

МОДЕЛЬ КРИЗИСНОГО СОСТОЯНИЯ ЭКОНОМИКИ (ПРИМЕР УКРАИНЫ)

МАЛЮТИН А. К.

кандидат экономических наук

Сумы

Инвестиционная политика государства, как часть экономической политики, направлена на установление структуры и масштабов инвестиций, определения направлений их использования, занимает одно из центральных мест в сфере экономической и финансовой деятельности, проводимой государством и предприятиями. Вопросы инвестиционной политики – это вопросы национальной безопасности, от их правильного решения зависит во многом успешное развитие страны.

В условиях ограниченного объема инвестиций важно решить задачу их оптимального перераспределения между различными отраслями народного хозяйства. Этим вопросам посвящены многочисленные работы. Отметим работы А. Булатова, А. Водянова, А. Вольского, А. Исаева [1, 2, 3, 4].

Однако в поле зрения авторов не попали работы, в которых бы оптимизировалось перераспределение инвестиций с точки зрения экономической угрозы государства. Целью данной работы является предложение метода поэтапного решения задачи, который, на наш

взгляд, может быть применен для решения достаточно широкого класса оптимизационных задач.

Рассмотрим модель какого-нибудь субъекта хозяйственной деятельности (страны, региона) с n отраслями народного хозяйства, которые обозначим через A_1, A_2, \dots, A_n . Обозначим соответствующие объемы ВВП, получаемые этими отраслями, через $V_1, V_2, \dots, V_n, V = V_1 + V_2 + \dots + V_n$. Соответствующие объемы инвестиций в эти отрасли обозначим через $I_1, I_2, \dots, I_n, I = I_1 + I_2 + \dots + I_n$ – совокупный объем инвестиций, через $I_1^f, I_2^f, \dots, I_n^f$ обозначим объемы иностранных инвестиций,

$I_f = I_1^f + I_2^f + \dots + I_n^f$ – совокупный объем иностранных инвестиций, $I_1^{pf}, I_2^{pf}, \dots, I_n^{pf}$ – объемы иностранных инвестиций за предыдущий год. Стоимость основных фондов обозначим соответственно через $S_1, S_2, \dots, S_n, d_j$ – означает степень износа основных фондов, $j = 1, 2, \dots, n$. Обозначим также через $X_{1j} = \frac{I_j}{S_j}$,

$X_{2j} = \frac{I_j}{V_j}, X_{3j} = \frac{I_j^f - I_j^{pf}}{V_j}, X_{4j} = \frac{I_j^f}{I_j}, j = 1, 2, \dots, n$

показатели экономической угрозы.

Балансовую таблицу запишем в общем виде (табл. 1).
 Понятно, что на объемы ВВП (по каждой j -й отрасли) будут влиять только переменные X_{1j} и X_{4j} , поскольку переменные X_{2j} и X_{3j} рассчитываются по окончании периода деятельности и поэтому являются производными величинами от ВВП. Будем предполагать эту зависимость линейной $V_j = \alpha_{1j}X_{1j} + \alpha_{4j}X_{4j} + \beta_j, j = \overline{1, n}$.

$$V = \sum_{j=1}^n V_j = \sum_{j=1}^n (\alpha_{1j}X_{1j} + \alpha_{4j}X_{4j} + \beta_j) \rightarrow \max \quad (2)$$

при ограничениях

$$\sum_{j=1}^n X_{1j}S_j = I, \quad (3)$$

Таблица 1

Балансовая таблица для оптимального перераспределения инвестиций между различными отраслями народного хозяйства

Вид экономической деятельности		A_1	A_2	...	A_n
ВВП		V_1	V_2	...	V_n
Показатель экономической угрозы	Степень износа основных фондов, d_j	d_1	d_2	...	d_n
	Отношение объема инвестиций к стоимости основных фондов, $\frac{I_j}{S_j}$	X_{11}	X_{12}	...	X_{1n}
	Отношение объема инвестиций в основной капитал к ВВП, $\frac{I_j}{V_j}$	X_{21}	X_{22}	...	X_{2n}
	Отношение чистого прироста прямых иностранных инвестиций к ВВП, $\frac{I_j^f - I_j^{pf}}{V_j}$	X_{31}	X_{32}	...	X_{3n}
	Доля прямых иностранных инвестиций в общем объеме инвестиций,	X_{41}	X_{42}	...	X_{4n}

Источник: составлено автором.

Коэффициенты $\alpha_{ij}, \beta_j, i = 1, 4, j = \overline{1, n}$ находим, рассматривая n регрессионных моделей.

Задача максимизации совокупного объема ВВП имеет вид:

$$V = \sum_{j=1}^n V_j = \sum_{j=1}^n (\alpha_{1j}X_{1j} + \alpha_{4j}X_{4j} + \beta_j) \rightarrow \max$$

при ограничениях $I_1 + I_2 + \dots + I_n = I,$

$$I_1^f + I_2^f + \dots + I_n^f = I_f, X_{1j} \geq q_1, X_{2j} \geq q_2, j = \overline{1, n},$$

$$X_{3j} \leq q_3, 0 \leq X_{4j} \leq q_4, j = \overline{1, n},$$

где $q_i, i = \overline{1, 4}$, – экстремальные параметры кризисного состояния экономики.

Замечая что $I_j = X_{1j}S_j, I_j^f = X_{1j}X_{4j}S_j,$ из системы ограничений мы можем исключить переменные X_{2j} и X_{3j} , используя зависимости:

$$X_{2j} = \frac{I_j}{V_j} = \frac{X_{1j}S_j}{V_j} = \frac{X_{1j}S_j}{\alpha_{1j}X_{1j} + \alpha_{4j}X_{4j} + \beta_j},$$

$$X_{3j} = \frac{I_j^f - I_j^{pf}}{V_j} = \frac{X_{1j}X_{4j}S_j - I_j^{pf}}{\alpha_{1j}X_{1j} + \alpha_{4j}X_{4j} + \beta_j}. \quad (1)$$

Получим окончательно формализованную модель межотраслевого баланса для нахождения коэффициентов X_{ij} , обеспечивающих максимальное получение ВВП:

$$\sum_{j=1}^n X_{1j}X_{4j}S_j = I_f, \quad (4)$$

$$\frac{X_{1j}S_j}{\alpha_{1j}X_{1j} + \alpha_{4j}X_{4j} + \beta_j} \geq q_2, j = \overline{1, n}, \quad (5)$$

$$\frac{X_{1j}X_{4j}S_j - I_j^{pf}}{\alpha_{1j}X_{1j} + \alpha_{4j}X_{4j} + \beta_j} \leq q_3, j = \overline{1, n}, \quad (6)$$

$$X_{1j} \geq q_1, 0 \leq X_{4j} \leq q_4, j = \overline{1, n}. \quad (7)$$

Данная задача не является линейной (поскольку система ограничений содержит нелинейные уравнения и неравенства), поэтому ее нельзя решать методами линейного программирования (симплекс-методом, методом потенциалов и т. п.), что существенно затрудняет ее решение. Для ее решения можно использовать методы решения задач нелинейного программирования [5]: градиентный метод, метод штрафных функций, метод барьеров и т. д. Однако мы предлагаем другой, новый, на наш взгляд, алгоритм решения нелинейных задач, который в некоторых случаях является весьма эффективным при решении практических задач. Опишем его в общем виде.

Рассмотрим, например, задачу максимизации гладкой функции:

$$f(x_1, x_2, \dots, x_n) \rightarrow \max, \quad (8)$$

$$g_i(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq b_i, i = \overline{1, m}, \quad (9)$$

$$x_j \geq 0, j = \overline{1, n}. \quad (10)$$

Из системы ограничений (9) исключаем все неравенства за исключением тех, которые имеют наиболее простой вид, предположим, что это первое неравенство. Рассмотрим упрощенный вариант задачи:

$$\begin{aligned}
 f(x_1, x_2, \dots, x_n) &\rightarrow \max, \\
 g_1(x_1, x_2, \dots, x_n) &\leq b_1, \\
 x_j &\geq 0, \quad j = \overline{1, n}.
 \end{aligned}$$

Находим ее решение $X_1 = (x_1^1, x_2^1, \dots, x_n^1)$ каким-нибудь методом и проверяем его совместность с остальными $n - 1$ условиями системы ограничений (9). Если оно удовлетворяет всем ограничениям (9), то процесс считаем законченным, если же X_1 не удовлетворяет какому-нибудь условию из системы ограничений (9), то переходим к новой задаче, добавляя одно (или несколько) из ограничений не включенное на предыдущем этапе.

Решаем новую задачу и находим ее оптимальное решение $X_2 = (x_1^2, x_2^2, \dots, x_n^2)$. Затем X_2 проверяем на совместность с остальными $n - 2$ условиями системы ограничений (9). Если оно удовлетворяет всем ограничениям (9), то процесс считаем законченным, если же X_2 не удовлетворяет какому-нибудь условию из системы ограничений (9), то переходим к новой задаче, добавляя одно (или несколько) из ограничений, не включенное на предыдущем этапе. И так далее, пока не получим оптимальное решение исходной задачи.

Рассмотрим этот алгоритм на примере решения нашей задачи (2) – (7). Упростим ее, оставив только ограничения (3), (4):

Решим ее методом Лагранжа. Функция Лагранжа имеет вид:

$$\begin{aligned}
 L = &\sum_{j=1}^n (\alpha_{1j} X_{1j} + \alpha_{4j} X_{4j} + \beta_j) + \lambda_1 \left(\sum_{j=1}^n X_{1j} S_j - I \right) + \\
 &+ \lambda_2 \left(\sum_{j=1}^n X_{1j} X_{4j} S_j - I_f \right),
 \end{aligned}$$

дифференцируем ее по переменным X_{1j} , X_{4j} , λ_1 и λ_2 полученные выражения приравняем нулю:

$$\begin{cases}
 \frac{\partial L}{\partial X_{1j}} = \alpha_{1j} + \lambda_1 S_j + \lambda_2 S_j X_{4j} = 0, \quad j = \overline{1, n}, \\
 \frac{\partial L}{\partial X_{4j}} = \alpha_{4j} + \lambda_2 S_j X_{1j} = 0, \quad j = \overline{1, n}, \\
 \frac{\partial L}{\partial \lambda_1} = \sum_{j=1}^n X_{1j} S_j - I = 0, \\
 \frac{\partial L}{\partial \lambda_2} = \sum_{j=1}^n X_{1j} X_{4j} S_j - I_f = 0.
 \end{cases} \quad (11)$$

Суммируя все уравнения второй строки системы (11), получим

$$\sum_{j=1}^n \alpha_{4j} + \lambda_2 \sum_{j=1}^n S_j X_{1j} = 0.$$

Из третьего уравнения (11) находим, что вторая сумма в последнем уравнении равна I , а значит

$$\lambda_2 = -\frac{1}{I} \sum_{j=1}^n \alpha_{4j}. \quad (12)$$

Из уравнений второй строки (11) находим тогда, что

$$X_{1j} = -(\lambda_2 S_j)^{-1} \alpha_{4j}, \quad j = \overline{1, n}.$$

Учитывая (12), получаем

$$X_{1j} = \frac{I}{S_j} \left(\sum_{j=1}^n \alpha_{4j} \right)^{-1} \alpha_{4j}, \quad j = \overline{1, n}. \quad (13)$$

Далее домножим уравнения первой строки системы (11) на X_{1j} и, просуммировав их, получим

$$\sum_{j=1}^n \alpha_{1j} X_{1j} + \lambda_1 \sum_{j=1}^n S_j X_{1j} + \lambda_2 \sum_{j=1}^n S_j X_{1j} X_{4j} = 0.$$

Из третьего уравнения системы (11) находим, что вторая сумма в последнем уравнении равна I , а из четвертого – третья сумма равна I_f . Значит,

$$\sum_{j=1}^n \alpha_{1j} X_{1j} + \lambda_1 I + \lambda_2 I_f = 0.$$

Откуда

$$\lambda_1 = I^{-1} \left(-\sum_{j=1}^n \alpha_{1j} X_{1j} - \lambda_2 I_f \right).$$

Учитывая (12), получим

$$\lambda_1 = I^{-1} \left(\frac{I_f}{I} \sum_{j=1}^n \alpha_{4j} - \sum_{j=1}^n \alpha_{1j} X_{1j} \right). \quad (14)$$

Из уравнений первой строки (11) находим тогда, что

$$X_{4j} = -\frac{\alpha_{1j} + \lambda_1 S_j}{\lambda_2 S_j} = -\frac{\alpha_{1j}}{\lambda_2 S_j} - \frac{\lambda_1}{\lambda_2}.$$

Или, окончательно,

$$\begin{aligned}
 X_{4j} = &\frac{I}{S_j} \left(\sum_{j=1}^n \alpha_{4j} \right)^{-1} \times \\
 &\times \left(\alpha_{1j} + S_j I^{-1} \left(\frac{I_f}{I} \sum_{j=1}^n \alpha_{4j} - \sum_{j=1}^n \alpha_{1j} X_{1j} \right) \right), \quad j = \overline{1, n}.
 \end{aligned} \quad (15)$$

Таким образом, оптимальные значения кризисных параметров находятся по формулам (13), (15) и (1).

Рассмотрим приложение этой модели к экономике Украины. Будем рассматривать деятельность десяти отраслей народного хозяйства Украины за 2006 – 2010 годы. Рассчитанные по статистическим данным за пять лет значения параметров α_{1j} , α_{4j} , β_j , $j = \overline{1, n}$ приведены в табл. 2.

Полученные значения кризисных параметров приведены в табл. 3.

Заметим, что при полученных значениях параметров совокупный объем ВВП по рассматриваемым областям в 2010 году составил бы 474,0514344 млрд грн, в то же время его реальный объем составил 195,5685 млрд грн.

Таблица 2

**Регрессионные модели финансовых результатов деятельности отраслей народного хозяйства Украины
в контексте инвестиционной безопасности**

Вид экономической деятельности	α_{1j}	α_{4j}	β_j
Сельское хозяйство	144,57	76,519	61644,66
Добывающая промышленность	187,454	93,842	17322,2
Перерабатывающая промышленность	200,842	50,61	412897,8
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	207,476	13,26	39272,79
Строительство	181,677	69,201	15873,7
Торговля; ремонт автомобилей, бытовых изделий и предметов личного потребления	207,23	81,46	127746,2
Транспорт и связь	149,8	70,64	350349,5
Образование	200,75	12,75	18227,69
Охрана здоровья и оказание социальной помощи	141,77	45,834	11241,4
Другие виды экономической деятельности	149,34	50,4	91179,3

Источник: рассчитано автором.

Таблица 3

Параметры кризисной модели экономики Украины

Вид экономической деятельности	X_{1j}	X_{4j}	X_{2j}	X_{3j}
Сельское хозяйство	0,324358072	0,042750544	0,062534503	-0,01027998
Добывающая промышленность	0,360498737	0,224532475	0,056895915	0,005282898
Перерабатывающая промышленность	0,0619996	0,281283163	0,183067448	-0,01049196
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	0,040612548	0,309404171	0,135159444	0,007994147
Строительство	0,509574946	0,200044223	0,087120011	-0,03144726
Торговля; ремонт автомобилей,...	0,305009701	0,308361397	0,012855617	-0,02363985
Транспорт и связь	0,084825259	0,064920106	-0,01720282	0,019448589
Образование	0,132762561	0,280893182	0,075805301	0,009438542
Охрана здоровья и соц. помощь	0,328670089	0,030881563	0,083407134	0,0107931
Другие виды экономической деятельности	0,017175823	0,062970202	-0,29444955	0,083909921

Источник: рассчитано автором.

Таким образом, в данной статье решена проблема количественного соотношения между динамикой объема инвестиций и динамикой уровня инвестиционной безопасности национальной экономики, которое обеспечит в итоге положительный рост валового производства страны. ■

ЛИТЕРАТУРА

1. Булатов А. Вывоз капитала из России: вопросы регулирования / А. Булатов // Вопросы экономики. – 1998. – № 3. – С. 55 – 65.

2. Водянов А. Дилемма инвестиционной стратегии государства / А. Водянов // Российский экономический журнал. – 1997. – № 10. – С. 12 – 20.

3. Вольский А. Условия совершенствования управления экономикой / А. Вольский // Экономист. – 2001. – № 9. – С. 3 – 8.

4. Исаев А. А. Квазирыночное перераспределение собственных инвестиций предприятий / А. А. Исаев. – Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2007. – 268 с.

5. Федосеев В. В. Экономико-математические методы и прикладные модели / В. В. Федосеев, Ф. Н. Гармаш [и др.]. – Москва: Изд-во ЮНИТИ, 1999. – 392 с.