

Д.М. Турекулова\*, д.э.н., профессор<sup>1</sup>

К.Н. Оразбаева, д.т.н., профессор<sup>1</sup>

М.Н. Ниязов, докторант PhD<sup>1</sup>

А.И. Естурлиева, к.э.н., доцент<sup>2</sup>

Казахский университет экономики, финансов и  
международной торговли<sup>1</sup>

г. Нур-Султан, Казахстан

Каспийский государственный университет  
технологий и инжиниринга им. Ш. Есенова<sup>2</sup>

г. Актау, Казахстан

\* - основной автор (автор для корреспонденции)

e-mail: kulman\_o@mail.ru

### ЭКОНОМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА

*В статье приведены результаты исследования по построению и описанию экономической модели, которая применима для совершенствования государственного управления отходами производства промышленных предприятий. Показано, что для решения задач государственного управления отходами производства промышленных предприятий и потребления с учетом их антропогенных воздействий на окружающую природную среду, можно эффективно применить методы экономико-математического моделирования и оптимизации. Определены основные виды показателей и загрязнения, которые следует учитывать при экономико-экологическом моделировании и оптимизации производства. Проанализированы исследовательские работы, в которых рассмотрены вопросы прогнозирования экономического и экологического состояния экономико-экологических систем. Предложено математическое описание основных показателей экономико-экологической системы. Также в статье сформулированы задачи оптимизации производства по экономическим критериям с учетом экологических требований и нормативов, и предложен подход к ее решению.*

*Предложена универсальная модель, которая может быть использована для целей микроэкономики на уровне любого предприятия, промышленного комплекса, отраслевого выпуска продукции. Кроме того, сформулированная задача оптимизации производства на основе предложенной модели, позволяет оптимизировать производство с учетом экологических критериев и ограничений.*

**Ключевые слова:** экономико-экологическая модель, государственное управление, отходы производства, оптимизация, экономические критерии, экологические критерии, экономико-экологическая система, устойчивое управление, производственная функция, природоемкость.

**Кілт сөздер:** экономикалық және экологиялық модель, мемлекеттік басқару, өндіріс қалдықтары, оңтайландыру, экономикалық критерий, экологиялық критерий, экономикалық және экологиялық жүйе, тұрақты басқару, өндірістік функция, табиғат сыйымдылығы.

**Keywords:** economic and ecological model, public administration, production waste, optimization, economic criterion, ecological criterion, economic and ecological system, sustainable management, production function, environmental intensity.

JEL classification: C 61

**Введение.** При решении задач государственного управления отходами производства и потребления, а также проблем, связанных с антропогенными воздействиями на природную среду, широко применяется метод экономико-математического моделирования. Это связано тем, что в экологических системах возникает множество взаимосвязей, сила и постоянство которых непрерывно меняются. Соответственно прогнозировать и определить изменение состояния эколого-экономической системы на действие конкретных факторов, ее влияние на окружающую среду возможно только на основе сложного анализа существующих в ней количественных взаимоотношений и закономерностей, а также качественной оценки [1].

Для этого необходимо применить методы экономико-математического моделирования процессов определения состояния экономико-экологической системы. В случае адекватности экономико-экологические модели, построенные на основе математических методов, позволяют воспроизводить такие процессы, наблюдение которых в реальности или эксперименте потребовало бы много сил и больших промежутков времени [2].

Эколого-экономические модели разрабатываются на основе математических методов и используются при долгосрочном прогнозировании экономического роста и общей оценки влияния человеческой деятельности на окружающую природную среду.

Целью данной работы является исследование и решение основных вопросов построения экономико-экологических моделей совершенствования государственного управления отходами производства. Для достижения поставленной цели ставятся и решаются следующие задачи исследования:

- определения основных видов показателей и загрязнения, которые учитываются при экономико-экологическом мо-

делировании;

- математическое описание основных показателей экономико-экологической системы;

- формализация задачи оптимизации производства по экономическим критериям при условиях выполнения определенных экологических норм.

При выполнении задач исследования в этой работе используются методы экономического анализа, системного анализа и математические методы.

**Обзор литературы.** Экономико-экологическая система – это ограниченная определенная территорией часть ноосферы, в которой природные, социальные и производственные структуры и процессы связаны взаимно поддерживающими потоками вещества, энергии и информации [3].

Таким образом, эколого-экономическая система состоит из экономической и экологической подсистем, предоставляющие ресурсы обществу.

Следует отметить, что в исследованиях до середины XX века проблемы взаимодействия экономики и экологии обсуждались в основном в ключе ограниченности природных ресурсов, а негативное влияние хозяйственной деятельности на окружающую среду не являлось предметом рассмотрения экономической науки [4].

Не изучались и обратные связи между экологической деградацией и экономическим развитием, состоянием трудовых ресурсов, качеством жизни населения. Лишь в 70-х гг. XX века, в значительной степени благодаря работам Римского клуба было показано, что на современном этапе, на пути дальнейшего экономического развития общества возникли новые лимитирующие факторы, которые можно условно обозначить как «экологические ограничители» экономического роста, отражающие масштабы и последствия негативного воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду [5, 6].

К концу XX века на основе метода системной динамики Дж. Форрестера были построены первые, так называемые «модели мира», направленные на разработку сценариев экономико-экологического развития [7]. Для описания модели изменения экологической ситуации Дж. Форрестер использовал схему построения формализованных моделей нелинейных динамических процессов. Их недостатки заключались в чрезмерно высокой степени обобщения переменных, которые характеризуют процессы. В начале 90-х годов основополагающей и общепризнанной в деятельности международных организаций и многих стран стала концепция устойчивого развития, которая говорит о возможности гармоничного совмещения задач дальнейшего экономического роста и сохранения окружающей среды.

Одной из наиболее популярных является модель Д. Пирса и К. Тернера, которая показывает обратные связи в экономико-экологической системе. Окружающая среда является источником природных ресурсов и экологических благ, а также служит для поглощения и размещения отходов производства и потребления [8].

Первая межотраслевая модель, учитывающая экологический фактор, была разработана В.В. Леонтьевым и Д. Фордом [9]. В.В. Леонтьев представляет межотраслевой баланс как совокупность потоков товаров и услуг, отображаемых в таблице «затраты-выпуск», и характеризующих основные структурные изменения отдельных секторов экономики.

В проанализированных работах недостаточно отражены вопросы совершенствования государственного управления отходами производства на основе экономико-экологической модели. Эти вопросы подробно исследуются в предлагаемом исследовании.

**Основная часть.** В силу возрастания эффекта накопления техногенного воздей-

ствия на окружающую среду практическое решение задач оптимизации, эффективное на короткие периоды времени в микроэкономическом масштабе, приводит к существенным затратам в макроэкономическом плане. И в контексте этой проблемы наряду с энергетическим аспектом наиболее значимым для Казахстана является аспект загрязнений, так как идет выталкивание из экономически развитых стран в развивающиеся страны не только энергоемких технологий, но и производств с большими загрязнениями биосферы.

В настоящее время в Казахстане на системном уровне не налажен отдельный сбор твердо-бытовых отходов (ТБО). Практически весь объем образуемых ТБО размещается на полигонах. Несмотря на ежегодный рост объемов образуемых ТБО, утилизируется и перерабатывается лишь небольшая их часть – до 5% от ежегодно образуемого его объема, а весь остальной объем размещается на полигонах. На территории страны имеются 4586 полигонов ТБО, из них 3983 (86,9%) не отвечают действующим в стране экологическим и санитарным нормам, стандартам работ и технологическим требованиям по складированию и захоронению ТБО (таблица 1).

Анализ существующих проблем полигонов ТБО во всех населенных пунктах показал, что действующая система управления ТБО не соответствует полной мере современным требованиям: размещение полигонов под складирование отходов осуществляется без инженерных и гидрогеологических обоснований; не осуществляется отдельный сбор, отсутствуют предприятия по использованию и переработке компонентов отходов; не проводятся экологический мониторинг в районе полигонов захоронения отходов; не проводится работа по минимизации отходов; не весь объем образованных ТБО поступает на санкционированные свалки, что приводит к образованию несанкционированных сва-

лок. Как известно, одним из эффективного подхода к решению перечисленных вопросов является применение методов экономико-экологического моделирования.

Таблица 1

**Количество полигонов ТБО в разрезе областей по данным 2016 года\***

№ п/п	Регион (область, город)	Количество населенных пунктов	Количество полигонов ТБО				
			всего	узаконены	%	не узаконены	%
1.	Акмолинская	641	502	18	3,5	484	96,5
2.	Актюбинская	410	470	8	1,7	462	98,3
3.	Алматинская	772	462	10	2,2	452	97,8
4.	Атырауская	61	9	9	100	0	-
5.	ВКО	590	476	9	1,9	467	98,1
6.	Жамбылская	375	214	69	32,2	145	67,8
7.	ЗКО	475	467	143	30,6	324	69,4
8.	Карагандинская	317	213	20	9,4	193	90,6
9.	Костанайская	657	461	175	38	286	62
10.	Кызылординская	158	145	3	2	142	98
11.	Мангистауская	17	14	14	100	0	-
12.	Павлодарская	412	316	4	1,2	312	98,8
13.	СКО	719	630	5	0,8	625	99,2
14.	ЮКО	879	205	114	55,6	91	54,4
15.	г. Нур-Султан	1	2	2	100	0	-
16.	г. Алматы	1	0	0	-	0	-
<b>Всего:</b>		<b>6485</b>	<b>4586</b>	<b>603</b>	<b>13,1</b>	<b>3983</b>	<b>86,9</b>

\*Составлена по данным источника [1]

К основным видам загрязнений, которые необходимо учитывать при экономико-экологическом моделировании относятся: отходы производства и потребления; загрязнение атмосферного воздуха; сбросы сточных вод.

При решении любой оптимизационной задачи используются математические модели исследования, при этом под математической моделью понимается уравнение, связывающее параметр оптимизации с факторами на него воздействующими. Для экономико-экологического моделирования рассмотрим любое предприятие, загрязняющее окружающую среду, в качестве «черного ящика». В этом случае предполагается, что выделенная система связана со средой через совокупность входов и вы-

ходов. Выходы модели описывают результаты деятельности системы, а входы – ресурсы и ограничения. Модель в этом случае отражает два важных и существенных ее свойства: целостность и обособленность от среды [10]. Такая модель, несмотря на ее внешнюю простоту и отсутствие сведений о внутренней структуре, оказывается часто полезной и достаточной для практического использования.

Применение математических моделей для прогнозирования целевых индикаторов программ развития страны в рамках парадигмы устойчивого развития территории будет положительно влиять на управленческий процесс в целом, способствовать росту сферы планирования развития РК, повышению качества разработки и

реализации программ развития [11].

Структуру модели экономико-экологической системы можно представить, как на рисунке 1. В приведенной структуре: 1 – предоставление природных ресурсов; 2 – выбросы загрязняющих веществ; 3 – пре-

доставление трудовых ресурсов; 4 – производство продуктов; 5 – обеспечение качества среды обитания; 6 – выбросы отходов; 7 – самовосстановление природной среды; 8 – социальное развитие; 9 – воспроизводство.

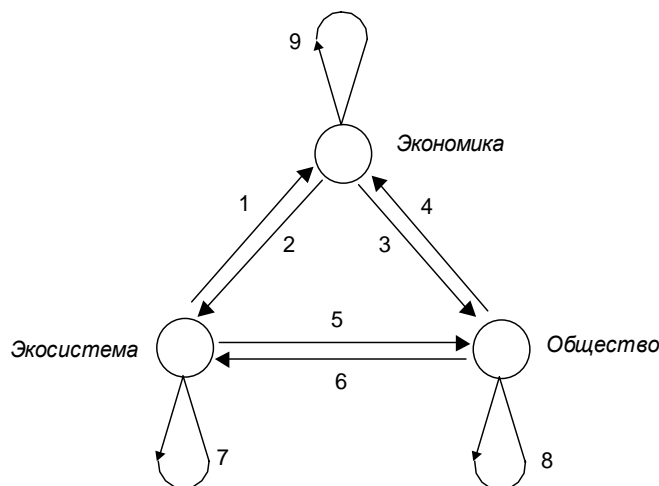


Рисунок 1. Структура, описывающая взаимосвязь между элементами эколого-экономической системы\*

\*Составлен автором по данным источника [4]

В качестве выходных параметров будем рассматривать конечный продукт, изготавливаемый предприятием и эмиссии в окружающую среду. Для оценки эффективности функционирования природно-продуктовой системы используется показатель природоемкости –  $E_N$ , характеризующий тип и уровень экономико-экологического развития. На макроуровне  $E_N$  определяется как затраты используемых природных ресурсов ( $P$ ) на единицу ВВП:

$$E_N = P / \text{ВВП}. \quad (1)$$

Второй тип показателей природоемкости ( $e$ ) определяется затратами природного ресурса  $R_N$  на единицу конечной продукции объема  $V$ , произведенной на основе этого ресурса:

$$e = R_N / V. \quad (2)$$

В качестве такого показателя может служить энергоемкость –  $e$ , представляющая энергетические затраты на единицу конечной продукции.

В статистике широко распространен показатель, обратный коэффициенту природоемкости, – показатель природной ресурсоотдачи –  $\sigma$ .

$$\sigma = V / R_N. \quad (3)$$

Для экстенсивного типа развития экономики, присущего для экономики Казахстана, характерна высокая природоемкость и низкая природная ресурсоотдача. В условиях реформ структурной и инвестиционной политики важнейшая задача государства – минимизация природоемкости или максимизация природной ресурсоотдачи:

$$e \rightarrow \min \text{ или } \sigma \rightarrow \max. \quad (4)$$

Следующим основным показателем экологической системы является устойчивое развитие. Термин «устойчивое развитие» подразумевает: удовлетворение потребностей настоящего времени, не ставящее под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои потребности; учет социальных и экологических факторов; учет долгосрочных последствий принимаемых решений.

Возникла концепция критического природного капитала как необходимых для жизни природных благ, которые невозможно заменить искусственным путем. К ним относятся: ландшафты, редкие виды флоры и фауны, климат и т.д. С учетом критического природного капитала  $N^*$  устойчивое развитие может быть дополнено ограничением на исчерпание во времени этой величины. Для неубывающей во времени производственной функции, аргументами которой являются агрегированные переменные труда  $L$ , капитала  $K$  и природного ресурса  $N$

$$F_t(K, L, N) \leq F_{t+1}(K, L, N) \quad (5)$$

необходимо соблюдение условия неубывания во времени величины критического природного капитала  $N^*$

$$N_t^* \leq N_{t+1}^*, \quad (6)$$

а также условие частичной замены природного капитала  $N$  на искусственный  $N^s$  или невозобновимого ресурса на возобновимый ресурс:

$$N_t = N_t^* + N_t^s. \quad (7)$$

Сформулируем задачу оптимизации производства при условиях выполнения определенных экологических норм:

Пусть  $F(x_1, x_2, \dots, x_n)$  – целевая функция выпуска, характеризующая производство, использующее  $n$  ресурсов. Будем полагать, что имеется  $m$  видов загрязнения от данного производства, которые заданы матрицей интенсивностей загрязнений:

$$c_p = \|c_{ij}\|, \quad i=1,2, \dots, m; \quad j=1,2, \dots, n, \quad (8)$$

где  $c_{ij} > 0$  – количество  $j$ -го загрязнения, продуцируемое при использовании единицы  $i$ -го ресурса. Тогда вектор загрязнений  $w$  определяется формулой

$$w^{-T} = C_p \bar{x}^T \quad \text{или} \quad (9)$$

$$w_k = \sum_{j=1}^n c_{kj} x_j, \quad k=1,2,3,\dots,m$$

где  $\bar{x}$  – вектор-строка используемых ресурсов.

Введем матрицу  $A$  коэффициентов ограничений на ресурсы, и вектор ограничений  $\bar{b}$ , определяемый возможностями производства. В рассмотрение необходимо ввести также вектор экологических нормативов  $w^*$  – допустимых отходов по каждому виду загрязнения. Эти нормативы обычно устанавливаются по существующим нормам ПДК (предельно допустимых концентраций).

Тогда задача оптимизации выпуска продукции формулируется следующим образом – найти максимум функции:

$$F(x_1, x_2, \dots, x_n) = F(\bar{x}) \rightarrow \max \quad (10)$$

на допустимом множестве:

$$\begin{cases} \bar{x} \geq \bar{0}, \quad \bar{z} \geq 0, \\ A\bar{x}^T \leq \bar{b}^T, \\ \bar{w} \leq \bar{w}^*. \end{cases} \quad (11)$$

Приведенная постановка задачи оптимизации производства при условии соблюдения экологических норм соответствует устойчивому развитию и может быть решена известными методами решения задач оптимизации.

В отличие от традиционных оптимизационных моделей, допустимое множество которых формируется только двумя первыми производственными соотношениями (11), эта модель включает еще и ограничение на «чистоту производства». Для соблюдения последнего условия в (11), ко-

торое имеет вид ограничения по каждому типу загрязнения:

$$\sum_{j=1}^n c_{kj} x_j \leq w_k^*, k = 1, 2, \dots, m, \quad (12)$$

т.е. необходимо делать выбор в сторону более совершенных технологий или заменять «грязные» ресурсы на более чистые. В противном случае из-за ограничений (12) допустимые объемы используемых ресурсов  $\bar{x}$  могут оказаться столь незначительными, что нельзя будет обеспечить экономически приемлемый объем выпуска продукции.

Модель (10) - (11) относится к области макроэкономики, когда выпуск можно отождествить с ВВП страны или с валовой продукцией региона. Тогда условие (12) является управлением технологической политики.

Для микроэкономики на уровне отдельного производства эта модель не будет работать, поскольку производитель заинтересован прежде всего в достижении наибольшего выпуска (11), а вопрос о соблюдении экологических норм (12) остается для него второстепенным так как это требование никак не отражено в целевой функции. Для учета экологического фактора и микроэкономике необходимо перейти к стоимостным выражениям в целевой функции и оплате превышения норм загрязнения. Пусть  $p$  – агрегированная цена производимой продукции, а компоненты вектора

$$z = (z_1, z_2, \dots, z_m) \quad (13)$$

означают расходы на устранение загрязнений в случае превышения соответствующих норм (при нарушении третьего условия в (11)). Тогда функция дохода от выпуска продукции  $F(\bar{x})$  имеет вид:

$$P = pF(\bar{x}) - \bar{z}\bar{\delta}, \quad (14)$$

где  $\bar{\delta}$  – вектор «включений» платежей за загрязнения

$$\delta_j = \begin{cases} 0, & w_j \leq w_j^*, \\ 1, & w_j > w_j^*. \end{cases} j = 1, 2, \dots, m, \quad (15)$$

$\bar{w}$  – вектор загрязнений, определяемый формулами (9) и (8),  $w_j^*$  – компоненты вектора предельно допустимых загрязнений

$$\bar{w}^* = (w_1^*, w_2^*, \dots, w_m^*). \quad (16)$$

Для простоты принимается, что платежи за загрязнение окружающей среды включены в оплату за природопользование – т.е. второй член в функции дохода со знаком минус – это оплата сверхнормативной нагрузки на окружающую среду. В этом случае (14) можно рассматривать как производственную функцию, аргументами которой являются ресурсы  $\bar{x}$ , загрязнения  $w$ , предельно допустимые нормы  $w$  и платежи за загрязнение окружающей среды  $\bar{z}$ .

Таким образом, модель оптимизации дохода от выпуска продукции с использованием вектора ресурсов  $\bar{x}$  при технологии, характеризуемой производственной функцией  $F$ , имеет вид:

$$\begin{cases} \bar{x} \geq \bar{0}, \\ A\bar{x}^T \leq \bar{b}^T \end{cases} \quad (17)$$

найти максимум функции (14), (15), (13) на допустимом множестве решений при заданном ограничении  $\bar{w}^* = (w_1^*, w_2^*, \dots, w_m^*)$ .

В этой модели присутствуют как возможности самого производства (заданы матрица  $A$  коэффициентов ограничений и вектор  $\bar{b}$  ограничений на ресурсы), так и нормативы технологического воздействия на окружающую среду и расходы на ликвидацию последствий их превышения (векторы  $z$  и  $w$ ). Непосредственно из нее видно, что при «жестком» экологическом законодательстве производитель вынужден будет применять более совершенные технологии с целью снижения удельных технологических отходов – коэффициентов матрицы  $C_p$  в (8). Именно так обстоит дело в странах с развитой экономикой.

**Выводы.** Основная идея статьи заключается в совершенствовании процесса государственного управления отходами производства с применением экономико-эколо-

гических моделей. В результате проведенных исследований получена модель оптимизации производства с учетом экономических и экологических критериев. Новизна полученных результатов в том, что построена модель, относящая к области макроэкономики, а приведенные задачи оптимизации производства на основе этой модели, позволяют оптимизировать производство с учетом экологических требований и нормативов. В работе получены следующие основные результаты:

- определены основные виды показателей и загрязнения, учитываемых при экономико-экологическом моделировании;
- основных показателей экономико-

экологической системы;

- формализована задача оптимизации производства по экономическим критериям при выполнении экологических норм и предложен подход к ее решению.

Таким образом, поставленная цель работы достигнута, а все задачи исследования решены. Полученные результаты могут быть использованы на практике для эффективного решения задачи оптимизации производства по экономическим критериям соблюдая экологические требования.

Статья подготовлена по результатам исследований по гранту №АР08857332 Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Интымакова А.Т. Моделирование процессов государственного управления в сфере охраны окружающей среды (на примере управления охраной окружающей среды. Диссертация на соискание степени доктора PhD по спец. «Государственное и местное управление». – Астана, 2016. – 115 с.
2. Kornilov A.M., Pazyuk K.T. Economic and mathematical modeling of solid waste recycling and the use of secondary material raw materials // Economics. – 2018. – Vol. 47. – № 2. – P. 33-47.
3. Липенков А.Д. Моделирование эколого-экономических систем: Учеб. пособие / А.Д. Липенков. – Челябинск: Челяб. гос. ун-т, 2015. – 157 с.
4. Гурмана В.И. Моделирование социо-эколого-экономической системы региона: Монография / В.И. Гурман, Е.В. Рюмин. – М.: Наука, 2011. – 237 с.
5. Большаков А.С. Моделирование в менеджменте: Учеб. пособие / А.С. Большаков. – М.: МГУ, 2018. – 470 с.
6. Goncharov V.V. Management within the main phases of the management cycle // Production Planning & Management. – 2018. – Vol. 18. – № 3. – P. 33-49.
7. Неуймин Я.Г. Модели в науке и технике. Теория и практика: Моногр. Я.Г. Неуймин, А.В. Кузнецов. – СПб: СПГУ, 2015. – 215 с.
8. Друкер П.Ф. Задачи менеджмента в XXI веке: Учеб. пособие / П.Ф. Друкер. – М.: Высшая школа, 2016. – 547 с.
9. Болтянский В.Г. Математические методы оптимального управления: Учеб. пособие / В.Г. Болтянский. – М.: КНОРУС, 2014. – 210 с.
10. Шелобаев С.И. Экономико-математические методы и модели: Учеб. пособие / С.И. Шелобаев. Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2015. – 285 с.
11. Емелина Н.К., Курманалина А.Қ., Қалқабаева Г.М., Құдайбергенова С.Қ. Қазақстан Республикасының тұрақты дамуын үлгілеу және болжамдау // Қазақ экономика, қаржы және халықаралық сауда университетінің жаршысы. – 2020. – № 2(39). – 68-74 б.



REFERENCES

1. Intymakova A.T. Modelirovaniye protsessov gosudarstvennogo upravleniya v sfere okhrany okruzhayushchey sredy (na primere upravleniya okhranoy okruzhayushchey sredy) . Dissertatsiya na soiskaniye stepeni doktora PhD po spetsial'nosti «Gosudarstvennoye i mestnoye upravleniye. – Astana, 2016. – 115 s. [in Russian].
2. Kornilov, A. Pazyuk, K. Economic and mathematical modeling of solid waste recycling and the use of secondary material raw materials // Economics. – 2018. – Vol. 47. – № 2. – P. 33-47.
3. Lipenkov A.D. Modelirovaniye ekologo-ekonomicheskikh sistem: Ucheb. posobiye [Modeling of ecological and economic systems: Training manual] / A.D. Lipenkov. – Chelyabinsk: Chelyab. gos. univer, 2015. – 157 s. [in Russian].
4. Gurmana V.I. Modelirovaniye sotsio-ekologo-ekonomicheskoy sistemy regiona: Monografiya [Modeling the socio-ecological-economic system of the region: Monograph] / V.I. Gurmana, Ye. V. Ryumina. – M.: Nauka, 2011. – 237 s. [in Russian].
5. Bol'shakov A.S. Modelirovaniye v menedzhmente: Ucheb. pos. [Modeling in management: Training manual] / A.S. Bol'shakov. – M.: MGU, 2018. – 470 s. [in Russian].
6. Goncharov, V. Management within the main phases of the management cycle // Production Planning & Management. – 2018. – Vol. 18. – № 3. – P. 33-49.
7. Neuymin YA.G. Modeli v nauke i tekhnike. Teoriya i praktika: Monografiya [Models in Science and Technology. Theory and practice: Monograph]. YA.G. Neuymin, A.V. Kuznetsov. – SPb: SPGU, 2015. – 215 s. [in Russian].
8. Druker P.F. Zadachi menedzhmenta v XXI veke: Ucheb. pos. [Management tasks in the XXI century: Training manual] / P.F. Druker. – M.: Vysshaya shkola, 2016. – 547 s. [in Russian].
9. Boltyanskiy V.G. Matematicheskiye metody optimal'nogo upravleniya: Ucheb. pos. [Mathematical methods of optimal control: Training manual] / V.G. Boltyanskiy. – M.: KNORUS, 2014. – 210 s. [in Russian].
10. Shelobayev S.I. Ekonomiko-matematicheskiye metody i modeli: Ucheb. posobiye [Economic and mathematical methods and models: Training manual] / S.I. Shelobayev. Izd. 2-ye, pererab. i dop. – M.: YUNITI-DANA, 2015. – 285 s. [in Russian].
11. Emelina N.K., Kurmanalina A.Қ., Қалқабаяева G.M., Құдайбергенова S.Қ. Қазақстан Республикасының тұрақты дамуын үлгілеу және болжамдау. – Қазақ экономика, қарзһу және халықаралық сауда университетінің жаршысы. – 2020. – № 2(39). – 68-74 б. [in Kazakh].

Д.М. Турекулова, К.Н. Оразбаева, М.Н. Ниязов, А.И. Естурлиева

ӨНДІРІС ҚАЛДЫҚТАРЫН МЕМЛЕКЕТТІК БАСҚАРУДЫ  
ЖЕТІЛДІРУДІҢ ЭКОНОМИКАЛЫҚ МОДЕЛІ

Аңдатпа

Мақалада өндірістік қалдықтарды мемлекеттік басқаруды жетілдіруге қолданылатын экономикалық модельді құру және сипаттау бойынша зерттеу нәтижелері келтірілген. Экономикалық және экологиялық модельдеу мен өндірісті оңтайландыру кезінде ескеру қажет негізгі көрсеткіштер мен ластану түрлері анықталды. Экономикалық және экологиялық жүйелердің экономикалық және экологиялық жағдайын болжау мәселелері қарастырылған зерттеу жұмыстарына талдау жасалды. Экономикалық және экологиялық жүйенің негізгі көрсеткіштерінің математикалық сипаттамасы ұсынылған. Сондай-ақ мақалада экологиялық талаптар мен стандарттарды ескере оты-

рып, өндірісті экономикалық критерийлер бойынша оңтайландыру міндеті тұжырымдалған және оны шешу тәсілдемесі ұсынылған.

Микроэкономика мақсаттары үшін кез келген кәсіпорын, өндірістік кешен және өнеркәсіптік өнім деңгейінде қолдануға болатын әмбебап модель ұсынылған. Басқа белгілі модельдерден алынған нәтижелердің жаңалығы мен ерекшелігі – құрастырылған модельді макроэкономика саласында да қолдануға болады. Сонымен қатар әзірленген модельге негізделген өндірісті оңтайландыру проблемасы экологиялық критерийлер мен шектеулерді ескере отырып, өндірісті оңтайландыруға мүмкіндік береді.

**D. Turekulova, K. Orazbayeva M. Niyazov, A. Yesturliyeva**

**ECONOMIC MODEL FOR IMPROVING THE STATE MANAGEMENT  
OF PRODUCTION WASTE**

**Annotation**

The article presents the results of a study on the construction and description of an economic model that is applicable to improve the state management of industrial waste. The main types of indicators and pollution that should be taken into account in economic and environmental modeling and production optimization have been determined. Analyzed research works in which the issues of forecasting the economic and ecological state of economic and ecological systems are considered. A mathematical description of the main indicators of the economic and ecological system is proposed. Also, the article formulates the task of optimizing production according to economic criteria, taking into account environmental requirements and standards, and an approach to its solution is proposed.

A universal model is proposed that can be used for the purposes of microeconomics at the level of any enterprise, industrial complex, and industrial output. The novelty and originality of the results obtained from other well-known models is that the constructed model is applicable in the field of macroeconomics. In addition, the formulated production optimization problem based on this proposed model allows production to be optimized taking into account environmental criteria and restrictions.

