

МЕЖОТРАСЛЕВОЙ АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ СТРУКТУРЫ ЭКОНОМИКИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ *

В. ЛЕОНТЬЕВ, Д. ФОРД

(США)

1. МЕЖОТРАСЛЕВАЯ МОДЕЛЬ

Загрязнение представляет собой побочный результат всякой экономической деятельности. В любой из своих многочисленных форм оно имеет определенную связь с каким-либо конкретным процессом производства или потребления: например, количество попадающей в воздух окиси углерода зависит от количества топлива, сгорающего в автомобильных двигателях различных видов; размеры стока загрязненных вод в реки и озера непосредственно связаны с объемом производства сталелитейной, бумажной, текстильной и других отраслей промышленности, потребляющих много воды. Количество загрязненной воды зависит от состояния технологии данной отрасли.

Межотраслевой анализ описывает и выражает объем продукции каждой отрасли хозяйства данной страны с помощью его взаимосвязей с уровнем активности во всех других отраслях. Более сложные варианты межотраслевого анализа — динамические и межрайонные — позволяют объяснить пространственное распределение производства и потребления различных товаров и услуг, а также рост их производства или, быть может, снижение его во времени.

Нежелательные побочные продукты (так же, как и некоторые ценные, но неоплачиваемые затраты природных ресурсов) нередко не замечают и слишком часто не учитывают. Они непосредственно соединены с сетью физических взаимосвязей, от которой зависит повседневное функционирование экономической системы. Структурные коэффициенты, аналогичные тем, которые используются для обычной характеристики отраслевой структуры производящих и потребляющих отраслей, можно применить и для описания технических соотношений между производством желательных и нежелательных продуктов. Фактически их можно описывать и анализировать как одну из частей этой системы.

* Эта статья была представлена в качестве доклада на Международном симпозиуме по проблемам разрушения природной среды в современном мире, который был проведен в марте 1970 г. в Токио Комитетом по вопросам разрушения природной среды Международного совета общественных наук. Используемые в статье расчеты запрограммировали и выполнили Питер Петри и Эд Уолф, научные сотрудники Проекта по экономическим исследованиям Гарвардского университета. Приносим искреннюю благодарность за их неоценимую помощь.

От редакции. Данная статья дополнена полученными редакцией от автора материалами относительно эмпирических результатов расчетов по модели (раздел 2 статьи). В связи с этим незначительно изменено расположение материала и исключен повторяющийся текст в начале раздела 2. Из-за недостатка места исключено также приложение 1 — список корреспондирующих отраслей 90- и 370-отраслевой классификации.

Цель этой статьи состоит в том, чтобы, во-первых, объяснить способы включения таких «внешних обстоятельств» в обычную систему межотраслевых связей страны и, во-вторых, продемонстрировать, что такое включение требует, помимо обычных для межотраслевого анализа расчетов, конкретных ответов на некоторые принципиально важные вопросы, которые следует выдвинуть и разрешить прежде, чем браться за практическое устранение нежелательного влияния современной технологии и неконтролируемого экономического роста.

Предполагая, что читатель знаком с основными теоретическими положениями статического межотраслевого анализа, используем в последующем изложении числовые примеры и элементарные уравнения из главы 7 книги «Экономика межотраслевых связей» [1].

Рассмотрим в качестве простого примера экономику, состоящую из двух производящих секторов — например, сельского хозяйства и обрабатывающей промышленности, а также домашних хозяйств. Каждая из двух отраслей сама потребляет некоторую часть своего годового продукта, какое-то количество поставляет другой отрасли, а остальное идет конечным потребителям — в данном примере — в домашние хозяйства. Эти межотраслевые потоки можно представить в виде обычной таблицы затрат-выпуск.

Таблица 1

**«Затраты-выпуск» национальной экономики
(в физических единицах)**

Производящие отрасли	Потребляющие отрасли			
	Отрасль 1. Сельское хозяйство	Отрасль 2. Обрабатывающая промышленность	Конечный спрос. Домашние хозяйства	Валовой выпуск
Отрасль 1. Сельское хозяйство	25	20	55	100 бушелей пшеницы
Отрасль 2. Обрабатывающая промышленность	14	6	30	50 ярдов ткани

Таблица 2

Затраты на единицу выпуска продукции

Производящие отрасли	Потребляющие отрасли	
	Отрасль 1. Сельское хозяйство	Отрасль 2. Обрабатывающая промышленность
Отрасль 1. Сельское хозяйство	0,25	0,40
Отрасль 2. Обрабатывающая промышленность	0,14	0,12

Размеры валового выпуска обеих отраслей и двух видов затрат в каждой из них зависят от: 1) объемов конечного потребления продукции сельского хозяйства и обрабатывающей промышленности и 2) затрат этих двух отраслей, которые определяются характером их технологий.

В нашем примере для производства 1 бушеля пшеницы сельское хозяйство должно затратить 0,25 (25/100) единицы сельскохозяйственной продукции и 0,14 (14/100) единицы продукции обрабатывающей промышленности. В обрабатывающей промышленности производство 1 ярда ткани требует затрат 0,40 (20/50) единицы сельскохозяйственной продукции и 0,12 (6/50) единицы продукции обрабатывающей промышленности. Затраты продукции обеих производящих отраслей сжато можно представить в форме таблицы, представляющей структурную матрицу экономики. Числа первого столбца — технологические коэффициенты затрат сельского хозяйства, а числа второго — коэффициенты затрат обрабатывающей промышленности.

1. Технологические коэффициенты позволяют определить общий годовой объем продукции сельского хозяйства и обрабатывающей промышленности, необходимый для удовлетворения не только спроса конечных потребителей, в данном случае домашних хозяйств, но и промежуточного спроса, в свою очередь, зависящего от объема выпуска в каждой из двух производящих отраслей. Эти цепочки связей отражены в следующих двух уравнениях: $X_1 - 0,25 X_1 - 0,40 X_2 = Y_1$; $X_2 - 0,12 X_2 - 0,14 X_1 = Y_2$ или в преобразованном виде

$$\begin{aligned} 0,75X_1 - 0,40X_2 &= Y_1, \\ -0,14X_1 + 0,88X_2 &= Y_2, \end{aligned} \quad (1)$$

где X_1 и X_2 — неизвестные валовые объемы продукции сельского хозяйства и обрабатывающей промышленности; Y_1 и Y_2 — заданные объемы конечного потребления продукции сельского хозяйства и обрабатывающей промышленности.

Эти два линейных уравнения с двумя неизвестными имеют очевидное решение для X_1 и X_2 , выражаемых через Y_1 и Y_2 . Решение для обоих неизвестных в общем виде таково

$$\begin{aligned} X_1 &= 1,457Y_1 + 0,662Y_2, \\ X_2 &= 0,232Y_1 + 1,242Y_2. \end{aligned} \quad (2)$$

Задав в правой части уравнений величины Y_1 и Y_2 , можно рассчитать значения X_1 и X_2 . В частности, для условий, заданных в табл. 1, $Y_1 = 55$ и $Y_2 = 30$. Выполнив необходимые действия умножения и сложения, можно определить значения X_1 и X_2 , соответствующие общему выпуску сельскохозяйственной продукции (100 бушелей) и продукции обрабатывающей промышленности (50 ярдов), как показано в табл. 1.

Матрица — квадратная таблица чисел, содержащихся в правой части уравнения (2)

$$\begin{array}{cc} 1,457 & 0,662 \\ 0,232 & 1,242, \end{array} \quad (3)$$

называется «обратной по отношению к матрице

$$\begin{array}{cc} 0,75 & -0,40 \\ -0,14 & 0,88, \end{array} \quad (4)$$

в которой имеются константы левой части первоначальных уравнений (1).

Любое изменение технологии в сельском хозяйстве или обрабатывающей промышленности, т. е. в любом из четырех коэффициентов затрат табл. 2, повлечет за собой соответствующее изменение в структурной матрице (4)

и, соответственно, в обратной матрице (3). Если между валовым выпуском и затратами обоих видов продуктов необходим баланс, то валовые выпуски сельского хозяйства X_1 и обрабатывающей промышленности X_2 должны изменяться даже при неизменных Y_1 и Y_2 — конечном спросе на их продукцию. Пользуясь все тем же общим решением (2), можно определить изменения X_1 и X_2 в случае изменения конечного спроса Y_1 и Y_2 при той же технологии.

При решении реальных экономических проблем одновременно принимается во внимание как воздействие изменений в технологии, так и предполагаемые изменения в размерах конечного спроса. В таких расчетах используются такие же методы анализа, хотя структурные матрицы рассчитываются не на две отрасли, а на несколько сотен. Чтобы не усложнять словесную аргументацию и числовые примеры, не будем учитывать загрязнение, создаваемое домашними хозяйствами и другими конечными потребителями. В приложении 1 описан способ учета в количественном описании и численном решении системы затраты-выпуск того загрязнения, которое наряду с производством возникает и в конечном потреблении.

Ранее отмечалось, что загрязнение и остальные — нежелательные и желательные — побочные результаты процессов производства и потребления следует рассматривать, исходя из практических соображений как одну из частей экономической системы.

Количественная взаимосвязь между любым видом побочного выпуска или затрат и порождающим его одним или несколькими видами обычной экономической деятельности можно описать посредством технологического коэффициента, и все эти коэффициенты следует включить в матрицу структуры рассматриваемой экономики. Например, предположим, что технология обрабатывающей промышленности обуславливает выброс в воздух 0,20 г загрязняющих веществ в твердом состоянии в расчете на 1 ярд произведенной ткани. Сельское хозяйство добавляет еще 0,50 г на единицу продукции (т. е. на 1 бушель пшеницы). Обозначив неизвестный общий объем этого выпуска отходов $\bar{X}_3$, добавим третье уравнение к двум первоначальным уравнениям выпуска (1)

$$\begin{aligned} 0,75X_1 - 0,40X_2 &= Y_1, \\ -0,14X_1 + 0,88X_2 &= Y_2, \\ 0,50X_1 + 0,20X_2 - \bar{X}_3 &= 0. \end{aligned} \quad (5)$$

В последнем уравнении первый член выражает размеры загрязнения, создаваемого сельским хозяйством и зависящего от объема его продукции X_1 ; точно также, второй член выражает загрязнение, создаваемое обрабатывающей промышленностью в зависимости от X_2 ; уравнение же в целом просто констатирует, что общий объем какого-то вида загрязнения во всем хозяйстве равен сумме загрязнения от работы всех отраслей.

Зная конечный спрос на продукцию сельского хозяйства Y_1 и обрабатывающей промышленности Y_2 , можно решить систему трех уравнений, определив не только валовые выпуски X_1 и X_2 , но и общий объем нежелательного загрязнения.

Коэффициенты левой части расширенной системы затраты-выпуск (5) формируют матрицу

$$\begin{array}{ccc} 0,75 & -0,40 & 0 \\ -0,14 & 0,88 & 0 \\ 0,50 & 0,20 & -1. \end{array} \quad (5a)$$

Общее решение системы (5) по форме аналогично общему решению (2) системы (1), но оно будет содержать три, а не два уравнения, и в «обратной» матрице структуры в правой части будет три столбца и три строки. Не обращая расширенную матрицу структуры, можно получить решение в два этапа. Во-первых, определим валовой выпуск сельского хозяйства X_1 и обрабатывающей промышленности X_2 , нужный для удовлетворения любых сочетаний конечного спроса Y_1 и Y_2 . Для этого используем обратную матрицу (4), полученную из исходной меньшей системы уравнений. Во-вторых, в последнее уравнение системы (5) подставим полученные значения X_1 и X_2 , что позволит определить соответствующий «выпуск» загрязняющих веществ.

Пусть конечный спрос на продукцию сельского хозяйства и обрабатывающей промышленности равен соответственно $Y_1 = 55$ и $Y_2 = 30$, как это следует из табл. 1. Подставив эти числа в правую часть системы (5) и пользуясь общим решением (2) первых двух уравнений, получаем $X_1 = 100$ и $X_2 = 50$. Как и следовало ожидать, эти результаты идентичны соответствующим цифрам валового выпуска в табл. 1. Из третьего уравнения системы (5) следует, что $\bar{X}_3 = 60$. Таков общий объем загрязнения, производимого обеими отраслями.

Аналогичный расчет для $Y_1 = 55$ и $Y_2 = 0$, а затем для $Y_1 = 0$ и $Y_2 = 30$ показывает, что из 60 г загрязнителя 42,62 г связаны с производством продукции обеих отраслей, прямо и косвенно обеспечивающей 55 бушелей пшеницы для потребления в домашних хозяйствах, а 17,38 г загрязнителя таким же образом связаны с поставкой конечным потребителям 30 ярдов ткани. При уменьшении конечного спроса на ткани с 30 до 15 ярдов выпуск загрязняющих веществ сократился бы с 17,38 г до 8,69 г.

2. Прежде чем продолжать анализ, включим в явном виде потоки произведенных загрязненных веществ в исходную табл. 1.

Цифры последней строки табл. 3 указывают, что в сельском хозяйстве было произведено 50 г загрязняющих веществ (0,5 г на 1 бушель пшеницы). Умножив коэффициент выпуска отходов обрабатывающей промышленности на ее валовой выпуск, получим, что из общего объема произведенного загрязнения (60 г) на эту отрасль приходится 10 г.

Обычно экономическая статистика имеет дело с производством и потреблением товаров и услуг, обладающих какой-то положительной рыночной стоимостью в нашей экономике. Именно поэтому в обычных таблицах «затраты-выпуск» учтено производство и потребление, например ДДТ, и не учтено потребление и производство окиси углерода в двигателях внутреннего сгорания. Такого рода «внерыночные» связи не находят отражения в бухгалтерии общественных организаций и частных фирм, которая является основным источником обычной экономической информации, а потому для определения их величины приходится прибегать к косвенным оценкам на основе тщательного анализа соответствующих технологических соотношений. Однако, как только мы переходим от объяснения и измерения загрязнения к мерам борьбы с ним, сразу же возникает проблема определения издержек и цен.

3. В обычной таблице «затраты-выпуск», составленной для страны или района, есть строка, содержащая «добавленную стоимость». Она отражает в стоимостной форме зарплату, амортизационные расходы, выплаты прибыли, налоги и другие виды издержек, которые несет каждая отрасль производства, помимо оплаты поставок продукции из других производящих отраслей. «Добавленная стоимость» складывается из издержек на рабочую силу, капитал и другие так называемые первичные факторы производства и зависит от физического объема этих затрат и от цен на них.

Таблица 3

**«Затраты-выпуск» для национальной экономики с учетом
производства загрязняющих веществ
(в физических единицах)**

Производящие отрасли	Потребляющие отрасли			
	Отрасль 1. Сельское хозяйство	Отрасль 2. Обрабатывающая промышленность	Домашние хозяйства	Валовой выпуск
Отрасль 1. Сельское хозяйство	25	20	55	100 бушелей пшеницы
Отрасль 2. Обрабатывающая промышленность	14	6	30	50 ярдов ткани
Отрасль 3. Загрязнение воздуха	50	10		60 г отходов

Таблица 4

**«Затраты-выпуск» с учетом затрат труда
(в физических и стоимостных единицах)**

Производящие отрасли	Потребляющие отрасли			
	Отрасль 1. Сельское хозяйство	Отрасль 2. Обрабатывающая промышленность	Домашние хозяйства	Валовой выпуск
Отрасль 1. Сельское хозяйство	25	20	55	100 бушелей пшеницы
Отрасль 2. Обрабатывающая промышленность	14	6	30	50 ярдов ткани
Затраты труда (добавленная стоимость)	80 (80 долл.)	180 (180 долл.)		260 человеко-лет (260 долл.)

Так, например, затраты отрасли на зарплату равны произведению числа отработанных в отрасли человеко-лет на ставку зарплаты за один человеко-год.

В табл. 4 исходная таблица «затраты-выпуск» расширена за счет включения строки затраты (общего числа занятых). Соответственно, табл. 2, содержащую коэффициенты затрат, можно расширить, включив коэффициенты трудовых затрат обеих отраслей, выраженные как в человеко-часах, так и в стоимостных единицах.

Ранее было показано, что с помощью общего решения исходной системы «затраты-выпуск» (2) можно определить валовые выпуски продукции сельского хозяйства и обрабатывающей промышленности (X_1 и X_2), нужные для удовлетворения конечного спроса домашних хозяйств на любое заданное сочетание этих продуктов. Соответствующие затраты труда можно получить, умножив коэффициенты трудовых затрат (k_1 и k_2) на валовые выпуски продукции отраслей. Сумма затрат труда в обеих отраслях равна затратам труда в экономике в целом

$$L = k_1 X_1 + k_2 X_2. \quad (6)$$

Исходя из того, что ставка зарплаты составляет 1 долл./час, определим оплату первичных затрат на единицу валового выпуска. Она составляет 0,80 долл. в сельском хозяйстве и 3,60 долл. в обрабатывающей промышленности (см. табл. 5).

Таблица 5

Затраты на единицу выпуска продукции (включая затраты труда или добавленную стоимость)

Производящие отрасли	Потребляющие отрасли	
	Отрасль 1. Сельское хозяйство	Отрасль 2. Обрабатывающая промышленность
Отрасль 1. Сельское хозяйство	0,25	0,40
Отрасль 2. Обрабатывающая промышленность	0,14	0,12
Первичные затраты: труд в чел./часах и в долларах (при ставке 1 долл./час)	0,80 (0,80 долл.)	3,60 (3,60 долл.)

Таблица 6

Матрица структуры национальной экономики с учетом выпуска загрязняющих веществ и коэффициентов затрат на борьбу с загрязнением

Производящие отрасли	Потребляющие отрасли		
	Отрасль 1. Сельское хозяйство	Отрасль 2. Обрабатывающая промышленность	Предотвращение загрязнения
Отрасль 1. Сельское хозяйство	0,25	0,40	0
Отрасль 2. Обрабатывающая промышленность	0,14	0,12	0,20
Отходы (выпуск)	0,50	0,20	
Труд (добавленная стоимость)	0,80 (0,80 долл.)	3,60 (3,60 долл.)	2,00 2,00

Поэтому цены одного бушеля пшеницы (p_1) и одного ярда ткани (p_2) должны быть такими, чтобы «добавленная стоимость» в сельском хозяйстве составляла $v_1 = 0,80$ и в обрабатывающей промышленности $v_2 = 3,60$ на единицу выпуска продукции этих отраслей после оплаты всех затрат, каких требует «рецепт» изготовления продукции каждой отрасли: $p_1 - 0,25 p_1 - 0,14 p_2 = v_1$, $p_2 - 0,12 p_2 - 0,40 p_1 = v_2$, или после преобразований

$$\begin{aligned} 0,75 p_1 - 0,14 p_2 &= v_1, \\ -0,40 p_1 + 0,88 p_2 &= v_2. \end{aligned} \quad (7)$$

«Общее решение» этих двух уравнений позволяет определить p_1 и p_2 при любом сочетании добавленных стоимостей v_1 и v_2

$$\begin{aligned} p_1 + 1,457 v_1 + 0,232 v_2, \\ p_2 = 0,662 v_1 + 1,242 v_2, \end{aligned} \quad (8)$$

где $v_1 = 0,80$ долл. и $v_2 = 3,60$ долл., как уже известно, и $p_1 = 2,00$ долл., $p_2 = 5,00$ долл. Умножив физические объемы пшеницы и ткани в 1 и 2 строках табл. 4 на цены этих продуктов, можно перейти к обычной таблице «затраты-выпуск», где все взаимосвязи выражены в стоимостной форме.

В описанной выше открытой системе «затраты-выпуск» уменьшение или увеличение выпуска загрязняющих веществ можно объяснить изменениями конечного спроса на определенные товары и услуги, изменениями в технической структуре одной или более отраслей экономики или сочетанием обеих этих причин.

Экономист не может изобрести новую технологию, но может объяснить или даже предугадать воздействие любого изменения в технологии на масштабы загрязнения (так же, как и на производство всех других товаров и услуг). Можно определить также эффект такого изменения на отраслевой, а следовательно, и общий спрос на «первичный фактор производства». Более того, зная коэффициенты «добавленной стоимости», можно оценить влияние этого изменения на цены различных товаров и услуг.

Приведенные выше пояснения подкрепим примером, иллюстрирующим постановку любого из этих вопросов и получение ответа на него в рамках межотраслевого анализа. Рассмотрим простое двухсекторное хозяйство, исходное состояние и структура которого описаны в табл. 3, 4, 5 и 6. Предположим, что введен процесс, позволяющий избежать загрязнения воздуха, и затраты на его введение составляют 2 человеко-года труда (или 2,00 долл. добавленной стоимости) и 0,20 ярдов ткани на 1 грамм отходов, который в противном случае был бы выпущен в атмосферу сельским хозяйством или обрабатывающей промышленностью.

Коэффициенты затрат в сочетании с этой дополнительной информацией образовали более сложную матрицу структуры национальной экономики.

С помощью приводимых ниже четырех уравнений можно описать межотраслевой баланс экономики

$$\begin{aligned} 0,75 X_1 - 0,40 X_2 &= Y_1 \quad (\text{пшеница}), \\ -0,14 X_2 + 0,88 X_2 - 0,20 X_3 &= Y_2 \quad (\text{хлопчатобумажная ткань}), \\ 0,50 X_1 + 0,20 X_2 - X_3 &= Y_3 \quad (\text{отходы}), \\ -0,80 X_1 - 3,60 X_2 - 2,00 X_3 &= Y_4 \quad (\text{труд}). \end{aligned} \quad (9)$$

Переменные: X_1 — валовой выпуск сельскохозяйственной продукции; X_2 — валовой выпуск продукции обрабатывающей промышленности; X_3 — общий объем уничтоженных отходов; L — занятость; Y_1 — конечный спрос на сельскохозяйственную продукцию; Y_2 — конечный спрос на продукцию обрабатывающей промышленности; Y_3 — общий объем неуничтоженных отходов; Y_4 — общий объем занятости в домашнем хозяйстве и других отраслях «конечного спроса»*.

В правой части третьего уравнения вместо того, чтобы описывать полное уничтожение отходов, содержится член Y_3 — объем неуничтоженных отходов. В противоположность остальным элементам данного вектора поставок конечного продукта, он не пользуется спросом — скорее, его терпят**.

* Во всех числовых примерах $Y_4 = 0$.

** Система уравнений (5) описывает экономику, производящую отходы, но не имеющую ни одного вида деятельности по борьбе с ними. В ней переменная X_3 обозначает весь объем неуничтоженных отходов, который в системе (8) обозначен через Y_3 .

Приведем общее решение этой системы, определяющее неизвестное X через ряд заданных Y

$$X_1 = 1,573 Y_1 + 0,749 Y_2 - 0,149 Y_3 + 0,000 Y_4 \quad (\text{сельское хозяйство}),$$

$$X_2 = 0,449 Y_1 + 0,404 Y_2 - 0,280 Y_3 + 0,000 Y_4 \quad (\text{обрабатывающая промышленность}), \quad (10)$$

$$X_3 = 0,876 Y_1 + 0,655 Y_2 - 1,131 Y_3 + 0,000 Y_4 \quad (\text{отходы}),$$

$$L = 4,628 Y_1 + 6,965 Y_2 - 3,393 Y_3 + 1,000 Y_4 \quad (\text{труд}).$$

Квадратная матрица коэффициентов, умноженных на соответствующие Y в правой части системы (10), представляет собой обратную матрицу констант левой части уравнений системы (9). Обращение матрицы выполнено на ЭВМ.

Из первого уравнения следует, что каждый дополнительный бушель сельскохозяйственной продукции для конечного потребления (т. е. для домашних хозяйств) требует увеличения (прямого и косвенного) валовой продукции сельского хозяйства на 1,573 бушеля, а увеличение конечного потребления ткани на 1 ярд потребует роста продукции сельского хозяйства на 0,749 бушелей. Следующий член того же уравнения измеряет (прямое и косвенное) соотношение между валовым выпуском сельскохозяйственной продукции X_1 и «поставками» конечным потребителям Y_3 граммов неуничтоженных отходов. Константа 0,149 при этой переменной указывает на то, что уменьшение загрязнения в конечном потреблении на 1 грамм потребовало бы увеличения выпуска сельскохозяйственной продукции на 0,149 бушеля. Столбец коэффициентов при Y_3 во втором, третьем и четвертом уравнениях определяет меру влияния сокращения выпуска отходов в конечном потреблении на валовой объем продукции всех других отраслей. В обрабатывающей промышленности пришлось бы производить лишнюю ткань. В отрасли 3, непосредственно занимающейся борьбой с загрязнением, потребовалось бы устранить 1,131 г отходов для уменьшения его в конечном потреблении на 1 грамм, поскольку этот вид экономической деятельности, направленный на уничтожение загрязнения, фактически и сам производит его. Коэффициенты при первых двух членах в правой части третьего уравнения показывают соотношение между деятельностью отрасли, борющейся с загрязнением (X_3), и изменениями в размерах конечного потребления продукции сельского хозяйства и обрабатывающей промышленности при постоянном объеме неустраненного загрязнения. Из последнего уравнения следует, что вся сумма прямых и косвенных затрат труда, необходимых для сокращения Y_3 на 1 грамм, составляет 3,393 человеко-года. При этом для увеличения конечного потребления пшеницы на 1 бушель требуется дополнительно 4,628 человеко-лет, и 6,965 человеко-лет — для обеспечения одного дополнительного ярда ткани в конечном потреблении.

В исходном примере домашние хозяйства, т. е. конечные потребители, получали 55 бушелей пшеницы, 30 ярдов ткани и были готовы смириться с выпуском в воздух 30 г загрязняющих веществ. Общее решение системы (10) определяет другие физические величины межотраслевых потоков, приведенные в табл. 7.

Цифры третьей строки показывают, что сельское хозяйство и обрабатывающая промышленность производят 63,93 (52,25+11,68) грамм отходов, из которых 33,93 г уничтожаются специальной отраслью по борьбе с загрязнением, а остающиеся 30 г вынуждены потреблять домашние хозяйства. Приведенные в скобках суммы в долларах основаны на ценах, формирование которых объясняется ниже.

Таблица 7

Таблица «затраты-выпуск» национальной экономики (избыточные отходы уничтожаются специальной отраслью промышленности)

Затраты отраслей и производство отходов	Потребляющие отрасли				Всего
	Отрасль 1. Сельское хозяйство	Отрасль 2. Обрабатывающая промышленность	Борьба с загрязнением	Конечные поставки домашним хозяйствам	
Отрасль 1. Сельское хозяйство (буше-ли)	26,12 (52,24 долл.)	23,37 (46,47 долл.)	0	55 (110,00 долл.)	104,50 (208,99 долл.)
Отрасль 2. Обрабатывающая промышленность (ярды)	14,63 (73,15 долл.)	7,01 (35,05 долл.)	6,79 (33,94 долл.)	30 (150,00 долл.)	58,43
Отходы (граммы)	52,25	11,68	33,93	30 (101,80 долл. затрачено на устранение 33,93 г отходов)	(292,13 долл.)
Труд (человеко-годы)	83,60 (83,60 долл.)	210,34 (210,34 долл.)	67,86 (67,86 долл.)	0	361,80 (361,80 долл.)
Итоги столбцов	208,99 долл.	292,13 долл.	101,80 долл.	361,80 долл.	

Примечание: $p_1 = 2,00$ долл., $p_2 = 5,00$ долл., $p_3 = 3,00$ долл., $p_4 = 1,00$ долл. (ставка заработной платы).

Исходную систему уравнений (7), объясняющую соотношение цен и издержек производства в сельском хозяйстве и обрабатывающей промышленности, предстоит расширить, включив третье уравнение. Из него следует, что «цена уничтожения одного грамма отходов» (т. е. p_3) должна быть достаточно высока, чтобы покрыть, кроме оплаты закупок в других отраслях, также и добавленную стоимость v_3 , т. е. выплаты заработной платы и оплату других первичных факторов, непосредственно использующихся в самой промышленности по борьбе с загрязнением: $p_1 - 0,25$ $p_1 - 0,14$ $p_2 = v_1$, $p_2 - 0,12$ $p_2 - 0,40$ $p_1 = v_2$, $p_3 - 0,20$ $p_2 = v_3$, или в преобразованной форме

$$\begin{aligned} 0,75p_1 - 0,14p_2 &= v_1, \\ -0,40p_1 + 0,88p_2 &= v_2, \\ -0,20p_2 + p_3 &= v_3. \end{aligned} \quad (11)$$

Общее решение этих уравнений аналогично решению системы (8)

$$\begin{aligned} p_1 &= 1,457v_1 + 0,232v_2, \\ p_2 &= 0,662v_1 + 1,242v_2, \\ p_3 &= 0,132v_1 + 0,248v_2 + v_3. \end{aligned} \quad (12)$$

Предполагая, как и ранее, $v_1 = 0,80$, $v_2 = 3,60$ и $v_3 = 2,00$, получаем: $p_1 = 2,00$ долл., $p_2 = 5,00$ долл., $p_3 = 3,00$ долл.

Итак, цена (равная удельным издержкам) устранения 1 грамма отходов оказалась равной 3 долл. Цены на сельскохозяйственную продукцию и продукцию обрабатывающей промышленности остаются неизменными.

Далее все межотраслевые передачи в табл. 7 выражаются в стоимостной форме. Оплата труда в трех отраслях составила 361,80 долл. Стои-

мость пшеницы и ткани, пошедших на конечное потребление, составляет 260,00 долл. Оставшихся 101,80 долл. добавленной стоимости, полученных домашними хозяйствами, хватает как раз на оплату, т. е. на покрытие издержек по уничтожению 33,93 г из всей суммы 53,93 г отходов. Эти платежи могут делаться непосредственно или взиматься с домашних хозяйств в форме налогов, которыми бы государство покрывало издержки промышленности по борьбе с загрязнением среды, будь она частной или государственной.

Системы цен могут быть различными, если каждая отрасль — добровольно или подчиняясь оптимальному закону — возьмется за свой счет предотвращать все или хотя бы специфические фракции своих отходов. В этом случае дополнительные издержки включались бы в цену ее продукции.

Пусть, например, сельское хозяйство и обрабатывающая промышленность на 50% оплачивают борьбу с загрязнением среды, которое при существующей технологии является результатом их деятельности. Они могут самостоятельно проводить мероприятия по уничтожению отходов или выплачивать налог по дифференцированным ставкам. В любом случае следует модифицировать первые два уравнения системы (11), включив дополнительные условия: расходы на уничтожение 0,25 г и 0,10 г отходов в расчете на единицу сельскохозяйственной и промышленной продукции

$$\begin{aligned} 0,75p_1 - 0,14p_2 - 0,25p_3 &= v_1, \\ -0,40p_1 + 0,88p_2 - 0,10p_3 &= v_2, \\ -20p_2 + p_3 &= v_3. \end{aligned} \quad (13)$$

Обращение модифицированной матрицы коэффициентов затрат в левой части уравнений позволяет получить следующее общее решение системы цен

$$\begin{aligned} p_1 &= 1,511v_1 + 0,334v_2 + 0,411v_3, \\ p_2 &= 0,703v_1 + 1,318v_2 + 0,308v_3, \\ p_3 &= 0,141v_1 + 0,264v_2 + 1,062v_3, \end{aligned} \quad (14)$$

при том, что «добавленная стоимость» во всех трех отраслях оставалась неизменной (т. е. $v_1 = 80$ долл., $v_2 = 3,60$ долл., $v_3 = 2,60$ долл.): Новые цены таковы: $p_1 = 3,234$ долл., $p_2 = 5,823$ долл., $p_3 = 3,185$ долл.

Теперь, приобретая бушель пшеницы или ярд ткани, покупатель частично оплачивает уничтожение отходов, возникших при производстве этого товара. Хотя цены повысились, соотношение между реальными издержками и реальными выгодами для конечных потребителей (домашних хозяйств) остается неизменным, поскольку косвенные затраты на борьбу с загрязнением среды позволяют уменьшить прямые затраты на эти цели.

4. В табл. 8 отражены все рассмотренные выше межотраслевые потоки продуктов и услуг. Заданными предполагаются все структурные характеристики системы, под которыми имеется в виду полный набор межотраслевых коэффициентов прямых затрат, а также вектор конечного спроса, т. е. количества продуктов, которые каждая отрасльставляет домашним хозяйствам (и другим конечным потребителям), и объем неуничтоженных отходов, который потребители по тем или иным причинам готовы «вытерпеть». Предполагается, что каждая отрасль самостоятельно устраняет 50% того загрязнения, которое возникло бы в результате ее деятельности при отсутствии соответствующих мер предосторожности. Остальные издержки, связанные с понижением степени загрязнения до предела, установленного потребителями, несут они сами — прямо или путем уплаты налога.

Таблица 8

«Затраты-выпуск» национальной экономики с выделением деятельности по уничтожению отходов

Затраты отраслей и производство отходов	Сельское хозяйство			Обрабатывающая промышленность			Борьба с загрязненными средами	Конечные поставки домашним хозяйствам	Общий итог
	пшеница	борьба с загрязнением среды	итого	ткань	борьба с загрязненными средами	итого			
Сельское хозяйство	26,12 (84,47 долл.)	0	26,12 (84,47 долл.)	23,37	0 (75,58 долл.)	23,37	0 (177,87 долл.)	55	105,50 (337,96 долл.)
Обрабатывающая промышленность	14,63 (86,65 долл.)	5,23 (30,98 долл.)	19,86 (117,63 долл.)	7,01 (41,52 долл.)	1,17 (6,93 долл.)	8,18 (48,45 долл.)	0,39 (2,33 долл.)	30 (177,69 долл.)	58,43 (346,07 долл.)
Отходы	52,25	-26,13	26,12	11,69	-5,85	5,84	-1,97	30 (6,26 долл. уплачено за утирование 1,97 г отходов)	
Труд (добавленная стоимость)	83,60 (83,60 долл.)	52,26 (52,26 долл.)	135,86 (135,86 долл.)	210,34 (210,34 долл.)	11,70 (11,70 долл.)	222,04 (222,04 долл.)	(3,93 долл.)		361,8 (361,8 долл.)
Все издержки	254,72 (254,72 долл.)	(83,24 долл.)	(337,96 долл.)	(327,44 долл.)	(18,63 долл.)	(346,07 долл.)	(6,26 долл.)		

Примечание: $p_1 = 3,23$ долл., $p_2 = 5,92$ долл., $p_3 = 3,19$ долл. $v_1 = 0,80$ долл., $v_2 = 3,60$ долл., $v_3 = 2,00$ долл. Суммы строк (в долларах) в этой таблице не совпадают с общим итогом из-за ошибок округления.

Опираясь на эту структурную информацию и задавая любой конечный продукт, можно рассчитать валовую продукцию и затраты всех отраслей экономики, включая промышленность по борьбе с загрязнением. Далее, обладая информацией о «добавленной стоимости», т. е. о доходе, который был выплачен каждой отраслью на единицу ее валового продукта, можно определить цены на все виды валовой продукции, валовый доход конечных потребителей, а также распределение потребительских расходов по видам товаров.

В сумме конечного спроса участвуют оставшиеся 30 г отходов. Сумма 6,26 долл., тоже входящая в конечный спрос, представляет собой прямые выплаты домашних хозяйств на борьбу с загрязнением среды. Затраты отрасли по борьбе с загрязнением среды, возмещенные сельским хозяйством и промышленностью, и все остальные ее затраты показаны отдельно и затем входят в итоги отраслевых затрат по столбцам. Цифры в строке «отходы» показывают: потенциальные размеры загрязнения, возникающего в основных производственных процессах; размеры устраненного загрязнения (цифры со знаком минус); и, наконец, фактические размеры загрязнения, произведенного данной отраслью. Отходы, уничтоженные специальной отраслью (1,97) и неконтролируемые другими отраслями, показаны в отдельном столбце, где отражены также соответствующие затраты этой отрасли.

Единственное формальное различие табл. 8 и 7 состоит в том, что в табл. 7 все затраты сельского хозяйства и обрабатывающей промышленности, а также количество отходов у каждой из этих отраслей, отражены в одном столбце, а в табл. 8 производственная деятельность отраслей и их меры по борьбе с загрязнением разделены. Если же такое разделение окажется невыполненным и, более того, будет невозможно идентифицировать борьбу с загрязнением среды как отдельную отрасль, мы можем ограничиться упрощенным анализом, результаты которого сведены в табл. 3.

При наличии надежных межотраслевых коэффициентов затрат появляется возможность рассматривать производство и устранение всего разнообразия отходов как органическую часть экономического процесса, каковой они и являются. Возникновение загрязнения и борьба с ним могут стать частью таких специальных направлений межотраслевого анализа, как региональный анализ и изучение межрайонных связей, многосекторные прогнозы экономического роста и, в частности, прогнозы влияния предполагаемого технологического прогресса.

Сбор и организацию необходимой для этого дополнительной количественной информации можно ускорить, систематически используя практический опыт общественных и частных исследовательских организаций, активно занимающихся разработкой различного типа таблиц «затраты-выпуск».

2. ЭМПИРИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ МЕЖОТРАСЛЕВЫХ РАСЧЕТОВ

Формальное построение расширенной системы «затраты-выпуск» было описано в предыдущем разделе и математическом приложении. Сейчас в США и, как нам сообщили, в Японии идет сбор первичной информации, которая позволит полностью воплотить описанную систему.

Расширенную матрицу коэффициентов национальной экономики, описывающую не только производство и (производственное) потребление обычных продуктов, но и выпуск отходов, а также их устранение, можно

* См. математическое приложение — прим. ред.

представить в следующей блочной форме: *

$$\begin{pmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{pmatrix} \equiv \begin{pmatrix} a_{11}a_{12} \dots a_{1m} & a_{1m+1} \dots a_{1n} \\ a_{21}a_{22} \dots a_{2m} & a_{2m+1} \dots a_{2n} \\ \vdots & \vdots \\ a_{m1}a_{m2} \dots a_{mm} & a_{mm+1} \dots a_{mn} \\ a_{m+1}a_{m+2} \dots a_{m+1m} & a_{m+1m+1} \dots a_{m+1n} \\ a_{m+21} & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1}a_{n2} \dots a_{nm} & a_{nm+1} \dots a_{nn} \\ v_1, v_2 \dots v_m & v_{m+1} \dots v_n \end{pmatrix}$$

Состав матриц A_{11} , A_{21} , A_{12} и A_{22} расшифрован в правой части тождества. Используемые коэффициенты различных видов таковы:

a_{ij} — затраты продукта i на единицу выпуска продукта j (производится отраслью j), $ij = 1, 2, 3, \dots, m$;

a_{ig} — затраты продукта i на единицу устранимых отходов g (устранимых отраслью g);

a_{gi} — выпуск отходов g на единицу выпуска продукта i (производится в отрасли i);

a_{gk} — выпуск отходов g на единицу уничтоженных отходов k (уничтожается отраслью k); $k = m+1, m+2, m+3, \dots, n$

$$i = 1, 2, 3, \dots, m,$$

$$g = m+1, m+2, m+3, \dots, n.$$

Таким образом, A_{11} — обычная матрица межотраслевых коэффициентов; A_{21} — матрица коэффициентов прямого выпуска отходов; A_{12} — матрица коэффициентов затрат промышленности по борьбе с загрязнением; A_{22} — матрица коэффициентов выпуска отходов для этой отрасли. Наконец, $v_1, v_2, \dots, v_m$ — «добавленная стоимость» в каждой отрасли в расчете на единицу ее продукции, а $v_{m+1}, v_{m+2}, \dots, v_n$ — «добавленная стоимость» в промышленности по борьбе с загрязнением в расчете на единицу уничтоженных отходов.

Вещества, названные здесь отходами, могут и часто используются в производстве полезных продуктов (так, мусор может служить топливом, а азот и фосфор — сырьем для производства минеральных удобрений). Соответствующие коэффициенты затрат можно включить в матрицу A_{21} , но не с положительным, а с отрицательным знаком. Если какой-то отход находит полезное применение в той же отрасли, где и производится, то в матрицу A_{21} включается с учетом знака разность между соответствующими коэффициентами выпуска и затрат. Коэффициенты затрат отрасли по борьбе с загрязнением среды, входящие в соответствующие столбцы матриц A_{12} и A_{22} , даны в расчете «на единицу уничтоженного отхода».

Данные матрицы A_{22} могут представлять соотношение объемов выпуска различных отходов, поддающихся измерению, например, количество газообразного загрязняющего вещества (в тоннах), выпущенного в атмосферу в расчете на тонну твердых отходов, уничтоженных на муниципальных мусоросжигающих заводах. Если данный способ уничтожения отходов сам порождает отходы, то следует уточнить, как измерена продукция этого производства — в валовом или чистом объеме.

Фактически имеются только матрицы A_{11} и A_{21} . Вместо строки добавленной стоимости есть только накидка на обычные коэффициенты добав-

ленной стоимости, учитывающая сумму затрат на уничтожение четырех видов отходов — различных твердых частиц, окисей серы, углеводородов и окиси углерода.

Ниже проводятся данные табл. 1—7 в тех же обозначениях, которые были использованы в разбитой на блоки матрице коэффициентов. В некоторых случаях матрицы транспонированы для большей наглядности.

В качестве первого этапа эмпирического воплощения межотраслевой модели со включением параметров, относящихся к окружающей среде, мы представляем предварительный анализ зависимости выпуска пяти видов загрязняющих атмосферу веществ — различных твердых частиц, окисей серы, углеводородов, окиси углерода и окисей азота — от межотраслевой структуры американской экономики, а также от происходивших в прошлом и прогнозируемых на будущее структурных сдвигов. Работа основана на данных за 1958, 1963, 1967 гг. и прогнозах до 1980 г. * Результаты этих расчетов подытожены в приводимых ниже семи таблицах **.

Основой послужила таблица «затраты-выпуск» за 1963 г., разработанная и опубликованная Управлением экономической статистики Министерства торговли США. Прогнозная матрица коэффициентов на 1980 г. и соответствующий ей вектор конечного спроса 1980 г., использованные в этой работе, были выполнены ранее для серии работ по прогнозам роста, которую вели несколько организаций ***.

Первоначальная таблица на 370 отраслей агрегирована в 90-отраслевую таблицу, в которой 30 отраслей, ответственных за большую часть загрязнения атмосферы, представлены в достаточно подробной разбивке, а остальные 60 отраслей — довольно широкие группировки. Таков первый вариант матрицы A_{11} , использованный в наших расчетах. Другим вариантом послужила 83-отраслевая матрица, опубликованная в 1958 г. и ее прогнозы до 1980 г.

Мы включили в обычную таблицу «затраты-выпуск» пять строк, описывающих выпуск пяти видов отходов, используя в качестве дополнительной информации структуру затрат по всем пяти видам. Выпуск продукции (обычной) по всем отраслям за 1967 г. выражен в ценах 1963 г., а за 1958 и 1980 гг. — в ценах 1958 г. Коэффициенты загрязнения, выраженные для каждой отрасли в тоннах ее отходов на 1 млн. долл. ее валовой продукции, рассчитаны по данным за 1967 г. При включении их в таблицы «затраты-выпуск» за 1958 г., 1963 г. или 1980 г. они переводились в соответствующие цены.

В табл. 1 приложения 3 отражены коэффициенты выпуска отходов по 5 видам, составляющие матрицу A_{21} . Эти технологические коэффициенты, как объясняется в приложении 2, представляют собой оценки по выборкам, которые во многих случаях нельзя считать вполне репрезентативными. Поэтому, получив более точные оценки основных коэффициентов выпуска отходов, мы должны будем пересмотреть результаты расчетов по этим данным.

В расчетах не учтено загрязнение атмосферы, производимое частным пассажирским автотранспортом, поскольку в этой области проделано уже много работ. Но включено загрязнение, источником которого являются другие виды автотранспорта. В коэффициентах по отрасли «недвижимое имущество и имущество, дающее ренту» учтено загрязнение атмосферы, происходящее при отоплении жилых помещений, что поясняется в приложении 2.

* См. приложение 2 — прим. ред.

** См. приложение 3 — прим. ред.

*** См. приложение 2. Здесь приводится описательный перевод названия этих работ, которые в оригинале названы «Interagency Growth Project» (прим. ред.)

Хорошо известно, что полное, т. е. прямое и сопряженное, влияние увеличения конечного спроса на продукцию данной отрасли «на 1 млн. долларов» на весь валовой продукт этой и всякой другой отрасли, можно выразить с помощью матрицы $(1 - A)^{-1}$, обратной матрице $(1 - A)$, где A — матрица коэффициентов затрат данной экономики. Соответственно, произведение матриц $A_{21}(1 - A_{11})^{-1}$ отражает производство отходов всех пяти видов в связи с ростом выпуска всех продуктов, прямо или косвенно участвующих в увеличении конечного потребления на один миллион долларов. Результаты такого расчета приводятся в табл. 2 (приложение 3).

Например, по данным столбца 3 табл. 2 (приложение 3), увеличение на 1 млн. долл. поставок домашней мебели конечным потребителям (отрасль 38) приводит при существующей технологии к увеличению выпуска окиси серы во всех затронутых отраслях на 31,1 тонны. Конечный спрос на мебель в 1963 г. достигал 3267 млн. долл. в ценах 1963 г. Производство 31,1 на 3267 показывает, что в данном году этот вид спроса породил выпуск 101,607 тонн окисей серы. Аналогичные расчеты были выполнены по всем пяти видам отходов для всех компонентов конечного спроса, разбитого на личные потребительские расходы, частные инвестиции, государственные расходы и т. д. В матричном обозначении всю совокупность таких произведений можно описать как: $A_{21}(1 - A_{11})^{-1}Y_k$, где Y_k — вектор-столбец поставок данного продукта конечным потребителям.

В табл. 3 (приложение 3) приводятся результаты расчетов роста выпуска каждого вида отходов в результате увеличения на 1 млн. долл. каждого из 11 элементов конечного спроса.

Теми же методами была получена условная — это обстоятельство следует подчеркнуть — оценка степени загрязнения атмосферы, связанного с прогнозируемым конечным спросом 1980 г. Для этого расчета были использованы данные упоминавшихся выше работ по прогнозам роста. Так как прогнозная матрица коэффициентов на 1980 г. и предполагаемые изменения в уровне и структуре конечного продукта. Условный характер наших прогнозов определяется использованием в них описанных выше коэффициентов 1967 г., так как мы не пытались прогнозировать на 1980 г. технологические коэффициенты выпуска отходов на единицу продукции. В табл. 4 (приложение 3) приводятся прогнозы производства четырех видов отходов в 23 основных отраслях в 1980 г.

Динамика выпуска отходов складывается под влиянием: а) увеличения общего объема конечного спроса, б) изменений в его структуре и в) изменений в производственной технологии, отражающихся в изменении матрицы A . В табл. 5 и 6 (приложение 3) приводятся результаты двух дополнительных расчетов, цель которых состояла в разделении влияния факторов б) и в).

Табл. 5 отражает изменение выпуска отходов различными отраслями при условии неизменности матрицы A за 1958 г. и общего объема конечного спроса 1958 г. и изменении только структуры конечного спроса 1958 г. до прогнозируемой структуры 1980 г. Табл. 6 иллюстрирует изменение выпуска отходов по отраслям, если конечный спрос остается на уровне 1958 г., а матрица A за 1958 г. изменяется до прогнозируемой матрицы A на 1980 г. В математических обозначениях данные табл. 4, 5 и 6 представляют результаты следующих операций над матрицами: табл. 4: $A_{21}^{67}(A - A_{11}^{80})^{-1}Y^{80}$, табл. 5: $A_{21}^{67}(1 - A_{11}^{58})^{-1}Y^{80(58)} - A_{21}^{67}(1 - A^{58})^{-1}Y^{58}$, табл. 6: $A_{21}^{67}(1 - A^{80})^{-1}Y^{58} - A_{21}^{67}(1 - A^{58})^{-1}Y^{58}$.

Цифры указывают на год, данными за который пользовались при составлении этого вектора или матрицы. Запись типа $Y^{80(58)}$ используется для обозначения гипотетического вектора-столбца конечного спроса. Этот гипотетический вектор получается при таком уменьшении элементов про-

гнозного конечного спроса 1980 г., при котором они в сумме составили бы фактический конечный спрос (валовой национальный продукт) 1958 г. Или в математической записи: $(\sum_i Y_i^{80} / \sum_i Y_i^{80}) \times [Y^{80}]$.

В разд. 1 содержится теоретическое описание расчетов, где в явной форме учитывается фактическая или потенциальная деятельность по предотвращению или уничтожению отходов. Чтобы эмпирически реализовать анализ такого типа, нужны подробные сведения о структуре затрат в этих технологических процессах. В частности, такая информация необходима для всякого рода расчетов издержек и цен, связанных с выбором желательных масштабов деятельности по борьбе с загрязнением.

Таких данных не оказалось к моменту окончания этой статьи, хотя мы и надеялись быстро собрать их. Самое большое из того, что мы сумели обеспечить — это довольно грубые оценки затрат на зарплату и выплату процента в некоторых типичных процессах с применением контроля над выпуском отходов. Была предпринята оценка влияния на цены некоторых характерных мероприятий по борьбе с загрязнением, применение которых сейчас обсуждается в США. Из-за недостатка информации пришлось пренебречь вопросом стоимости всех других затрат, необходимых в этих процессах. Результаты приводятся в табл. 7 (приложение 3).

Основой расчетов послужила следующая система стандартных статических уравнений цен, исходящих из добавленной стоимости: $p^* = v_k(1 - A^{63})^{-1}$, $v_k = (v_1^{63}, v_2^{63}, v_3^{63}, \dots, v_m^{63}) + (v_1^k, v_2^k, v_3^k, \dots, v_m^k)$, где v_i^k — увеличение коэффициента добавленной стоимости отрасли i , объясняющееся установлением контроля над отходами k .

Если считать заданной матрицу A_{11} коэффициентов затрат всех производящих отраслей экономики, то можно рассчитать цены на каждый вид продукции как функцию заданной для всех отраслей добавленной стоимости (в расчете на единицу их валового выпуска). Фактические величины добавленной стоимости в каждом случае увеличивались в соответствии с дополнительными издержками на зарплату и выплату процентов, которые возникли бы в случае практического применения какого-либо мероприятия, направленного против загрязнения среды.

Все использованные в таблицах цены, разумеется, выше фактических цен 1963 г. на те же продукты. Для обеспечения расчетов цены были стандартизованы и выражены в долларах на соответствующую физическую единицу.

В столбце 1 табл. 7 (приложение 3) отражены цены на промышленную продукцию, которые пришлось бы установить в том случае, если бы в 20 основных отраслях, ответственных за выпуск различных твердых частиц окисей серы, углеводородов и окиси углерода, действительно соблюдались стандарты, установленные законом 1967 г. о борьбе с загрязнением атмосферы. Превышение над уровнем цен 1963 г. представляет собой процентное увеличение цен каждой отрасли в результате осуществления этой программы борьбы с загрязнением. В разделе В приложения 2 показано, что издержки на контрольные приборы в каждой из 20 отраслей рассчитаны по выбранным инженерами наиболее экономичным способам контроля за выпуск отходов в этих отраслях.

Из столбца 2 видно, какими были бы цена на все товары и услуги в том случае, если бы все электростанции общественного пользования вместо используемых сейчас нефти и угля с высоким содержанием серы перешли на топливо с низким ее содержанием. В расчете учтена фактическая разница в ценах 1970 г. на топливо с высоким и низким содержанием серы. Соответствующее увеличение цен на топливо в расчете на единицу выпуска расценивалось как увеличение добавленной стоимости (v_k^k), выплачиваемой электростанциями общественного пользования на единицу их

валового выпуска. По этой причине так невелик рост цен на продукцию нефтеперерабатывающей промышленности (отрасль 9), что и отражено в столбце 2 табл. 7 (приложение 3). (В действительности, большую часть топлива с низким содержанием серы США принуждены ввозить.) Числовые результаты наших расчетов недооценивают возможное влияние цен при переходе с одного вида топлива на другой в той мере, в какой наценка за высокое качество топлива будет расти с увеличением спроса.

Поскольку при переходе на топливо, дающее меньше отходов, в электроэнергетике начинают использовать низкосернистую нефть не только вместо высокосернистой нефти, но и высокосернистого угля, мы сделали отдельные расчеты увеличения издержек и цен для обоих случаев (см. столбец 3).

Наконец, цифры столбца 4 дают представление об изменении цен в том случае, если бы переход на низкосернистую нефть и низкосернистый уголь охватил бы не только электроэнергетику, но и нагревание жилых и деловых помещений, да и вообще все случаи производственного сжигания топлива. Естественно, в этом случае влияние цен сильнее, чем описанное в столбцах 2 и 3.

Издержки на борьбу с загрязнением среды, включенные в цены (см. табл. 7 приложения 3), определены без учета того факта, что в процессах, контролирующих выпуск одного вида отходов, часто производятся отходы других видов. Как говорилось выше, информации относительно стоимостных значений коэффициентов A_{12} и A_{22} нет, а потому при расчетах они принимались равными нулю. Мы предполагаем, что эта предпосылка приводит к общей недооценке воздействия мероприятий по борьбе с загрязнением воздуха на структуру цен промышленности.

Дальнейшие успехи этой эмпирической работы будут зависеть от наличия достаточно полной информации по структуре затрат в процессах по борьбе с загрязнением и о новых технологических процессах (например, производстве электроэнергии на ядерном топливе) в отраслях, ответственных за основную часть загрязнения воздуха. Та же теория может лечь в основу изучения загрязнения вод и контроля над ним.

При наличии достаточно надежных коэффициентов выпуска отходов и затрат на их устранение можно было бы провести более подробное и дифференцированное исследование воздействий производства на среду в рамках межрайонных, региональных и городских межотраслевых систем, построенных в последние годы.

Если судить с чисто формальной точки зрения, то исследование легко расширить за счет включения взаимосвязей между (чистым) выпуском отходов — с одной стороны, и состоянием здоровья населения и, соответственно, его потребностью в здравоохранении — с другой. Но и в этом случае реальное углубление знаний и представлений о предмете зависит, в первую очередь, не от полета теоретической фантазии авторов моделей, а от успехов в деле систематического накопления фактов.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ОТКРЫТАЯ СТАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ «ЗАТРАТЫ-ВЫПУСК» С ВКЛЮЧЕНИЕМ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, СВЯЗАННОЙ С ЗАГРЯЗНЕНИЕМ СРЕДЫ

Обозначения. Товары и услуги: $1, 2, 3, \dots, i, \dots, j, \dots, m, m+1, m+2, \dots, g, \dots, k, \dots, n$, полезные продукты-загрязнители.

Технологические коэффициенты: a_{ij} — затраты продукта i на производство единицы продукта (производимого отраслью j); a_{ig} — затраты продукта i на уничтожение единицы отходов g (уничтожаемого отраслью g);

a_{gi} — выпуск отходов g на единицу продукта i (производимого отраслью i); a_{gh} — выпуск отходов g на единицу уничтоженных отходов k (уничтоженных отраслью k); r_g, r_{gh} — соотношение отходов g , произведенных отраслью i или k , и уничтоженного за счет этой отрасли.

Переменные: x_i — валовой выпуск продукта i ; x_g — общий объем уничтоженных отходов g ; y_i — конечные поставки продукта i (домашним хозяйствам); y_g — конечные поставки отходов (домашним хозяйствам); p_i — цена продукта; p_g — «цена» уничтожения единицы отходов; v_i — «добавленная стоимость» на единицу продукта отрасли i , созданная в отрасли; v_g — «добавленная стоимость» в промышленности уничтожения отходов на единицу уничтоженных ею отходов.

Векторы и матрицы: $A_{11} = [a_{ij}]$, $i, j = 1, 2, 3, \dots, n$;

$$A_{21} = [a_{gi}], \quad i = 1, 2, 3, \dots, m;$$

$$A_{12} = [a_{ig}], \quad g = m+1, m+2, m+3, \dots, n,$$

$$A_{22} = [a_{gh}], \quad g, k = m+1, m+2, m+3, \dots, n;$$

$$Q_{21} = [q_{gi}], \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad Q_{22} = [q_{gh}], \quad g, k = m+1, m+2, \dots, n,$$

где $q_{gi} = r_{gi}a_{gi}$, $q_{gh} = r_{gh}a_{gh}$,

$$X_1 = \begin{Bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_m \end{Bmatrix}, \quad Y_1 = \begin{Bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_m \end{Bmatrix}, \quad V_1 = \begin{Bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ \vdots \\ v_m \end{Bmatrix},$$

$$X_2 = \begin{Bmatrix} x_{m+1} \\ x_{m+2} \\ \vdots \\ x_n \end{Bmatrix}, \quad Y_2 = \begin{Bmatrix} y_{m+1} \\ y_{m+2} \\ \vdots \\ y_n \end{Bmatrix}, \quad V_2 = \begin{Bmatrix} v_{m+1} \\ v_{m+2} \\ \vdots \\ v_n \end{Bmatrix}.$$

Натуральный межотраслевой баланс:

$$\left[\frac{1 - A_{12}}{A_{21}} \middle| \frac{-A_{12}}{-1 + A_{22}} \right] \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{bmatrix}, \quad (1)$$

$$\begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} = \left[\frac{1 - A_{11}}{A_{21}} \middle| \frac{-A_{12}}{-1 + A_{22}} \right]^{-1} \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{bmatrix}. \quad (2)$$

Межотраслевой баланс цен и добавленной стоимости:

$$\left[\frac{1 - A_{11}'}{-A_{12}' } \middle| \frac{-Q_{21}'}{1 - Q_{22}} \right] \begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix}, \quad (3)$$

$$\begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \end{bmatrix} = \left[\frac{1 - A_{11}'}{-A_{12}'} \middle| \frac{-Q_{21}'}{1 - Q_{22}'} \right] \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix}. \quad (4)$$

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ И РАСЧЕТ УРАВНЕНИЙ ЗАГРЯЗНЕНИЯ, СОЗДАВАЕМОГО В КОНЕЧНОМ ПОТРЕБЛЕНИИ

Обозначения. Технологические коэффициенты: $a_{gy}(i)$ — выброс отходов на единицу товара i , поступившего для удовлетворения конечного спроса.

Переменные: y_g^* — общая сумма отхода g , «поставляемого» всеми отраслями конечному потреблению и создаваемого им; x_g^* — весь выпуск отходов g всеми отраслями и сферой конечного потребления.

$$A_y = \begin{Bmatrix} a_{m+1, y(1)} a_{m+1, y(1)} \cdot \cdot \cdot a_{m+1, y(m)} \\ a_{m+2, y(2)} a_{m+2, y(2)} \cdot \cdot \cdot a_{m+2, y(m)} \\ \vdots \\ a_n y_1 \quad a_n y_2 \cdot \cdot \cdot a_n y_m \end{Bmatrix}$$

$$Y_2^* = \begin{Bmatrix} y_{m+1}^* \\ y_{m+2}^* \\ \vdots \\ y_n^* \end{Bmatrix} \quad x_g^* = \begin{Bmatrix} x_{m+1}^* \\ x_{m+2}^* \\ \vdots \\ x_n^* \end{Bmatrix}.$$

Если в самой сфере потребления производятся загрязняющие вещества, то вектор Y_2 из правой части уравнений (1) и (2) следует заменить вектором $Y_2 - Y_2^*$, где

$$Y_2^* = A_y Y_1. \quad (5)$$

Модификации не подлежат уравнения (3) и (4), связывающие цены с добавленной стоимостью.

Весь выпуск загрязняющих веществ как в сфере производства, так и в сфере потребления не включается явным образом ни в одно из приведенных выше уравнений. Его можно рассчитать, пользуясь уравнением

$$X^* = [A_{21} : A_{22}] \begin{bmatrix} X_1 \\ \vdots \\ X_2 \end{bmatrix} + Y_2^*. \quad (6)$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

А. Данные о загрязнении атмосферы отходами

Основным источником сведений о загрязнении атмосферы различными твердыми частицами, окисями серы, углеводородами и окисью углерода по отраслям послужил окончательный доклад $R - OU - 455$, представленный Национальному управлению по контролю над загрязнением атмосферы в феврале 1970 г. сотрудниками Исследовательского института «Трайэнгл» (Сев. Каролина) М. Е. Фогелем и др. «Подробный анализ затрат на меры по контролю над загрязнением атмосферы по некоторым отраслям и районам». Данные по выпуску окисей азота взяты из публикации Национального управления по контролю над загрязнением атмосферы «Национальная опись выпуска отходов в атмосферу в 1968 г.» (Рэйли, Сев. Каролина, август 1970 г.).

Оценки выпуска отходов, сделанные Исследовательским институтом «Трайэнгл», базируются на анализе факторов, влияющих на количество отходов. Сведения об этих факторах взяты, главным образом, из работы Р. Л. Дюпре «Сводка факторов, влияющих на выпуск отходов в атмосферу» (Национальный центр контроля над загрязнением воздуха, Дерхэм, Сев. Каролина, 1968 г.). С помощью этих факторов оценивался выход газов в перерабатывающих сырье отраслях и в процессах непрерывного сгорания. Полученные оценки выпуска отходов были разделены на валовой выпуск в ценах 1963 г. и 1967 г. Использовалась самая подробная номенклатура на 370 отраслей, соответствующих Стандартной промышленной классификации. Более агрегированные данные, например, выпуск отходов в производственных водяных котлах, распределялись между отраслями соответственно доле топлива, дающего определенные отходы в сумме потребляемого ими топлива. Загрязняющие вещества, производимые в отопительных системах жилых помещений, отнесены к отрасли 90,

в которую включены платежи съемщиков жилья компаниям по владению недвижимым имуществом, а также рентная стоимость жилья, занимаемого собственниками. В данные о загрязнении воздуха не входит загрязнение, производимое личными автомобилями.

Из 370-отраслевой матрицы производства отходов путем агрегирования была получена 90-отраслевая матрица А. Для расчетов по матрицам за 1958 г. и 1980 г. коэффициенты выпуска отходов были дефлятированы и агрегированы в соответствии с 83-отраслевой классификацией.

Б. Матрицы потоков и вектора конечного спроса

Для расчета прямых и сопряженных коэффициентов загрязнения, загрязнения в расчете на конечный спрос и изменений цен в результате проведения четырех видов мероприятий по контролю над загрязнением атмосферы использовалась 90-отраслевая матрица потоков и ряд векторов конечного спроса. Они были получены путем агрегирования официальной американской 370-отраслевой матрицы за 1963 г., опубликованной Министерством торговли США в работе «Межотраслевая структура американской экономики в 1963 г. Том 1 — Потоки в подробной расшифровке», Вашингтон, 1969 г. До агрегирования из матрицы был исключен конкурирующий импорт и прибыли из внешних источников. С учетом этих изменений был скорректирован конечный спрос.

Для расчетов таблиц 4—6 (приложение 3) использовалась 83-отраслевая матрица за 1958 г., опубликованная в сентябре 1965 г. в журнале «Сервей оф карент бизнес». Из нее были исключены внешние связи. Кроме того, использовалась официальная прогнозная матрица А на 1980 г., опубликованная в работе «Характеристика экономического роста США» (Бюллетень 1672 за 1970 г. Бюро статистики труда Министерства труда США). Данные матриц за 1958 и 1980 гг. выражены в ценах 1958 г. Вектор конечного спроса 1980 г. взят из «основной» модели Бюро статистики труда с уровнем безработицы 4%.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Таблица 1

ДЕТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ

Прямые коэффициенты загрязнения воздуха за 1967 г. (в тыс. т отходов, выпущенных в атмосферу на 1 млн. валового выпуска. Валовые выпуски отраслей измерены в ценах 1963 г.)

Отрасли 90-отраслевой таблицы	Виды загрязняющих атмосферу веществ				
	Различные твердые частицы	SO _x	HC	CO	NO _x
1. Водопровод и санитарно-техническая служба	0,2427	0,0	0,28760	0,56080	0,14380
2. Электростанции	0,27100	0,73250	0,0	0,0	0,17090
3. Производство целлюлозы	0,14020	0,0	0,0	0,0	0,0
4. Литье черных металлов	0,05070	0,0	0,0	0,75830	0,0
5. Черная металлургия (первичная)	0,06670	0,0	0,0	0,0	0,0
6. Цветная металлургия (первичная)	0,01750	0,071070	0,0	0,0	0,0
7. Продукты основной химии	0,00330	0,04200	0,0	0,0	0,0
8. Минеральные удобрения	0,00760	0,0	0,0	0,0	0,0
9. Нефтеочистка	0,00420	0,09210	0,04090	0,08770	0,0

Таблица 1 (продолжение)

Отрасли 90-отраслевой таблицы	Виды загрязняющих атмосферу веществ				
	Различ- ные твердые частицы	SO _x	HC	CO	NO _x
10. Производство смесей для дорожных покрытий	0,99810	0,0	0,0	0,0	0,0
11. Гидравлический цемент	0,72290	0,0	0,0	0,0	0,0
12. Известь	2,16350	0,0	0,0	0,0	0,0
13. Угольная промышленность	0,05170	0,0	0,0	0,0	0,0
14. Оптовая торговля	0,0	0,0	0,01940	0,0	0,0
15. Мукомольная промышленность	0,12620	0,0	0,0	0,0	0,0
16. Лакокрасочная промышленность	0,0	0,0	0,00170	0,0	0,0
17. Вторичная переработка цветных металлов	0,04360	0,0	0,0	0,0	0,0
18. Животноводство	0,0	0,00910	0,0	0,0	0,0
19. Прочие сельскохозяйственные продукты	0,0	0,05160	0,0	0,0	0,0
20. Лесное хозяйство и рыболовство	0,0	0,02680	0,0	0,0	0,0
21. Услуги сельскому и лесному хозяйству и рыболовству	00,0	0,0	0,0	0,0	0,0
22. Добыча руд черных металлов и руд ферросплавов	00,0	0,0	0,0	0,0	0,0
23. Добыча руд цветных металлов	00,0	0,0	0,0	0,0	0,0
24. Добыча нефти и природного газа	00,0	0,00860	0,0	0,0	0,0
25. Добыча нерудных ископаемых	00,0	0,02460	0,0	0,0	0,0
26. Добыча горнохимического сырья	00,0	0,0	0,0	0,0	0,0
27. Новое строительство	00,0	0,01510	0,0	0,0	0,0
28. Содержание и ремонт зданий и сооружений	00,0	0,00870	0,0	0,0	0,0
29. Вооружение	00,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30. Пищевые и родственные продукты	00,0	0,00430	0,0	0,0	0,0
31. Табачная промышленность	00,0	0,0	0,0	0,0	0,0
32. Прядение и ткачество	00,0	0,0	0,0	0,0	0,0
33. Изделия из текстиля и ковры	00,0	0,0	0,0	0,0	0,0
34. Готовая одежда	00,0	0,0	0,0	0,0	0,0
35. Прочие текстильные изделия	00,0	0,0	0,0	0,0	0,0
36. Лесная промышленность	00,0	0,00690	0,0	0,0	0,0
37. Деревянная тара	00,0	0,0	0,0	0,0	0,0
38. Мебель для жилых помещений	00,0	0,0	0,0	0,0	0,0
39. Прочая мебель и принадлежности	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
40. Бумага и изделия из нее	0,03630	0,01210	0,0	0,0	0,0
41. Бумажная тара и коробки	0,0	0,01150	0,0	0,0	0,0
42. Типографское и издательское дело	0,0	0,00330	0,0	0,0	0,0
43. Химические средства защиты растений и пр.	0,0	0,03950	0,0	0,0	0,0
44. Пластмассы и синтетические материалы	0,0	0,22400	0,0	0,0	0,0
45. Фармацевтическая и парфюмерно-косметическая промышленность	0,0	0,00870	0,0	0,0	0,0
46. Производство асфальта и дорожных покрытий	0,0	0,19920	0,0	0,0	0,0
47. Резина и изделия из пластмасс	0,0	0,00460	0,0	0,0	0,0
48. Кожевенная промышленность	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Таблица 1 (продолжение)

Отрасли 90-отраслевой таблицы	Виды загрязняющих атмосферу веществ				
	Различ- ные твердые частицы	SO _x	HC	CO	NO _x
49. Производство кожаной обуви	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
50. Стекольная промышленность	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
51. Стройматериалы и керамика	0,0	0,01300	0,0	0,0	0,0
52. Поковки черных металлов	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
53. Прочие изделия из цветных металлов	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
54. Металлическая тара	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
55. Санитарно-технические изделия и металлоконструкции	0,0	0,00590	0,0	0,0	0,0
56. Резьбовые и крепежные детали и металлические штамповки	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
57. Прочие металлоизделия	0,0	0,00600	0,0	0,0	0,0
58. Двигатели и турбины	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
59. Сельскохозяйственное машиностроение	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
60. Оборудование для строительства; горнодобывающей и нефтедобывающей промышленности	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
61. Подъемно-транспортное оборудование и принадлежности	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
62. Металлообрабатывающее оборудование	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
63. Специализированное машиностроение	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
64. Узлы и оборудование общепромышленного назначения	0,0	0,01000	0,0	0,0	0,0
65. Прочие виды оборудования: узлы и детали машин	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
66. Компторское оборудование, ЭВМ, счетнорешающие устройства	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
67. Оборудование для сферы услуг	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
68. Электрооборудование и аппараты промышленного назначения	0,0	0,00820	0,0	0,0	0,0
69. Бытовые электроприборы	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
70. Осветительное оборудование	0,0	0,01750	0,0	0,0	0,0
71. Радио-, телевизионное оборудование и оборудование средств связи	0,0	0,00450	0,0	0,0	0,0
72. Электронные компоненты	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
73. Электромашин	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
74. Автомобили и части	0,0	0,00130	0,0	0,0	0,0
75. Авиационная промышленность	0,0	0,00550	0,0	0,0	0,0
76. Прочее транспортное машиностроение	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
77. Контрольно-измерительные приборы и лабораторное оборудование	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
78. Оптические приборы и фотооборудование	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
79. Прочие отрасли обрабатывающей промышленности	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
80. Железнодорожный транспорт	0,01350	0,00670	0,02020	0,00670	0,02700
81. Автобусный транспорт	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
82. Грузовой автомобильный транспорт	0,01070	0,00350	0,01420	0,00700	0,01450

Таблица 1 (продолжение)

Отрасли 90-отраслевой таблицы	Виды загрязняющих атмосферу веществ				
	Различ- ные твердые частицы	NO _x	HC	CO	SO _x
83. Воздушный транспорт	0,0	0,0	0,03590	0,28710	0,0
84. Водный транспорт	0,02430	0,07290	0,02430	0,07290	0,04860
85. Прочий транспорт	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
86. Связь	0,0	0,00760	0,0	0,0	0,0
87. Газоснабжение	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
88. Розничная торговля	0,0	0,00770	0,0	0,0	0,0
89. Финансы и страхование	0,0	0,00340	0,0	0,0	0,0
90. Органы власти	0,00200	0,00960	0,0	0,0	0,00580

Таблица 2

Полные коэффициенты загрязнения воздуха, тыс. т отходов, выпущенных в атмосферу на 1 млн. долл. поставок каждой отрасли конечному потреблению, с учетом как прямого, так и сопряженного выпуска отходов

Отрасли 90-отраслевой таблицы	1	2	3	4	5
1. Водопровод и санитарно-техническая служба	0,25469	0,03201	0,29040	0,57295	0,15299
2. Электростанции	0,29552	0,78882	0,00305	0,01145	0,18516
3. Производство целлюлозы	0,17734	0,04018	0,00976	0,03223	0,00946
4. Литье черных металлов	0,08349	0,04669	0,00454	0,097239	0,00844
5. Черная металлургия (первичная)	0,08937	0,03717	0,00319	0,16390	0,00657
6. Цветная металлургия (первичная)	0,05861	1,03858	0,00488	0,02333	0,01358
7. Продукты основной химии	0,02476	0,10642	0,00767	0,04537	0,00808
8. Минеральные удобрения	0,02827	0,05721	0,00665	0,02565	0,00939
9. Нефтеочистка	0,01391	0,12767	0,04676	0,10858	0,00376
10. Производство смесей для дорожных покрытий	1,03489	0,06245	0,01726	0,04029	0,00841
11. Гидравлический цемент	0,75159	0,05489	0,00369	0,01147	0,01384
12. Известь	2,19173	0,04357	0,00439	0,01458	0,01055
13. Угольная промышленность	0,07540	0,03400	0,00255	0,03164	0,00763
14. Оптовая торговля	0,00664	0,01593	0,02227	0,00996	0,00393
15. Мукомольная промышленность	0,15993	0,04487	0,00644	0,01781	0,00685
16. Лакокрасочная промышленность	0,01539	0,05498	0,00812	0,04567	0,00555
17. Вторичная переработка цветных металлов	0,05917	0,12761	0,00632	0,01320	0,00894
18. Животноводство	0,02988	0,05518	0,00481	0,01302	0,00491
19. Прочие сельскохозяйственные продукты	0,01024	0,07768	0,00526	0,01608	0,00457
20. Лесное хозяйство и рыболовство	0,00683	0,04856	0,00296	0,01748	0,00209
21. Услуги сельскому и лесному хозяйству и рыболовству	0,01613	0,04693	0,00436	0,26970	0,00419
22. Добыча руд черных металлов и руд ферросплавов	0,01697	0,03603	0,00379	0,40380	0,00908
23. Добыча руд цветных металлов	0,01833	0,04101	0,00356	0,43640	0,00913
24. Добыча нефти и природного газа	0,00748	0,02718	0,00164	0,10980	0,00460
25. Добыча нерудных ископаемых	0,04940	0,06149	0,00404	0,29300	0,00773
26. Добыча горнохимического сырья	0,01736	0,03764	0,00481	0,39260	0,00923
27. Новое строительство	0,02914	0,05157	0,00426	0,68760	0,00501
28. Содержание и ремонт зданий и сооружений	0,02292	0,03596	0,00361	0,35150	0,00389
29. Вооружение	0,01008	0,04089	0,00210	0,37110	0,00365
30. Пищевые и родственные продукты	0,02086	0,03991	0,00454	0,22860	0,00523
31. Табачная промышленность	0,00530	0,02226	0,00186	0,07570	0,00244
32. Прядение и ткачество	0,01347	0,04412	0,00450	0,10030	0,00619
33. Изделия из текстиля и ковры	0,01523	0,04246	0,00516	0,14640	0,00617

Таблица 2 (продолжение)

Отрасли 90-отраслевой таблицы	1	2	3	4	5
34. Готовая одежда	0,00830	0,02431	0,00330	0,00379	0,00413
35. Прочие текстильные изделия	0,01157	0,03235	0,00443	0,01216	0,00529
36. Лесная промышленность	0,00960	0,03735	0,00331	0,02130	0,00478
37. Деревянная тара	0,01763	0,03329	0,00436	0,10791	0,00695
38. Мебель для жилых помещений	0,01175	0,03114	0,00360	0,04602	0,00497
39. Прочая мебель и принадлежности	0,01755	0,03101	0,00333	0,11608	0,00495
40. Бумага и изделия из нее	0,07393	0,04918	0,00578	0,01803	0,00786
41. Бумажная тара и коробки	0,03564	0,04523	0,00454	0,01643	0,00618
42. Типографское и издательское дело	0,01844	0,02659	0,00281	0,00919	0,00477
43. Химические средства защиты растений и пр.	0,01756	0,08927	0,00607	0,03104	0,00610
44. Пластмассы и синтетические материалы	0,01978	0,07647	0,00583	0,02458	0,00636
45. Фармацевтическая и парфюмерно-косметическая промышленность	0,01228	0,03897	0,00361	0,02369	0,00515
46. Производство асфальта и дорожных покрытий	0,03783	0,25003	0,01318	0,04204	0,00708
47. Резина и изделия из пластмасс	0,01307	0,04128	0,00365	0,01947	0,00547
48. Кожевенная промышленность	0,01828	0,03426	0,00469	0,01565	0,00569
49. Производство кожаной обуви	0,00976	0,02244	0,00311	0,01315	0,00407
50. Стекольная промышленность	0,01670	0,02926	0,00318	0,01418	0,00559
51. Стройматериалы и керамика	0,09510	0,04766	0,00447	0,02948	0,00721
52. Поковки черных металлов	0,03768	0,06668	0,00365	0,34144	0,00702
53. Прочие изделия из цветных металлов	0,03022	0,37882	0,00416	0,02870	0,00918
54. Металлическая тара	0,03987	0,03635	0,00397	0,40669	0,00625
55. Санитарно-технические изделия и металлоконструкции	0,02972	0,06886	0,00351	0,25642	0,00583
56. Резьбовые и крепежные детали и металлические штамповки	0,02652	0,04928	0,00315	0,22478	0,00544
57. Прочие металлоизделия	0,02576	0,07516	0,00321	0,17625	0,00563
58. Двигатели и турбины	0,01818	0,04633	0,00289	0,07850	0,00442
59. Сельскохозяйственное машиностроение	0,02195	0,03384	0,00352	0,14846	0,00499
60. Оборудование для строительства, горнодобывающей и нефтедобывающей промышленности	0,02191	0,03379	0,00297	0,12781	0,00474
61. Подъемно-транспортное машиностроение и принадлежности	0,01895	0,03536	0,00312	0,12470	0,00455
62. Специализированное машиностроение	0,01754	0,03685	0,00253	0,09101	0,00429
63. Специализированное машиностроение	0,01782	0,03876	0,00298	0,10166	0,00449
64. Узлы и оборудование общепромышленного назначения	0,01930	0,05384	0,00287	0,10932	0,00453
65. Прочие виды оборудования, узлы и детали машин	0,01736	0,04104	0,00239	0,08549	0,00461
66. Канторское оборудование, ЭВМ, счетно-решающие устройства	0,00805	0,02261	0,00187	0,03249	0,00297
67. Оборудование для сферы услуг	0,01857	0,05161	0,00352	0,10305	0,00484
68. Электрооборудование и аппараты промышленного назначения	0,01632	0,06227	0,00297	0,08174	0,00465
69. Бытовые электроприборы	0,01923	0,05010	0,00355	0,10927	0,00535
70. Осветительное оборудование и арматура	0,01766	0,07978	0,00359	0,08936	0,00495
71. Радио-, телевизионное оборудование и оборудование средств связи	0,00844	0,03395	0,00230	0,02909	0,00344
72. Электронные компоненты	0,01275	0,04270	0,00289	0,03952	0,00459
73. Электромашинны	0,01582	0,10205	0,00318	0,04978	0,00493
74. Автомобили и части	0,01934	0,03702	0,00322	0,12062	0,00487
75. Авиационная промышленность	0,01047	0,04527	0,00240	0,03943	0,00392
76. Прочее транспортное машиностроение	0,02174	0,04081	0,00330	0,13526	0,00503

Таблица 2 (продолжение)

Отрасли 90-отраслевой таблицы	1	2	3	4	5
77. Контрольно-измерительные приборы и лабораторное оборудование	0,01196	0,03842	0,00272	0,05067	0,00422
78. Оптические приборы и фотооборудование	0,01013	0,03407	0,00247	0,02408	0,00361
79. Прочие отрасли обрабатывающей промышленности	0,01403	0,03927	0,00329	0,04858	0,00470
80. Железнодорожный транспорт	0,02156	0,02219	0,02473	0,02844	0,03115
81. Автобусный транспорт	0,00609	0,02154	0,00461	0,01226	0,03467
82. Грузовой автомобильный транспорт	0,01650	0,01952	0,01919	0,01653	0,01927
83. Воздушный транспорт	0,00496	0,02171	0,04306	0,31263	0,00287
84. Водный транспорт	0,03508	0,10337	0,03272	0,10373	0,06085
85. Прочий транспорт	0,00882	0,02206	0,00197	0,00644	0,00521
86. Связь	0,00482	0,01981	0,00125	0,00429	0,00521
87. Газоснабжение	0,00515	0,01420	0,00148	0,01093	0,00311
88. Розничная торговля	0,03843	0,02797	0,00182	0,00523	0,00527
89. Финансы и страхование	0,00897	0,02513	0,00210	0,00605	0,00604
90. Органы власти	0,01090	0,02941	0,00269	0,01268	0,01038

Таблица 3

Загрязнение воздуха при производстве 11 элементов конечного спроса 1963 г. (прямое и сопряженное загрязнение воздуха отраслями, участвующими в производстве продуктов данного вектора конечного спроса в расчете на сумму этого вектора), тыс. т на 1 млн. долл. конечного спроса

Векторы конечного спроса	1	2	3	4	5
1. Конкурирующий импорт	-0,032	-0,101	-0,009	-0,094	-0,010
2. Расходы на личное потребление	0,019	0,045	0,007	0,025	0,011
3. Валовые частные инвестиции	0,023	0,046	0,004	0,075	0,005
4. Чистое изменение запасов	0,023	0,052	0,007	0,070	0,006
5. Чистый экспорт	0,023	0,065	0,010	0,071	0,011
6. Государственные закупки (оборона)	0,017	0,052	0,605	0,049	0,008
7. Прочие государственные закупки	0,014	0,026	0,005	0,049	0,003
8. Закупки администрации штатов и муниципалитетов (образование)	0,043	0,089	0,009	0,062	0,019
9. Закупки администрации штатов и муниципалитетов (здравоохранение, благосостояние, санитария)	0,020	0,056	0,001	0,028	0,069
10. Закупки администрации штатов и муниципалитетов (техника безопасности)	0,026	0,058	0,009	0,055	0,011
11. Прочие закупки администрации штатов и муниципалитетов	0,028	0,051	0,003	0,053	0,008

Таблица 4

Прогноз на 1980 г. загрязнения воздуха производственными отходами, тыс. т при неизменных коэффициентах выпуска отходов на уровне 1967 г.

Отрасли по номенклатуре 83-отраслевой таблицы ОВЕ	1	2	4	3	5
7. Угольная промышленность	246	0	0	0	0
14. Пищевая промышленность	2086	483	0	0	0
24. Бумажная промышленность	1314	283	0	0	0
27. Химическая промышленность	151	1692	0	0	0
30. Производство красителей	0	0	8	0	0

Таблица 4 (продолжение)

Отрасли по номенклатуре 83-отраслевой таблицы ОВЕ	1	2	3	4	5
31. Нефтепереработка	1045	3555	1502	3225	0
36. Добыча нерудных ископаемых	2599	201	0	0	0
37. Черная металлургия	2336	0	0	4375	0
38. Цветная металлургия	257	6901	0	0	0
65. Транспорт	774	646	1420	3886	1548
68. Предприятия общественного пользования	12335	29163	1943	3792	7780
69. Оптовая и розничная торговля	0	1147	1929	0	0
71. Недвижимое имущество	315	1555	0	0	925
72. Гостиницы	53	262	0	0	156
73. Деловые услуги	149	735	0	0	438
75. Ремонт автомобилей	35	172	0	0	102
76. Развлекательные предприятия	22	108	0	0	64
77. Организации	120	592	0	0	352
78. Государственные предприятия	20	99	0	0	59
79. Предприятия штатов	26	131	0	0	78
81. Деловые поездки	24	118	0	0	70
82. Снабжение учреждений	9	45	0	0	27
83. Скрап	2	12	0	0	7
Итого (общий итог = 105506)	23919	47898	6803	15278	11607

Таблица 5

**Изменения в загрязнении воздуха в результате изменения конечного спроса
(сравнительная структура 1958 г. и 1980 г. при неизменных коэффициентах затрат)
тыс. т**

Отрасли по 83-отраслевой номенклатуре ОВЕ	1	2	3	4	5
7. Угольная промышленность	-9	0	0	0	0
14. Пищевая промышленность	-268	-62	0	0	0
24. Бумажная промышленность	63	14	0	0	0
27. Химическая промышленность	5	53	0	0	0
30. Производство красителей	0	0	0	0	0
31. Нефтепереработка	-44	-149	-63	-135	0
36. Лесная промышленность	-47	-4	0	0	0
37. Черная металлургия	114	0	0	214	0
38. Цветная металлургия	9	233	0	0	0
65. Транспорт	4	4	8	21	8
68. Предприятия общественного пользования	244	577	38	75	154
69. Оптовая и розничная торговля	0	1	2	0	0
71. Недвижимое имущество	20	98	0	0	58
72. Гостиницы	0	1	0	0	0
73. Деловые услуги	2	8	0	0	4
75. Ремонт автомобилей	-1	-5	0	0	-3
76. Развлекательные предприятия	-1	-7	0	0	-4
77. Организации	7	37	0	0	22
78. Государственные предприятия	1	3	0	0	2
79. Предприятия штатов	1	5	0	0	3
81. Деловые поездки	1	4	0	0	2
82. Снабжение учреждений	1	3	0	0	2
83. Скрап	2	9	0	0	5
Итого (в абсолютных величинах)	103	821	-15	175	254
Итого (изменение в % %)	+1,2	+5,6	-0,01	+2,7	+7,3
Общий итог = 1337 тыс. тонн					
Общий итог в % % = +3,7					

Таблица 6

Изменение в загрязнении воздуха в 1980 г. по сравнению с 1958 г. в результате изменения коэффициентов затрат при неизменном объеме продукции, тыс. т

Отрасли по 83-отраслевой номенклатуре ОБЕ	1	2	3	4	5
7. Угольная промышленность	-53	0	0	0	0
14. Пищевая промышленность	4	1	0	0	0
24. Бумажная промышленность	-35	-8	0	0	0
27. Химическая промышленность	12	129	0	0	0
30. Производство красителей	0	0	0	0	0
31. Нефтепереработка	-61	-208	-88	-189	0
36. Лесная промышленность	-17	-1	0	0	0
37. Черная металлургия	-370	0	0	-692	0
38. Цветная металлургия	6	173	0	0	0
65. Транспорт	-34	-28	-62	-169	-67
68. Предприятия общественного пользования	1259	2977	198	387	794
69. Оптовая и розничная торговля	0	24	40	0	0
71. Недвижимое имущество	-5	-22	0	0	-13
72. Гостиницы	0	-2	0	0	-1
73. Деловые услуги	13	66	0	0	39
75. Ремонт автомобилей	1	5	0	0	3
76. Развлекательные предприятия	0	2	0	0	1
77. Организации	0	1	0	0	1
78. Государственные предприятия	0	0	0	0	0
79. Предприятия штатов	1	5	0	0	3
81. Деловые поездки	-3	-14	0	0	-8
82. снабжение учреждений	1	3	0	0	2
83. Скрап	-3	-16	0	0	-10
Итого: абсолютное изменение	717	3086	88	-653	743
Итого: изменение в % %	+8,4	+21,0	+3,4	-11,2	+21,4
Всего: в абсолютном выражении 3971 тыс. т в % % = +11,1%					

Влияние на цены четырех гипотетических способов контроля над загрязнением воздуха (цены 1968 г. = 1,00000)

Отрасли по 90-отраслевой номенклатуре	1	2	3	4
1. Водопровод и санитарно-техническая служба	1,02650	1,00056	1,00079	1,02322
2. Электростанции	1,07318	1,02704	1,03810	1,02894
3. Производство целлюлозы	1,00702	1,00059	1,00083	1,03222
4. Литье черных металлов	1,03507	1,00072	1,00101	1,02918
5. Черная металлургия (первичная)	1,02186	1,00063	1,00089	1,01473
6. Цветная металлургия (первичная)	1,06824	1,00151	1,00213	1,03405
7. Продукты основной химии	1,00651	1,00080	1,00112	1,10286
8. Минеральные удобрения	1,00825	1,00077	1,00108	1,04666
9. Нефтеочистка	1,00222	1,00043	1,00061	1,08260
10. Производство смесей для дорожных покрытий	1,09398	1,00062	1,00087	1,26881*
11. Гидравлический цемент	1,01279	1,00156	1,00220	1,03571
12. Известь	1,00801	1,00102	1,00144	1,03760
13. Угольная промышленность	1,00504	1,00088	1,00124	1,06103
14. Оптовая торговля	1,00131	1,00028	1,00039	1,02087
15. Мукомольная промышленность	1,00387	1,00040	1,00057	1,02941
16. Лакокрасочная промышленность	1,00530	1,00044	1,00062	1,07422
17. Вторичная переработка цветных металлов	1,03043	1,00051	1,00072	1,01920
18. Животноводство	1,00181	1,00032	1,00045	1,03400
19. Прочие сельскохозяйственные продукты	1,00162	1,00027	1,00038	1,04884
20. Лесное хозяйство и рыболовство	1,00134	1,00014	1,00019	1,03093
21. Услуги сельскому и лесному хозяйству и рыболовству	1,00252	1,00027	1,00038	1,02936
22. Добыча руд черных металлов и руд ферросплавов	1,00403	1,00084	1,00118	1,02361
23. Добыча руд цветных металлов	1,00477	1,00101	1,00142	1,01841
24. Добыча нефти и природного газа	1,00158	1,00035	1,00049	1,01201
25. Добыча нерудных ископаемых	1,00466	1,00084	1,00118	1,03062
26. Добыча горнохимического сырья	1,00440	1,00091	1,00128	1,01935
27. Новое строительство	1,00601	1,00035	1,00050	1,02478
28. Содержание и ремонт зданий и сооружений	1,00429	1,00029	1,00041	1,02148
29. Вооружение	1,00622	1,00033	1,00046	1,01053
30. Пищевые и родственные продукты	1,00211	1,00034	1,00049	1,02364
31. Табачная промышленность	1,00086	1,00015	1,00021	1,01359
32. Прядение и ткачество	1,00248	1,00058	1,00082	1,02891
33. Изделия из текстиля и ковры	1,00248	1,00052	1,00074	1,02997
34. Готовая одежда	1,00161	1,00037	1,00052	1,01589
35. Прочие текстильные изделия	1,00214	1,00047	1,00066	1,02090
36. Легкая промышленность	1,00226	1,00039	1,00055	1,01935
37. Деревянная тара	1,00547	1,00054	1,00076	1,01800
38. Мебель для жилых помещений	1,00393	1,00040	1,00056	1,01577
39. Прочая мебель и принадлежности	1,00645	1,00041	1,00058	1,01517
40. Бумага и изделия из нее	1,00412	1,00063	1,00089	1,02831
41. Бумажная тара и коробки	1,00293	1,00047	1,00066	1,02460
42. Типографское и издательское дело	1,00178	1,00035	1,00049	1,01449
43. Химические средства защиты растений и пр.	1,00347	1,00049	1,00070	1,06416
44. Пластмассы и синтетические материалы	1,00359	1,00056	1,00079	1,06220
45. Фармацевтическая и парфюмерно-косметическая промышленность	1,00235	1,00034	1,00048	1,02619
46. Производство асфальта и дорожных покрытий	1,00380	1,00053	1,00074	1,18910*
47. Резина и изделия из пластмасс	1,00274	1,00049	1,00070	1,02419
48. Кожевенная промышленность	1,00210	1,00045	1,00064	1,02379
49. Производство кожаной обуви	1,00175	1,00033	1,00047	1,01346
50. Стекольная промышленность	1,00266	1,00053	1,00075	1,01585

* Для этих отраслей расчетные цены непригодны, так как в них большое количество нефтепродуктов используется не в качестве топлива, а в качестве сырья.

Таблица 7 (продолжение)

Отрасли по 90-отраслевой номенклатуре	1	2	3	4
51. Стройматериалы и керамика	1,00431	1,00061	1,00086	1,02466
52. Поковки черных металлов	1,01914	1,00067	1,00095	1,02397
53. Прочие изделия из цветных металлов	1,06066	1,00094	1,00132	1,02128
54. Металлическая тара	1,0136	1,00051	1,00071	1,02047
55. Санитарно-технические изделия и металлоконструкции	1,01632	1,00050	1,00071	1,01769
56. Резьбовые и крепежные детали и металлические штамповки	1,01311	1,00048	1,00068	1,01688
57. Прочие металлоизделия	1,01490	1,00052	1,00073	1,01751
58. Двигатели и турбины	1,00901	1,00040	1,00057	1,01486
59. Сельскохозяйственное машиностроение	1,00869	1,00041	1,00057	1,01521
60. Оборудование для строительства, горнодобывающей и нефтедобывающей промышленности	1,00845	1,00043	1,00060	1,01381
61. Подъемно-транспортное машиностроение и принадлежности	1,000817	1,00039	1,00055	1,01507
62. Металлообрабатывающее оборудование	1,00756	1,00040	1,00056	1,01318
63. Специализированное машиностроение	1,00808	1,00039	1,00055	1,01721
64. Узлы и оборудование общепромышленного назначения	1,00918	1,00041	1,00058	1,01581
65. Прочие виды оборудования, узлы и детали машин	1,00816	1,00043	1,00061	1,01109
66. Канторское оборудование ЭВМ, счетно-решающие устройства	1,00349	1,00025	1,00035	1,00859
67. Оборудование для сферы услуг	1,00981	1,00042	1,00059	1,01537
68. Электрооборудование и аппараты промышленного назначения	1,00956	1,00043	1,00060	1,01586
69. Бытовые электроприборы	1,00937	1,00045	1,00063	1,01569
70. Осветительное оборудование и арматура	1,01080	1,00044	1,00062	1,02275
71. Радио-, телевизионное оборудование и оборудование средств связи	1,00426	1,00030	1,00042	1,00977
72. Электронные компоненты	1,00619	1,00042	1,00060	1,01329
73. Электромашинны	1,01634	1,00046	1,00065	1,01446
74. Автомобили и части	1,00825	1,00040	1,00056	1,01327
75. Авиационная промышленность	1,00825	1,00040	1,00056	1,01327
76. Прочее транспортное машиностроение	1,00940	1,00043	1,00061	1,01515
77. Контрольно-измерительные приборы и лабораторное оборудование	1,00608	1,00035	1,00049	1,01204
78. Оптические приборы и фотооборудование	1,00429	1,00030	1,00042	1,01465
79. Прочие отрасли обрабатывающей промышленности	1,00558	1,00039	1,00055	1,01697
80. Железнодорожный транспорт	1,00177	1,00018	1,00025	1,03504
81. Автобусный транспорт	1,00123	1,00028	1,00039	1,06305
82. Грузовой автомобильный транспорт	1,00092	1,00022	1,00031	1,04333
83. Воздушный транспорт	1,00109	1,00019	1,00026	1,09771
84. Водный транспорт	1,00162	1,00021	1,00030	1,04180
85. Прочий транспорт	1,00193	1,00058	1,00081	1,01720
86. Связь	1,00103	1,00028	1,00089	1,00827
87. Газоснабжение	1,00106	1,00020	1,00028	1,01115
88. Розничная торговля	1,00169	1,00053	1,00075	1,01158
89. Финансы и страхование	1,00172	1,00052	1,00074	1,00767
90. Органы власти	1,00171	1,00038	1,00053	1,01340

ЛИТЕРАТУРА

1. W. Leontief. Input—Output Economics. N. Y, Oxford University Press, 1966.

Поступила в редакцию
5 I 1972