

сударства по созданию условий, повышающих реальную мобильность трудовых ресурсов и степень социальной защищенности трудящихся. Поэтому необходима обоснованная долгосрочная программа регулирования условий формирования спроса и предложения на рынке труда интеллигенции.

Помимо ставших уже традиционными рекомендаций экономистов по ускоренной коммерциализации деятельности государственных предприятий и развитию частного предпринимательства, обеспечению предпосылок для децентрализованного регулирования роста заработков, освобождению цен и достижению валютно-финансовой сбалансированности желательны обратить внимание при разработке подобной программы на ряд важных аспектов, в том числе:

а) механизм включения интеллигенции в движение трудовых ресурсов: факторы определяющие спрос и предложение высококвалифицированных специалистов в условиях перехода к рыночной системе отношений, влияние отраслевых, профессиональных, социально-демографических признаков на конкурентоспособность интеллигенции на рынке труда;

б) изменение подходов к условиям занятости специалистов на предприятиях и в общественно финансируемых организациях. Рассмотреть два типа продажи специалистом своей рабочей силы: контракт на условиях распоряжения всеми результатами производственной деятельности и заключение договора на выполнение определенных функций, не стесняющих инициативу работника;

в) перестройку системы образования и организации научных исследований. Это предполагает создание системы управления, обеспечивающей реальный общественный приоритет данным видам деятельности, внедрение новых экономических моделей функционирования учреждений образования, просвещения и науки, основанных на принципах автономии и выполнения целевых заказов;

г) разработку системы показателей статистики труда и уровня жизни интеллигенции;

д) создание специальной информационной сети в организующихся центрах занятости и службах социально-экономической информации для наблюдения за процессами, происходящими на формирующемся рынке труда интеллигенции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Макаров В.Л., Львов Д.С., Голуб А.А., Багриновский К.А., Глазьев С.Ю., Данилов-Данильян В.И., Бжилянская Л.Ю., Овсиенко В.В., Жукин М.Ю., Яковец Т.Ю., Леонова Е.С., Фетисов Г.Г., Яблонский И.А. Приоритетные направления НТП и пути их реализации. М.: ЦЭМИ АН СССР, 1991.
2. Народное хозяйство СССР в 1989 году. Стат. ежегодник. М.: Финансы и статистика, 1990.
3. Ракитский Б.В., Шохин А.Н. Закономерности формирования и реализации трудовых доходов при социализме. М.: Наука, 1987.
4. Кокин Ю., Яковлев Р. Заработная плата в условиях перехода к рыночной экономике // *Вопр. экономики*. 1991. № 1.
5. Экономика СССР: выводы и рекомендации / Доклад группы экспертов Международного валютного фонда, Международного банка реконструкции и развития, Организации по экономическому сотрудничеству и развитию, Европейского банка реконструкции и развития, подготовленный по рекомендации совещания на высшем уровне семи ведущих промышленно развитых стран // *Вопр. экономики*. 1991. № 3.

Поступила в редакцию
29 IV 1991

МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Бочаров Е.П.

(Саратов)

Концепции экономического и социального оптимумов качества окружающей природной среды и их анализ даются в [1]. Экономический оптимум качества природной среды соответствует глобальному минимуму суммарных издержек, обусловленных загрязнением среды, а социальный — минимуму ущерба, наносимого окружающей среде. Таким образом, экономический и социальный оптимумы относятся к оптимизационным задачам с различными критериями (целевыми функциями). Необходимость постановки оптимизационных задач с различными критериями затрудняет поиск путей приближения от экономического оптимума к социальному [2]. Выход здесь видится в постановке многокритериальных задач оптимизации. Сложность в решении их обусловлена тем, что в ряде случаев необходимо учитывать нелинейность зависимости затрат на предотвращение загрязнений от показателя качества среды. Это относится, в частности, к простейшей задаче, когда суммарные издержки P включают в себя только затраты на предотвращение загрязнений Z и экономический ущерб от загрязнений Y [1]

$$P = Z + Y.$$

(1)

Согласно [3], Y линейно зависит от уровня загрязнения. Таким образом, если задать Z , не зависящими от показателя загрязнения (либо зависящими линейно), то P превратится в линейную функцию, глобальный минимум которой достигается на одном из концов интервала изменения аргумента. В этом случае оба возможных минимума P (один соответствует нулевому поступлению загрязнений в окружающую среду, другой – максимальному, т.е. отсутствию очистки), очевидно, представляют собой тривиальные решения. Таким образом, поиск экономического оптимума качества окружающей среды при использовании целевой функции в виде (1) имеет смысл лишь как нелинейная оптимизационная задача.

Необходимость учета нелинейности зависимости затрат на предотвращение загрязнения существенно усложняет решение двухкритериальной оптимизационной задачи

$$P \rightarrow \min, \quad Y \rightarrow \min, \\ P = \sum_{q=1}^Q P_q, \quad Y = \sum_{q=1}^Q Y_q, \quad (2)$$

где $P_q = Z_q + Y_q$ – суммарные издержки, обусловленные загрязнением окружающей среды, которые несет предприятие q ; Z_q – затраты предприятия q на предотвращение загрязнений; Y_q – ущерб, наносимый предприятием q окружающей среде; Q – число предприятий.

Задача (2) решалась с использованием данных о работе водоочистных сооружений двух предприятий Саратова: нефтеперерабатывающего и химического. Для нахождения регрессионных зависимостей $Z_q(C)$ (C – интегральный показатель уровня загрязнения) применялась модификация описанной в [4] методики, согласно которой минимизируется средний квадрат ошибки

$$\sigma_q^2 = \frac{1}{NL} \sum_{n=1}^N \sum_{l=1}^L [Z_{lq}^* - Z(C_{lnq})]^2. \quad (3)$$

В (3) L – число этапов очистки, $l = 1, \dots, L$; C_{lnq} – значение C после l -го этапа очистки в n -й временной выборке на очистных сооружениях предприятия q ; N – объем выборки,

$$Z_{lq}^* = \sum_{m=1}^l \Delta Z_{mq}, \quad (4)$$

где ΔZ_{mq} – приведенные затраты на очистку кубометра стоков на m -м этапе очистки предприятия q . Интегральный показатель уровня загрязнения рассчитывался по формуле

$$C_q = \left(\sum_{i=1}^{I_q} \frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \right) / \left(\sum_{i=1}^{I_q} \frac{1}{\text{ПДК}_i} \right), \quad (5)$$

где I_q – число ингредиентов загрязнения на предприятии q , C_i и ПДК_i – соответственно концентрация и предельно допустимая концентрация ингредиента i .

Поиск регрессионных зависимостей, а также проверка их точности осуществлялись по методике, описанной в [5].

Наилучшая аппроксимация $Z_q(C)$ была достигнута с помощью степенных функций, при этом $Z_1 = 7,93 C_1^{-0,247}$ коп/м³, $Z_2 = 6,15 C_2^{-0,433}$ коп/м³. (6)

Аналитические зависимости для Y_1 и Y_2 задавались согласно [3] линейными функциями C_1 и C_2 .

При решении многокритериальных задач оптимизации стремятся, как правило, найти множество Парето [6]. Один из эффективных методов заключается в определении границы множества допустимых значений вектора критериев [7]. Множество Парето является частью этой границы. Поэтому, найдя границу множества допустимых значений вектора критериев, можно достаточно легко выделить оптимальные, по Парето, решения.

Предложенная в [6, 7] методика решения задач с линейными критериями неприменима в рассматриваемом случае. Нами использовался оригинальный подход, основанный на прямом методе случайного поиска.

Алгоритм состоит в нахождении траектории наискорейшего продвижения из некоторой точки множества допустимых значений вектора критериев к границе этого множества и включает в себя два попеременно реализуемых этапа. На первом ищется направление в пространстве параметров $C_1 - C_2$, по которому происходит убывание обоих критериев P и Y . С этой целью из исходной точки случайным образом выполняется КМАХ шагов (КМАХ $\approx 50 - 200$). На втором этапе также используется метод случайного поиска, однако направление движения выбирается достаточно близким к найденному на первом этапе. Как только последнее условие перестает обеспечивать эффективное движение к границе, переходят к первому этапу. После достижения точки, принадлежащей границе множества допустимых значений вектора критериев, поиск возобновляется из новой внутренней точки, которая может выбираться путем случайного "отскока" от границы. Описанный алгоритм реализован в виде диалоговой программы на языке ПЛ/1.

На рис. 1 область допустимых значений вектора критериев выделена штриховкой. Решение, оптимальное по Парето, образует участок границы области допустимых значений вектора критериев, который отмечен "жирной" линией. Точка O_1 , соответствующая экономическому оптимуму (минимуму P), лежит на линии Парето. Движению вдоль линии Парето на плоскости $C_1 - C_2$ (рис. 2) соответствует отрезок $O_1 - O_2$ линии A . На этом же рисунке представлены линии одинаковых значений суммарных издержек P , рядом с которыми проставлены соответствующие значения в млн. руб., а также точка социального оптимума O_2 , в которой $C_i = PDK_i$. Отметим, что O_2 лежит вблизи линии Парето. Итак, можно сделать вывод, что линия Парето определяет оптимальный путь приближения от экономического оптимума к социальному, а кривая A на рис. 2 дает оптимальное соотношение между C_1 и C_2 , которое должно выполняться в процессе такого движения. Нетрудно (используя соответствующие регрессионные зависимости) вычислить и оптимальные, по Парето, значения капитальных затрат на предотвращение загрязнений для каждого предприятия.

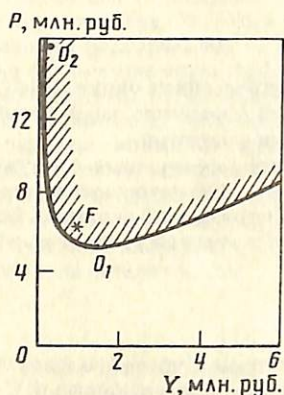


Рис. 1. Область допустимых значений вектора критериев и линия Парето

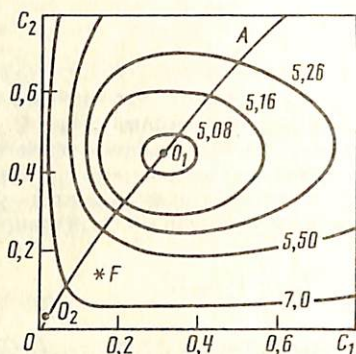


Рис. 2. Линии одинаковых значений суммарных издержек

На рис. 1 и 2 точкой F представлено фактическое состояние очистки на рассматриваемых предприятиях ($C_1 = 0,15$; $C_2 = 0,14$). Некоторое перераспределение затрат между двумя предприятиями, обеспечивая приближение точки F к линии Парето, позволит снизить ущерб без увеличения суммарных затрат на предотвращение загрязнений.

Описанная стратегия приближения от экономического оптимума к социальному, по-видимому, может применяться и в задачах с другими видами критериев, например когда учитываются затраты на утилизацию отходов [2]. Важно отметить, что прямой метод случайного поиска позволяет достаточно просто учесть разного рода ограничения как на переменные, так и на критерии.

В заключение автор выражает признательность К.Г. Гофману за полезные обсуждения как по постановке задачи, так и по методам ее решения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гофман К.Г. Экономическая оценка природных ресурсов в условиях социалистической экономики. М.: Наука, 1977.
2. Барский Л.А., Бебчук Б.Ц., Гофман К.Г., Гусев А.А. Методы эколого-экономического обоснования развития безотходных производств // Экономика и мат. методы, 1987. Т. XXIII. Вып. 2.
3. Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды. М.: Госплан СССР, АН СССР, 1983.
4. Бочаров Е.П. Расчет экономического оптимума качества окружающей природной среды // Экономика и мат. методы, 1988. Т. XXIV. Вып. 3.
5. Айвазян С.А., Енюков И.С., Мешалкин Л.Д. Прикладная статистика. Исследование зависимостей. М.: Финансы и статистика, 1985.
6. Лотов А.В. Введение в экономико-математическое моделирование. М.: Наука, 1984.
7. Лотов А.В. О понятии обобщенных множеств достижимости и их построении для линейных управляемых систем // Докл. АН СССР, 1980. Т. 250. Вып. 5.

Поступила в редакцию
22 IX 1988