

# МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ РАЦИОНАЛЬНОГО СЦЕНАРИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РОССИИ В ДОЛГОСРОЧНОЙ ПЕРСПЕКТИВЕ<sup>1</sup>

Д.В. Трошин

На базе факторной модели предложен методический подход к комплексному учету различных факторов функционирования экономики, угроз и мер противодействия им с помощью нелинейной свертки и логистических функций. Введена функция интегральной оценки состояния экономической безопасности на временном периоде долгосрочного планирования. Эта функция предложена в качестве целевой для рационального распределения бюджетных ассигнований по мероприятиям в период планирования. Рассмотрены различные подходы к комплексированию показателей и определению предпочтений. Предложено применять аддитивную форму для функций полезности. Предложен набор целевых показателей экономической безопасности.

**Ключевые слова:** экономическая безопасность, фактор, показатель, комплексная функция, факторная модель, угроза, мера, предпочтение.

## ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение экономической безопасности страны представляет собой большую по размерности и сложную по своей внутренней логике задачу, актуальность решения которой в сложившейся внутренней и внешней ситуации чрезвычайно высока.

Предметом методологических исследований в области обеспечения безопасности служат выявление и описание онтологий, особенностей, устойчивых отношений между объектами, субъектами, факторами, категориями для построения когнитивных и имитационных моделей, фреймовых сетей, вынесения различных оценок в сфере взаимодействия экономической системы со средой в целях обеспечения ее безопасного существования. Такая методология предназначена для формирования основы внутренне согласованных целей, критериев, принципов, действий для выявления и прогнозирования негативных явлений, т. е. тех, которые мешают достижению целевого состояния, и рационального (в идеале оптимального) разви-

тия потенциала обеспечения безопасности и его использования для предупреждения, нейтрализации, минимизации последствий негативных явлений на траектории существования [1–6].

В настоящее время в рамках создания Федеральной системы управления рисками (далее — ФСУР) под эгидой Минэкономразвития России формируется и проходит апробацию ряд моделей для оценки и анализа состояния экономической безопасности и рисков, в частности, факторная модель, которая отражает функционирование экономики в условиях влияния угроз и рисков событий (т. е. реализаций угроз) в форме взвешенного ориентированного графа. В узлах графа расположены факторы функционирования экономики, угрозы, возможные (предполагаемые) рисковые события, меры противодействия угрозам. Строго говоря, все перечисленные категории, размещаемые в узлах графа, являются факторами, однако в целях наглядности и четкости изложения меры, угрозы, рисковые события в настоящей работе выведены из содержания категории «фактор». Ребра графа соответствуют отношениям угроз, рисков событий, факторов, мер между собой. Такая факторная модель может быть применена также для описания динамики изменения факторов во времени. Каждый фактор описывается некоторым частным по-

<sup>1</sup> Статья подготовлена по результатам исследований, выполненных в рамках НИР за счет бюджетных средств по государственному заданию Финансовому университету при Правительстве РФ.

казателем. Рассматриваемая факторная модель фактически представляет собой сеть локальных моделей парных отношений факторов, угроз, мер, а для учета влияния на некоторый узел нескольких узлов служит функция нелинейной аддитивной свертки, рассмотренная далее. Такой подход позволяет реализовать типовые универсальные процедуры оперативного построения факторной модели, ее коррекции, адаптации к конкретным ситуациям в отличие от подходов, предполагающих применение сложных трудно интерпретируемых для лица, принимающего решение (далее — ЛПР), функциональных зависимостей, включая регрессии, одного фактора от совокупности других (см., например, [7]).

Одна из основных задач в этой проблематике заключается в разработке рационального сценария обеспечения экономической безопасности, включая задачу рационального распределения ресурсов по предусмотренному комплексу мероприятий обеспечения экономической безопасности. Например, комплекс мер предусмотрен в «Стратегии экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года<sup>2</sup>».

Рассматриваемый в настоящей работе методический подход к формированию оптимального сценария обеспечения экономической безопасности в долгосрочном периоде призван служить «венцом» указанной выше системы моделей и методик, который позволяет благодаря формализации и числовым оценкам конкретизировать решения и их обоснования по обеспечению экономической безопасности как в настоящее время, так и на некотором перспективном периоде времени до уровня совокупности мер и мероприятий, реализуемых в каждый единичный интервал времени (например, год).

## 1. ВЕРБАЛЬНАЯ ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

В качестве критерия оптимальности сценария обеспечения экономической безопасности целесообразно рассматривать минимум интегрированного на рассматриваемом периоде стратегического управления отклонения состояния системы от идеального (желаемого, политически заданного) состояния экономической безопасности [8] или, наоборот, максимум приближения состояния системы к идеальному. В соответствии с используемой онтологией проблематики безопасности [2], максимальная безопасность — отношение системы со средой, при котором вероятность нанесения ей значимого ущерба пренебрежимо мала. Инте-

<sup>2</sup> Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 13 мая 2017 г. № 208.

рированное отклонение (приближение) служит целевой функцией решения рассматриваемой здесь оптимизационной задачи. Ограничениями выступают набор мер для укрепления экономической безопасности и бюджетные лимиты на каждом единичном временном интервале для реализации намеченных мер.

Состояние экономической безопасности в каждый момент времени описывается скалярной функцией экономической безопасности, определяемой в пространстве частных показателей экономической безопасности, которая в интересах описания методического подхода в дальнейшем называется «мгновенная функция ЭБ». На значения этой функции налагаются ограничения — они не должны выходить за границу допустимого состояния. Это принципиальное ограничение. За границей допустимого состояния экономическая безопасность социально-экономической системы (в данном случае страны) не обеспечена ни в какой степени. В таком состоянии при менее строгих критериях оценки система либо разрушается, либо теряет в мыслимом пространстве возможностей возможность «развернуться» и приближаться к траектории идеального существования. При более строгих критериях идентификации состояния безопасности за границей допустимого состояния система сохраняет возможность прогрессивного развития, но находится в состоянии, которое субъективно воспринимается как недопустимое, не соответствующее ни в какой степени благоприятному существованию. Выбор строгости критерия — вопрос принятия решения уполномоченным на это лицом.

Для определения целевой функции необходимо описать сравнительные предпочтения обеспечения безопасности в различной временной перспективе. Практика подготовки и принятия решений в органах обеспечения национальной безопасности свидетельствует, что рассматриваемые здесь предпочтения не равны, а убывают во временной перспективе, причем нелинейно — убывание замедляется.

В настоящее время описать убывание рассматриваемых здесь предпочтений эмпирически представляется весьма проблематичным, прежде всего, по организационным причинам: определение состава лиц, принимающих и готовящих решения в сфере экономической безопасности, механизм привлечения их к этой работе и организация исследования предпочтений указанных лиц.

В рамках настоящего исследования для практического применения предлагается описывать предпочтения к состояниям безопасности на временной оси экспоненциально убывающей функцией, которая в конце рассматриваемого периода достигает некоторого минимального значения.



Другим способом описания рассматриваемых предпочтений может быть применение метода ПРИНН (Принятие Решений при Неустранимой Неопределенности) [9] для отдельных рассматриваемых моментов времени при условии, что в каждую группу сравниваемых по предпочтению моментов времени входит один из рассматриваемых моментов. Применение этого метода усложняет вид функции предпочтения от времени и требует дополнительных исследований адекватности результатов реальным предпочтениям ЛПР.

Опыт эксплуатации рассматриваемых моделей в ФСУР и их применение для подготовки аналитических и руководящих документов позволит выбрать и, возможно, скорректировать наиболее адекватную модель описания рассматриваемых здесь предпочтений.

Интегрированное значение состояния экономической безопасности на рассматриваемом промежутке времени естественно представлять интегралом (или суммой значений в определенные дискретные моменты времени, например, годы) временной функции, описывающей это состояние. Такой способ интеграции совместно с ограничениями на мгновенные значения, а также убывание коэффициентов предпочтения к мгновенным значениям при движении вправо по временной оси позволяет учесть принцип справедливого отношения к «поколениям». С одной стороны, в любой момент безопасность должна быть на приемлемом уровне, а с другой, нынешнее поколение, закладывая базис для безопасности потомков, уделяет больше внимания актуальной безопасности и решению тех задач, условия решения которых в силу своей большей актуальности имеют меньше неопределенности и больше шансов получить рациональные решения. Кроме того, нынешнее поколение управленцев в решении своих актуальных задач не может рассчитывать на помощь своих преемников.

Косвенным решением проблемы противоречия между «безопасностью сегодня», «безопасностью завтра» и «безопасностью послезавтра» может служить включение в набор параметров описания состояния безопасности, т. е. частных показателей безопасности, тех, которые отражают системообразующие факторы экономики, потенциал и процесс ее развития [10]. Обеспечение благоприятных (высоких) значений таких показателей свидетельствует об укреплении устойчивости системы и ее развитии, что положительно скажется на безопасности в будущем.

Каждый частный показатель безопасности представляет собой фактическое или прогнозируемое значение в диапазоне от наихудшего (допустимого, критического, порогового) до наилучшего возможного (или требуемого).

Выбор способа расчета скалярной мгновенной функции ЭБ в пространстве частных показателей безопасности не столь очевиден, как интеграция мгновенных значений на всем рассматриваемом периоде. Существует несколько методов объединения частных показателей в скалярную функцию. Наиболее методологически проработано и логически обосновано применение функций полезности при многих предпочтениях в условиях неопределенности [11]. В зависимости от результатов исследования независимости по полезности между частными функциями может быть выбрана аддитивная или мультипликативная форма скалярной функции. По результатам исследования отношения ЛПР к риску (склонно, не склонно, безразлично, постоянное отношение на всем множестве определений частного показателя или нет) может быть выбран экспоненциальный, линейный, полиномиальный или другой вид каждой частной функции. В этом случае задача построения функций полезности существенно упрощается. Реализация подходов теории полезности, хотя и не сложна, но трудоемка.

Более простые способы предлагают рассматривать скалярную функцию в виде произведения или суммы частных функций или в виде взвешенной евклидовой метрики для оценки расстояния в пространстве показателей реального состояния от гипотетически идеального [8]. Они позволяют получить более грубые, но не трудоемкие описания. В случае нормирования значений всех показателей, частных и скалярной функций на интервале [0, 1] можно получить устойчивую (сохраняющую порядок предпочтений рассмотренных вариантов решений при включении в рассмотрение новых) скалярную функцию в виде суммы, которая также интерпретируется как сумма отклонений от желаемого состояния. Некоторые методы скаляризации, представляющие интерес для описываемой в статье задачи, рассмотрены в работе [12]. Возможно, перспективен метод, основанный на теории трудности [13, 14], однако его применение и интерпретация для оценки экономической безопасности требуют проведения дополнительных исследований. В любом случае выбор метода скаляризации не влияет на общую логику рассматриваемого в настоящей статье методического подхода, поскольку модель скаляризации включается в него как частная модель.

Для сокращения числа частных показателей, учитываемых непосредственно в скалярной мгновенной функции ЭБ, наибольшее распространение получил следующий подход. Из числа показателей выбираются наиболее важные (целевые), задающие пространство, на котором каким-либо способом определяется скалярная функция. Другие показатели должны находиться в заданных

пределах. Если какой-либо показатель не попадает в допустимую область, то значение скалярной функции приобретает наихудшее значение. Например, коэффициент текущей ликвидности предприятия должен быть больше 150 %. Если он ниже этого значения, то это угроза финансового кризиса экономики, зарождающаяся на микроэкономическом уровне. Если выше, то на макроуровне не столь важно, на сколько выше. Интерпретация этой ситуации такова: показатель, значение которого не попало в заданную область, указывает на «узкое» место, неблагоприятный фактор функционирования или развития экономики как системы, состояние которой не позволяет утверждать о достижении безопасности на каком-либо уровне. Соответствующий фактор требует приоритетного внимания. Далее будет предложено смягчение этого требования для нецелевых показателей, исходя из практических соображений.

К целевым показателям предъявляются такие требования:

— каждый из них должен непосредственно влиять на оценку экономической безопасности;

— ни один из показателей не определяет полностью оценку состояния экономической безопасности, т. е. его лучшее (худшее) значение не является достаточным условием для лучшего (худшего) значения оценки экономической безопасности;

— совокупность целевых показателей полностью определяет оценку экономической безопасности, если другие (не целевые) показатели находятся в заданных пределах; совокупность лучших (худших) значений целевых показателей является достаточным условием для лучшего (худшего) значения оценки экономической безопасности;

— целевые показатели не находятся между собой в причинно-следственных однозначно описываемых отношениях; для каждого целевого показателя не существует какое-либо непустое подмножество целевых показателей, не включающее данный показатель, совокупности значений которых однозначно определяли бы значения рассматриваемого целевого показателя.

## 2. ФОРМАЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ЕЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НА МАКРОУРОВНЕ В СРЕДНЕСРОЧНОЙ И ДОЛГОСРОЧНОЙ ПЕРСПЕКТИВАХ

### 2.1. Целевая функция

Пусть  $F(t)$  — состояние экономической безопасности в момент времени  $t \in [t_0, T]$ , где  $t_0$  — начальный момент (например, текущий),  $T$  — конечный момент временного периода, на котором рассматривается состояние экономической безопасности; например,  $T = 24$  года, т. е. четыре за-

конодательно определенных периода стратегического планирования, соответствующие двум полным политическим циклам.

В § 1 было отмечено, что для вычисления скалярной мгновенной функции ЭБ применяются подходы теории полезности<sup>3</sup>. На основе предварительного изучения можно сформулировать гипотезу, что ЛПП и лица, готовящие решения, которые будут осуществлять функционирование ФСУР «безразличны к риску» на всем множестве определения каждого частного показателя. Кроме того, частные функции независимы по полезности [11], т. е. улучшение значения одной из них не влияет на отношение к значению другой. В этом случае мгновенная скалярная функция ЭБ описывается выражением

$$F(t) = \sum_{i=1}^I k_i v_i(t), \quad (1)$$

где  $k_i$  — коэффициент важности  $i$ -го частного показателя для оценки состояния экономической безопасности, изменяющийся в пределах  $[0, 1]$ ;  $i = 1,$

$2, \dots, I$ ;  $\sum_{i=1}^I k_i = 1$ ;  $v_i(t)$  — нормированное значение  $i$ -го частного показателя;

$$v_i(t) = \begin{cases} \frac{V_i(t) - V_i^{\min}}{V_i^{\max} - V_i^{\min}}, & |V_i(t) \in [V_i^{\min}; V_i^{\max}], \\ 0, & |V_i(t) \leq V_i^{\min}, \\ 1, & |V_i(t) \geq V_i^{\max} \end{cases}$$

для показателя, значение которого должно расти для укрепления экономической безопасности;

$$v_i(t) = \begin{cases} \frac{V_i^{\max} - V_i(t)}{V_i^{\max} - V_i^{\min}}, & |V_i(t) \in [V_i^{\min}; V_i^{\max}], \\ 0, & |V_i(t) \geq V_i^{\max}, \\ 1, & |V_i(t) \leq V_i^{\min} \end{cases}$$

для показателя значения которого должно убывать для укрепления экономической безопасности;  $V_i$ ,  $V_i^{\max}$  или  $V_i^{\min}$  — соответственно фактическое или прогнозируемое значение  $i$ -го показателя, его максимальное (максимально возможное, требуемое или

<sup>3</sup> Отметим, что по мере накопления практического опыта эксплуатации ФСУР подход к скаляризации может быть изменен, однако это не нарушает общей логики описываемого в статье методического подхода, поскольку модель скаляризации является частной в рамках этого подхода.

максимально допустимое) и минимальное (минимально допустимое или минимально возможное, требуемое) значения.

Для вычисления коэффициентов  $k_i$  существует ряд методов. Когда их применение затруднительно по временным или ресурсным ограничениям, можно воспользоваться методом ПРИНН [9].

В случае отбора части показателей в качестве целевых формула (1) уточняется:

$$F(t) = b(t) \sum_{i=1}^{I^0} k_i v_i(t), \quad (2)$$

где показатели с номерами от 1 до  $I^0$  — целевые (наиболее важные); индекс  $b(t)$  вычисляется по формуле:

$$b(t) = \begin{cases} 1, & \prod_{i=1}^I v_i(t) > 0, \\ 0, & \prod_{i=1}^I v_i(t) = 0. \end{cases} \quad (3)$$

Значение  $I^0$  целесообразно принять не более 7. Добавление некоторого восьмого показателя в случае одинаковой предпочтительности всех восьми показателей, что практически маловероятно, может в среднем уменьшить погрешность оценки только на 6,25 %. В действительности (т. е. при неодинаковой предпочтительности всех восьми показателей) оценка уточнится еще меньше.

Интегральное значение целевой функции, отражающей оценку экономической безопасности на временной перспективе от текущего года до года  $T$ , вычисляется по формуле:

$$F^T = \int_{t^0}^T \varphi(t) F(t) dt,$$

где  $\varphi(t)$  — предпочтения к обеспечению экономической безопасности в  $t$ -м году,  $\varphi(t) \in [0, 1]$ ,

$$\sum_{t=0}^T \varphi(t) = 1.$$

Для расчета коэффициентов, описывающих предпочтения ЛПР к обеспечению безопасного существования в перспективе, целесообразно принять такие исходные посыпки:

— предпочтения убывают по экспоненциальному закону;

— перспектива ограничивается 24 годами (4 периода стратегического планирования, предусмотренного Федеральным законом от 28 июня 2014 г. № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации»);  $t_0 = 0$ , соответственно,  $T = 24$ .

Период выбран продолжительностью 24 года поскольку это:

— по обобщенным оценкам примерная продолжительность жизненного цикла сложного оборудования, капитальных инфраструктурных объектов без капитального ремонта;

— период разработки и создания сложных видов техники и новых базовых технологий (в том числе в рамках одного технологического уклада);

— период смены поколений людей, в том числе специалистов;

— полный цикл действующей власти (два допустимых срока), которая должна нести ответственность перед «преемниками» за передачу приемлемых для будущего условий благоприятного существования нации.

Если описывать предпочтения к обеспечению экономической безопасности в каждый момент времени  $t$  функцией  $\varphi(t)$ , то, исходя из принятых посылок, она рассчитывается по формуле:

$$\varphi(t) = e^{-\sigma t} / \int_0^T e^{-\sigma t} dt, \quad (4)$$

где знаменатель обеспечивает выполнение условия

$$\int_{t=0}^T \varphi(t) dt = 1,$$

а параметр

$$\sigma = -\frac{\ln(1 - d_0)}{24}.$$

Здесь  $1 - d_0 = e^{-24\sigma}$  и означает минимальное значение предпочтения, которое относится к последнему рассматриваемому моменту  $T$ . Математически значение параметра  $1 - d_0$  может трактоваться как погрешность, с которой функция  $\varphi(t)$  приближается к оси абсцисс при значении аргумента, равном  $T$ , а по смыслу, как доля «внимания» (рабочего времени, других ресурсов), которое ЛПР тратит на рассмотрение проблем экономической безопасности, ограниченных перспективой  $T$  лет.

Если принять, что  $d_0 = 0,99$ , (т. е. лишь 1 % внимания ЛПР в проблеме экономической безопасности занимает перспектива за пределами 24 лет), то  $\sigma = 0,1919$ .

Практически состояние экономической безопасности рассматривается не как непрерывная функция на заданном временном интервале, а как функция в определенные моменты времени, отсчитываемые от текущего момента, соответственно для этих моментов рассчитываются и предпочтения. В связи с этим формула (4) приобретает вид:

$$\varphi(t) = e^{-\sigma t} / \sum_{t \in Y} e^{-\sigma t},$$

где  $Y$  — множество моментов времени, принадлежащих интервалу  $[0, T]$ ; знаменатель, как и в формуле (4) обеспечивает равенство

$$\sum_{t \in Y} \varphi(t) = 1.$$

С учетом принятых допущений и оценки  $\sigma = 0,1919$  для практических расчетов предлагается формула:

$$\varphi(t) = e^{-0,1919t} / \sum_{t \in Y} e^{-0,1919t}. \quad (5)$$

В процессе стратегического планирования целесообразно выделять значения, которые вытекают из порядка бюджетирования и практической логики планирования:  $t = 0$  (актуальное значение), 1, 2, 3 (цикл бюджетного планирования, среднесрочное планирование), 6 (стратегическое планирование), 9, 12, 18 и 24 года. Для этого набора моментов оценки предпочтительности  $\varphi(t)$  пересчитываются по формуле (5) и получают значения:  $\varphi(0) = 0,270$ ,  $\varphi(1) = 0,223$ ,  $\varphi(2) = 0,184$ ,  $\varphi(3) = 0,152$ ,  $\varphi(6) = 0,085$ ,  $\varphi(9) = 0,047$ ,  $\varphi(12) = 0,027$ ,  $\varphi(18) = 0,008$ ,  $\varphi(24) = 0,003$ .

## 2.2. Оценка состояния экономической безопасности и формирование сценария ее обеспечения на временном интервале («интегральная модель»)

В «интегральной» модели принята универсальная эвристическая модель взаимовлияния факторов, угроз и мер и допускается высокая степень автоматизации в рамках информационной технологии и диалоговой экспертной работы. Область применения модели определяется наличием множества разнообразных трудно формализуемых факторов и, главным образом, охватывает крупные социально-экономические системы. Во временном аспекте модель более адекватна и полезна для исследования состояний безопасности на продолжительных периодах. Такая модель применяется, как правило, не для текущих оценок в конкретных ситуациях, а для выявления складывающихся тенденций.

Для построения модели приняты допущения:

— изменение фактора, отражаемое значением соответствующего показателя, описывается логистической кривой;

— отношения между элементами факторной модели, состояния факторов (значения показателей, степени реализации мер и угроз) фиксируются (учитываются, описываются) с некоторой тактовой частотой  $1/\tau$ , т. е. через некоторые равные (элементарные) промежутки времени  $\tau$ ; размер элементарного промежутка времени  $\tau$  зависит от детализации факторной модели, природы рассматриваемых мер и детализации угроз; значения  $\tau$  не всегда совпадают со значениями  $t$ , так как так-

тов для моделирования может быть несколько в течение единицы времени, принятой для оценки экономической безопасности; далее для облегчения записи и восприятия сути методического подхода будем полагать, что длина такта совпадает с длиной единичного интервала, т. е.  $\tau = t$ ;

— воздействие нескольких факторов, угроз (рисковых событий), мер на некоторый  $i$ -й показатель описывается как сумма их «вкладов» с учетом логистического характера изменения значения показателя, описывающего состояние фактора (см. первое допущение).

Выбор логистической кривой объясняется тем, что изменение состояния фактора, как правило, зависит от множества накапливаемых микрособытий и аналогичен процессу размножения в условиях ресурсных ограничений (в данном случае объема микрособытий). Кроме того, логистическая кривая отражает часто наблюдаемое на практике явление, когда для заметного изменения какой-либо величины, например, качества ресурса или процесса, должен быть достигнут определенный порог «силы» воздействия, и, с другой стороны, когда величина приближается к максимальному значению, требуются значительные усилия, чтобы продолжать ее увеличивать. В средней части области определения величины она изменяется в зависимости от уровня воздействия линейно или близко к этому.

По мере проведения конкретных исследований и накопления опыта применения модели в рамках ФСУР конкретные пары отношений в факторной модели могут представляться специальными моделями, более адекватно описывающими эти отношения, если затраты на создание (или поиск) таких моделей оправданы по сравнению с увеличением точности оценки состояния экономической безопасности.

Принятые допущения позволяют учесть нелинейность характера влияния между элементами факторной модели и описывать его более адекватно, чем линейные аддитивные структуры или модели с импульсным описанием отношений влияния: либо влияет, т. е. переводит в некоторое определенное (допустим, лучшее) состояние или не влияет.

На основе изложенного может быть предложена математическая модель учета взаимовлияния элементов факторной модели, которая позволяет прогнозировать состояния факторов (значения показателей) в различные будущие моменты времени.

Допустим, что существует определенное множество намеченных мер  $m \in \{1, M\}$  по воздействию на целевые показатели  $v_i$ .

Пусть  $g_m^s(t) \in [0, 1]$  — степень реализации  $m$ -й меры в  $t$ -м году, которая функционально зависит от затраченных на реализацию ресурсов (финансовых средств)  $s_m(t)$ ;  $g_m^s(t) = g_m(s_m(t))$ .



Меры имеют существенно разную природу и, соответственно, степень их реализации по-разному зависит от выделяемых ресурсов. Определение таких зависимостей выходит не только за рамки рассматриваемого здесь методического подхода, но и за рамки моделирования состояния и обеспечения экономической безопасности в рамках ФСУР. Модели таких зависимостей (практически в виде точек в пространстве «ресурсы — степень реализации») должны предоставляться для решения рассматриваемой задачи как исходные данные разработчиков конкретных мер.

Практически во многих случаях вместо функциональной зависимости используются дискретные значения степени реализации мер (варианты реализации мер, предполагающих ту или иную совокупность действий и мероприятий). Число дискретных уровней реализации для каждой меры может отличаться. Однако при большом объеме мер и факторов, на которые они должны влиять, зачастую ограничиваются четырьмя уровнями реализации мер: нулевой (отказ от меры); минимальный, позволяющий получить хоть какой-то заметный эффект; интенсивный, позволяющий решить задачу в основном; максимальный. Этим лингвистическим значениям степени реализации меры может быть сопоставлено численное значение из интервала  $[0, 1]$ , в общем случае разное для разных мер.

При разработке сценариев укрепления экономической безопасности под затратами на реализацию мер целесообразно рассматривать не удельные затраты на государственное управление, а специально выделяемые средства, в том числе на законодательскую, экспертную, научно-исследовательскую деятельность, недополученные бюджетные доходы вследствие введения налоговых или иных льгот, одним словом, все целевые затраты и прогнозируемые потери, связанные с реализацией намеченной меры (или их комплекса).

Для каждого  $m$  задается максимальное значение финансирования  $S_m$ , при котором мера реализуется (должна быть реализована) в полном объеме,

$$\text{т. е. } g_m^s = g_m(S_m) = 1.$$

При этом

$$\sum_{m=1}^M s_m(t) \leq S(t),$$

где  $S(t)$  — ограничение на объем финансирования в  $t$ -м году сценариев обеспечения экономической безопасности.

Каждая мера не одинаково влияет на каждый фактор (показатель). Сила (степень) этого влияния описывается коэффициентом  $w_{mi} \in [0, 1]$ .

Мера направлена на устранение определенной совокупности угроз. Увеличение значения интересующих показателей является следствием нейтра-

лизации угроз, усиления благоприятных и ослабления неблагоприятных факторов. В связи с этим затраты на меру и сила ее воздействия не распределяются механистически по разным направлениям — по разным показателям (факторам).

Будем также полагать, что мера, влияющая на показатель максимально, позволяет достичь его максимальное значение, если реализуется полностью, т. е. верно выражение:

$$\langle g_m^s w_{mi} = 1 \rangle \Rightarrow \langle v_i = 1 \rangle.$$

В модели также приняты обозначения:

$v_i^t$  — значение  $i$ -го показателя (фактора), полученное в момент  $t$ ;

$v_j^t$  — значение  $j$ -го показателя, полученное в момент  $t$ ;

$\beta_{ji}$  — параметр логистической кривой, определяющий влияние  $j$ -го фактора на  $i$ -й;

$h_{ri}$  — степень реализации  $r$ -й угрозы; действие угроз учитывается аналогично мерам, только с противоположным знаком;

$\beta_{ri}$  — параметр, описывающий влияние  $r$ -й угрозы на  $i$ -й фактор (показатель); параметры  $\beta_{ri}$  и  $w_{mi}$  аналогичны по смыслу параметру  $\beta_{ji}$ ;

$J_i$  — подмножество множества  $J$ , которое составляют факторы, воздействующие на  $i$ -й, т. е.  $J_i = \{j | \beta_{ji} \neq 0\}$ ;

$M_i$  — подмножество множества  $M$ , которое составляют меры, воздействующие на  $i$ -й фактор, т. е.  $M_i = \{m | w_{mi} \neq 0\}$ ;

$R_i$  — подмножество множества  $R$ , которое составляют угрозы, воздействующие на  $i$ -й фактор, т. е.  $R_i = \{r | \beta_{ri} \neq 0\}$ .

Параметр  $\beta_{ji}$  может быть задан экспертно. В отдельных случаях можно воспользоваться аналитическими зависимостями, но их разработка, сбор и применение — предмет дальнейших междисциплинарных и междисциплинарных исследований и накопления опыта применения факторной модели в практике подготовки управленческих решений. В общем случае параметры  $\beta_{ji}$  могут зависеть от времени. Однако практически, если динамика изменения параметра неизвестна, то для прогнозирования будущих ситуаций используется актуальное знание, в частности, значение параметра  $\beta_{ji}$ .

При экспертном определении параметра  $\beta_{ji}$  могут быть составлены и реализованы в информационной технологии через пользовательский интерфейс соответствующие анкеты. Анкеты призваны выяснить параметр логистической кривой, описывающей изменение за один такт одного фактора под влиянием другого при отсутствии влияния со стороны иных факторов. В анкете ставится вопрос:

до какого уровня от худшего (лучшего) изменится значение  $i$ -го фактора (показателя), если на него воздействует  $j$ -й фактор, находящийся на некотором уровне (например, среднем, равном 0,5)?

Если эксперт затрудняется с ответами, то может быть применен следующий порядок действий:

1) эксперт дает ответы на поставленный выше вопрос для тех пар факторов, для которых может;

2) эксперту предлагается оценить установленные им на первом шаге степени влияния дополнительно по лингвистической шкале: очень сильное влияние, сильное влияние, среднее влияние, слабое влияние, незначительное влияние;

3) каждому значению лингвистической шкалы ставится в соответствие численное, исходя из ответов эксперта на первом шаге;

4) эксперту предлагается оценить степени влияния между парами факторов, для которых он не смог ответить на первом шаге, по лингвистической шкале;

5) лингвистическим оценкам степени влияния, полученным на шаге 4, ставятся в соответствие численные значения, полученные на шаге 3.

При наличии статистики она должна служить информационной поддержкой для оценок.

Одновременное влияние на  $i$ -й фактор других факторов, мер и угроз учитывается по формуле:

$$v_i^{t+1} = \left( \frac{2 \exp\left(\sum_{j \in J_i} v_j^t \beta_{ji} + \sum_{m \in M_i} g_m^s(t) w_{mi} - \sum_{r \in R_i} h_{ri}^t \beta_{ri}\right)}{\exp\left(\sum_{j \in J_i} v_j^t \beta_{ji} + \sum_{m \in M_i} g_m^s(t) w_{mi} - \sum_{r \in R_i} h_{ri}^t \beta_{ri}\right) + 1} + 2v_i^t - 1 \right) \frac{1}{1 + 2v_i^t}.$$

Для прогнозирования факторов (значений соответствующих показателей) на заданную временную перспективу применяется итерационная процедура. Каждая итерация соответствует одному такту. На каждом этапе процедуры рассчитываются значения всех факторов, которые становятся исходными для расчета значений на следующем такте.

Траектория состояния экономической безопасности строится с учетом динамики развертывания взаимовлияния факторов и соответствующего им изменения показателей, реализации мер и воздействия угроз.

Интегральное значение экономической безопасности на рассматриваемом временном интервале  $[0, T]$  рассчитывается по формуле:

$$F^T = \sum_{t \in Y} \varphi(t) F(t). \quad (6)$$

Задача поиска оптимального сценария заключается в максимизации функции  $F^T$  путем подбора векторов  $\vec{s}(t) = \|s_m(t)\|_M$  для  $t \in [0; T]$  при ограничениях:

$$F^t > 0, \quad \forall t \in [0, T],$$

$$\sum_{m=1}^M s_m(t) \leq S(t),$$

$$s_m(t) \leq S_m(t), \quad \forall t \in [0, T].$$

В общем случае можно полагать, что в каждый год  $t$  может быть свой набор мер, однако практически дальше периода бюджетирования (1 год или 3 года) можно прогнозировать принятие только тех мер, которые носят долгосрочный, системообразующий характер. Остальные меры определяются на перспективу 1—3 года по складывающейся ситуации. Также невозможно достаточно достоверно спрогнозировать и бюджетные ограничения за пределами текущего периода бюджетирования.

В связи с этим решение задачи (6) сводится к поиску векторов  $\vec{s}(t)$  для периода бюджетирования (1—3 года), т. е. для  $t = 0$  (текущий год),  $t = 1$  и  $t = 2$ .

Решение задачи (6) может быть получено методом нелинейной оптимизации, дискретного программирования (для дискретного задания вариантов реализации мер, что практически более правдоподобно) или имитационного моделирования. При методе дискретного программирования рассматриваемая задача может быть поставлена как целочисленная задача о ранце в ее разновидности «рюкзак с мультिवыбором» и решаться методом ветвей и границ. Предметом, укладываемым в рюкзак, здесь служит мера для каждого из рассматриваемых лет, варианты ее реализации в каждый год составляют группу предметов, из которых может быть выбран только один или не выбран вообще. Весом предмета выступают затраты на реализацию меры ( $s_m(t)$ ). Грузоподъемность рюкзака — это суммарное ограничение на финансирование мер по обеспечению экономической безопасности ( $S(t)$ ), а ценность — значение целевой функции ( $F^T$ ).

Эффективность алгоритма ветвей и границ тем больше, чем больше отличаются между собой исходные данные: влияние мер на оценку экономической безопасности через влияния на целевые показатели, уровни реализации мер, затраты на реализацию мер.

Если применить метод ветвей и границ для большого числа мер оказывается невозможным, можно применить имитационное моделирование поиска рационального решения. В этом случае в каждом опыте осуществляется случайное распределение ресурсов между мерами. Выбирается тот вариант, который позволил получить наибольшее





значение целевой функции  $F^T$  либо за заданное время проведения моделирования, либо на множестве перебранных вариантов. В настоящее время проводятся исследования на реальной факторной модели в целях определения нижней границы области рациональных решений, удаление от которой позволяет оценить (но не вычислить) приближение рационального решения к оптимальному.

Размерность задачи может существенно сократиться, если рассматривать меры только для текущего года.

В настоящей работе набор мер принят как заданный. При более широком рассмотрении задачи разработки сценариев обеспечения экономической безопасности необходимо разрабатывать методическое обеспечение для генерации мер. Основанием здесь может служить выявление циклов в факторной модели, приводящих к эскалации негативных факторов, и, наоборот, к «затуханию» позитивных факторов, а также исследование важности как позитивных, так и негативных факторов (включая угрозы и рисковые события), вычисляемой на основе их влияния на интегральную функцию экономической безопасности.

### 3. ПОКАЗАТЕЛИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В Стратегии обеспечения экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 13 мая 2017 года № 208, приведено 40 показателей для оценки состояния национальной безопасности. В работе [10] предложен перечень из 50-ти показателей, сформированный на основе методологии, реализующей витальный подход к оценке экономической безопасности. Эти перечни показателей частично пересекаются и могут дополнять друг друга. Применяя методологию витальности, можно предложить ряд показателей в качестве целевых для применения в обобщенной оценке состояния экономической безопасности:

— индекс изменения валовой добавленной стоимости — интегральная характеристика роста экономики в целом;

— уровень экспортнезависимости — интегральная характеристика устойчивости к конъюнктуре внешних рынков, недружественным действиям со стороны внешнего мира (санкциям), а также независимости от объема поступления иностранной валюты;

— уровень импортнезависимости — интегральная характеристика самодостаточности экономики для материального обеспечения удовлетворения национальных интересов;

— индекс производительности труда — интегральная характеристика процессов внедрения достижений научно-технического прогресса и создания условий для цивилизационного развития благодаря привлечению в непрямые сферы экономики высвобождаемой в сфере воспроизводства рабочей силы, сокращения удельного труда в непрямых сферах экономики и, в конечном итоге, для высвобождения времени жизни человека от вынужденного труда для труда творческого;

— индекс доли наукоемкой высокотехнологичной продукции в объеме общественного продукта — характеризует научно-технологическое развитие, способность экономики производить сложную продукцию, реализацию творческого потенциала экономики;

— уровень мобилизационного потенциала, который может быть вычислен как отношение максимально возможного объема производства и использования резервов ключевой продукции для жизнеобеспечения населения и воспроизводства вооружений и других общественных благ — характеризует запас прочности экономики на случай непредвиденных обстоятельств катастрофического характера, масштабной войны.

Состав целевых показателей в общем случае зависит от конкретной ситуации состояния экономики. Так, важнейшее значение для любой экономики имеет энергия, однако для России, обладающей энергетическим потенциалом, кратно превышающем потребление, нецелесообразно вводить показатель энергообеспечения в число целевых.

Для остальных показателей могут быть введены сатисфакционные критерии. В формуле (3) для вычисления коэффициента  $b(t)$  задано очень жесткое условие. По результатам количественных исследований нынешнего состояния экономической безопасности [10] получается, что большая часть показателей оказывается за пределами зоны допустимых значений. В этом случае оценка экономической безопасности по формуле (2) окажется слабо чувствительной к различным вариантам комплекса мер, и будет страдать качество решения задачи (6). Для устранения этого модель можно усложнить и вычислять коэффициент  $b(t)$  по формуле:

$$b(t) = \frac{1}{I} \sum_{\substack{i=1, \\ v_i > 0}}^I i.$$

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Отличительная особенность описанного методического подхода состоит в ориентации на учет конкретной специфики реализации угроз, отказе

от простых, обобщенных до примитивности подходов в пользу более тонких многоаспектных моделей и методик, учитывающих взаимосвязи объектов онтологии проблематики безопасности, позволяющих осуществлять прогноз, использующих глубинные особенные знания экспертов по множеству узких вопросов и, в конечном итоге, учитывать нелинейность процессов, влияющих на обеспечение безопасности, их масштабируемые и немасштабируемые результаты, учитывать вероятностную и невероятностную недетерминированности различных явлений и взаимосвязей. Такая методология ввиду необходимости оперирования большим числом исходных данных и алгоритмов их обработки предполагает применение автоматизированной информационной технологии, снабженной дружественным интерфейсом, системой управления знаниями, банком данных и знаний, библиотекой моделей, прецедентов и ситуаций, имеющей разнообразные возможности адаптации к конкретному объекту защиты, предлагающей возможность анализа и оценки состояния безопасности в режиме сценариев.

Модель, которая может быть построена на основе изложенного методического подхода, должна сопрягаться с системой мониторинга в составе Федеральной системы управления рисками, а также с системой ГАС «Управление».

В настоящей работе рассмотрено применение математической надстройки над факторной моделью для формирования рационального сценария обеспечения экономической безопасности при заданном множестве мероприятий, формирующих сценарий. Однако эта надстройка позволяет также рассчитать приоритетности воздействия на факторы в зависимости от их интегрального влияния на экономическую безопасность, в том числе опосредованно через другие факторы, а также может быть развита за счет логико-лингвистических и фреймовых сетей до инструмента поддержки творческого процесса определения мер воздействия на факторы, угрозы и др.

Важно правильно использовать скалярные и интегральные оценки — они важны не столько для оценки нынешнего состояния экономической безопасности, поскольку в этом случае служат «когнитивной тенью», заслоняя «узкие места», а как критерии для оценки долгосрочных стратегий, сценариев деятельности, выявления наиболее важных факторов и угроз.

Направление дальнейших исследований — разработка информационной технологии и отработка модели на модельных экспериментах в целях «юстировки» различных коэффициентов и параметров, проверки чувствительности к значениям различных параметров и выбору функциональных за-

висимостей, что позволит рационализировать ее аналитическую структуру.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Багдасарян В.Э. Витальный подход к сложным социальным системам // Витальный подход к сложным социальным системам. Материалы научного семинара. — М., 2013. — С. 7—70.
2. Экономическая безопасность России: методология, стратегическое управление, системотехника: монография / под ред. С.Н. Сильвестрова. — Москва: РУСАЙНС, 2017. — 350 с.
3. Селиванов А.И., Трошин Д.В. О методологических основаниях реализации закона от 28.06.2014 № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации» // Экономика. Налоги. Право. — 2015. — № 3. — С. 18—23.
4. Трошин Д.В. Парадигма существования как методологическая основа управления смыслами и потенциалами для обеспечения экономической безопасности страны / Россия: тенденции и перспективы развития. Ежегодник. Вып. 12 / ИНИОН РАН. Отд. науч. сотрудничества; отв. ред. В.И. Герасимов. — М., 2017. — Ч. 2. — С. 193—196.
5. Селиванов А.И. Субъектные основания теории и методологии экономической безопасности // Экономическая безопасность России: проблемы и перспективы: материалы II Междунар. науч.-практ. конф. / Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. — Нижний Новгород, 2014. — С. 249—254.
6. Сильвестров С.Н. Безопасность, обеспеченная развитием // Экономические стратегии. — 2009. — № 3. — С. 42—47.
7. Казанцев С.В. Методика и инструментарий оценки безопасности на национальном и региональном уровнях // Мир новой экономики. — 2017. — № 2. — С. 6—12.
8. Резчиков А.Ф., Цвиркун А.Д., Кушиков В.А. и др. Методы прогнозной оценки социально-экономических показателей национальной безопасности // Проблемы управления. — 2015. — № 5. — С. 37—44.
9. Пиваский С.А. Как «нумеризовать» понятие «важнее» // Онтология проектирования. — 2016. — Т. 6. — № 4 (22). — С. 414—435.
10. Трошин Д.В. Экономическая безопасность России: количественный макроанализ: монография. — М., Научные технологии, 2018. — 195 с.
11. Кини Р.Л., Райфа Х. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения. — М.: Радио и связь, 1981. — 560 с.
12. Трошин Д.В. Скаляризация векторных предпочтений: преодоление примитивизации // Эффективное антикризисное управление. — 2013. — № 3 (78).
13. Баева Н.Б., Куркин Е.В. Обобщение методов построения интегральных оценок качества на основе теории трудности достижения цели // Вестник ВГУ. Сер. Системный анализ и информационные технологии. — 2011. — № 1. — С. 84—92.
14. Азарнова Т.В., Щепина И.Н., Леонтьев А.Н. Имитационная процессная модель выбора оптимальной стратегии управления качеством социально-экономической системы // Экономический анализ: теория и практика. — № 12. — 2016. — С. 170—186.

Статья представлена к публикации членом редколлегии В.В. Кульбой.

Трошин Дмитрий Владимирович — канд. техн. наук, вед. науч. сотрудник, Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, г. Москва, ✉ giorup2@yandex.ru.

Поступила в редакцию 28.04.2018, после доработки 26. 09.2018.  
Принята к публикации 17.10.2018.