценок взаимного влияния факторов.

Используемые оценки влияния факторов в результате их взаимодействия более консервативные, чем оценки состояния самих факторов, которые с течением времени могут иметь большой разброс. Это позволяет рассматривать как краткосрочные, так и долгосрочные (прогнозные) оценки влияния. Для учета степени неопределенности получаемых оценок используются несколько рефлексивных процедур оценивания и соответствующих им систем операций над оценками. Разброс

полученных результатов характеризует степень неопределенности результатов оценивания. Значения оценок транзитивного замыкания влияния факторов на себя позволяют судить о степени устойчивости этих оценок в динамике.

Начальный анализ взаимовлияния факторов заключается в исследовании парных взаимодействий [9, 10]. Из всех пар на множестве рассматриваемых факторов выделяются пары, для которых можно представить механизм прямого взаимодействия типа «причина — следствие». Это так называемые «примитивные» взаимодействия. Косвенные влияния на этом этапе отсеиваются. Топология связей определяется на основании представлений эксперта об исследуемых процессах. Структура примитивных связей и значения коэффициентов связи уточняются в процессе верификации модели.

Влияние одного фактора на другой может также характеризоваться временем реакции. Обычно более сильные воздействия реализуются с меньшими временными задержками.

Пусть рассматриваемым факторам финансового сектора могут быть приписаны численные значения показателей состояния x_i . Схема примитивных взаимодействий факторов представляется экспертной матрицей A . Элементы a_{ij} этой матрицы означают оценку первичного прироста фактора i , вызванного единичным приращением фактора j . Прирост фактора определяется непосредственным действием финансовых механизмов. Оценка взаимодействия представляется в относительных единицах или в балльной шкале, в зависимости от применяемой процедуры рефлексии. Значения элементов a_{ij} матрицы A , назначаемые экспертным способом, находятся в интервале от a_{\min} до a_{\max} . Знаки коэффициентов определяются характером влияния — положительным или отрицательным.

Схема взаимодействия факторов представляет собой статическое отображение текущего состояния системы. В динамике характер взаимодействия факторов с изменением собственного состояния, а также состояния внешней среды может изменяться, что требует рассмотрения схем взаимодействия, меняющихся со временем. Таким образом, рассматриваемая качественная модель системы функционирует в двух масштабах времени: системном (внутреннем) и внешнем. Скорость протекания (и измерения) процессов на системном и внешнем уровнях может быть различной, что требует синхронизации моделей этих процессов. Наиболее простой способ синхронизации заключается в представлении взаимодействия в модельном времени, когда шаги алгоритма рефлексий интерпретируются как шаги по модельному времени.



Задача анализа транзитивного замыкания взаимодействий из рассматриваемой совокупности факторов состоит в получении выводов об эффективности механизмов управления в кредитно-денежной сфере в смысле их воздействия на целевой показатель — рост промышленного производства. Результаты рефлексий оценок взаимодействий могут быть использованы в качестве подсказок при рациональном выборе управляющих факторов и принятии управленческих решений.

1. ЛИНЕЙНАЯ ПРОЦЕДУРА ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЗАИМНОГО ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ

Пусть зависимости между показателями состояния факторов могут быть приближены линейными функциями. Для расчета оценки системного эффекта рассматривается линейная аппроксимация результата приращений Δx_i показателей, характеризующих состояние рассматриваемого набора факторов x . Вектор Δy — первичная реакция на приращение Δx вектора показателей представляется с помощью заданной экспертно матрицы A в виде

$$\Delta y = A \Delta x.$$

Реакция на приращение Δy даст вторичную реакцию на приращение Δx . Если процесс многократного реагирования приводит к устойчивому результату Δs , будем его называть системной реакцией на первичное приращение Δx вектора показателей. Величина Δs в случае сходимости процесса рефлексий может быть рассчитана, исходя из следующих соображений.

Системная реакция Δs обладает устойчивостью по отношению к первичному приращению Δx , когда первичная реакция на приращение Δx не вызывает изменения этой системной реакции; т. е., при любом Δx справедливо равенство

$$\Delta s = A(\Delta s + \Delta x),$$

определяющее системную реакцию Δs в ответ на приращение Δx вектора показателей. Отсюда

$$\Delta s = (E - A)^{-1} A \Delta x = B \Delta x,$$

где B представляет собой матрицу транзитивных замыканий

$$B = (E - A)^{-1} - E, \quad (1)$$

E — единичная матрица.

Этот же результат может быть получен путем последовательного суммирования преобразований A^k , $k = 1, 2, \dots$,

$$B = A + A^2 + A^3 + \dots \quad (2)$$

при условии сходимости этого ряда. Для этого достаточно, чтобы выполнялось неравенство $|\lambda_{\max}| < 1$, где λ_{\max} — максимум модулей собственных чисел

матрицы A . Это условие может быть обеспечено путем соответствующей нормировки элементов матрицы.

Формулы (1) и (2) получены в предположении линейного ответа системы на первичные приращения показателей состояния факторов и представляют результат транзитивного замыкания для исходной системы взаимодействий факторов. Формула (2) обладает с вычислительной точки зрения тем преимуществом, что содержит только операции сложения и умножения, а также позволяет контролировать ход итеративного процесса вычислений.

Если диагональные элементы полученной матрицы транзитивных замыканий B по абсолютной величине меньше единицы, то рассматриваемая система взаимодействий устойчива, поскольку ее реакция на любые приращения вектора состояния при многократном воспроизведении взаимодействий демпфирует эти приращения. Отрицательное значение диагонального элемента говорит о колебательном характере изменения соответствующего показателя. Значение больше единицы говорит о неустойчивости по отношению к изменениям соответствующего показателя.

2. ПРОЦЕДУРА РЕФЛЕКСИЙ С ЛОГИЧЕСКИМ ВЫВОДОМ ПРИ ОЦЕНИВАНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЗАИМНОГО ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ

Если показатели примитивных взаимодействий факторов измеряются экспертным путем (например, путем определения рейтинга или балльной оценки), то предположение о линейности операций над этими показателями не оправдано. В этом случае при расчете оценок транзитивного замыкания взаимодействий последовательность операций (2) остается такой же, как в линейной модели, но необходимо применять правила операций дискретного типа, напоминающие логику операций с потоками информации.

Пусть эффект взаимодействия оценивается положительными и отрицательными числами, в балльной системе на интервале $[a_{\min}, a_{\max}]$, отображающими характер и степень влияния факторов друг на друга. Если факторы образуют цепочку влияний: первый влияет на второй, а второй влияет на третий, такое сочетание будем называть последовательным. Если несколько факторов непосредственно влияют на какой-нибудь другой фактор, такое сочетание влияний будем называть параллельным. Могут быть приняты правила операций над оценками взаимодействия, которые можно отнести к правилам многозначной логики, обладающей следующими свойствами:

— при двузначной логике правила совпадают с правилами булевой алгебры;

— последовательное применение в цепочке двух операций с противоположными по знаку оценками дает отрицательную оценку влияния;

— последовательное применение в цепочке двух операций с одинаковыми по знаку оценками дает положительную оценку влияния;

— если связь не входит ни в один цикл, то в результате рефлексии ее оценка должна сохранять свое значение;

— результат параллельного действия связей с одной и той же оценкой должен иметь ту же оценку.

Перечисленным правилам удовлетворяют следующие операции над оценками. Результат двух последовательных воздействий факторов i -го на j -й с оценкой a_{ji} и j -го на k -й с оценкой a_{kj} в цепочке двух взаимодействий, $a_{ji} \otimes a_{kj}$ (аналог дизъюнкции, или логического произведения в булевой алгебре) определяется по той из двух исходных оценок, которая минимальна по абсолютной величине. Если оба последовательных воздействия имеют оценки разных знаков, то их общий результат будет отрицательным. В противном случае результат положительный. Оценку последовательных операций можно представить в виде

$$a_{ji} \otimes a_{kj} = \min(|a_{ji}|, |a_{kj}|) \text{sign}(a_{ji} a_{kj}).$$

Такие операции обладают свойствами коммутативности и ассоциативности.

Если на данный фактор параллельно действуют несколько других факторов, то их совместный эффект $a_{ki} \otimes a_{kj}$ (аналог конъюнкции, или логической суммы) может определяться различными способами, в зависимости от того, являются эти факторы взаимно дополнительными (когда результат определяется наиболее значимым фактором) или взаимно компенсирующими (когда результат определяется действием каждого фактора в определенных долях) [11]. Параллельное применение операций, воздействующих на какой-либо фактор, может оцениваться по правилам свертки, например, по правилам, применяемым в методе комплексного оценивания [12].

В случае, когда факторы взаимно дополнительные, результат определяется по принципу *доминирования* — результат равен максимальной по абсолютной величине оценке факторов-аргументов, ограниченной границами оценок a_{\min} , a_{\max} :

$$a_{ki} \otimes a_{kj} = \max(a_{\min}, \min(a_{\max}, \max(|a_{ki}|, |a_{kj}|)) \times \text{sign}(\text{argmax}(|a_{ki}|, |a_{kj}|))).$$

Такие операции обладают свойствами коммутативности и ассоциативности, поэтому в совокупности с операцией дизъюнкции они образуют многозначную алгебру. С таким набором операций процесс рефлексии для каждой оценки взаимодействий монотонный и ограниченный, следо-

вательно, сходится. Реализуемый таким образом итеративный процесс сходится достаточно быстро.

Другой тип операции $a_{ki} \otimes a_{kj}$, соответствующий взаимной компенсации факторов и обладающий непрерывностью для рациональных значений оценок, представляет собой среднее арифметическое оценок с ограничением на верхнюю и нижнюю границы шкалы оценок:

$$a_{ki} \otimes a_{kj} = \max(a_{\min}, \min(a_{\max}, (a_{ki} + a_{kj})/2)).$$

Поскольку эта операция не ассоциативна, при взаимодействии n факторов следует использовать операцию *осреднения*

$$\bigotimes_{i=1}^n a_{ki} = \max\left(a_{\min}, \min\left(a_{\max}, \sum_{i=1}^n a_{ki}/n\right)\right).$$

С некоторого шага абсолютная величина оценок не уменьшается, изменения оценок уменьшаются до нуля и через конечное число шагов изменения знака оценок прекращаются.

Использование двух систем операций над оценками позволяет учитывать степень неопределенности получаемых результатов оценок, порождаемой недостатком информации о характере наложения параллельных влияний (дополнительных, компенсирующих или смешанных). Если такая информация имеется, то разные типы операций можно отнести к разным сегментам рассматриваемой системы. Это можно учесть, соответствующим образом структурировав модель.

Алгоритм (2) использует служебную матрицу, в которой накапливаются степени матрицы \mathbf{A} . Для расчета степеней \mathbf{A}^k , $k = 1, 2, \dots$, начальное значение этой служебной матрицы есть диагональная матрица с диагональными элементами a_{\max} .

При выполнении алгоритмов с рассмотренными наборами операций над оценками взаимодействия исходный набор оценок может распространиться на взаимодействия всех пар факторов. Кроме того, может произойти замена части исходных показателей на значения, большие по абсолютной величине.

В результате расчета транзитивного замыкания для исходной системы оценок взаимодействий с помощью дискретных преобразований можно получить дополнительную информацию об уровне рефлексии (числе итераций), на котором получена каждая оценка. Чем больше уровень рефлексии для полученной оценки, тем длиннее временной диапазон, соответствующий данной оценке и меньше степень ее достоверности.

Варьируя исходные оценки, можно определить степень их участия в формировании полной картины влияний факторов. Кроме того, анализируя результат алгоритма, можно определить противоречивость исходных оценок. Исходная ненуле-



вая оценка является противоречивой (избыточной), если в результате рефлексий она замещается другой оценкой.

3. ПРОЦЕДУРА РЕФЛЕКСИЙ ПРИ ОЦЕНИВАНИИ ВРЕМЕННЫХ ЗАДЕРЖЕК ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ

Взаимодействия факторов, помимо степени влияния, могут характеризоваться оценками временных задержек на их реализацию. Способ времениподобного пересчета суммарных затрат (их рефлексивного замыкания) является двойственным к способу пересчета оценок для рефлексивного замыкания степени взаимного влияния факторов.

Обозначим t_{ij} затраты времени на операцию над парой факторов i, j . Выполнение двух последовательных операций над парами факторов i, j и j, k требует, по крайней мере, суммы затрат времени для каждой из них $t_{ji} + t_{kj}$

$$t_{ij} \otimes t_{kj} = \min(t_{\max}, t_{ji} + t_{kj}),$$

где t_{\max} — предельное время выполнения операций, превышение которого означает невыполнимость данной пары операций.

При одновременном выполнении двух операций выбирается наименее затратная из них

$$t_{ko} \otimes t_{kj} = \min(t_{ki}, t_{kj}).$$

Для организации времениподобных расчетов используется процесс (2). При этом в качестве служебной матрицы используется матрица, заполненная значениями t_{\max} , а ее диагональные элементы равны 0.

В предположении, что начальные оценки временных задержек связаны обратной зависимостью с оценками степени влияния, оставаясь строго положительными, эту связь между оценками, которую будем использовать в численных расчетах, можно представить в виде

$$t_{ij} = \max_{i,j} \{a_{ij}\} + 1 - a_{ij}.$$

4. ВЕРИФИКАЦИЯ СХЕМЫ ПРИМИТИВНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

Неопределенность, присущая экспертному подходу, может иметь различное происхождение. Первое — это отсутствие точных данных, которое частично компенсируется знаниями эксперта, также неточно отображающими действительность. Этот вид неопределенности учитывается на этапе верификации в диалоге с экспертом. Второе — это инструментальная погрешность при обработке экспертных данных, возникающая как результат неадекватности гипотез, лежащих в основе операций над экспертными данными. Оценить инструментальную погрешность можно по разбросу резуль-

татов, полученных процедурами, использующими разные гипотезы. Полезную информацию о результатах оценивания дает также анализ итерационного процесса рефлексий: скорость сходимости, оцениваемая числом шагов рефлексии, на которую стабилизировалось значение показателя влияния (чем меньше шагов, тем достовернее оценка); колебательный характер графика показателя в процессе итераций, говорящий о конфликтной ситуации при формировании оценки. Кроме того, шаги рефлексии можно интерпретировать как шаги по времени и таким образом прогнозировать процесс развития ситуации.

Процедуры верификации играют существенную роль при назначении оценок влияния [13]. Они сопровождаются анализом влияния оценок примитивных связей на системные оценки. Цель такого анализа — получить качественное соответствие комплекса оценок системного взаимодействия факторов с ожидаемыми экспертом оценками влияний. Полного совпадения может не оказаться, что может свидетельствовать как о дефекте схемы, так и о недостаточной адекватности ожиданий эксперта, проявляющейся в объективной невозможности добиться требуемой конфигурации оценок системного взаимодействия.

Верификация модели (выбор или уточнение значений элементов матрицы с участием эксперта) проводится, исходя из требования, чтобы эффект воздействия факторов денежно-финансовой политики на контролируемые факторы в целом соответствовал зависимостям, основанным на статистических данных, а также ожиданиям эксперта. Например, чтобы заданные управляющие воздействия давали положительный результат — приводили к повышению показателей контролируемых факторов (соответствующие коэффициенты влияния имели нужное значение или знак).

Для верификации модели применялись:

- анализ чувствительности оценки конкретной системной связи к задаваемым вариациям оценок примитивных связей;
- поиск связей, зависящих от конкретной примитивной связи для заданного числа рефлексий;
- поиск примитивных связей, влияющих на данную системную связь за заданное число рефлексий.

5. ОЦЕНИВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЗАИМНОГО ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ КРЕДИТНО-ДЕНЕЖНОЙ ПОЛИТИКИ

Приведем рассматриваемый перечень факторов, касающихся государственного управления, финансовой политики ЦБ и сети коммерческих банков, экономической динамики.

1. Прогрессивный подоходный налог.
2. Налоговые льготы в сфере производства.

3. Регулирование цен в отраслях-монополистах.
4. Активы ЦБ.
5. Снижение ставки рефинансирования.
6. Снижение краткосрочной ставки РЕПО.
7. Эмиссия денежной массы.
8. Снижение ставки по кредитам.
9. Доля длинных денег в активах банков.
10. Избыточный спрос на деньги.
11. Вывоз капиталов за рубеж.
12. Внутренние инвестиции.
13. Промышленное производство.
14. Экспорт сырья.
15. Экспорт промышленной продукции.
16. Импорт.
17. Инфляция.
18. Коррупционная нагрузка.

Поскольку анализировалось влияние одних факторов на изменение других, часть тех, которые предполагается увеличивать, имеют нейтральное название, а тех, которые предполагается уменьшать, имеют в названии слово «снижение».

Первые три фактора, относящиеся к госрегулированию и следующие четыре, относящиеся к ЦБ, можно рассматривать как управляющие, а в качестве целевого фактора — рассматривать фактор «промышленное производство».

Значения оценок a_{ij} , назначаемые экспертным способом, в рассматриваемом случае находятся в интервале от $a_{\min} = -10$ до $a_{\max} = 10$. Знаки оценок определяются характером влияния — положитель-

ным, когда прирост оценки состояния фактора-причины приводит к увеличению оценки фактора-следствия или отрицательным, когда эффект противоположен.

Как уже отмечалось, верификация модели осуществлялась, исходя из требования, чтобы эффект воздействия факторов денежно-финансовой политики на рост промышленного производства (строка 13 матрицы транзитивных замыканий **B** — см. далее табл. 2) в целом соответствовал ожиданиям: управляющие воздействия приводили к повышению соответствующих показателей (коэффициенты влияния управляющих факторов на рост промышленного производства были положительными).

Оценки первичного взаимовлияния факторов представлены в табл. 1.

Здесь сделаны предположения о том, что в результате госрегулирования (факторы 1—3) ставка прогрессивного налога зависит от вывоза капиталов за рубеж, налоговые льготы в сфере производства — от внутренних инвестиций, а регулирование цен в отраслях-монополистах — от инфляции. Политика ЦБ (факторы 4—7) представлялась более сложными зависимостями, представленными в табл. 1, т. е. бóльшим числом элементов в соответствующих этим факторам столбцах матрицы **A**.

Результаты расчета транзитивного замыкания для оценок взаимодействий факторов кредитно-денежной политики формируют плотно запол-

Таблица 1

 Экспертная матрица **A**

Факторы-следствия	Факторы-причины																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1											3							
2												3						
3																		2
4	3						4											
5				3					1									
6				3						3								
7				-4						2								
8					4				3									
9					4						-2	-2						-2
10						-3	-4				1			-2	-2	4		4
11										-3								
12		3						4										-2
13												3						
14										2								
15			-1										4					
16										-3								
17									4									
18		1									3							



ненную матрицу, позволяющую принимать управляющие решения. Полученная матрица представлена в табл. 2.

Первое значение в ячейке — результат алгоритма доминирования, второе — результат алгоритма усреднения. При совпадении результатов приводится общее значение. Расхождение в размере оценок, полученных разными методами, позволяет судить о степени неопределенности оценки влияния в рамках данного подхода, вызванной различиями в характере комплексирования взаимодействий.

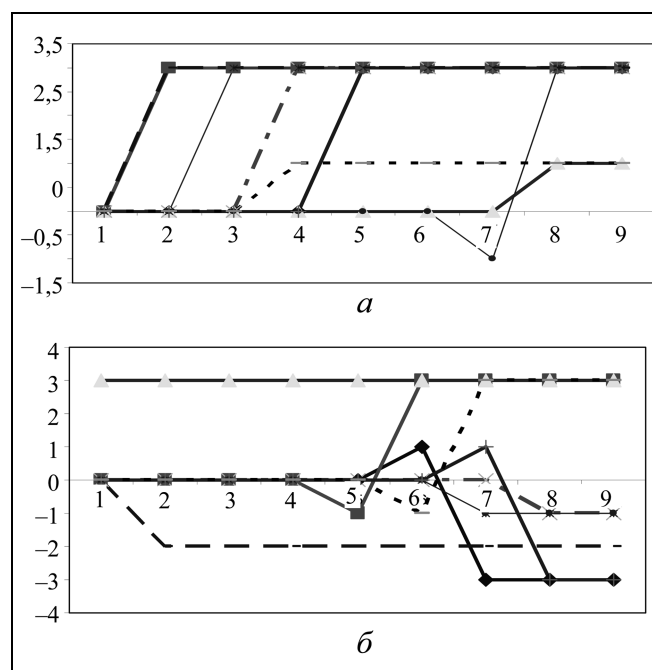
Для части оценок, имеющих определенный знак, можно сделать следующие выводы. Управляющие факторы не являются независимыми. Например, как следует из расчетов, прогрессивный подоходный налог отрицательно влияет на эмиссию денежной массы; налоговые льготы в сфере производства отрицательно влияют на регулирование цен в отраслях-монополистах, снижение ставки по кредитам, долю длинных денег в активах банков. На долю длинных денег в активах банков отрицательно влияют также активы ЦБ, снижение ставки рефинансирования, снижение ставки по кредитам и т. д.

Ряд управляющих факторов — активы ЦБ, снижение краткосрочной ставки РЕПО, снижение ставки по кредитам, доля длинных денег в активах банков — имеют отрицательные оценки влияния на себя, что можно интерпретировать как тенденцию к стабилизации благодаря самоподавлению их прироста. В то же время, прогрессивный подоходный налог, налоговые льготы в сфере производства, регулирование цен в отраслях-монополистах имеют тенденцию к росту благодаря самоподдержке.

Матрица транзитивного замыкания взаимодействий \mathbf{V} (см. табл. 2) может быть использована для оценки эффекта от комплексного воздействия нескольких факторов, обладающих свойством синергии. В данном случае пары факторов 1 и 3 (прогрессивный подоходный налог и регулирование цен в отраслях-монополистах), 2 и 3 (налоговые льготы в сфере производства и регулирование цен в отраслях-монополистах) плохо совместимы, поскольку их компоненты действуют негативно друг на друга, в то время, как факторы 1 и 6 (прогрессивный подоходный налог и снижение краткосрочной ставки РЕПО) взаимно усиливают друг друга и обладают свойством синергии.

Динамика изменения оценок влияния факторов на промышленное производство в процессе итераций рефлексии методом усреднения представлена на рисунке. По оси абсцисс шаг итераций, по оси ординат оценки взаимодействия в баллах.

Динамика влияния управляющих факторов позволяет судить не только о степени, но и о ха-



Динамика изменения оценок влияния факторов на рост промышленного производства в итеративном процессе рефлексивного усреднения: а — факторы 1–9; б — факторы 10–18; —◆— 1, 10; —■— 2, 11; —△— 3, 12; —×— 4, 13; —*— 5, 14; —●— 6, 15; —+— 7, 16; —-— 8, 17; - - - 9, 18

рактере их влияния. Так, снижение краткосрочной ставки РЕПО имеет весьма неоднозначное влияние на рост промышленного производства, оценка которого имеет нулевое значение первые шесть шагов, а затем меняет знак с отрицательного на положительный. В то же время инфляция оказывает устойчивое отрицательное влияние на промышленное производство. Из этого анализа также следует, что вывоз капиталов за рубеж и коррупционная нагрузка могут оказывать положительное влияние на рост промышленного производства благодаря предполагаемой политике прогрессивного подоходного налога, ставка которого зависит от вывоза капиталов за рубеж.

Результаты расчета транзитивного замыкания и временных задержек взаимодействий представлены в табл. 3.

Столбцы таблицы соответствуют тем факторам, для которых оценка временной задержки была меньше предельной величины $a_{\max} = 10$. В строке «Диагональ» приведены значения диагональных элементов результирующей матрицы оценок влияний при расчете методом линейных преобразований. Оценки получены для фактора-следствия «промышленное производство».

В линейной модели налоговые льготы в сфере производства, снижение ставки рефинансирования, внутренние инвестиции имеют тенденцию

Матрица В транзитивных замыканий для двух процедур рефлексии

Факторы-следствия	Факторы-причины																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	3; 1	-2; 1	-1	-3; 1	-2; 1	3	3	-2; 1	2; 0	-3	3	-2; 1	2	2	2	-3	2; -1	3
2	3	3	1	3	3	3	3	3	3; 1	-3	3	3	-2; -1	-2; -1	-2; -1	-3	-2	3
3	2	-2	1	2	2	-2	2; -1	-2	2	2	-2	-2	-2	-2	-2	2	2	-2
4	3	-2; 1	1	-4	-2; 0	3; -2	4	-2; 1	-2; 1	-3; 2	3	-2; 1	-2	-2	-2	-3; 2	-2; 1	3
5	3	2; -1	1	3	-2; 1	3	3	2; -1	-2; 1	-3	3	2; -1	-2; -1	-2; -1	-2; -1	-3	2; -1	3
6	3	-2; 1	1	3	-2; -1	-3	3	-2	-2; 1	3	3	-2	-2	-2	-2	3	-2; 1	3
7	-3	-2; 1	1	-4	-2; -1	3; -2	-4; -3	-2	-2; 1	3	-3	-2	-2	-2	-2	-3; 2	-2; 1	-3
8	3	-2	1	3	4	3; -2	3	-2	3	-3; 2	3; -2	-2	-2	-2	-2	-3; 2	-2	3; -2
9	3	-2	1	3	4	3; -2	3	-2	-2; 0	-3; 2	3	-2	-2	-2	-2	-3; 2	-2	3; -2
10	-3; 0	-2; 1	1	4; 0	-2; -1	-3	-4	-2	-2; 1	-3; -2	-3; 1	-2	-2	-2	-2	4	-2; 1	-3; 1
11	3; 1	-2; 1	-1	-3; 1	-2; 1	3	3	-2; 1	2; 0	-3	3; 1	-2; 1	2	2	-3	2; -1	4	3
12	3	3	1	3	4	3	3	4	3; 1	-3	3	3	-2; -1	-2; -1	-2; -1	-3	-2	3
13	3	3	1	3	3	3	3	3	3; 1	-3	3	3	-2; -1	-2; -1	-2; -1	-3	-2	3
14	-2; 0	-2; 1	1	2; 0	-2; -1	-2	-2	-2	-2; 1	2	-2; 1	-2	-2	-2	-2	2	-2; 1	-2; 1
15	3; 1	3	-1	3; 1	3; 1	3; 1	3; 1	3	3; -1	-3; -1	3; 1	3	4	-2; 1	-2; 1	-3; -1	2; -1	3; 1
16	3; 0	2; -1	-1	-3; 0	2; 1	3	3	2	2; -1	-3	3; -1	2	2	2	2	-3	2; -1	3; -1
17	3	-2	1	3	4	3; -2	3	-2	4	-3; 2	3; -2	-2	-2	-2	-2	-3; 2	-2	3; -2
18	3; 1	2	-1	-3; 1	-2; 1	3	3	-2; 1	-2; 1	-3	3	-2; 1	2	2	2	-3	2; -1	3

Результаты расчета оценок влияния факторов кредитно-денежной политики на рост промышленного производства для линейной модели влияния факторов и временных задержек взаимодействий

Метод	Результат	Факторы-причины								
		1	2	4	5	7	8	9	12	17
Линейный	Диагональ	-0,01	0,98	-1,36	0,35	-1,89	-0,29	-0,50	0,86	-0,59
	Оценки	0,00	0,10	0,02	0,06	0,01	0,13	0,02	0,33	-0,07
Задержка по времени	Оценки	8	4	6	4	7	3	5	2	9

к устойчивому росту. Наиболее эффективными факторами, влияющими на рост промышленного производства, являются внутренние инвестиции, налоговые льготы в сфере производства, снижение ставки по кредитам, снижение ставки рефинансирования, в то время как инфляция оказывает отрицательное воздействие.

Вариация параметров экспертной матрицы **A** показывает неустойчивость качественной реакции финансово-производственной системы по отношению к изменению некоторых из них. Так, увеличение по абсолютной величине оценки влияния фактора «экспорт сырья» на фактор «избыточный спрос на деньги» делает фактор «регулирование цен в отраслях-монополистах» неактивным в смысле влияния на рост промышленного производства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Денежно-кредитная политика — очень мощный, а потому необыкновенно опасный инструмент воздействия на экономику страны. Формирование механизма денежно-кредитного регулирования позволяет ЦБ воздействовать на деловую активность, контролировать деятельность коммерческих банков, добиваться стабилизации денежного обращения. С его помощью можно выйти из кризиса, но и не исключена и печальная альтернатива — усугубление сложившихся в экономике негативных тенденций [14].

Предложенный метод моделирования, использующий экспертно-рефлексивный подход, позволяет принимать рациональные управленческие решения с учетом системного эффекта от взаимодействия большого числа факторов, отследить который в ручном режиме не представляется возможным, как в области денежно-кредитного регулирования, так и во многих других областях. Эти решения могут носить как оперативный, так и стратегический характер. В последнем случае для поиска решения можно воспользоваться решением оптимизационной задачи с естественными ограничениями нормативного характера и с целевой функцией, коррелирующей со стратегической це-

лью экономического управления, в данном случае — обеспечением устойчивого эффективного роста экономики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гугнин В.К., Исаева Н.А. Межбанковский кредитный рынок России. — М.: Финансы и статистика. — 2005. — 286 с.
2. Деньги, кредит, банки: Учебник / Под ред. О.И. Лаврушина. — М.: Финансы и статистика, 2000. — 464 с.
3. Axelrod R. The Structure of Decision: Cognitive Maps of Political Elites. — Princeton: University Press, 1976.
4. Eden C. Cognitive mapping // European Journal of Operational Research. — 1988. — N 36. — P. 1—13.
5. Максимов В.И. Структурно-целевой анализ развития социально-экономических ситуаций // Проблемы управления. — 2005. — № 3. — С. 30—38.
6. Кулинич А.А. Компьютерные системы моделирования когнитивных карт: подходы и методы // Проблемы управления. — 2010. — № 3. — С. 2—16.
7. Модели и методы анализа и синтеза сценариев развития социально-экономических систем: в 2-х кн. / Под ред. В.Л. Шульца, В.В. Кульбы. — М.: Наука, 2012.
8. Saeed K. The dynamics of economic growth and political instability in developing countries // System Dynamics Review. — 1986. — Vol. 2, N 1. — P. 20—35.
9. Саати Т.Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: Аналитические сети / Пер. с англ. — М.: Кн. дом «ЛИБРОКОМ», 2009. — 360 с.
10. Гусев В.Б. Принятие решений в сильносвязанных структурах взаимодействия факторов и следствий // Тр. Конгресса по интеллектуальным системам и технологиям, AIS-IT'10. — М., 2010. — Т. 1. — С. 124—130.
11. Гусев В.Б., Павельев В.В. Использование непрерывных шкал при оценивании и принятии решений в сложных проблемных ситуациях. — М.: ИПУ РАН, 2013. — 118 с.
12. Готов В.А., Павельев В.В. Векторная стратификация. — М.: Наука, 1984. — 95 с.
13. Carson J.S. Model verification and validation // Proc. of the Winter Simulation Conference, 2002. — P. 52—58.
14. Экономика / Под ред. А.С. Булатова. — М.: Экономистъ, 2006. — 481 с.

Статья представлена к публикации членом редколлегии Р.М. Нижегородцевым.

Гусев Владислав Борисович — канд. физ.-мат. наук, зав. лабораторией, ☎ (495) 334-88-21, ✉ gusvbr@ipu.ru,

Исаева Наталья Александровна — канд. техн. наук, ст. науч. сотрудник, ☎ (495) 334-90-61, ✉ nat_i@ipu.ru,

Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, г. Москва.