

А.В. Шорохова, О.В. Дмитриева, В.Н. Фрянов

**ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ
ПРОЦЕССОВ УТИЛИЗАЦИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ОТХОДОВ УГОЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ
ДЛЯ СОЗДАНИЯ РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН**

Приведена экономико-математическая модель процессов утилизации и использования отходов с созданием рекреационных зон на восстановленных территориях с целью организации отдыха населения. Для устойчивости системы сформирована система ограничений.

Ключевые слова: модель, переработка, отходы, угольные предприятия, рекреационные зоны.

Техногенное влияние на окружающую среду усиливается с каждым годом, и одно из первых мест по уровню загрязнений занимает угольная промышленность. Ежегодно увеличивается рост отходов добычи и переработки угля [1], большая часть которых практически не используется [2]. Площадь нарушенных территорий для складирования техногенных ресурсов в угледобывающих регионах превышает площадь населенных пунктов. В настоящее время экологические проблемы в этих регионах достигли предельно высокого уровня.

В этой связи одним из перспективных направлений решения экологических проблем является использование отечественного и зарубежного опыта управления природоохранной деятельностью. Анализ практики этой деятельности показал, что обеспечение экологической безопасности угледобывающих регионов реализуется в основном за счет санкций и взысканий.

Для снижения экологической нагрузки в угледобывающих регионах предлагается провести исследования и разработать механизмы управления, направленные не только на ограниче-

ние уровня загрязнения природной среды, но и на использование отходов производства и высвобождаемых нарушенных территорий с целью создания рекреационных зон на восстановленных территориях и организации отдыха населения в парках, водоемах и других искусственных объектах.

Вследствие этого необходимо создать такие комплексы управленческих решений, реализация которых позволит минимизировать техногенное воздействие на окружающую среду при максимальной прибыли за счет рационального использования земель и образования новых рабочих мест (парки развлечений, торговые комплексы, стадионы и т.д.). Принятие управленческого решения необходимо рассматривать как действие над множеством альтернатив, в результате которого формируется подмножество выбранных альтернатив. Однако выбор альтернатив возможен, если определен способ сравнения альтернатив между собой и определение наиболее предпочтительной [2]. В данном случае в качестве альтернативы рассматриваются варианты технологии по утилизации отходов. Исходя из этого, целевая функция имеет вид:

$$F(Y_t) = \sum_{t=1}^T (U_t + P_{rt} + (P_{dt} + \Delta S_{ot} + \Delta A_t) \cdot Q_{gdt}) \cdot \frac{1}{(1+E)^t} - \sum_{t=1}^T \frac{K_t}{(1+E)^t} \rightarrow \max, \quad (1)$$

где $F(Y_t)$ – целевая функция, руб./т; U_t – предотвращенный экономический ущерб в результате снижения выбросов после реализации проекта, руб.; P_{rt} – прибыль от использования рекреационных зон (парки развлечений, торговые комплексы) в течение t -го периода времени, руб.; P_{dt} – прибыль от реализации дополнительной продукции после реализации проекта в течение t -го периода времени, руб./т; ΔS_{ot} – изменение себестоимости основной выпускаемой продукции после реализации проекта, руб./т.; ΔA_t – изменение амортизационных отчислений после реализации проекта, руб./т.; Q_{gdt} – годовая производительность установки по переработке отходов в течение t -го периода времени, т/год; $1/(1+E)^t$ – коэффициент дисконтирования (α^t); E – ставка дисконтирования, доли ед.; K_t – инвестиции в проект по утилизации отходов и создание рекреационных зон, руб.

Предотвращенный экономический ущерб в результате снижения выбросов после реализации проекта рассчитывается по формуле:

$$U_t = \Delta V_a + \Delta V_v + \Delta V_p + \Delta V_o + \Delta V_w, \quad (2)$$

где ΔV_a , ΔV_v , ΔV_p , ΔV_o , ΔV_w – экономические эффекты в результате снижения концентрации угольной пыли в атмосферном воздухе, взвешенных веществ в воде, отходов в почве, объема накопленных отходов и объема отходов для вывоза на отвал соответственно, руб.

Экономический эффект в результате снижения концентрации угольной пыли в атмосферном воздухе рассчитывается следующим образом:

$$\Delta V_a = V_{ab} \cdot Z_{ab} - V_{ap} \cdot Z_{ap}, \quad (3)$$

где V_{ab} , V_{ap} – концентрация угольной пыли в атмосферном воздухе до и после внедрения соответственно, мг/м³; Z_{ab} , Z_{ap} – нормативные платы за выбросы в атмосферный воздух до и после внедрения соответственно, руб./мг/м³.

Экологические эффекты в результате снижения взвешенных веществ в воде, в почве, объема отходов и вывоз их на отвал рассчитываются аналогичным образом.

Изменение себестоимости продукции после реализации проекта обеспечивается за счет вовлечения отходов в производство, снижения затрат на оплату экологических штрафов (образование, транспортировка и хранение отходов). Помимо традиционных затрат в себестоимость как дополнительной, так и основной продукции включаются затраты на создание рекреационных зон.

Для того, чтобы система процессов утилизации и использования отходов с созданием рекреационных зон была устойчива и не сопровождалась негативными воздействиями на природную среду сформирована система ограничений, состоящая из неравенств:

$$\begin{cases} V_{ab} > V_{ap} \leq V_{an} \\ V_{vb} > V_{vp} \leq V_{vn} \\ V_{pb} > V_{pp} \leq V_{pn} \\ P_{dt} \geq 0 \end{cases}, \quad (4)$$

где V_{an} , V_{vn} , V_{pn} – предельно-допустимые концентрации угольной пыли в атмосферном воздухе, взвешенных веществ в воде отходов в почве соответственно; V_{vb} , V_{vp} – содержание взвешенных веществ в воде до и после внедрения соответственно, мг/л; V_{pb} , V_{pp} – концентрация отходов в почве до и после внедрения соответственно, мг/кг.

Введенные ограничения при внедрении технологии снижают концент-

рацию вредных веществ в воздухе, воде и почве, обеспечивают конкурентоспособность, прибыль за счет реализации дополнительной продукции использования рекреационных зон.

Таким образом, предложенная экономико-математическая модель обеспечивает выбор оптимального варианта принятия управленческих решений, реализация которых позво-

лит снизить негативную деятельность производства, уменьшить себестоимость основной и дополнительной продукции за счет использования отходов и снижения экологических выплат, получить прибыль за счет реализации дополнительной продукции и создания торговых развлекательных комплексов на восстановленных территориях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Образование* отходов производства и потребления по видам экономической деятельности по Российской Федерации [Электронный ресурс] / Федеральная служба государственной статистики. – Режим доступа: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/oxrana/tab1/oxr_otxod1.htm.

2. *Использование* и обезвреживание отходов производства и потребления по видам экономической деятельности по Российской

Федерации [Электронный ресурс] / Федеральная служба государственной статистики. – Режим доступа: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/oxrana/tab1/oxr_otxod2.htm.

3. *Дмитриева О.В., Фрянов В.Н.* Организационно-экономический механизм системы управления социально-экономической деятельностью вуза: монография. – Новокузнецк: изд-во СибГИУ, 2009. – 172 с. **ИВАС**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Шорохова Анна Владимировна – аспирант, e-mail: shoroxova_a@mail.ru,

Дмитриева Ольга Владимировна – кандидат технических наук, доцент, e-mail: dmtov@mail.ru,

Фрянов Виктор Николаевич – доктор технических наук, профессор, e-mail: ol_petrova@mail.ru, Сибирский государственный индустриальный университет.

UDC 658.657 : 622

ECONOMIC-MATHEMATICAL MODEL OF PROCESSES OF UTILIZATION AND USE OF WASTE OF THE COAL ENTERPRISES FOR CREATION OF RECREATIONAL ZONES

Shorokhova A.V., Graduate Student, e-mail: shoroxova_a@mail.ru,

Dmitriyeva O.V., Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor, e-mail: dmtov@mail.ru,

Fryanov V.N., Doctor of Technical Sciences, Professor, e-mail: ol_petrova@mail.ru, Siberian State Industrial University.

The economic-mathematical model of processes of utilization and use of waste with creation of recreational zones is given in the restored territories for the purpose of the organization of rest of the population. For stability of system the system of restrictions is created.

Key words: model, processing, waste, coal enterprises, recreational zones.

REFERENCES

1. Formation of production wastes and consumption by types of economic activity across the Russian Federation, Federal State Statistics Service, available at: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/oxrana/tab1/oxr_otxod1.htm.

2. Use and neutralization of production wastes and consumption by types of economic activity across the Russian Federation. Federal State Statistics Service), available at: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/oxrana/tab1/oxr_otxod2.htm.

3. *Dmitrieva O.V., Fryanov V.N.* *Organizatsionno-ekonomicheskii mekhanizm sistemy upravleniya sotsial'no-ekonomicheskoi deyatel'nost'yu vuza: monografiya* (Organizational and economic mechanism of a control system of social and economic activity of higher education institution: monograph), Novokuznetsk, izd-vo SibGIU, 2009, 172 p.