

ОТКРЫТАЯ МОДЕЛЬ ЛЕОНТЬЕВА-ФОРДА

У. А. Кришень

ukrishen@mail.ru;

Научный руководитель – С. В. Rogozin, кандидат физико-математических наук, доцент

В статье проводится исследование открытой модели Леонтьева-Форда. Рассматривается один из вариантов постановки задачи, а именно модель Леонтьева-Форда с экологической составляющей. Производится моделирование данной задачи к структуре и содержанию международной торговли между странами ЕЭАС. Проводится сравнительный анализ между закрытой модели Леонтьева и открытой моделью Леонтьева-Форда в нестабильный экономический период.

Ключевые слова: открытая модель Леонтьева-Форда; экологическая составляющая; стабильный период; нестабильный период; международная торговля стран ЕЭАС.

Открытая модель Леонтьева-Форда – обобщение закрытой модели Леонтьева, соответственно ее целью является прогнозирование оптимального выпуска производства, однако дополнением является то, что модифицированная модель позволяет оценить в денежном эквиваленте наносимый экологический ущерб и его уничтожение.

Основные уравнение модели образуют следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} A_{11}x + A_{12}y + c = x, \\ A_{21}x + A_{22}y - d = y. \end{cases}$$

где $x \in R^m$ – объемы производимых благ,

$y \in R^n$ – объемы ущербов, возникающих в процессе производства,

вектор c – объемы потребляемых благ,

вектор d – объемы ущербов, остающихся в окружающей среде после производства потребляемых после благ [1].

Если в данную систему ввести векторы $Z = (x, y)$ и $W = (c, -d)$, то система примет вид линейного уравнения

$$Z = AZ + W$$

Вектор w не предполагается неотрицательным, ведь часть координат, а именно вектор c – объемы потребляемых благ, является неотрицательным, в то время как вторая часть координат, вектор d , – неположительна [2–3].

Также ключевой разницей между закрытой моделью Леонтьева и открытой моделью Леонтьева-Форда является период использования данных моделей. Предполагается, что использование закрытых моделей оправдано в случаях стабильных экономических периодов, ведь тогда качество прогнозирования намного выше. Это обуславливается тем, что в закрытых моделях не учитываются внешние факторы, например, как экологические ущербы.

Примером использования закрытой и открытой модели является моделирование взаимной торговли между странами ЕЭАС. Для проведения сравнения был использован нестабильный экономический период – 2018–2019 года, считая, что 2018 год будет прогнозным значением 2019 года.

При проведении расчетов по закрытой модели Леонтьева методом преобразования ступенчатой матрицы структуры торговли стран через соотношения бюджетов были получены следующие данные, представленные в Таблице 1.

Таблица 1

Сводная таблица соотношений бюджетов стран для бездефицитной торговли, усл. ед

| | Год | |
|-----------------------|-------|-------|
| | 2018 | 2019 |
| Республика Армения | 20 | 29 |
| Республика Казахстан | 242 | 245 |
| Кыргызская Республика | 7 | 11 |
| Республика Беларусь | 223 | 266 |
| Российская Федерация | 10000 | 10000 |

Примечание – Разработано автором на основе данные ЕЭК [4]

Можно заметить, что есть существенные различия в соотношениях бюджетов стран.

Рассмотрим взаимную торговлю стран за период 2018–2019 годов с учетом экологического фактора (т.е. проанализируем взаимную торговлю стран с использованием открытой модели Леонтьева-Форда). За отходы будут взяты выбросы углекислого газа в атмосферу (метрических тонн на душу населения); за затраты на ликвидацию выбросов:

$$C_{ecology} = T_E * \sum CO_2,$$

где T_E – налоговая ставка за выброс 1 тонны загрязняющего вещества,

$\sum CO_2$ – выбросы углекислого газа по выбранной стране [5–9].

Используя тот же метод преобразования матрицы, были получены данные, представленные в Таблице 2.

Таблица 2

**Сводная таблица соотношений бюджетов стран
для бездефицитной торговли в условиях 2-х моделей, усл. ед**

| | Закрытая модель Леонтьева | | Модель Леонтьева-Форда | |
|-----------------------|---------------------------|-------|------------------------|-------|
| | 2018 | 2019 | 2018 | 2019 |
| Республика Армения | 20 | 29 | 19,4 | 29,4 |
| Республика Казахстан | 242 | 245 | 243,1 | 245,7 |
| Кыргызская Республика | 7 | 11 | 6,8 | 11 |
| Республика Беларусь | 223 | 266 | 223,4 | 265,7 |
| Российская Федерация | 10000 | 10000 | 10000 | 10000 |

Примечание – Разработано автором на основе данные ЕЭК

Из результатов, представленных в Таблице 2, вытекает, что открытая модель Леонтьева-Форда является более точной в математическом плане при прогнозировании экономической ситуации в кризисные периоды, что является немаловажным фактом при расчетах бюджетов стран и последующей взаимной торговли между ними.

Конечно, колебания в полученных результатах не так велики, однако даже такая тенденция подтверждает гипотезу о том, что на торговлю между странами влияет совокупность различных внешних факторов.

Библиографические ссылки

1. *Забрейко П. П.* Открытая модель Леонтьева-Форда / П.П. Забрейко // Труды Института математики, 2007. Т. 15, № 2. С. 15–26.
2. *Забрейко П. П., Шевелевич К. В.* Теоремы Хикса и Ле-Шателье-Самуэльсона для разложимых неотрицательных матриц // Докл. НАН Беларуси, 2022. Т.46, №3. С. 30-34.
3. *Забрейко П. П., Таныгина А. Н.* Описание решений открытой модели Леонтьева-Форда в идеальных пространствах, Тр. Ин-та матем., 16:2 (2008), С. 37–48.
4. Официальный сайт Евразийской экономической комиссии. Показатели взаимной торговли. URL: http://www.eurasiancommission.org/ru/act/integr_i_makroec/dep_stat/tradestat/tables/intra/Pages/default.aspx (дата обращения: 13.04.2023).
5. О налогообложении: Указ Президента Республики Беларусь от 25 января 2018 г. № 29 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. URL: <http://krasнопolie.gov.by/downloads/ykaz29.pdf?ysclid=lg98nnr5lh156508029> (дата обращения: 13.04.2023).
6. Официальный сайт Налоговой Службы Республики Армении. URL: <https://www.petekamutner.am/Content.aspx?itn=tsTINatureProtectionPayments> (дата обращения: 13.04.2023).