

вості й результати інноваційного розвитку економіки, інвестиційний клімат цих країн не забезпечує активного притоку іноземних інвестицій. Безумовно, не факт, що стратегічна інтеграція з ЄС забезпечить суттєву активізацію цих процесів в економіці України, але йдеться про порівняння потенціалів на нинішній період. Вибір відповідних рушійних сил з меншим потен-

ціалом у питаннях інноваційності та залученням інвестицій – це не що інше як управлінський ризик стратегічного характеру. Важливо також урахувати перенесення важелів впливу на зовнішньоекономічні процеси з національного на наднаціональний рівень, що суттєво позбавляє можливості формування національної зовнішньоекономічної політики.

**Висновки.** Доцільно насамперед обирати еволюційний темп інтеграційної стратегії. Досвід 1990-х рр. у нашій країні свідчить про дуже великі втрати, яких зазнали радикальні, “прискорені” варіанти. Слід уважно помічати й відстоювати найбільш сприятливе середовище діяльності для українських підприємств. Необхідно максимально підтримувати стосунки та зберігати ринки країн Митного союзу, постійно “підтягуватися” до умов ринків ЄС. Дуже важливо бачити й загальну картину світу, зокрема ринки, умовно кажучи, “третіх країн”. Здається, не існує нині одного чудодійного рішення для забезпечення “світлого” майбутнього української економіки.

#### Література

1. Лібералізація та модернізація (за матеріалами “круглого столу”) // Економіка України. – 2011. – № 8. – С. 13.
2. Сайт “Human development report” [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://hdr.undp.org>.
3. Сайт “Doing Business” [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.doing-business.org>.
4. Сайт Державної служби статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.ukrstat.gov.ua>.



УДК 339.923

**Е. Г. Анисимов**, доктор технических наук, доктор военных наук, начальник научно-информационного отдела Российской таможенной академии  
**Т. Н. Сауренко**, кандидат экономических наук, докторант Российской таможенной академии  
**Н. Г. Липатова**, кандидат технических наук, доцент, начальник научно-исследовательского центра Российской таможенной академии.

#### МЕТОДОЛОГИЯ ФОРМАЛЬНОГО ОПИСАНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГОСУДАРСТВ – УЧАСТНИКОВ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СОЮЗОВ

*На методологічному рівні формалізовано поняття економічної взаємодії держав. Наведено необхідні належні умови взаємодії. Подано формальне уявлення узагальненого показника досягнення мети взаємодії. Запропоновано підходи до оцінювання “потужності” взаємодії та стійкості економічних союзів.*





---

На методологическом уровне формализовано понятие экономического взаимодействия государств. Приведены необходимые и достаточные условия взаимодействия. Дано формальное представление обобщенного показателя достижения целей взаимодействия. Предложены подходы к оценке “мощности” взаимодействия и устойчивости экономических союзов.

*In the article on a methodological level formalized the concept of economic cooperation between States. The necessary and sufficient conditions for the cooperation are given. A formal representation of the generalized indicator of achievement of the purposes of cooperation is given. Proposed approaches to the assessment of the “power” of cooperation and stability of the economic Union.*

**Ключевые слова.** Экономическое взаимодействие, методология, формализация, необходимые и достаточные условия, мощность взаимодействия, устойчивость.

**Введение.** В интересах формирования методологии формализации экономического взаимодействия государств в рамках данной статьи будем полагать, что Экономический Союз (ЭС) представляет собой объединение государств на основе тех или иных преференций во взаимной внешнеэкономической деятельности. Цель создания ЭС заключается в повышении темпов экономического развития государств за счет синергетического эффекта, обусловленного их взаимодействием между собой и с третьими странами в сфере внешнеэкономической деятельности. При этом *взаимодействие* состоит в формировании и реализации внешнеэкономической политики, обеспечивающей *согласование интересов* государств ЭС. Величина синергетического эффекта определяется экономической ситуацией в мире в целом, текущим экономическим состоянием каждого из государств ЭС и эффективностью их взаимодействия. При этом именно взаимодействие является инструментом достижения цели ЭС. Обеспечение эффективного взаимодействия требует учета большого количества факторов, характеризующих экономическую ситуацию в мире и в государствах ЭС. Такой учет возможен только за счет формализации процессов внутреннего и внешнего взаимодействия государств – участников ЭС в мировой экономической системе.

**Постановка задачи.** Цель статьи – формирование методологических основ формализации процессов внутреннего и внешнего взаимодействий государств – участников ЭС.

**Результаты исследования.** На уровне методологии в основу формализации взаимодействия может быть положен теоретико-множественный подход. Для его реализации функционирование каждого из государств ЭС формально опишем, исходя из концепции “вход – состояние – выход” [1], лежащей в основе теории сложных динамических систем. При этом формально каждое из этих государств представляется в виде множества

$$\Theta_i = \{X_i, S_i, Y_i, T\}, \quad i=1, 2, \dots, I, \quad (1)$$

где  $i$  – идентификатор государства ЭС;

$X_i$  – множество внешних воздействий на  $i$ -е государство;

$S_i$  – множество состояний  $i$ -го государства ЭС;

$Y_i$  – множество выходных характеристик  $i$ -го государства ЭС;

$T$  – множество моментов времени;

$I$  – количество государств ЭС.

Центральное место в этой концепции занимает понятие “состояние”, то есть набор параметров, характеризующих экономическую ситуацию в рассматриваемом государстве в каждый момент времени  $t = t_0$ , достаточный для определения ее изменения в будущем для всех  $t \geq t_0$ .

Входные воздействия системы  $X_i$  в каждый момент времени  $t$  порождаются воздействием внешней среды –  $z_j(t)$ , взаимодействующими государствами ЭС –  $y_j(t)$  ( $j = 1, 2, \dots, I, j \neq i$ ) и собственным управлением (национальной экономической политикой) –  $u_i(t)$ . Следо-

вательно, множество  $X_i$  входных воздействий  $i$ -й системы представляет собой объединение множеств воздействий внешней среды –  $Z_i$ , взаимодействующих систем –  $Y^i$  и собственных управляющих воздействий рассматриваемой системы –  $U_i$ , то есть

$$X_i = Z_i \cup Y^i \cup U_i. \quad (2)$$

В свою очередь, множество  $Y^i$  воздействий со стороны взаимодействующих систем представляет собой подмножество объединения их выходных множеств:

$$Y^i \subseteq \bigcup_{j=1}^I Y_j, \quad j \neq i. \quad (3)$$

Функционирование  $i$ -го государства ЭС заключается в изменении его состояния  $s_i \in S_i$  (внутренний аспект функционирования) и выходных параметров  $y_i \in Y_i$  (внешний аспект функционирования) с течением времени  $t \in T$  вследствие воздействия входных параметров  $x_i \in X_i$ . Формально оно описывается отображениями:

$$O_1: \{X_i, S_i, T\} \longrightarrow S_i \quad i = 1, 2, \dots, I, \quad (4)$$

$$O_2: \{X_i, S_i, T\} \longrightarrow Y_i \quad i = 1, 2, \dots, I. \quad (5)$$

Отображение (4) характеризует изменение состояния  $i$ -го государства экономического союза, а отображение (5) – изменение его выходных параметров.

Исходя из (1) – (5), *необходимыми условиями взаимодействия* являются

$$I > 1, Y^i \neq \emptyset. \quad (6)$$

Соотношение (6) отражает то обстоятельство, что взаимодействие предполагает наличие *нескольких* взаимосвязанных государств.

В рассмотренной модели (1) – (6) взаимодействие представлено как взаимное влияние поведения систем. Если это влияние представим в виде некоторых достаточно гладких функциональных зависимостей:

$$s_i = s_i\{z_i, y_j, u_i, s_i(t_0), t\}, \quad i, j = 1, 2, \dots, I, \quad i \neq j, t_0 \leq t \quad (7)$$

$$y_i = y_i\{z_i, y_j, u_i, s_i(t_0), t\}, \quad i, j = 1, 2, \dots, I, \quad i \neq j, t_0 \leq t, \quad (8)$$

то уровень взаимодействия  $i$ -й и  $j$ -й систем в каждый момент времени  $t$  может быть охарактеризован величинами:

$$\frac{\partial s_i}{\partial y_j} = \frac{\partial s_i\{z_i, y_j, u_i, s_i(t_0), t\}}{\partial y_j}, \quad i, j = 1, 2, \dots, I, \quad i \neq j, t_0 \leq t, \quad (9)$$

$$\frac{\partial y_i}{\partial y_j} = \frac{\partial y_i\{z_i, y_j, u_i, s_i(t_0), t\}}{\partial y_j}, \quad i, j = 1, 2, \dots, I, \quad i \neq j, t_0 \leq t. \quad (10)$$

---

Если при этом выполняется хотя бы одно из условий:

$$\frac{\partial s_i}{\partial y_j} \neq 0, \quad i, j = 1, 2, \dots, I, \quad i \neq j, \quad (11)$$

$$\frac{\partial y_i}{\partial y_j} \neq 0, \quad i, j = 1, 2, \dots, I, \quad i \neq j, \quad (12)$$

то между рассматриваемыми государствами установлено взаимодействие.

Соотношения (6), (11), (12) отражают необходимые и достаточные условия взаимодействия в целом. Вместе с тем для практики наиболее важным является целенаправленное взаимодействие. Целенаправленность взаимодействию придает управление. Следовательно, *необходимыми условиями для осуществления целенаправленного взаимодействия* являются:

$$I > 1, Y^i \neq \emptyset, U_i \neq \emptyset. \quad (13)$$

Формирование решений по управлению поведением (функционированием) системы (1), описывающей эволюцию государств в общем случае может быть представлено отображением:

$$O_3 : \{Z_i, Y^i, S_i, T, P_i\} \longrightarrow U, \quad (14)$$

где  $P_i$  – множество целей, которые должны быть достигнуты в результате функционирования  $i$ -й системы.

Отображение (14) представляет собой алгоритм, который каждому набору условий ( $z_i \in Z_i, y_j \in Y^j, s_i \in S_i, p_i \in P_i, t \in T$ ) ставит в соответствие некоторое решение  $u_i \in U_i$  из множества допустимых. Реализация этого решения приводит к некоторому результату, прогнозирование которого при выработке решения может быть в обобщенном виде представлено отображениями:

$$O_4 : \{U_i, Z_i, Y^i, S_i, T, P_i\} \longrightarrow S_i \quad i = 1, 2, \dots, I, \quad (15)$$

$$O_5 : \{U_i, Z_i, Y^i, S_i, T, P_i\} \longrightarrow Y_i \quad i = 1, 2, \dots, I. \quad (16)$$

Отображения (15), (16) представляют собой модель, связывающую вариант  $u_i \in U_i$  решения с ожидаемыми результатами  $s_i(t \geq t_0) \in S_i, y_i(t \geq t_0) \in Y_i$  эволюции рассматриваемого  $i$ -го государства ЭС. При этом качество выбранного варианта  $u_i \in U_i$  определяется степенью достижения целей. Оценка качества в общем виде представляет собой отображение

$$O_5 : \{U_i, Z_i, Y^i, S_i, T, P_i\} \longrightarrow E_i \quad i = 1, 2, \dots, I, \quad (17)$$

где  $E_i$  – упорядоченное по степени предпочтения множество оценок достижения поставленных целей  $p_i \in P_i$ .

В совокупности отображения (15) – (17) представляют собой модель для оценивания эффективности функционирования  $i$ -й из взаимодействующих систем.

При моделировании процесса функционирования взаимодействующих систем (1) оценка достижения целей, то есть процедура формирования отображения (15), формально сводится к проверке выполнения некоторых целевых соотношений следующего вида:

$$\left. \begin{aligned} H_i(u_i, z_i, y_j, s_i, p_i, t) &= 0 \\ G_i(u_i, z_i, y_j, s_i, p_i, t) &\geq 0 \\ Q_i(u_i, z_i, y_j, s_i, p_i, t) &\xrightarrow{u_i} \text{extr} \end{aligned} \right\}, i, j = 1, 2, \dots, I, \quad (18)$$

где  $H(\cdot)$  – вектор требований типа равенств;

$G(\cdot)$  – вектор требований типа неравенств;

$Q(\cdot)$  – вектор экстремальных требований.

Если условия (18) в принципе выполнимы, то добиться их реального выполнения можно только путем изменения результатов процесса функционирования  $i$ -го из взаимодействующих государств за счет соответствующего подбора элементов решения  $u_i \in U_i$ .

В рамках рассмотренной структуры задача формирования целесообразного варианта решения по управлению каждым из взаимодействующих государств может быть формально представлена в виде следующей модели выбора:

Определить вариант решения

$$u_i(z_i, y_j, s_i, p_i, t) \in U, \quad (19)$$

для которого выполняется условие

$$Q_i(u_i, z_i, y_j, s_i, p_i, t) \xrightarrow{u_i} \text{extr} \quad (20)$$

при ограничениях

$$\begin{aligned} H_i(u_i, z_i, y_j, s_i, p_i, t) &= 0 \\ G_i(u_i, z_i, y_j, s_i, p_i, t) &\geq 0 \end{aligned} \quad (21).$$

Представление задачи формирования решений по управлению каждым из взаимодействующих государств в виде соотношений (19) – (21) является обобщенным, но в то же время достаточно содержательным для классификации видов взаимодействия и выбора на этой основе математического аппарата моделирования и методов нахождения решений.

Без потери общности можно полагать, что  $I = 2$  и каждое из взаимодействующих государств стремится максимизировать показатели  $Q(\cdot)$  в соотношении (20). Тогда варианты взаимодействия государств  $i = 1$  и  $i = 2$  можно разделить на четыре группы: содействие, противодействие, нейтралитет и единство. Соответствующие этим группам соотношения между показателями  $Q_1$  и  $Q_2$  приведены на рис. 1–4 [1].

Основными формами взаимодействия государств – участников экономических союзов являются содействие или единство. Оно проявляется в стремлении государств обеспечить согласованное увеличение соответствующих им показателей (20) при ограничениях (21). Вследствие неполного совпадения интересов государств – участников таможенных союзов формирование выбора управляющих воздействий (19), реализующих взаимодействие в формах содействия или единства, сводится к задаче поиска парето-оптимальных решений [2].

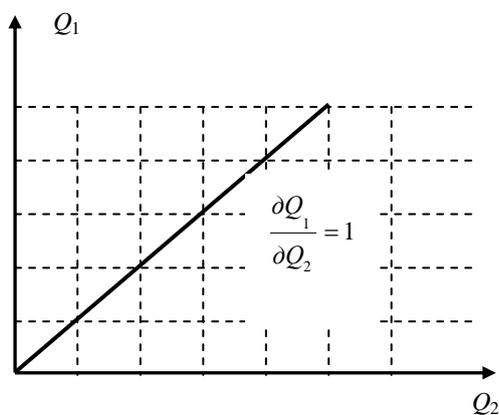


Рис. 1. Взаимозависимость эффективности систем при взаимодействии в форме единства

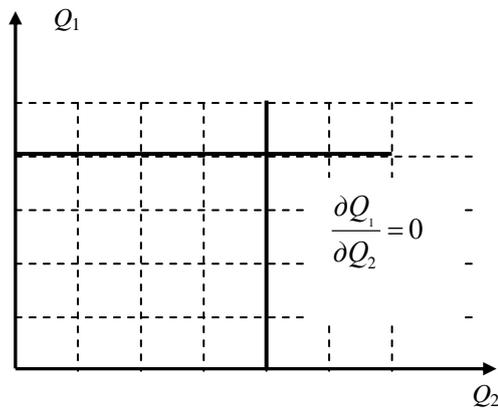


Рис. 2. Взаимозависимость эффективности систем при взаимодействии в форме нейтралитета

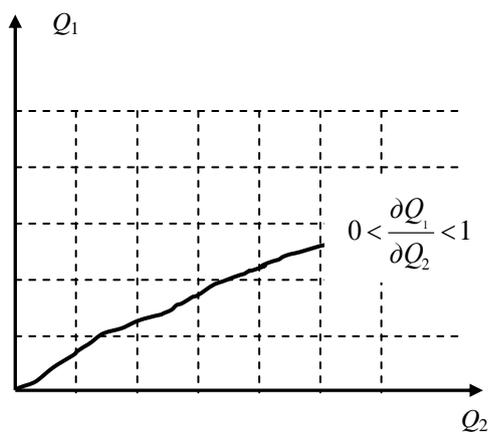


Рис. 3. Взаимозависимость эффективности систем при взаимодействии в форме содействия

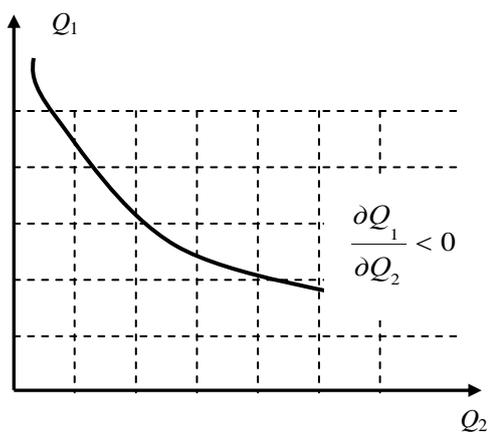


Рис. 4. Взаимозависимость эффективности систем при взаимодействии в форме противодействия

---

Величину  $\frac{\partial Q_1}{\partial Q_2}$  будем называть мощностью взаимодействия государства  $i = 1$  с государством  $i = 2$  при ограничениях (21). Обобщая это понятие на ЭС, содержащих более двух государств, получим:

$$M(i, j) = \frac{\partial Q_i}{\partial Q_j}, \quad i = 1, 2, \dots, I, \quad j = 1, 2, \dots, I, \quad (22)$$

где  $M(i, j)$  – мощность взаимодействия  $i$ -го государства союза с  $j$ -м.

С учетом (22) мощность взаимодействия каждого  $i$ -го ( $i = 1, 2, \dots, I$ ) государства с другими государствами ЭС при ограничениях (21) определяется соотношением

$$M(i) = \sum_{j=1}^I M(i, j). \quad (23)$$

Введенное таким образом понятие мощности взаимодействия позволяет оценить устойчивость ЭС. В основу оценки устойчивости может быть положен постулат В. И. Николаева [3], состоящий в том, что любая система как нечто целостное и обособленное может существовать тогда и только тогда, когда “мощность связей, формируемых или существующих между элементами данной системы на интервале времени, не равно нулю, будет больше, чем мощность связей этих же элементов с элементами других систем”. Применительно к ЭС этот постулат означает, что если для всех не входящих в ЭС государств и их существующих объединений мощность взаимодействия  $i$ -го государства меньше величины, определяемой соотношением (23), то  $i$ -е государство будет заинтересовано оставаться членом рассматриваемого союза. Формально это условие записывается в виде

$$M(i) < M^*(i),$$

$$M^*(i) = \sum_{j \in F} M(i, j); \quad (24)$$

где  $F$  – множество государств и их существующих объединений, не входящих в рассматриваемый экономический союз.

**Выводы.** В целом полученные соотношения (1) – (24) отражают методологию формального описания взаимодействия государств – участников ЭС.

Они отражают необходимые и достаточные условия взаимодействия, формализуют обобщенный показатель достижения целей взаимодействия, а также возможные подходы к оценке “мощности” взаимодействия и устойчивости экономических союзов.

#### Литература

1. Формализация взаимодействия таможенных органов и участников внешнеэкономической деятельности / Громенко О. А., Бойко А. П. // Вестник МГОУ. Серия “Экономика”. – № 3. – 2008. – М.: Изд-во МГОУ. – 11 с.
2. Модели и методы решения задач управления инновационными проектами: монография / В. Г. Анисимов, Е. Г. Анисимов, Ю. В. Ведерников и др. – М.: Изд-во Российской таможенной академии, 2009. – 92 с.
3. Николаев В. И. О “мощности” связей в системе / В. И. Николаев // Межвузовский сборник “Проблемы системотехники и АСУ”. – Л.: СЗПИ, 1978.