

Научная статья
УДК 330.45
DOI 10.18101/2304-4446-2024-4-24-27

ОБ ОДНОМ ИЗ ПОДХОДОВ К ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ ЭКОНОМИКИ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА РЕГИОНА

© Барлуков Александр Михайлович

кандидат экономических наук, доцент,
Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова
Россия, 670000, г. Улан-Удэ, ул. Смолина, 24а
barlukov88@mail.ru

Аннотация. В статье разработана экономико-математическая модель экономики замкнутого цикла региона, которая даст возможность оценить при реализации принципов экономики замкнутого цикла эколого-экономические показатели и экономическую выгоду (прибыль) региона в целом. Модель основана на применении оптимизационного класса задач (линейного программирования) и успешно реализуется прямыми методами решения ЗЛП, в частности, симплекс-методом. Отмечается, что переход к замкнутой схеме воспроизводственного процесса будет стимулировать производительность труда и ослабит нагрузку на экосистему региона. В статье проводится анализ разработанной экономико-математической модели, по результатам которого выявлено, что увеличение удельного веса переработанных (вторично использованных) ресурсов и снижение удельного веса утилизированных отходов ресурсов может в значительной степени улучшить эффективность использования ресурсов в целом, что впоследствии приведет к росту валового регионального продукта, а также к восстановлению экосистемы региона.

Ключевые слова: устойчивое развитие, экономика замкнутого цикла, замкнутые производственные системы, оптимизационные задачи, линейное программирование, экономико-математическое моделирование.

Для цитирования

Барлуков А. М. Об одном из подходов к экономико-математическому моделированию экономики замкнутого цикла региона // Вестник Бурятского государственного университета. Экономика и менеджмент. 2024. № 4. С. 24–27.

В работе А. М. Барлукова и М. А. Дугаржаповой «О развитии экономики замкнутого цикла в Российской Федерации: перспективы и вызовы» [1] были рассмотрены основные понятия теории циркулярной экономики, показана схема воспроизводственного процесса в виде замкнутой системы, а также обусловлена актуальность перехода экономики Российской Федерации к модели экономики замкнутого цикла.

По нашему мнению, экономика замкнутого цикла является нетрадиционным и прогрессивным подходом к устойчивому развитию регионов и государств в целом, что предполагает замещение традиционной линейной схемы воспроизводственного процесса замкнутой схемой, в которой ресурсы используются максимально эффективно, включая вторичное их использование и минимизацию отходов. Переход к замкнутой схеме воспроизводственного процесса, на наш взгляд,

будет стимулировать производительность труда и ослабит нагрузку на экосистему региона.

Основная цель данной научной статьи — разработать экономико-математическую модель экономики замкнутого цикла региона с использованием аппарата линейного программирования. Данная экономико-математическая модель, по нашему мнению, даст возможность оценить при реализации принципов экономики замкнутого цикла эколого-экономические показатели и экономическую выгоду (прибыль) региона в целом.

В рамках построения данной модели (задачи линейного программирования) необходимо задать переменные, целевую функцию и систему ограничений. Отметим, что в данной модели будем рассматривать производственный процесс, в котором ресурсы будут использоваться, перерабатываться (использоваться вторично), а также утилизироваться (как отходы от производственного процесса).

Пусть в регионе имеется n видов ресурсов, используемых в производственном процессе, которые помимо прямого применения могут быть и переработаны, и утилизированы, и для каждого ресурса i введем следующие переменные:

x_i^I — объем ресурса i , использованного в производственном процессе,

x_i^II — объем переработанного (использованного вторично) ресурса i в производственном процессе,

x_i^O — объем утилизированных отходов ресурса i в производственном процессе.

Введем следующую целевую функцию $F = \sum_{i=1}^n (\pi_i \cdot x_i^I - \alpha_i \cdot x_i^II - \beta_i \cdot x_i^O) \rightarrow \max$,

которая характеризует экономическую выгоду (прибыль) региона. Необходимо найти максимальное значение этой прибыли, которую регион может получить в контексте экономики замкнутого цикла, а также определить по каждому виду ресурса оптимальные объемы использованного и переработанного (вторично использованного) ресурсов, а также оптимальный объем утилизированных отходов ресурса.

В данной целевой функции:

π_i — прибыль от использования единицы ресурса i в производственном процессе,

α_i — издержки на переработку (вторичное использование) единицы ресурса i в производственном процессе,

β_i — издержки на утилизацию отходов единицы ресурса i в производственном процессе.

Теперь введем следующие ограничения для данной модели:

1. Соблюдение баланса объемов ресурсов в производственном процессе — общий объем поступивших в производственный процесс по каждому виду ресурсов должен быть равен сумме соответствующих объемов использованного и переработанного (вторично использованного) ресурсов, а также соответствующего объема утилизированных отходов ресурса:

$$x_i = x_i^H + x_i^П + x_i^O, i = 1, 2, \dots, n.$$

2. Сумма объема переработанного (вторично использованного) ресурса и объема утилизированных отходов ресурса не может превышать объем использованного ресурса по каждому виду ресурсов (исходя из экономической целесообразности):

$$x_i^П + x_i^O \leq x_i^H, i = 1, 2, \dots, n$$

3. Условие не отрицательности на переменные в данной модели:

$$x_i^H \geq 0, x_i^П \geq 0, x_i^O \geq 0, i = 1, 2, \dots, n$$

Таким образом, получим следующую экономико-математическую модель экономики замкнутого цикла региона:

$$F = \sum_{i=1}^n (\pi_i \cdot x_i^H - \alpha_i \cdot x_i^П - \beta_i \cdot x_i^O) \rightarrow \max$$

$$x_i = x_i^H + x_i^П + x_i^O, i = 1, 2, \dots, n$$

$$x_i^П + x_i^O \leq x_i^H, i = 1, 2, \dots, n$$

$$x_i^H \geq 0, x_i^П \geq 0, x_i^O \geq 0, i = 1, 2, \dots, n$$

Для решения данной задачи необходимо знать значения следующих показателей по каждому виду ресурса:

$$\pi_i, \alpha_i, \beta_i, x_i, i = 1, 2, \dots, n$$

Данная задача успешно выполняется прямыми методами решения задачи линейного программирования, в частности, симплекс-методом.

В результате анализа данной экономико-математической модели экономики замкнутого цикла региона можно сделать вывод о том, что увеличение удельного веса переработанных (вторично использованных) ресурсов и снижение удельного веса утилизированных отходов ресурсов может в значительной степени улучшить эффективность использования ресурсов в целом. Поэтому необходимо активно продолжать инвестировать в процессы переработки (вторичного использования) ресурсов, что впоследствии приведет к росту валового регионального продукта, а также к восстановлению экосистемы региона [2].

Литература

1. Барлуков А. М., Дугаржапова М. А. О развитии экономики замкнутого цикла в Российской Федерации: перспективы и вызовы // Вестник Бурятского государственного университета. Экономика и менеджмент. 2023. № 4. С. 19–22. Текст: непосредственный.
2. Пахомова Н. В., Рихтер К. К., Ветрова М. А. Переход к циркулярной экономике и замкнутым цепям поставок как фактор устойчивого развития // Вестник СПбГУ. Экономика. 2017. Т. 33, вып. 2. С. 244–268. Текст: непосредственный.

Статья поступила в редакцию 08.10.2024; одобрена после рецензирования 25.10.2024; принята к публикации 28.10.2024.

ON ONE OF THE APPROACHES TO ECONOMIC
AND MATHEMATICAL MODELING OF REGIONAL CLOSED-LOOP ECONOMY

Aleksandr M. Barlukov

Cand. Sci. (Econ.), A/Prof.

Dorzhi Banzarov Buryat State University

24a Smolina St., Ulan-Ude 670000, Russia

barlukov88@mail.ru

Abstract. The article develops an economic and mathematical model of regional closed-loop economy, which will make it possible to assess the impact of application and implementation of the closed-loop economic principles on the environmental and economic indicators of the region, as well as on the economic benefit (profit) of the region as a whole. The model is based on application of the optimization class of problems (linear programming) and is successfully solved by direct methods for solving the linear programming problems, in particular, by the simplex method. It is emphasized that the transition to a closed reproduction process will stimulate labour productivity and reduce the burden on the regional ecosystem. The article analyzes the developed economic and mathematical model. The analysis results have revealed that an increase in the share of recycled resources and a decrease in the share of recycled resource waste can significantly improve the efficiency of resource use in general, which will subsequently lead to an increase in the gross regional product, as well as to restoration of the regional ecosystem.

Keywords: sustainable development, closed-loop economy, closed production systems, optimization problems, linear programming, economic and mathematical modeling.

For citation

Barlukov A. M. On One of the Approaches to Economic and Mathematical Modeling of Regional Closed-Loop Economy. *Bulletin of Buryat State University. Economy and Management*. 2024; 4: 24–27 (In Russ.).

The article was submitted 21.10.2024; approved after reviewing 25.10.2024; accepted for publication 28.10.2024.