

Разработка экономико-математической модели баланса ресурсов и загрязнений

Developing mathematical economic models of resource-pollution balance

И. Х. Османов

*Институт экономики и управления
Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского,
Симферополь, Республика Крым, Россия*

Ismail Osmanov

*Institute of Economics and Management of V. I. Vernadsky
Crimean Federal University,
Simferopol, Republic of Crimea, Russia*

В работе рассматриваются вопросы определения построения экономико-математической модели задачи баланса ресурсов и загрязнений твердыми бытовыми отходами. Приводится математическая формулировка задачи определения баланса отходов, а так же ее представление в матричной форме.

Ключевые слова: математическая модель, задача, баланс ресурсов, матричная модель, экологическая среда.

The problems of building economic-mathematical model for defining resource and solid domestic waste pollution balance are discussed. Mathematical formula for the problem of waste balance is given as well as represented in the matrix form.

Keywords: Mathematical model, problem, resource balance, matrix model, ecological environment.

Актуальность темы. Общественно производство и потребление благ создает условия возникновения и накопления промышленных и бытовых отходов. По данным органов статистики Республики Крым за период с 2000 по 2017 г.г. объем накопленных отходов составил 236 млн. куб. м, в 2016 г. на территории региона накоплено 304 848 тыс. т твердых бытовых отходов, в 2017 г. этот показатель составил 332 928 тыс. тонн.

Увеличение площадей полигонов для захоронения этих продуктов сокращает площади пригодных к использованию земель. Разложение отходов, которые хоронятся, загрязняют воду, грунт и воздух.

Таким образом, существует проблема управления твердыми бытовыми отходами, которые создаются социально-экономической системой, которая проявляется в трех аспектах: регулирование неуклонного роста количества отходов, рост процесса загрязнения окружающей природной среды этими продуктами и неэффективности существующей системы их уничтожения.

Разработка теоретических и практических аспектов рационального обращения с отходами на микроэкономическом и региональном уровнях хозяйствования посвящены труды О. Веклича, Б. Горницкого, О.Смирнова, В. Шмыгальского, С.Ашманова, А. Егорова и других.

В то же время традиционные методы управления потоками отходов в социально-экономической системе не обеспечивают сбалансированности продуктов деятельности общества, которые поступают в природу, и нарушают ассимиляционные способности природной среды. Недостаточное исследование механизма эколого-экономического взаимодействия в сфере твердых бытовых отходов, методов его моделирования и управления обусловили актуальность выбранной темы.

Постановка задачи. Разработать экономико-математическую модель баланса ресурсов и загрязнений.

Результаты. Математическая формулировка баланса отходов имеет следующий вид: совокупный объем отходов, который генерируется социально-экономической системой региона, равна сумме объема использованных и произведенных вторичных ресурсов и объема отходов, предназначенных к утилизации.

$$X = \sum_i x_{ij} + Y ,$$

где x_{ij} – вторичные ресурсы, которые произведены i -м субъектом и использованы j -м субъектом системы;

Y – вектор совокупного объема отходов, предназначенный для утилизации;

X – вектор совокупного объема отходов, которые генерируются в системе.

Комплексный баланс затрат эколого-социально-экономической системы представлен следующим равенством: совокупные затраты на переработку отходов, произведенных социально-экономической системой, эквивалентны сумме затрат на потребление вторичных ресурсов, утилизацию конечных отходов и средств в виде штрафов и платежей на компенсацию убытков окружающей природной среды.

$$\tilde{X} = \sum_i x_{ij} + \tilde{Y} + P ,$$

где \tilde{X} – вектор совокупных затрат на переработку отходов;

\tilde{Y} – вектор совокупных затрат на утилизацию конечных отходов;

x_{ij} – затраты на потребление вторичных ресурсов, произведенных i -м субъектом и использованных j -м субъектом системы;

P – сумма штрафов и платежей на компенсацию экологического убытка.

Устойчивое состояние эколого-социально-экономической системы достигается, когда объем отходов, который генерируется социально-экономической системой, и которые поступают в экологическую среду, не превышает критического объема X_0 , который природная система способна переработать.

Условия баланса выражаются в равенности стоимости величин совокупного объема отходов социально-экономической системы и совокупных затрат на их переработку:

$$X = \tilde{X}$$

В матричной форме равенство баланса имеет вид:

$$X = A \times X + Y ,$$

где X – стоимостное выражение валового объема отходов системы;

A – матрица коэффициентов затрат на использование вторичных ресурсов;

Y – затраты на утилизацию отходов и компенсацию экологических убытков.

Таким образом, равенство баланса отходов и загрязнений имеет вид:

$$X_i = \sum_j x_{ij} + x_{in} - Y_i ,$$

где x_{ij} – вторичные ресурсы, которые произведены i -м элементом эколого-социально-экономической системы, и потреблены ее j -м элементом;

x_{in} – отходы, которые перерабатываются природной средой;

Y_i – загрязнения;

i, j – индекс, который принимает значения от 1 до n .

Знак минус показывает, что загрязнения приводят к снижению общего потенциала системы и требуют дополнительных затрат для их компенсации. Совокупные отходы эколого-социально-экономической системы эквивалентны совокупности вторичных ресурсов, отходов, поглощенных природной средой, и загрязнений, которые ухудшают ее состояние. Для уменьшения компоненты Y_i необходимо затратить ресурсы социально-экономической системы. Их можно рассматривать как затраты на предоставление услуг по сбору, сортировке, транспортировке и утилизации приведенных отходов.

Выводы. Модель комплексного баланса отходов и экологических затрат показывает, что принцип устойчивого развития региона реализуется тогда и только тогда, когда потребление природных ресурсов осуществляется в объеме, которые не превышают способности экологической системы к самообновлению, а сумма экологических взносов превышает стоимость убытков окружающей среде.