

### АНАЛИЗ МУЛЬТИПЛИКАТИВНЫХ ЭФФЕКТОВ ИНВЕСТИЦИЙ В ДИНАМИЧЕСКОЙ МЕЖОТРАСЛЕВОЙ МОДЕЛИ<sup>1</sup>

**БАРАНОВ Александр Олегович**, д.э.н., профессор, baranov@ieie.nsc.ru, Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН; Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, Новосибирск, Россия

ORCID ID: 0000-0001-8597-9788

**ГОРЕЕВ Антон Валерьевич**, anton.goreev@mail.ru, Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН; Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, Новосибирск, Россия

ORCID ID: 0000-0003-1084-9561

*В статье дано теоретическое описание процесса формирования динамических мультипликативных эффектов, возникающих в результате инвестирования. Исследование проведено на основе динамической межотраслевой модели, разработанной в ИЭОПП СО РАН<sup>2</sup>. Основным результатом работы являются математическое описание динамических мультипликаторов и теоретические схемы, характеризующие распространение динамических мультипликативных эффектов от инвестиций в различных типах отраслей экономики. Использование данного аналитического инструмента позволит получить более точную оценку динамических мультипликативных эффектов от реализации различных инвестиционных проектов с учетом межотраслевых связей.*

*Ключевые слова:* динамические мультипликаторы, динамическая межотраслевая модель, инвестиции с учетом временного лага.

DOI: 10.47711/0868-6351-195-156-170

**Введение.** Различные авторы широко используют модель «затраты-выпуск» (межотраслевые модели) в качестве инструмента в своих исследованиях структуры производства, оценки роста производства в разных странах [2-5], мультипликаторов государственных и социальных расходов [6-9]. Зарубежные коллеги оценивают последствия использования субсидий в модели «затраты-выпуск» [10], влияние выбросов на социально-экономические характеристики домашних хозяйств [11], межмуниципальные таблицы «затраты-выпуск» с акцентом на туризм [12], территориальный аспект развития производства в рамках модели «затраты-выпуск» [13].

Многие исследователи занимаются оценкой мультипликаторов урбанизации [14], мультипликатора налоговых ставок [15], мультипликативных эффектов от создания научно-технического парка [16], а также от влияния пандемии на углеводородные выбросы в ряде стран [17]; рассматривают мультипликаторы государственных расходов и влияние структуры затрат на них [18], фискальной политики [19], государственных расходов в модели DSGE [20], мультипликативные эффекты, связанные с различными методами государственного регулирования экономики [21].

---

<sup>1</sup> Статья подготовлена по результатам исследования, проводимого при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках крупного научного проекта «Социально-экономическое развитие Азиатской России на основе синергии транспортной доступности, системных знаний о природно-ресурсном потенциале, расширяющегося пространства межрегиональных взаимодействий», Соглашение № 075-15-2020-804 от 02.10.2020 г. (грант № 13.1902.21.0016).

<sup>2</sup> См. [1].

Исследователи ИНП РАН разработали методологию расчетов матрицы мультипликаторов и оценку мультипликативных эффектов с помощью статической модели «затраты-выпуск» [22; 23]. Ученые ИЭОПП СО РАН представили теоретическое описание различных эколого-экономических моделей, используемых во всем мире, дали макроэкономическую оценку влияния проекта увеличения добычи крупной нефтедобывающей компанией на развитие экономики России [24; 25]. Другие авторы используют модель «затраты-выпуск» для моделирования сбалансированного роста межотраслевой экономики региона [26], оценки регионального эффекта от создания на территории Дальнего Востока газоперерабатывающего комплекса [27].

Динамические мультипликативные эффекты, связанные с осуществлением различных затрат в экономике, в рамках межотраслевой модели были впервые описаны В. Леонтьевым [28]. Динамические межотраслевые модели развиваются в разных направлениях. Однако, по нашему мнению, не уделяется должного внимания оценке динамических мультипликативных эффектов от инвестиций, увязанных с формированием вводов в действие основных фондов с учетом распределенных временных лагов. В связи с этим в рамках данной работы авторы поставили перед собой цель – представить теоретическое описание динамических мультипликативных эффектов, возникающих в результате инвестирования в основной капитал, с учетом в явном виде распределенных во времени инвестиционных лагов на основе динамической межотраслевой модели (ДММ).

Для достижения цели авторами были поставлены следующие задачи.

1. Проанализировать исследования отечественных и зарубежных авторов по определению с использованием в экономике межотраслевых моделей мультипликативных эффектов, связанных с увеличением различных расходов, в том числе государственных.

2. Разработать формулы расчета динамических мультипликаторов в рамках динамической межотраслевой модели, учитывающей инвестиционные лаги.

3. Разработать схемы действия динамических мультипликативных эффектов в экономике с учетом межотраслевых связей.

**Математическое описание действия динамического мультипликатора инвестиционных расходов в точечной ДММ<sup>3</sup>.** Опишем в математической форме влияние инвестиций в основной капитал, осуществленных в фиксированном году  $t_0$ , на инвестиции в последующие годы, а также на динамику производства в фондосоздающих, нефондосоздающих отраслях и отраслях второго подразделения национальной экономики. Описание прироста производства во всех трех типах отраслей позволяет вычислить инвестиционные мультипликаторы для периода, определяемого длительностью инвестиционного лага. Таким образом, приведенное ниже описание дает характеристику динамического мультипликативного процесса, возникающего в результате инвестиций в основной капитал в определенном году.

Отметим, что в этом описании не отображена часть мультипликативного процесса, связанная с дополнительным поступлением налогов в бюджет, обусловленным увеличением объемов производства при осуществлении инвестиций.

Введем необходимые обозначения:

$i = 1, \dots, k$  – фондосоздающие отрасли (I-е подразделение, производство средств труда);  $i = k + 1, \dots, m$  – нефондосоздающие (сырьевые) отрасли (I-ое подразделение, производство предметов труда и промежуточных услуг);  $i = m + 1, \dots, n$  – от-

<sup>3</sup> Под точечными ДММ мы понимаем модели, в которых не учтена пространственная структура экономики.

расли II-го подразделения – производство предметов потребления и услуг, формирующих конечное потребление домашних хозяйств;  $t = 1, \dots, T$  – период времени;  $\theta_{ij}$  – величина инвестиционного лага для инвестиций вида  $i$  в отрасли  $j$ .  $\Delta x_i^{fs}(t)$  – прирост произведенного валового выпуска фондосоздающей отрасли  $i$  в момент времени  $t$ , ( $i = 1, \dots, k$ );  $\Delta x_i^{nf}(t)$  – прирост произведенного валового выпуска нефондосоздающей отрасли  $i$  в момент времени  $t$  ( $i = k + 1, \dots, m$ );  $\Delta x_i^H(t)$  – прирост произведенного валового выпуска отрасли II-го подразделения  $i$  в момент времени  $t$  ( $i = m + 1, \dots, n$ );  $\Delta x_{ij}(t+l; t+\tau)$  – прирост произведенного валового выпуска фондосоздающей отрасли  $i$  в момент времени  $t+l$ , обеспечивающий материально-вещественное наполнение инвестиций  $i$ -го вида, формирующих ввод в действие основного капитала в отрасли  $j$  в момент времени  $t+\tau$ ;  $\Delta \text{Im}_{ij}(t+l; t+\tau)$  – прирост импорта продукции фондосоздающей отрасли  $i$  в момент времени  $t+l$ , обеспечивающий материально-вещественное наполнение инвестиций  $i$ -го вида, формирующих ввод в действие основного капитала в отрасли  $j$  в момент времени  $t+\tau$ ;  $\hat{\Delta x}(t)$  – прирост суммарного валового выпуска в национальной экономике за весь прогнозный период, обусловленный инвестициями года  $t$ .  $\hat{K}_{ij}(t_0)$  – общий объем инвестиций в основной капитал вида  $i$  в отрасли  $j$  в периоды от 0 до  $\theta_{ij} - 1$ , связанных с инвестициями в момент времени  $t_0$ ;  $\hat{K}(t)$  – общий объем инвестиций в основной капитал в национальной экономике в периоды от 1 до  $\theta_{ij}$ , связанных с инвестициями в момент времени  $t$ ;  $K_{ij}(t+l; t+\tau)$  – инвестиции вида  $i$  в отрасли  $j$  в году  $t+l$ , направленные в объекты, которые будут введены в действие в году  $t+\tau$ .  $C_{fs}$  – прибыль и заработная плата, используемые на обеспечение потребления домашних хозяйств работников и собственников бизнеса в фондосоздающих отраслях как доля суммарного прироста их валового выпуска;  $C_{nf}$  – аналогичный показатель в нефондосоздающих отраслях;  $C_H$  – в отраслях II-го подразделения;  $m^{fs}(t)$  – мультипликатор в фондосоздающих отраслях в момент времени  $t$ ;  $m^{nf}(t)$  – в нефондосоздающих отраслях;  $m^H(t)$  – в отраслях II-го подразделения;  $m(t)$  – суммарный мультипликатор во всех трех типах отраслей экономики в момент времени  $t$ .

Уравнение, характеризующее суммарные инвестиции и суммарный прирост продукции фондосоздающих отраслей, связанные с инвестициями вида  $i$  в период  $t_0$  в отрасли  $j$ , имеет вид:

$$\hat{K}_{ij}(t_0) = \sum_{l=0}^{\theta_j-1} \sum_{\tau=l}^{\theta_j-1} K_{ij}(t_0+l; t_0+\tau) = \sum_{l=0}^{\theta_j-1} \sum_{\tau=l}^{\theta_j-1} \Delta x_{ij}(t_0+l; t_0+\tau) + \sum_{l=0}^{\theta_j-1} \sum_{\tau=l}^{\theta_j-1} \Delta \text{Im}_{ij}(t_0+l; t_0+\tau), \quad (j = \overline{1; n}, i = \overline{1; k}). \quad (1)$$

Предполагается, что затраты на инвестиции в основной капитал направляются на приобретение продукции фондосоздающих отраслей машиностроения и строительства, произведенной в данной стране, а также на приобретение импортной продукции, которая не оказывает влияние на формирование мультипликативного эффекта от инвестиций в данной стране. При этом мы абстрагируемся от нефондообразующей части инвестиций в основной капитал, например, их списания.

Приведем основные уравнения, связанные с описанием действия динамического мультипликатора инвестиционных расходов.

Уравнение общего объема инвестиций в основной капитал всех видов в национальной экономике, связанного с инвестициями в году  $t_0$ :

$$\hat{K}(t_0) = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n \hat{K}_{ij}(t_0) \quad (2)$$

Уравнение прироста суммарного выпуска фондосоздающей отрасли  $i$ , связанного с инвестициями данного вида во всех отраслях национальной экономики:

$$\sum_{j=1}^n \sum_{l=0}^{\theta_{ij}-1} \sum_{\tau=l}^{\theta_{ij}-1} \Delta x_{ij}(t_0 + l; t_0 + \tau) = \Delta x_i^{fs}(t_0), \quad (i = \overline{1; k}). \quad (3)$$

Уравнение прироста суммарного выпуска всех фондосоздающих отраслей, связанного с инвестициями во всех отраслях национальной экономики в году  $t_0$  за весь прогнозный период:

$$\sum_{i=1}^k \Delta x_i^{fs}(t_0) = \Delta x^{fs}(t_0). \quad (4)$$

Уравнение прироста выпуска нефондосоздающей отрасли  $j$ , связанного с приростом выпуска фондосоздающей отрасли  $i$ , обусловленного инвестициями соответствующего вида в году  $t_0$ :

$$\Delta x_{ij}^{nf}(t_0) = \sum_{l=0}^{\theta_{ij}-1} \sum_{\tau=l}^{\theta_{ij}-1} a_{ij}(t_0 + l) \times \Delta x_i(t_0 + l; t_0 + \tau), \quad (j = \overline{m+1; n}, i = \overline{1; k}, t = \overline{1; T}). \quad (5)$$

Уравнение общего прироста выпуска продукции нефондосоздающих отраслей, связанного с инвестициями в году  $t_0$  за весь прогнозный период:

$$\Delta x^{nf}(t_0) = \sum_{j=k+1}^m \sum_{i=1}^k \Delta x_{ij}^{nf}(t_0). \quad (6)$$

Уравнение прироста суммарного выпуска отраслей II-го подразделения:

$$\Delta x^{II}(t_0) = c_{fs} \times \Delta x^{fs}(t_0) + c_{nf} \times \Delta x^{nf}(t_0) + c_{II} \times \Delta x^{II}(t_0). \quad (7)$$

Уравнение прироста суммарного валового выпуска, связанного с инвестициями года  $t_0$  за весь прогнозный период:

$$\Delta \hat{x}(t_0) = \Delta x^{fs}(t_0) + \Delta x^{nf}(t_0) + \Delta x^{II}(t_0). \quad (8)$$

Мультипликатор валового выпуска фондосоздающих отраслей, связанный с суммарными инвестициями в основной капитал во всех отраслях национальной экономики в году  $t_0$ :

$$m^{fs}(t_0) = \frac{\Delta x^{fs}(t_0)}{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^k \sum_{\tau=0}^{\theta_{ij}} K_{ij}(t_0, t_0 + \tau)}. \quad (9)$$

Мультипликатор валового выпуска нефондосоздающих отраслей, связанный с суммарными инвестициями в основной капитал во всех отраслях в году  $t_0$ :

$$m^{nf}(t_0) = \frac{\Delta x^{nf}(t_0)}{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^k \sum_{\tau=0}^{\theta_{ij}} K_{ij}(t_0, t_0 + \tau)}. \quad (10)$$

Мультипликатор валового выпуска отраслей II-го подразделения, связанный с суммарными инвестициями в основной капитал во всех отраслях в году  $t_0$ :

$$m^{II}(t_0) = \frac{\Delta x^{II}(t_0)}{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^k \sum_{\tau=0}^{\theta_{ij}} K_{ij}(t_0, t_0 + \tau)}. \quad (11)$$

Суммарный мультипликатор, связанный с суммарными инвестициями в основной капитал во всех отраслях национальной экономики в году  $t_0$ :

$$m(t_0) = \frac{\Delta x(t_0)}{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^k \sum_{\tau=0}^{\theta_{ij}} K_{ij}(t_0, t_0 + \tau)} \quad (12)$$

**Схема распределения во времени инвестиций и формирования вводов в действие основных фондов.** В общем виде в этой схеме отражено, как инвестиции в основные фонды в момент времени  $t + 0$  оказывают влияние на вводы в действие основных фондов в этом же периоде и в последующие моменты времени. Схема отражает также то, что инвестиции в момент  $t + 0$  порождают инвестиции в последующие моменты времени, связанные с необходимостью продолжения и завершения сооружения объектов, строительство которых начато в году  $t + 0$ .

На ее основе видно, какие инвестиции в основные фонды связаны с продолжением и окончанием строительства ранее начатых объектов, а какие – с началом строительства новых основных фондов в каждый момент времени, с учетом лагов строительства.

На основе схемы распределения инвестиций и вводов в действие основных фондов можно определить, за счет каких инвестиций в основные фонды формируются вводы в действие основных фондов в каждый момент времени. Так, вводы в действие основных фондов в момент времени  $t + 0$  сформированы только за счет инвестиций в основные фонды в момент времени  $t + 0$  с лагом строительства 0 лет, а вводы в момент времени  $t + \theta_{ij} - 1$  – за счет инвестиций в моменты времени от  $t + 0$  до  $t + \theta_{ij} - 1$  с лагом строительства  $\theta_{ij} - 1$  лет.

Для упрощения рассмотрены основные фонды со строительным лагом, равным 0, 1,  $\theta_{ij} - 2$  и  $\theta_{ij} - 1$ , т. е. вводы основных фондов и инвестиции представлены только в моменты времени  $t + 0, t + 1, \dots, t + \theta_{ij} - 2$  и  $t + \theta_{ij} - 1$  (рис. 1).

$\Delta B_{ij}(t+0)$	$K_{ij}(t+0;t+0)$ начало и завершение строительства				
$\Delta B_{ij}(t+1)$	$K_{ij}(t+0;t+1)$ начало строительства	$K_{ij}(t+1;t+1)$ завершение строительства			
...	...	...	...		
$\Delta B_{ij}(t+\theta_{ij}-2)$	$K_{ij}(t+0;t+\theta_{ij}-2)$ начало строительства	$K_{ij}(t+1;t+\theta_{ij}-2)$ продолжение строительства	...	$K_{ij}(t+\theta_{ij}-2;t+\theta_{ij}-2)$ завершение строительства	
$\Delta B_{ij}(t+\theta_{ij}-1)$	$K_{ij}(t+0;t+\theta_{ij}-1)$ начало строительства	$K_{ij}(t+1;t+\theta_{ij}-1)$ продолжение строительства	...	$K_{ij}(t+\theta_{ij}-2;t+\theta_{ij}-1)$ продолжение строительства	$K_{ij}(t+\theta_{ij}-1;t+\theta_{ij}-1)$ завершение строительства
	$\hat{K}_{ij}(t+0)$	$\hat{K}_{ij}(t+1)$	...	$\hat{K}_{ij}(t+\theta_{ij}-2)$	$\hat{K}_{ij}(t+\theta_{ij}-1)$

Рис. 1. Схема взаимосвязи инвестиций и вводов в действие основных фондов

По горизонтали выделены вводы основных фондов:  $\Delta B_{ij}(t + 0), \Delta B_{ij}(t + 1), \Delta B_{ij}(t + \theta_{ij} - 2), \Delta B_{ij}(t + \theta_{ij} - 1)$ , по вертикали – инвестиции в основные фонды:  $\hat{K}_{ij}(t + 0), \hat{K}_{ij}(t + 1), \hat{K}_{ij}(t + \theta_{ij} - 2), \hat{K}_{ij}(t + \theta_{ij} - 1)$ .

На пересечении  $\Delta B_{ij}(t+0)$  и  $\hat{K}_{ij}(t+0)$  представлена часть инвестиций момента времени  $t+0$  ( $K_{ij}(t+0;t+0)$ ), которая увеличит вводы основных фондов в момент времени  $t+0$ , т. е. лаг строительства данных вложений составит 0 лет. На пересечении  $\Delta B_{ij}(t+1)$  и  $\hat{K}_{ij}(t+0)$  представлена часть инвестиций момента времени  $t+0$ , которая увеличит вводы основных фондов в момент времени  $t+1$  ( $K_{ij}(t+0;t+1)$ ), т. е. лаг строительства данных вложений составит 1 год, и для завершения начатого строительства потребуются инвестиции в момент времени  $t+1$ . На пересечении  $\Delta B_{ij}(t+\theta_{ij}-2)$  и  $\hat{K}_{ij}(t+0)$  представлена часть инвестиций момента времени  $t+0$  ( $K_{ij}(t+0;t+\theta_{ij}-2)$ ), которая увеличит вводы основных фондов в момент времени  $t+\theta_{ij}-2$ , т. е. лаг строительства данных вложений составит  $\theta_{ij}-2$  лет, и для продолжения начатого строительства потребуются инвестиции в моменты времени от  $t+1$  до  $t+\theta_{ij}-2$ . На пересечении  $\Delta B_{ij}(t+\theta_{ij}-1)$  и  $\hat{K}_{ij}(t+0)$  представлена часть инвестиций года  $t+0$  ( $K_{ij}(t+0;t+\theta_{ij}-1)$ ), которая увеличит вводы основных фондов в момент времени  $t+\theta_{ij}-1$ , т. е. лаг строительства данных вложений составит  $\theta_{ij}-1$  лет, и для продолжения начатого строительства потребуются инвестиции в моменты времени от  $t+1$  до  $t+\theta_{ij}-1$ .

На пересечении  $\Delta B_{ij}(t+1)$  и  $\hat{K}_{ij}(t+1)$  представлена часть инвестиций момента времени  $t+1$  ( $K_{ij}(t+1;t+1)$ ), которая увеличит вводы основных фондов в момент времени  $t+1$ . Часть инвестиций этого пересечения направляется на завершение строительства основных фондов, начатых в момент времени  $t+0$  с лагом строительства 1 год, а часть инвестиций – на строительство основных фондов, лаг строительства которых составляет 0 лет, т. е. эти инвестиции будут введены в момент времени  $t+1$ . На пересечении  $\Delta B_{ij}(t+\theta_{ij}-2)$  и  $\hat{K}_{ij}(t+1)$  представлена часть инвестиций момента времени  $t+1$  ( $K_{ij}(t+1;t+\theta_{ij}-2)$ ), которая увеличит вводы основных фондов в момент времени  $t+\theta_{ij}-2$ . Часть инвестиций этого пересечения направляется на продолжение строительства основных фондов, начатых в момент времени  $t+0$  с лагом строительства  $\theta_{ij}-2$ , часть инвестиций – на начало строительства основных фондов, которые будут введены в действие в момент времени  $t+\theta_{ij}-2$ . На пересечении  $\Delta B_{ij}(t+\theta_{ij}-1)$  и  $\hat{K}_{ij}(t+1)$  представлена часть инвестиций момента времени  $t+1$  ( $K_{ij}(t+1;t+\theta_{ij}-1)$ ), которая увеличит вводы основных фондов в момент времени  $t+\theta_{ij}-1$ . Часть инвестиций этого пересечения направляется на продолжение строительства основных фондов, начатых в момент времени  $t+0$  с лагом строительства  $\theta_{ij}-1$  лет, часть инвестиций – на начало строительства основных фондов, которые будут введены в действие в момент времени  $t+\theta_{ij}-1$ .

На пересечении  $\Delta B_{ij}(t+\theta_{ij}-2)$  и  $\hat{K}_{ij}(t+\theta_{ij}-2)$  представлена часть инвестиций момента времени  $t+\theta_{ij}-2$  ( $K_{ij}(t+\theta_{ij}-2;t+\theta_{ij}-2)$ ), которая увеличит вводы основных фондов в момент времени  $t+\theta_{ij}-2$ , все эти инвестиции будут направлены на завершение строительства основных фондов, начатых в момент времени от  $t+0$  до  $t+\theta_{ij}-2$ . На пересечении  $\Delta B_{ij}(t+\theta_{ij}-1)$  и  $\hat{K}_{ij}(t+\theta_{ij}-2)$  представлена часть инвестиций момента времени  $t+\theta_{ij}-2$  ( $K_{ij}(t+\theta_{ij}-2;t+\theta_{ij}-1)$ ), которая увеличит

вводы основных фондов в момент времени  $t + \theta_{ij} - 1$ . Часть инвестиций этого пересечения направляется на продолжение строительства основных фондов, начатых в моменты времени от  $t + 0$  до  $t + \theta_{ij} - 3$  с соответствующим лагом строительства, часть инвестиций – на строительство основных фондов, начатых в момент времени  $t + \theta_{ij} - 2$  с лагом строительства 1 год.

На пересечении  $\Delta B_{ij}(t + \theta_{ij} - 1)$  и  $\hat{K}_{ij}(t + \theta_{ij} - 1)$  представлены все инвестиции момента времени  $t + \theta_{ij} - 1$  ( $K_{ij}(t + \theta_{ij} - 1; t + \theta_{ij} - 1)$ ), которые увеличат вводы основных фондов в момент времени  $t + \theta_{ij} - 1$ . Часть инвестиций этого пересечения направляется на завершение строительства основных фондов, начатых в моменты времени от  $t + 0$  до  $t + \theta_{ij} - 2$  с соответствующим лагом строительства, а часть инвестиций – на строительство основных фондов, начатых в момент времени  $t + \theta_{ij} - 1$  с лагом строительства 0 лет.

Ключевым результатом рассмотрения данной схемы является разграничение и определение, из инвестиций каких лет были сформированы вводы основных фондов соответствующего года.

**Схематическое описание формирования мультипликативных эффектов от инвестиций в основной капитал в рамках ДММ.** Данная схема представляет собой описание механизма распространения динамического мультипликативного эффекта в экономике, возникающего в результате осуществления инвестиций в основной капитал.

При составлении данной схемы приняты следующие упрощения:

1. Приросты запасов, потери, экспорт и импорт остаются неизменными;
2. Прирост вводов основных фондов формируется только за счет инвестиций в основной капитал. Прирост иных инвестиционных вложений (затрат на объекты интеллектуальной собственности, прочие инвестиции и затраты) не рассматривается;
3. Аналогичное упрощение (см. п. 2) используется при описании прироста стоимости основных фондов и незавершенного строительства.

В данной схеме рассмотрено экзогенное увеличение инвестиций в трех типах отраслей, которые оказывают мультипликативный эффект на элементы ДММ. Схема состоит из четырех составных частей:

- распространение мультипликативного эффекта в экономике за счет роста инвестиций в фондосоздающую отрасль;
- распространение мультипликативного эффекта в экономике за счет роста инвестиций в нефондосоздающую отрасль (отрасли, производящие сырье, материалы, полуфабрикаты и т.д.);
- распространение мультипликативного эффекта в экономике за счет роста инвестиций в отрасль II-го подразделения (отрасли, производящие предметы потребления и услуги, формирующие конечное потребление домашних хозяйств);
- оценки общего мультипликативного эффекта в экономике от реализации инвестиций одновременно в фондосоздающую, нефондосоздающую отрасль и отрасль II-го подразделения.

Важно отметить, что инвестиции в схеме оказывают поэлементное влияние на составляющие части валового выпуска, которые описываются в рамках ДММ в разные моменты времени и приводят к изменению объемов производства в отраслях, как в текущий момент времени, так и в последующие. Соотношение изменения произведенного валового выпуска в отрасли к приросту инвестиций мы называем мультипликатором. Его значение меняется во времени. Иначе говоря, в приведенных ниже схемах и системе уравнений описывается динамический мультипликативный эффект, связанный с увеличением инвестиций в основной капитал в различных типах отраслей национальной экономики.

Приведем описание схемы распространения мультипликативного эффекта в экономике за счет роста инвестиций в фондосоздающую отрасль в динамической межотраслевой модели<sup>4</sup>.

На первом этапе осуществляются инвестиции вида  $i$  фондосоздающей отрасли  $j$  за весь период прогнозирования. Они представляют собой сумму инвестиций ( $\bar{K}_{ij}(t)$ ) вида  $i$  фондосоздающей отрасли  $j$  в моменты времени от  $t$  до  $t + \theta_{ij} - 1$  со строительным лагом от 0 до  $\theta_{ij} - 1$  и определяют вводы в действие в составе основных фондов в моменты времени с  $t$  до  $t + \theta_{ij} - 1$  (блок 1). Блок 1 связан с экзогенным увеличением показателя инвестиций в модели, что является отправной точкой распространения мультипликативного эффекта в ДММ (рис. 2). Этот блок содержит две важные составные части:

– инвестиционные вложения вида  $i$  фондосоздающей отрасли  $j$  в момент времени  $t$  со строительным лагом от 0 до  $\theta_{ij} - 1$  (блок 2), т.е. инвестиционные вложения текущего года ( $\sum_{\tau=0}^{\theta_{ij}-1} K_{ij}(t+0; t+\tau)$ );

– инвестиционные вложения вида  $i$  фондосоздающей отрасли  $j$  с момента времени  $t + 1$  ( $\sum_{\tau=1}^{\theta_{ij}-1} K_{ij}(t+1; t+\tau)$ ) до момента времени  $t + \theta_{ij} - 1$  ( $K_{ij}(t + \theta_{ij} - 1; t + \theta_{ij} - 1)$ ) (блок 3).

Эти вложения должны быть сделаны в будущих периодах, от момента времени  $t + 1$  до  $t + \theta_{ij} - 1$  для продолжения и завершения строительства основных фондов.

Инвестиционные вложения ( $\sum_{\tau=0}^{\theta_{ij}-1} K_{ij}(t+0; t+\tau)$ ) вида  $i$  фондосоздающей отрасли  $j$  в момент времени  $t$  со строительным лагом от 0 до  $\theta_{ij} - 1$  (блок 2) влияют на произведенный выпуск ( $x_i(t)$ ) фондосоздающей отрасли  $i$  в момент времени  $t$  (блок 4), включающий в себя инвестиции, которые будут участвовать во вводах основных фондов от момента времени  $t$  ( $K_{ij}(t+0; t+0)$ ) до  $t + \theta_{ij} - 1$  ( $K_{ij}(t+0; t+\theta_{ij}-1)$ ). На новых основных фондах создается прирост продукции фондосоздающей отрасли  $j$ .

Произведенный выпуск ( $x_i(t)$ ) фондосоздающей отрасли  $i$  в году  $t$  (блок 4) влияет на инвестиции ( $\sum_{\tau=0}^{\theta_{ij}-1} K_{ij}(t+0; t+\tau)$ ) вида  $i$  в фондосоздающую отрасль  $j$  в момент времени  $t$  со строительным лагом от 0 до  $\theta_{ij} - 1$  (блок 6), так как продукция этой отрасли  $i$  (наряду с соответствующим импортом) является материально-вещественным наполнением инвестиций в другой фондосоздающей отрасли – отрасли  $j$ .

Инвестиции ( $\sum_{\tau=0}^{\theta_{ij}-1} K_{ij}(t+0; t+\tau)$ ) вида  $i$  в фондосоздающую отрасль  $j$  в момент времени  $t$  со строительным лагом от 0 до  $\theta_{ij} - 1$  (блок 6) оказывают влияние на два показателя:

– на использованный выпуск ( $\bar{x}_i(t+0)$ ) фондосоздающей отрасли  $i$  в момент времени  $t$  (блок 8), на него влияют только инвестиции, лаг по которым равен 0;

– незавершенное строительство ( $N_{ij}(t)$ ) в момент времени  $t$  основных фондов вида  $i$  в фондосоздающей отрасли  $j$  с лагом от 1 до  $\theta_{ij} - 1$  (блок 9).

Незавершенное строительство ( $N_{ij}(t)$ ) в момент времени  $t$  основных фондов вида  $i$  в фондосоздающей отрасли  $j$  с лагом строительства от 1 до  $\theta_{ij} - 1$  (блок 9)

<sup>4</sup> Авторами разработаны также схемы распространения мультипликативного эффекта в экономике за счет роста инвестиций в нефондосоздающую отрасль и отрасль, производящую потребительские товары и услуги. В силу ограниченности объема публикации эти схемы и их описание в статье не приводятся.



оказывает влияние только на показатели незавершенного строительства от момента времени  $t + 1$  до  $t + \theta_{ij} - 1$ .

Использованный выпуск ( $\bar{x}_i(t)$ ) фондосоздающей отрасли  $i$  в момент времени  $t$  (блок 8) влияет на вводы основных фондов ( $B_{ij}(t)$ ) вида  $i$  в фондосоздающей отрасли  $j$  в момент времени  $t$  (блок 12), которые формируются только за счет инвестиций момента времени  $t$ .

Вводы основных фондов ( $B_{ij}(t)$ ) вида  $i$  фондосоздающей отрасли  $j$  в момент времени  $t$  (блок 12) увеличивают стоимость основных фондов ( $F_{ij}(t; s_i)$ ) вида  $i$  фондосоздающей отрасли  $j$  в момент времени  $t$  с максимальным сроком службы  $s_i$  (блок 13).

Стоимость основных фондов ( $F_{ij}(t; s_i)$ ) вида  $i$  фондосоздающей отрасли  $j$  в момент времени  $t$  со сроком эксплуатации  $s_i$  (блок 13) оказывает влияние на два показателя:

- стоимость основных фондов ( $F_{ij}^*(t)$ ) вида  $i$  фондосоздающей отрасли  $j$  в момент времени  $t$  (блок 14);

- стоимость основных фондов ( $F_{ij}(t+1; s_i)$ ) вида  $i$  фондосоздающей отрасли  $j$  в момент времени  $t + 1$  со сроком эксплуатации  $s_i$  (блок 17).

В данной схеме под ограничением на использование основных фондов будем понимать следующее. Для увеличения произведенного выпуска в фондосоздающей отрасли в году  $t$  (как и в любой другой) должно быть достаточно фондов в году  $t$  в каждой фондосоздающей отрасли  $j$  по каждому виду основных фондов  $i$ . После определения величины прироста произведенного выпуска и величины стоимости основных фондов необходимо произвести проверку на удовлетворение ограничения по использованию основных фондов. В левой части ограничения располагается произведение фондоемкости ( $f_{ij}(t)$ ) основных фондов вида  $i$  в фондосоздающей отрасли  $j$  в момент времени  $t$  на прирост величины произведенного выпуска ( $x_j(t)$ ) в фондосоздающей отрасли  $j$  в момент времени  $t$ , в правой части ограничения – стоимость основных фондов ( $F_{ij}^*(t)$ ) вида  $i$  фондосоздающей отрасли  $j$  в момент времени  $t$  (блок 14). При этом левая часть ограничения должна быть меньше или равна его правой части.

Стоимость основных фондов ( $F_{ij}^*(t)$ ) вида  $i$  фондосоздающей отрасли  $j$  в момент времени  $t$  (блок 14) влияет на следующие показатели:

- ограничения на использование основных фондов в момент времени  $t$  в фондосоздающих отраслях  $i$  и  $j$  (блок 16);

- фондовооруженность ( $Kr_{ij}(t)$ ) основных фондов вида  $i$  в фондосоздающей отрасли  $j$  в момент времени  $t$  (блок 20);

- фондоотдача ( $Krt_{ij}(t)$ ) основных фондов вида  $i$  в фондосоздающей отрасли  $j$  в момент времени  $t$  (блок 19) остается неизменной, так как этот показатель является величиной, обратной фондоемкости, которая также не меняется и участвует в проверке ограничений на использование основных фондов в году  $t$  в фондосоздающей отраслях  $i$  и  $j$  (блок 16).

При проверке ограничений на использование основных фондов в момент времени  $t$  в фондосоздающих отраслях  $i$  и  $j$  (блок 16) ставится вопрос: «Выполняется ли ограничение на использование основных фондов?», которое описано выше. Если «нет», то требуется пересмотреть инвестиции в фондосоздающей отрасли  $j$  (при прочих равных условиях) (блок 18), и, как следствие, инвестиции ( $\hat{K}_{ij}(t)$ ) вида  $i$  фондосоздающей отрасли  $j$  в моменты времени от  $t$  до  $t + \theta_{ij} - 1$  со строительным лагом от 0 до  $\theta_{ij} - 1$  (блок 1). Если «да» (ограничение выполняется), то можно оценить

влияние процесса, описанного ранее, на использование выпуска ( $x_{k+1}(t), x_m(t)$ ) нефондосоздающих отраслей  $k + 1$  и  $m$  в момент времени  $t$  (блок 24 и 25 соответственно). Следует отметить, что на схеме пунктирной линией изображены блок нефондосоздающих отраслей и их воздействие друг на друга. В данном случае речь идет не только о нефондосоздающих отраслях  $k + 1$  и  $m$  в момент времени  $t$ , но и об остальных нефондосоздающих отраслях ( $k + 1, \dots, m$ ). Они также воздействуют друг на друга через технологические коэффициенты прямых материальных затрат. Отрасли  $k + 1$  и  $m$  изображены в качестве иллюстративного примера.

На фондоотдачу ( $Krt_{ij}(t)$ ) в фондосоздающей отрасли  $j$  в момент времени  $t$  (блок 19) влияют, помимо стоимости основных фондов ( $F_{ij}^*(t)$ ) вида  $i$  фондосоздающей отрасли  $j$  в момент времени  $t$  (блок 14), ограничения на использование основных фондов в момент времени  $t$  в фондосоздающей отрасли  $j$  (блок 16). Учитывая то, что целевая функция максимизируется и произведенный выпуск будет с положительным знаком входить в целевую функцию, можно предположить, что ограничения на использование основных фондов будут выполняться как равенства. Следовательно, зная прирост стоимости основных фондов и коэффициент фондоемкости, можно рассчитать прирост произведенного выпуска в фондосоздающей отрасли  $j$ .

На производительность труда ( $Lp_j(t)$ ) в фондосоздающей отрасли  $j$  в момент времени  $t$  (блок 22) влияют фондоотдача ( $Krt_{ij}(t)$ ) основных фондов вида  $i$  в фондосоздающей отрасли  $j$  в момент времени  $t$  (блок 19), но она остается неизменной, а также фондовооруженность ( $Kr_{ij}(t)$ ) в этой отрасли (блок 20).

После оценки использования выпуска нефондосоздающих отраслей  $k + 1$  и  $m$  в момент времени  $t$  (блок 24 и 25 соответственно) производится проверка ограничений на использование основных фондов в нефондосоздающих отраслях от  $k + 1$  до  $m$  в момент времени  $t$  (блок 27). Аналогично (как в блоке 16) в блоке 27 ставится вопрос: «Выполняется ли ограничение на использование основных фондов?». Если «нет», то требуется пересмотреть инвестиции в фондосоздающей отрасли  $j$  (при прочих равных условиях) (блок 28), и, как следствие, инвестиции вида  $i$  фондосоздающей отрасли  $j$  в моменты времени от  $t$  до  $t + \theta_{ij} - 1$  со строительным лагом от 0 до  $\theta_{ij} - 1$  (блок 1). Если «да» (ограничение выполняется), тогда можно приступить к оценке мультипликатора для момента времени  $t$  после расчета всех показателей экономики на этот момент времени (блок 29).

Рассуждения, описывающие взаимосвязь экономических показателей для момента времени  $t + 1$ , будут аналогичны для всех последующих моментов времени до  $t + \theta_{ij} - 1$ . В момент времени  $t + \theta_{ij} - 1$  строительный лаг будет равен 0.

Показатель инвестиционных вложений ( $\sum_{\tau=1}^{\theta_{ij}-1} K_{ij}(t+1; t+\tau)$ ) вида  $j$  фондосоздающей отрасли  $i$  в момент времени  $t + 1$  со строительным лагом от 0 до  $\theta_{ij} - 2$  (блок 3), сформированный за счет инвестиций ( $\hat{K}_{ij}(t)$ ) вида  $i$  фондосоздающей отрасли  $j$  в моменты времени от  $t$  до  $t + \theta_{ij} - 1$  со строительным лагом от 0 до  $\theta_{ij} - 1$  (блок 1), влияет на показатель инвестиций ( $\sum_{\tau=1}^{\theta_{ij}-1} K_{ij}(t+1; t+\tau)$ ) вида  $i$  фондосоздающей отрасли  $i$  в момент времени  $t + 1$  со строительным лагом от 0 до  $\theta_{ij} - 2$  (блок 3).

Показатель инвестиционных вложений ( $\sum_{\tau=1}^{\theta_{ij}-1} K_{ij}(t+1; t+\tau)$ ) вида  $i$  фондосоздающей отрасли  $i$  в момент времени  $t + 1$  со строительным лагом от 0 до  $\theta_{ij} - 2$  (блок 3)

окажет влияние на произведенный выпуск ( $x_i(t+1)$ ) фондосоздающей отрасли  $i$  в момент времени  $t+1$  (блок 5).

Произведенный выпуск ( $x_i(t+1)$ ) фондосоздающей отрасли  $i$  в момент времени  $t+1$  (блок 5) оказывает влияние на инвестиции ( $\sum_{\tau=1}^{\theta_{ij}-1} K_{ij}(t+1; t+\tau)$ ) вида  $i$  в фондосоздающую отрасль  $j$  в момент времени  $t+1$  с лагом строительства от 0 до  $\theta_{ij}-2$  (блок 7). Следует отметить, что в момент времени  $t+1$  с нулевым лагом можно выделить два типа инвестиций:

- связанные с началом строительства основных фондов, которые будут введены в этот же момент времени  $t+1$ , и с завершением строительства основных фондов, начатых в момент времени  $t$  ( $K_{ij}(t+1; t+1)$ );

- связанные с началом строительства основных фондов, которые будут введены в моменты времени, следующие за  $t+1$ , а также с продолжением и завершением строительства, которое было начато в момент времени  $t+1$  ( $K_{ij}(t+1; t+2) + \dots + K_{ij}(t+1; t+\theta_{ij}-1)$ ).

Инвестиции ( $\sum_{\tau=1}^{\theta_{ij}-1} K_{ij}(t+1; t+\tau)$ ) вида  $i$  в фондосоздающую отрасль  $j$  в момент времени  $t+1$  с лагом строительства от 0 до  $\theta_{ij}-2$  (блок 7) влияют на следующие показатели:

- незавершенное строительство ( $N_{ij}(t+1)$ ) в момент времени  $t+1$  основных фондов вида  $i$  в фондосоздающей отрасли  $j$  с лагом строительства от 1 до  $\theta_{ij}-2$  (блок 10);

- использованный выпуск ( $\bar{x}_i(t+1)$ ) фондосоздающей отрасли  $i$  в момент времени  $t+1$  (блок 11).

Вводы основных фондов ( $B_{ij}(t+1)$ ) вида  $i$  фондосоздающей отрасли  $j$  в году  $t+1$  (блок 15) формируются за счет использованного выпуска ( $\bar{x}_i(t+1)$ ) фондосоздающей отрасли  $i$  в момент времени  $t+1$  (блок 11) и незавершенного строительства ( $N_{ij}(t+1)$ ) в момент времени  $t+1$  основных фондов вида  $i$  в фондосоздающей отрасли  $j$  с лагом строительства от 1 до  $\theta_{ij}-2$  (блок 10). В данном случае вводы сформированы за счет инвестиций, связанных с завершением строительства, начатого в момент времени  $t$  и лагом строительства в один период, а также строительства, начатого в момент времени  $t+1$  и лагом строительства, равным 0.

Вводы основных фондов ( $B_{ij}(t+1)$ ) вида  $i$  в фондосоздающей отрасли  $j$  в момент времени  $t+1$  (блок 15) влияют на показатель стоимости основных фондов ( $F_{ij}(t+1; s_i)$ ) вида  $i$  фондосоздающей отрасли  $j$  в момент времени  $t+1$  (блок 17). На стоимость основных фондов ( $F_{ij}(t+1; s_i)$ ) вида  $i$  фондосоздающей отрасли  $j$  в момент времени  $t+1$  (блок 17) влияет стоимость основных фондов ( $F_{ij}(t; s_i)$ ) вида  $i$  фондосоздающей отрасли  $j$  в момент времени  $t$ , так как величина их стоимости в момент времени  $t$  напрямую влияет на величину стоимости в момент времени  $t+1$ .

Далее проверяется ограничение (аналогичное блоку 16) только в момент времени  $t+1$ . Если оно выполняется, то показатели блоков 15 и 17 влияют на показатели использованного выпуска ( $x_{k+1}(t+1)$ ,  $x_m(t+1)$ ) в нефондосоздающих отраслях  $k+1$  и  $m$  в момент времени  $t+1$  (блоки 21 и 23 соответственно). Следует отметить, что на рис. 2 пунктирной линией изображены блок нефондосоздающих отраслей и их воздействие друг на друга.

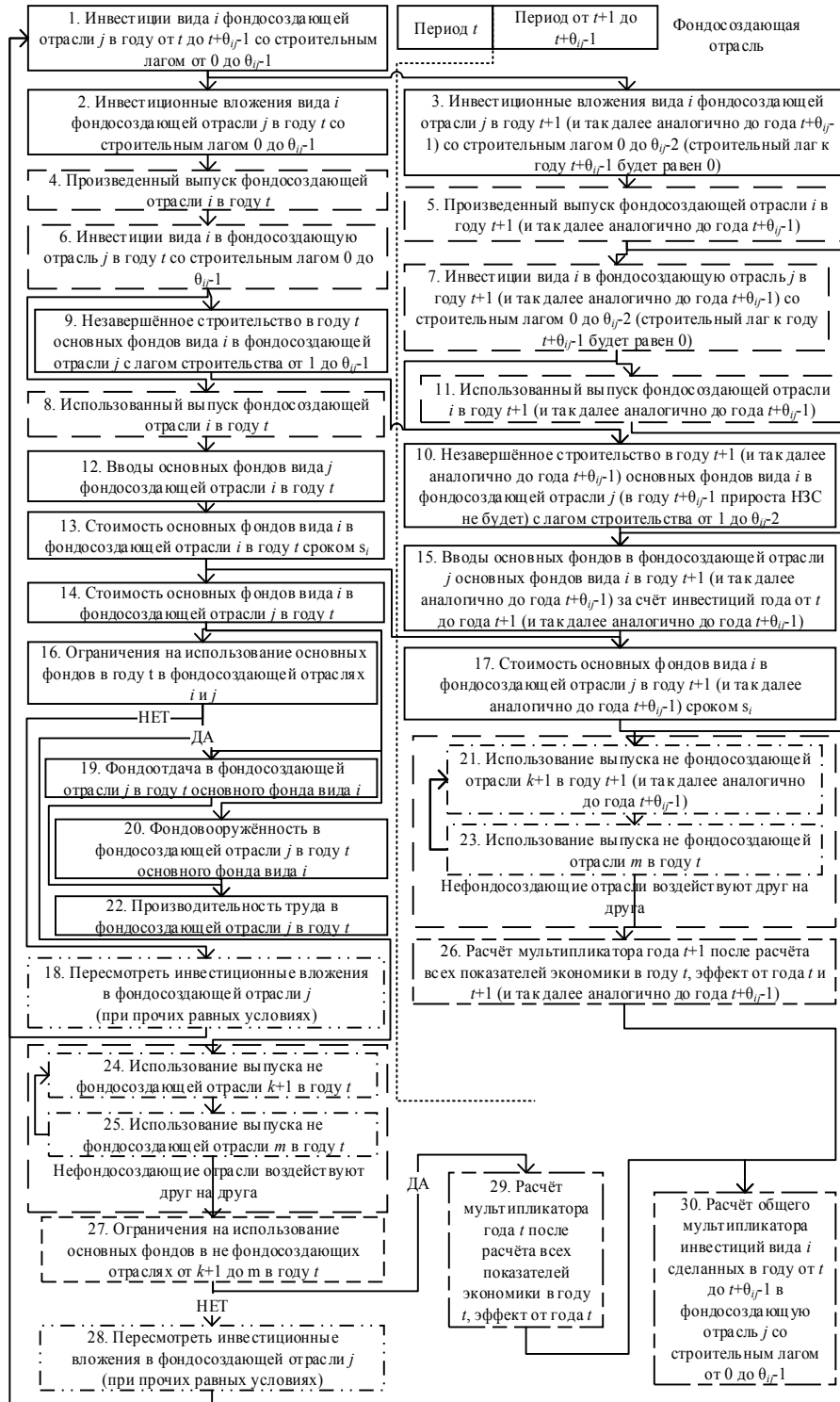


Рис. 2. Схема формирования динамического мультипликативного эффекта от инвестиций в основной капитал в фондосоздающей отрасли

В данном случае речь идет не только о нефондосоздающих отраслях  $k + 1$  и  $m$  в момент времени  $t$ , но и об остальных нефондосоздающих отраслях. Они также воздействуют друг на друга через технологические коэффициенты прямых материальных затрат. Отрасли  $k + 1$  и  $m$  изображены в качестве иллюстративного примера.

После оценки использованного выпуска  $(x_{k+1}(t + 1), x_m(t + 1))$  нефондосоздающих отраслей  $k + 1$  и  $m$  в момент времени  $t + 1$  (блоки 21 и 23 соответственно) производится проверка ограничений на использование основных фондов в нефондосоздающих отраслях от  $k + 1$  до отрасли  $m$  в момент времени  $t + 1$  аналогично блоку 27. Если выполняются условия, то после расчета всех показателей экономики в момент времени  $t + 1$ , можно приступить к оценке мультипликатора для момента времени  $t + 1$  (блок 26).

После оценки мультипликаторов для всех моментов времени от  $t$  и  $t + \theta_{ij} - 1$  рассчитывается общий мультипликатор инвестиций вида  $i$  в фондосоздающую отрасль  $j$  в моменты времени с  $t$  до  $t + \theta_{ij} - 1$  со строительным лагом от 0 до  $\theta_{ij} - 1$  (блок 30).

После оценки мультипликаторов в фондосоздающей отрасли, нефондосоздающей отрасли и втором подразделении экономики оценивается общий мультипликатор инвестиций (рис. 3).

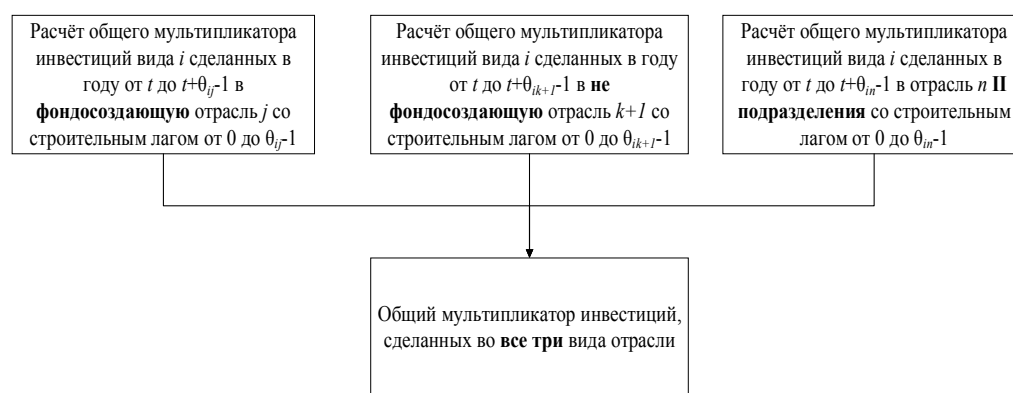


Рис. 3. Схема оценки общего мультипликатора инвестиций

Представленные схемы и математическое описание мультипликаторов дают возможность дифференцировать влияние инвестиционных вложений на валовой выпуск в различные моменты времени, что позволит оценивать эффекты от инвестиционных вложений в динамике. Авторы планируют проведение серии расчетов с использованием ДММ для оценки динамических мультипликативных эффектов от реализации крупных инвестиционных проектов в экономике России.

*Литература / References*

1. Баранов А.О., Павлов В.Н., Слепенкова Ю.М. Разработка динамической межотраслевой модели с блоком человеческого капитала // Мир экономики и управления. 2017. Т. 17. № 1. С. 14-25. [Baranov A.O., Pavlov V.N., Slepenskova Yu.M. Development of a dynamic intersectoral model with a block of human capital // The world of economics and management. 2017. Vol. 17. No. 1. Pp. 14-25 (In Russ.).]
2. Claus E., Claus I. New Zealand's Economic Reforms and Changing Production Structure // Australian National University, Centre for Applied Macroeconomic Analysis Working Paper. 2005. 43 p. DOI:10.1080/17487870902872938.
3. Munjal P. Structural Changes in Indian Economy: An Input-Output Analysis // Indian Economic Review. 2007. No. 42 (1). Pp. 77-95.
4. Zheng H., Zhou J., Gao X., Xi X., Liu D., Zhao Y. Global Impacts of the Topological Structure of Industrial Driving Networks on Energy Intensity // Energy. 2021. No 225. DOI: 10.1016/J.ENERGY.2021.120192.
5. Reyes F.A., Mendoza M.A.M. Demand-Driven and Supply-Sided Input-Output Models // Journal of Quantitative Economics. 2021. No 19. Pp. 251-267. DOI:10.1007/S40953-020-00229-5.

6. Guerra A.-I., Ferran S. *An Operational, Nonlinear Input–Output System* // *Economic Modelling*. 2014. No. 41. Pp. 99–108. DOI: 10.1016/j.econmod.2014.04.027.
7. Guerra A.-I., Ferran S. *Budget Constrained Expenditure Multipliers* // *Unitat de Fonaments de l'Anàlisi Econòmica (UAB) and Institut d'Anàlisi Econòmica (CSIC) Working Papers*. 2010. 9 p. DOI:10.1080/13504851.2010.532101.
8. Dobos I., Floriska A. *The Efficiency of Remanufacturing in a Dynamic Input–Output Model* // *Central Europ J Oper Res*. 2008. No. 16. Pp. 317–328. DOI:10.1007/s10100-008-0060-4.
9. Leung D., Secrieru O. *Real-Financial Linkages in the Canadian Economy: An Input–Output Approach* // *Bank of Canada, Working Papers*. 2011. 42 p. DOI:10.2139/ssrn.1864152.
10. Selerio E., Maglasang R. *Minimizing Production Loss Consequent to Disasters Using a Subsidy Optimization Model: Pandemic Case* // *Structural Change and Economic Dynamics*. 2021. No. 58. Pp. 112–124. DOI: 10.1016/J.STRUECO.2021.05.002.
11. Levay P.Z., Vanhille J., Goedeme T., Verbist G. *The Association Between the Carbon Footprint and the Socio-Economic Characteristics of Belgian Households* // *Ecological Economics*. 2021. No. 186. Pp. 1–13. DOI: 10.1016/J.ECOLECON.2021.107065.
12. Patandianan M.V., Shibusawa H. *Evaluating the Spatial Spillover Effects of Tourism Demand in Shizuoka Prefecture, Japan: an Inter-Regional Input–Output Model* // *Asia-Pacific Journal of Regional Science*. 2020. No. 4. Pp. 73–90. DOI:10.1007/S41685-019-00111-0.
13. Duchin F., Steenge A.E. *Mathematical Models in Input–Output Economics* // *Rensselaer Polytechnic Institute, Department of Economics, Rensselaer Working Papers in Economics*. 2007. 33 p.
14. Okamoto N. *Extended Input–Output Model for Urbanization: an Empirical Test Using Chinese Data* // *Economic Structures*. 2021. No. 10. Pp. 3–27. DOI: 10.1186/s40008-021-00233-9.
15. Gunter S., Riera-Crichton D., Vegh G.A., Vuletin G. *Non-linear Effects of Tax Changes on Output: The Role of the Initial Level of Taxation* // *Journal of International Economics*. 2021. No. 131. Pp. 25–37. DOI: 10.1016/j.jinteco.2021.103450.
16. Torres-Pruñonosa J., Raya J.M., Dopeso-Fernández R. *The Economic and Social Value of Science and Technology Parks. The Case of Tecnocampus*. 2020. 16 p. DOI: 10.3389/fpsyg.2020.632600.
17. Shan Y., Ou J., Wang D., Zeng Z., Zhang S., Guan D., Hubacek K. *Impacts of COVID-19 and Fiscal Stimuli on Global Emissions and the Paris Agreement* // *Nature Climate Change*. 2021. No. 11. Pp. 200–206. DOI: 10.1038/s41558-020-00977-5.
18. Boehm C.E. *Government Consumption and Investment: Does the Composition of Purchases Affect the Multiplier?* // *Journal of Monetary Economics*. 2020. No. 115. Pp. 80–93. DOI: 10.1016/J.JMONECO.2019.05.003.
19. Van der Wielen W. *The macroeconomic Effects of Tax Changes: Evidence Using Real-Time Data For the European Union* // *Economic Modelling*. 2020. No. 90. Pp. 302–321.
20. Ganelli G., Tervala J. *Welfare Multiplier of Public Investment* // *IMF Economic Review*. 2020. No. 68. Pp. 390–420. DOI: 10.1016/j.econmod.2020.03.007.
21. Kim J., Wang M., Park D. *Fiscal Policy and Economic Growth: Some Evidence from China* // *Review of World Economics*. 2021. Published online. DOI: 10.1007/s10290-021-00414-5.
22. Ксенофонтов М.Ю., Широ́в А.А., Ползиков Д.А., Янтовский А.А. *Оценка мультипликативных эффектов в российской экономике на основе таблицы «затраты–выпуск»* // *Проблемы прогнозирования*. 2018. № 2 (167). С. 3–13. DOI: 10.32609/0042-8736-2021-4-32-57. [Ksenofontov M.Yu., Shirov A.A., Polzikov D.A., Yantovsky A.A. *Evaluation of multiplicative effects in the Russian economy based on input-output tables* // *Problemy Prognozirovaniya*. 2018. No. 2 (167). Pp. 3–13. (In Russ.)]. DOI: 10.32609/0042-8736-2021-4-32-57.
23. Широ́в А.А., Янтовский А.А. *Оценка мультипликативных эффектов в экономике. Возможности и ограничения* // *ЭКО*. 2011. № 2 (440). С. 40–58. DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2011-2-40-58. [Shirov A.A., Yantovsky A.A. *Evaluation of multiplicative effects in economics. Opportunities and limitations* // *ECO*. 2011. No. 2 (440). Pp. 40–58. (In Russ.)]. DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2011-2-40-58.
24. Баранов А.О., Павлов В.Н., Тагаева Т.О., Слепенкова Ю.М. *Опыт построения и использования межотраслевых региональных моделей эколого-экономического развития* // *Мир экономики и управления*. 2020. Т. 20. № 3. С. 27–47. DOI: 10.25205/2542-0429-2020-20-3-27-47. [Baranov A.O., Pavlov V.N., Tagaeva T.O., Slepenskova Yu.M. *Experience of building and using intersectoral regional models of ecological and economic development* // *The world of economics and management*. 2020. Vol. 20. No. 3. Pp. 27–47. (In Russ.)]. DOI: 10.25205/2542-0429-2020-20-3-27-47.
25. Крюков В.А., Баранов А.О., Павлов В.Н. *Макроэкономическая оценка влияния проекта увеличения добычи крупной нефтедобывающей компанией на развитие экономики России* // *Георесурсы*. 2020. Спецвыпуск. С. 10–16. DOI: 10.18599/grs.2020.SI.19–27. [Kryukov V.A., Baranov A.O., Pavlov V.N. *Macroeconomic assessment of the impact of the project to increase production by a large oil company on the development of the Russian economy* // *Geo resources*. 2020. Special Issue. Pp. 10–16. (In Russ.)]. DOI: 10.18599/grs.2020.SI.19–27.
26. Дырхеев К.П., Хишектыева И.-Х.Д. *Модель сбалансированного роста межотраслевой экономики региона* // *Вестник Бурятского государственного университета. Математика, информатика*. 2020. № 1. С. 54–66. DOI: 10.18101/2304-5728-2020-1-54-66. [Dyrheev K. P., Hishektueva I.-Kh. D. *Model of balanced growth of the intersectoral economy of the region* // *Bulletin of the Buryat State University. Mathematics, computer science*. 2020. No. 1. Pp. 54–66. (In Russ.)]. DOI: 10.18101/2304-5728-2020-1-54-66.
27. Джурка Н.Г., Демина О.В. *Оценка последствий формирования газоперерабатывающего комплекса на Дальнем Востоке* // *Экономика региона*. 2018. Т. 14. Вып. 2. С. 450–462. DOI: 10.17059/2018-2-9. [Dzhurka N.G., Demina O.V. *Assessment of the consequences of the formation of a gas processing complex in the Far East* // *The economy of the region*. 2018. Vol. 14. Issue 2. Pp. 450–462. (In Russ.)]. DOI: 10.17059/2018-2-9.
28. Леонтьев В. *Динамическая обратная матрица* // *Экономические эссе. Теории, исследования, факты и политика*. Пер. с англ. М.: Политиздат, 1990. С. 294–318. [Leontiev V. *Dynamic inverse matrix* // *Economic essays. Theories, research, facts and politics*. Translated from English. M.: Politizdat, 1990. Pp. 294–318 (In Russ.)].



Статья поступила 30.05.2022. Статья принята к публикации 15.06.2022.

**Для цитирования:** *А.О. Баранов, А.В. Гореев. Анализ мультипликативных эффектов инвестиций в динамической межотраслевой модели // Проблемы прогнозирования. 2022. № 6(195). С. 156-170.*  
DOI: 10.47711/0868-6351-195-156-170

## Summary

### ANALYSIS OF THE MULTIPLIER EFFECTS PRODUCED BY INVESTMENT IN A DYNAMIC INPUT-OUTPUT MODEL

**A.O. BARANOV**, Doct. Sci. (Econ.), Professor, Institute of Economics and Industrial Engineering, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; Novosibirsk National Research State University, Novosibirsk, Russia  
ORCID ID: 0000-0001-8597-9788.

**Anton GOREEV**, Institute of Economics and Industrial Engineering, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; Novosibirsk National Research State University, Novosibirsk, Russia  
ORCID ID: 0000-0003-1084-9561

**Abstract:** The article gives a theoretical description of the process underlying the generation of dynamic multiplicative effects arising from investment. The study was conducted based on a dynamic input-output model developed in IEIE SB RAS1. The main result of the work is a mathematical description of dynamic multipliers and theoretical schemes characterizing the distribution of dynamic multiplier effects due to investments in various types of economic sectors. The use of this analytical tool will make it possible to obtain a more accurate assessment of the dynamic multiplier effects from the implementation of various investment projects, taking into account intersectoral relations.

**Keywords:** dynamic multipliers, dynamic input-output model, time-lag investment.

Received 30.05.2022; Accepted 15.06.2022

**For citation:** *A.O. Baranov and A.V. Goreev. Analysis of the Multiplier Effects Produced by Investment in a Dynamic Input-Output Model // Studies on Russian Economic Development. 2022. Vol. 33. No. 6. Pp. 686-695.*  
DOI: 10.1134/S107570072206003X.