Таблица 2

План и учет запуска — выпуска на нарезке

Группа номиналов	План запуска	Запуск из групп								Отходы	План выпуска
		$1'$	$2'$	...	...	j'	...	...	r'		
$1'$											
...											
k'											
...											
n'											
Итого											
Остатки											
Всего											

шает проблему взаимосвязи технологии, организации производства и качества продукции.

Дальнейшее расширение описанной модели на другие участки производства может явиться основой для создания автоматизированной подсистемы оперативно-производственного планирования и управления на предприятиях массового производства тонкопленочных резисторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г. П. Березкин. Некоторые проблемы календарного планирования массового производства с вероятностным характером выпуска изделий. Автореферат. Л., 1970 (Сев.-Зап. заочн. политехн. ин-т).
2. Н. П. Хаберев. Некоторые вопросы оптимального планирования многономенклатурных производств электронной техники. В сб. Электронная техника, серия 10, вып. 7 (24). М., 1968.
3. С. И. Зуховицкий, Л. И. Авдеева. Линейное и выпуклое программирование. М., «Наука», 1967.
4. У. Х. Малков. Обзор программ решения общей задачи линейного программирования. Экономика и матем. методы, 1969, т. V, вып. 4.

Поступила в редакцию
22 X 1969

МОДЕЛЬ ОБНОВЛЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ БУРОВОГО ПРЕДПРИЯТИЯ)

В. С. БЛИНЧЕВСКИЙ

(Москва)

Постановка задачи о замене оборудования крупного предприятия или отрасли изложена в [1]. В данной работе на примере бурового предприятия она решается иначе. Уточним ее постановку.

Предположим, что в текущий момент буровое предприятие имеет определенное число работающих машин разных возрастов и типов. Путем прогнозирования установлен объем производимых им работ в последующие несколько лет, а также технико-экономические характеристики машин. Задача состоит в определении оптимальной программы замены машин и (или) увеличении их числа в начале каждого года так, чтобы выполнить предполагаемый объем работ с минимальными приведенными затратами за планируемый период.

Введем обозначения: t — время (в годах), отсчитываемое от начала отрезка планирования; n — величина отрезка планирования; $s(t)$ — план работ на $(t+1)$-й год на рассматриваемом предприятии, метры проходки, $t = 0, 1, \ldots, n-1$; k_0 — число типов станков, работоспособных в условиях данного предприятия до момента $t = 0$; $r(t)$ — число новых типов станков, которые могут быть выпущены заводами к моменту t, $t \geqslant 0$; $v_{k,\tau}$ — реальная средняя скорость бурения на протяжении года станка k-го типа рабочего возраста τ в начале года; $x_{k,\tau}(t)$ — число станков типа k возраста τ в момент t, действующих в $(t+1)$-м году; T — максимум возраста станков, действующих при $t = 0$; $N_{k,\tau}$ — число станков k-го типа возраста τ при $t = 0$, $\tau = 1, \ldots, T$, действующих к моменту $t = 0$; $y_k(t)$ — число станков k-го типа, введенных в действие в момент t; $z_{k,\tau}(t)$ — число станков k-го типа возраста τ, выведенных в момент t; $G_{k,\tau}(t, n)$ — приведенные к нулевому моменту затраты на станок k-го типа $t-\tau$ года рождения за отрезок $[t, n]$ времени его работы; $\delta(\tau)$ — функция, равная 1 при $\tau = 0$ и 0 при $\tau \neq 0$; α — коэффициент отдаленности затрат за год в отрасли; A_k — себестоимость станка k-го типа; $C_{k,\tau}$ — издержки на поддержание в исправности и эксплуатацию станка k-го типа возраста τ за год; $B_{k,\tau}$ — стоимость станка k-го типа возраста τ.

Напишем неравенства плана работ

$$\sum_k \sum_\tau v_{k,\tau} x_{k,\tau}(t) \geqslant s(t), \qquad t = 0, 1, \ldots, n-1. \tag{1}$$

Подсчитаем $x_{k,\tau_0}(t_0)$, $t_0 \geqslant 0$. Логически возможны два случая: 1) $\tau_0 > t_0$, 2) $\tau_0 \leqslant t_0$. В первом случае мы считаем станки рабочего года рождения $t_0 - \tau_0 < 0$, так как $t - \tau = t_0 - \tau_0$, $\tau = t + \tau_0 - t_0$. К моменту t_0 их число могло измениться лишь за счет изъятия первоначально действующих станков

$$x_{k,\tau_0}(t_0) = N_{k,\tau_0 - t_0} - \sum_{t=0}^{t_0} z_{k,t+\tau_0-t_0}(t). \tag{2}$$

Во втором случае год рождения $t_0 - \tau_0 \geqslant 0$. Таким образом, до $t = 0$ станков не было; при $t = t_0 - \tau_0$ они могли быть добавлены и в последующие моменты выведены

$$x_{k,\tau_0}(t_0) = y_k(t_0 - \tau_0) - \sum_{t=t_0-\tau_0+1}^{t_0} z_{k,t+\tau_0-t_0}(t). \tag{3}$$

Ясно, что целые числа

$$x_{k,\tau}(t) \geqslant 0, \quad y_k(t) \geqslant 0, \quad z_{k,\tau}(t) \geqslant 0, \tag{4}$$

$$G_{k,\tau}(t, n) = \alpha^t \delta(\tau) A_k + \sum_{p=t}^{n-1} \alpha^p C_{k,\tau-t+p}. \tag{5}$$

За весь отрезок $[0, n]$ приведенные затраты

$$G = \sum_{k=1}^{k_0} \sum_{\tau=1}^{T} G_{k,\tau}(0, n) N_{k,\tau} + \sum_{t=0}^{n-1} \sum_{k=k_0+1}^{k_0 + \sum_0^t r(s)} G_{k,0}(t, n) \times$$

$$\times y_k(t) - \sum_{t=0}^{n-1} \sum_{k=1}^{k_0 + \sum_0^t r(s)} \sum_{\tau=1}^{T+t} [G_{k,\tau}(t, n) z_{k,\tau}(t) - \alpha^t B_{k,\tau} z_{k,\tau}(t)] \to \min. \tag{6}$$

Пользуясь (2), (3), (5), получаем целочисленную задачу (6) при условиях (1), (4)

$$\sum_{k=1}^{k_0} \sum_{\tau=1}^{T} \sum_{p=0}^{n-1} \alpha^p C_{k,\tau+p} N_{k,\tau} + \sum_{t=0}^{n-1} \left[\sum_{k=k_0+1}^{k_0 + \sum_0^t r(s)} \left(\alpha^t A_k + \sum_{p=t}^{n-1} \alpha^p C_{k,p-t} \right) y_k(t) - \right.$$

$$- \sum_{k=1}^{k_0+\sum_0^t r(s)} \sum_{\tau=1}^{T+t} \left(\sum_{p=t}^{n-1} \alpha^p C_{k,\,\tau-t+p} - \alpha^t B_{k,\,\tau} \right) z_{k,\tau}(t) \Bigg] \to \min,$$

$$\sum_{k=1}^{k_0} \sum_{\tau=t+1}^{t+T} v_{k,\tau} \left[N_{k,\,\tau-t} - \sum_{p=0}^{t} z_{k,\,\tau-t+p}(p) \right] +$$

$$+ \sum_{\tau=0}^{t} \sum_{k=k_0+\sum_0^{t-\tau} r(s)+1}^{k_0+\sum_0^{t-\tau+1} r(s)} v_{k,\,\tau} \left[y_k(t-\tau) - \sum_{p=0}^{t} z_{k,\,\tau-t+p}(p) \right] \geqslant s(t),$$

$$t = 0, 1, \ldots, n-1, \qquad N_{k,\tau-t} - \sum_{p=0}^{t} z_{k,\tau-t+p}(p) \geqslant 0,$$

$$k = 1, \ldots, k_0, \quad t = 0, 1, \ldots, n-1, \quad \tau = 1+t, \ldots, T+t,$$

$$y_k(t-\tau) - \sum_{p=0}^{t} z_{k,\tau-t+p}(p) \geqslant 0, \qquad t = 0, 1, \ldots, n-1,$$

$$\tau = 0, 1, \ldots, t, \qquad k = k_0 + \sum_0^{t-\tau} r(s) + 1, \ldots, k_0 + \sum_0^{t-\tau+1} r(s),$$

$$y_k(t) \geqslant 0, \quad t = 0, \ldots, n-1, \quad z_{k,\,\tau}(t) \geqslant 0, \quad t = 0, 1, \ldots, n-1,$$

$$k = 1, \ldots, k_0 + \sum_0^t r(s), \qquad \tau = 1, \ldots, T+t.$$

Это целочисленная задача линейного программирования с неизвестными $y_k(t)$, $t = 0, \ldots, n-1$,

$$k = k_0 + \sum_0^{t-1} r(s) + 1, \ldots, k_0 + \sum_0^t r(s), \qquad z_{k,\tau}(t), \qquad t = 0, \ldots, n-1,$$

$$k = 1, \ldots, k_0 + \sum_0^t r(s), \qquad \tau = 1, \ldots, T-t.$$

Для ее решения разработан ряд методов (см. [2]).

ЛИТЕРАТУРА

1. Ю. В. Чуев, Г. П. Спехова. Обобщенная задача о замене оборудования. Экономика и матем. методы, 1969, т. V, вып. 1.
2. А. А. Корбут. Целочисленные задачи линейного программирования. В сб. Экономика и математические методы. Вып. 2. М., «Наука», 1965.

Поступила в редакцию
5 IX 1968