

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В СИСТЕМЕ

«ВОДОПОЛЬЗОВАТЕЛЬ-ВОДНЫЙ ОБЪЕКТ»

В соответствии с концепцией устойчивого развития требуется сбалансированный подход к решению экономических, социальных и экологических проблем. В России в настоящее время преимущественными являются административные механизмы экологического управления. Их неэффективность определяется отсутствием опережающего управленческого начала. В теории и практике в настоящее время проявилась необходимость решения задач оптимизации в системе «водопользователь-водный объект», в данной работе авторами рассмотрен этот вопрос.

Для обеспечения соответствия водных объектов нормативным требованиям необходимо разработать критерии и методы этой оценки с учетом эколого-экономических факторов.

Существует ряд задач эколого-экономической оптимизации, которые могут быть решены с помощью методов эколого-математического моделирования, например: оптимизация платы за воду; оценка природоохранных мероприятий по защите водных объектов с учетом экономических и экологических требований; задача оптимизации инвестиционной программы предприятий-водопользователей отдельного водного объекта; оптимизация стоимости очистки производственных стоков нескольких предприятий, производящих очистку своих стоков в специализированных локальных системах очистки.

Задача по созданию системы отчислений на забор и очистку воды, которая была бы выгодна всем предприятиям, а отклонение от нее было невыгодным для них. В качестве примера рассмотрим два предприятия А и В, использующие воду из одного водного объекта.

Обозначим через Q_A и Q_B суммы денег, имеющиеся у предприятий. Y_1 и Y_2 – предполагаемые вложения на развитие предприятий, а X_A и X_B – предполагаемые вложения в очистку сбрасываемой воды:

$$X_A = Q_A - Y_1, X_B = Q_B - Y_2 \quad (1)$$

Средства, вкладываемые в производство, дадут дополнительную прибыль $f(Y_1)$ и $f(Y_2)$. Качество воды в замыкающем створе водного объекта зависит от совместного решения предприятий:

$$\Phi(X_A, X_B) = \Phi(Q_A - Y_1, Q_B - Y_2). \quad (2)$$

Соотношение прибыли и чистоты воды задается коэффициентом λ . Интересы предприятия А можно записать в следующем виде:

$$f(Y_1) \rightarrow \max, \Phi(Q_A - Y_1, Q_B - Y_2) \rightarrow \max. \quad (3)$$

Соответствующие интересы предприятия В имеют вид:

$$f(Y_2) \rightarrow \max, \Phi(Q_A - Y_1, Q_B - Y_2) \rightarrow \max. \quad (4)$$

Конфликтная ситуация, сложившаяся между предприятиями, имеет в качестве решения «ситуацию равновесия»:

$$\Phi(Q_A - Y_1, Q_B - Y_2) = \lambda f(Y_1); \Phi(Q_A - Y_1, Q_B - Y_2) = \lambda f(Y_2). \quad (5)$$

Для того чтобы найти «ситуацию равновесия», необходимо решить эту систему уравнений (5).

К задачам динамического программирования относится задача оптимизации инвестиционной программы предприятий-водопользователей отдельного водного объекта или его части: распределение финансовых вложений в водоохранные системы предприятий с целью обеспечения норм ПДВ. В основе решения задачи динамического программирования лежит принцип оптимальности, на каждом этапе принимается такое решение, которое обеспечивает оптимальность с данного этапа до конца процесса.

В качестве показателя эффективности используется сокращение массы сбросов загрязняющих веществ $g_i(x)$, дополнительные вложения – x денежных единиц ($0 \leq x \leq K$, где K – капитальные вложения).

Решение задачи заключается в последовательном решении ряда уравнений Беллмана [1], описывающих максимальное уменьшение массы сбросов загрязняющих веществ:

$$F_n(x) = \max [g_n(x) + F_{n-1}(K - x)] \quad (6)$$

$$0 \leq x \leq K$$

На основании полученных результатов составляется план распределения ограниченных капитальных вложений по предприятиям, максимизирующий общее сокращение массы сбросов загрязняющих веществ, и обосновывается распределение K денежных единиц между предприятиями.

Решение задачи оптимизации стоимости очистки производственных стоков нескольких предприятий в специализированных локальных системах очистки достигается, по мнению авторов, путем постановки транспортной задачи линейного программирования. В этой задаче принимается: m – количество производственных предприятий; n – количество локальных систем очистки стоков; A_i – объем производственных стоков предприятий в сутки ($\text{м}^3/\text{сут}$); B_j – объем производственных стоков, который могут принять очистные сооружения ($\text{м}^3/\text{сут}$); C_{ij} – цена очистки 1 м^3 стоков i -го предприятия на j -ой системе очистки; X_{ij} – оптимально распределенный объем стоков, отправляемых i -м предприятием на j -ую систему очистки.

$$\text{Целевая функция:} \quad \min L = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m C_{ij} \cdot X_{ij}. \quad (7)$$

$$\text{Ограничения:} \quad \sum_{j=1}^m X_{ij} = A_i; \quad \sum_{i=1}^n X_{ij} = B_j. \quad (8)$$

Применение рассмотренных выше видов задач оптимизации на базе типовых эколого-экономических моделей, по нашему мнению, позволит реализовать концепцию бассейнового подхода и нормирования ПДВ на водный объект и мероприятия по их обеспечению. Использование моделей оптимизации позволяет выбрать наиболее рациональную стратегию и тактику реализации

водоохранных программ, обеспечить необходимую детальность изучения специальных вопросов, эффективность результатов научных исследований и кооперацию отдельных направлений исследования, что будет способствовать уменьшению экологической нагрузки на водный объект.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Арис Р. Дискретное динамическое программирование: Введение в оптимизацию многошаговых процессов: Пер. с англ. / Р. Арис .— Москва : Мир, 1969 .— 171 с.