

ПРОБЛЕМЫ ОПТИМАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ НАРОДНОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РЕЗЕРВОВ

С. М. ВИШНЕВ

(Москва)

1. РЕЗЕРВЫ И НАДЕЖНОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Непрерывность и плавность развития народного хозяйства требуют наличия достаточных запасов (резервов) в сферах производства, обращения и потребления. В условиях капитализма такие запасы образуются стихийно и зачастую достигают чрезмерных масштабов, означая крупную потерю общественного труда. В социалистическом хозяйстве запасы предприятий и народнохозяйственные резервы образуются, расходуются и пополняются в плановом порядке [1].

Вопросам обеспечения предприятий оборотными фондами (в сфере производства и обращения) посвящено немало работ, между тем проблема планового формирования целостной системы мобильных, маневренных, народнохозяйственных резервов не подвергалась должному теоретическому анализу. Нет сомнений, однако, в том, что только такая система может служить эффективным орудием активного воздействия на весь ход процесса воспроизводства.

Под *резервами* здесь понимаются не только запасы материалов, незавершенной продукции, продовольствия, готовых изделий и т. п., но и резервы производственных мощностей. В отличие от оборотных фондов предприятий народнохозяйственные резервы не привязаны к определенным хозяйственным единицам, а являются инструментом *экономического маневра* в руках плановых и управляющих органов *.

Такие мобильные резервы, своевременно направляемые на угрожаемые участки хозяйственного фронта, должны обеспечивать ритмичность функционирования всей экономики, невзирая на возможные помехи. С другой стороны, создание, поддержание и хранение резервов (запасов) представляет собой вычет из общественного продукта. Таким образом, проблема заключается в отыскании *оптимального варианта эффективной всеохватывающей системы народнохозяйственных резервов* (оптимальной системы резервов — ОСР) при минимальных полных затратах.

Необходимость в резервах вытекает из многочисленных и разнородных, во многом случайных, причин, вызывающих несопряженности во времени или в пространстве между потребным расходом материальных средств и теми ресурсами, которые балансируют расход на длительном промежутке времени.

Перечислим некоторые из причин таких несопряженностей: сезонные и другие периодические колебания выпуска продукции, транспортирова-

* Мы не касаемся специальных резервов оборонного назначения.

ния и потребления; нерегулярные изменения потребительского спроса; непредвиденные воздействия природных факторов (особенно в сельском хозяйстве); неполнота или неточность экономической информации; отклонения фактического выпуска или расходных норм от плановых показателей; просчеты планирования, ошибки органов управления и т. п.; чрезвычайные обстоятельства (землетрясения, наводнения и т. д.); появление важных научных открытий, изобретений, усовершенствований, требующих срочной реализации; международные события, влияющие на экономические решения.

Для устранения возможных несопряженностей и помех в социалистическом хозяйстве имеются три «линии обороны». Первая линия включает: а) нормативные запасы в розничной и оптовой сети, б) оборотные фонды хозрасчетных производственных предприятий; вторая линия: а) государственные материальные (складские) резервы, б) резервы производственных мощностей; третья линия: а) импорт (экстренный), б) международные резервы мировой системы социализма.

Нашей темой является преимущественно «вторая линия обороны», но надо учитывать, что все три «линии» между собой связаны.

Первая задача построения ОСР — отыскание оптимальных значений главных параметров: нормального, минимального и максимального уровней резервов, их вещественной структуры, режима расходования и пополнения, необходимых финансовых затрат и т. п. Наряду с этими метрическими свойствами ОСР должна быть определена и ее топология: иерархия эшелонированных резервов и их территориальная дислокация.

Полные затраты резервного хозяйства складываются из следующих основных компонентов:

1) капитальные затраты (C_1): а) строительство и оборудование складов, б) стоимость закладываемых первоначально запасов (возмещаемая по мере их реализации), в) начисления по норме эффективности капиталовложений (с учетом того, что средства могут быть эффективно использованы для других хозяйственных назначений).

Объем капитальных затрат определяется главным образом величиной необходимого резерва R : $C_1 = C_1(R)$;

2) текущие затраты (C_2) на амортизацию, отопление, освещение, страхование, ремонт, охрану и т. п. Эти затраты в основном пропорциональны капиталовложениям: $C_2 = C_2(R)$;

3) издержки хранения, освежения, перемещения, учета и т. п. (C_3), которые можно считать пропорциональными фактическому наличию запасов R_i на складе в каждый данный момент: $C_3 = C_3(zR_i)$;

4) оперативные расходы (C_4) на отпуск складированных материалов, оформление заказов, доставку и т. п. Эти расходы зависят от «активности» резерва: флуктуаций наличного запаса, частоты и объема расходования и пополнения: $C_4 = C_4(\Delta R_i)$.

По американским данным, общая сумма годовых затрат на складские запасы колеблется от 10 до 20% средней стоимости запаса*.

Экономика резервного хозяйства требует анализа условий минимизации общей суммы затрат C_R , охватывающей указанные компоненты:

$$C_R = kC_1 + C_2 + C_3 + C_4,$$

где k — коэффициент приведения единовременных капитальных затрат к текущим.

* Данные по крупным американским компаниям, относящиеся к стационарному режиму (с достаточными начальными запасами) и включающие 6% годовых на вложенный капитал [2].

Можно выделить следующие стадии разработки ОСР:

- а) теоретический анализ системы резервов;
- б) сбор и обработка статистических данных о потребных резервах, их структуре и особенно о флуктуациях запасов различных уровней и назначений;
- в) выбор модели и ее проверка путем ретроспективного анализа;
- г) корректировка и усовершенствование принятой модели или замена ее в случае необходимости другой, более адекватной;
- д) ввод в окончательно принятую математическую модель плановых показателей и прогнозируемых параметров в целях получения оптимальных решений;
- е) получение численных решений аналитически или методом имитирования на ЭВМ;
- ж) разработка практических мероприятий по реализации расчетных оптимальных решений.

2. ОСНОВЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ РЕЗЕРВОВ

Совокупность n видов резервов будем рассматривать как n -мерный вектор, $R \equiv \{r_j\}$, где $j = 1, 2, \dots, n$.

Для каждого компонента r_j и для любого момента времени T можно написать балансовое равенство в следующей форме *:

$$r_j^T = r_j^0 + \int_0^T [a(t) - b(t)] dt, \quad (1)$$

где t — текущая координата времени; r_j^0 — запас j -го вида к моменту $T = 0$; r_j^T — запас j -го вида к моменту T ; $a(t)$ — поток поступлений в резерв; $b(t)$ — поток расходования резерва.

Народнохозяйственная эффективность резервов определяется тем, насколько они обеспечивают ритмичность удовлетворения меняющейся потребности $c(t)$ в данном виде материалов. Мерой эффективности резервного хозяйства будет функционал, зависящий от трех функций времени:

$$Q = Q[a(t), b(t), c(t)].$$

В самой общей постановке отыскание ОСР сводится к максимизации функционала Q .

Практически можно подойти к критерию эффективности ОСР двумя путями. Во-первых, можно оценить ожидаемый ущерб (санкции, штрафы, неустойки и др.), устраняемый наличием адекватных резервов; в этом случае разность между покрываемым ущербом и необходимыми для создания резервов затратами явится «квазиприбылью»; величину этой квазиприбыли и надлежит *максимизировать*. Во-вторых, определяется необходимая минимальная степень бесперебойности функционирования всей системы снабжения путем установления априори коэффициента надежности и ищется такая система резервов, которая, отвечая коэффициенту надежности, будет сопряжена с *минимальными* полными затратами (т. е. затратами на создание, поддержание и маневрирование резервами).

В рамках отдельного предприятия обычно возможно оценить величину ущерба («квазиубытка») и «квазиприбыли», но в масштабе народного хозяйства это вряд ли реально; поэтому второй путь наиболее адекватен для построения ОСР в народнохозяйственном масштабе.

В промышленности (а также в сфере обращения) расчетным и практическим путем выработаны определенные нормы запасов на предприятиях (нормативы оборотных средств), необходимые для бесперебойного функ-

* Функции поступления и расходования здесь приняты непрерывными во времени, что не нарушает общности балансового равенства.

ционирования. Однако оптимальные нормативы для маневренных народно-хозяйственных резервов еще предстоит разработать на основе экономико-математических моделей и экспериментальных исследований. Ввиду чрезвычайной сложности проблемы следует первоначально встать на путь упрощенного нормативного расчета, а затем уже перейти к вероятностному методу.

Нормативный (детерминистический) подход основан на фиксированных соотношениях (обычно — пропорциональности) между резервами и расчетными (усредненными за принятую единицу времени, например один год) потребностями.

Стохастический (вероятностный) подход исходит из того, что величины потребностей и ресурсов случайные, с известными параметрами распределения вероятностей; задачей является отыскание максимума математического ожидания квазиприбыли или минимума математического ожидания затрат при требуемой степени надежности.

Нормативный детерминистический подход. Рассмотрим элементарный (линейный) нормативный метод, когда величина нормативного запаса в каждой из n отраслей экономики принимается пропорциональной валовому выпуску в период t (скажем, один год) и каждый компонент этого запаса также пропорционален соответствующей величине его расхода. При таком допущении баланс отраслевых запасов вполне аналогичен статическому балансу межотраслевых связей. При этом матрице коэффициентов текущих затрат $A \equiv \|a_{ij}\|$ будет соответствовать матрица нормативных коэффициентов запасов $S \equiv \|s_{ij}\|$; элементы матрицы S означают количество i -го продукта, входящего в запас j -й отрасли в расчете на единицу годового расхода i -го продукта.

При отсутствии ранее накопленного переходящего запаса на единицу выпуска валовой продукции j -й отрасли требуется поставка из i -й отрасли соответствующей доли норматива запаса, а именно:

$$b_{ij} = a_{ij}s_{ij}. \quad (2)$$

Коэффициенты b_{ij} образуют матрицу поставок в запас B . Если выпуск i -й отрасли в период t обозначить через q_i^t , то отраслевой резерв r_j^t будет определяться уравнением:

$$r_j^t = \sum_{i=1}^n b_{ij}q_i^t.$$

Соответственно вектор резервов по всем n отраслям народного хозяйства для t -го периода времени составит

$$R^t = Bq^t. \quad (3)$$

Данная величина R^t предполагает нулевое значение переходящего запаса R^{t-1} ; если же R^{t-1} соответствует тем же нормативам, что и R^t , то прирост запаса составит

$$R^t - R^{t-1} = Bq^t - Bq^{t-1}, \quad (4)$$

или сокращенно

$$\Delta R = B\Delta q,$$

где

$$B = \|a_{ij}s_{ij}\|.$$

Матричное уравнение (4) служит основным уравнением для расчета вектора резервов по схеме статического баланса с заданными величинами прироста валового продукта (Δq).

Уравнением (4) определяется прирост запаса при установившемся режиме, т. е. когда наличные запасы уже достигли нормативного уровня.

Если же наличный запас $\bar{R}^{t-1}$ меньше нормативного запаса R^{t-1} , то в уравнение (4) надо добавить второй член, учитывающий необходимость пополнить запас $\bar{R}^{t-1}$, равный kR^{t-1} ($k < 1$), до нормативного уровня R^{t-1} . Этот добавочный член, очевидно, зависит от показателя нехватки k , длительно-сти переходного режима и от темпов наращивания запасов до нормы.

Если принять срок перехода на установившийся режим равным m периодов и равномерный ритм наращивания запасов, то для неустановившегося режима будем иметь следующую величину необходимого прироста вектора запасов:

$$\Delta R = B\Delta q + \frac{1-k}{m} [B(q - \Delta q)]. \quad (5)$$

Рекуррентным алгоритмом определяются приросты запасов для последующих периодов.

Указанный способ оправдан лишь тогда, когда прирост запасов составляет небольшую долю приростов валовой продукции и когда эмпирические нормативы действительно соответствуют потребностям экономики и могут считаться константами в рассматриваемом интервале времени.

Логичнее такая постановка задачи, где валовая продукция сама зависит от наращивания необходимых нормативных запасов. Независимой переменной является вектор *конечной продукции*, не включающей запасов; искомой величиной — вектор *валовой продукции* отраслей (q), которая должна обеспечить создание промежуточного продукта (Aq), конечного продукта (f) и прироста запасов ($B\Delta q$). Следовательно,

$$q = Aq + B\Delta q + f. \quad (6)$$

Данное выражение аналогично динамическому балансу межотраслевых связей, причем нормативы b_{ij} играют ту же роль, как обычно частные коэффициенты удельной фондоемкости продукции.

Эта динамическая задача была рассмотрена Р. Стоуном [3], который применил для решения аппарат операторного исчисления, введя оператор сдвига во времени E :

$$E^0 x_t \equiv x_{t+0}.$$

Полученное Р. Стоуном решение (для θ -го периода) имеет следующий вид:

$$E^0 q = S r^0 + (I - A)^{-1} f, \quad (7)$$

где S — матрица коэффициентов $\|s_{ij}\|$,

$$r^0 = \{p_1^0, p_2^0, \dots, p_n^0\},$$

причем величины $p_1, p_2, \dots, p_n$ — корни матричного определителя

$$|(I - A - B)r - B| = 0. \quad (8)$$

Решение задачи для любого периода θ требует знания n^2 констант матрицы A и n^2 констант матрицы S , а также, разумеется, заданных значений вектора конечного продукта f .

Стохастический подход. Детерминистическая постановка позволяет решить ряд конкретных практических задач (оптимальные сроки и размеры заказов, размещение и ассортимент запасов и т. п.), однако сама логика резервов как инструмента парирования помех требует вероятностного (стохастического) подхода. В этой постановке величины потребностей и ресурсов рассматриваются как случайные переменные *.

* Общая схема моделирования запасов и различные ее варианты рассмотрены в коллективной работе [4]. См. также библиографический указатель работ по теории запасов [2].

Стохастическая модель системы резервов включает следующие классы величин: 1) предсказываемые величины (параметры статистических распределений ресурсов и потребностей); 2) фиксируемые величины, в частности, требуемый уровень надежности для различных видов резервов; 3) целевая функция; 4) искомые величины.

Искомыми являются те экономические рычаги, которыми оперирует государство, организуя и оптимизируя резервное хозяйство: а) оптимальный, минимальный и максимальный уровни резервов (матрица уровней); б) характеристика вещественной структуры резервов (матрица номенклатуры); в) иерархическая структура ОСР (матрица фондодержателей); г) дислокация резервов (матрица размещения).

Эти характеристики, необходимые для построения рациональной системы резервов, можно назвать *управляемыми параметрами ОСР*. Выдать оптимальные (при данном критерии) значения управляемых параметров — такова конечная цель стохастической модели.

Следует подчеркнуть, что указанные матрицы взаимосвязаны, а через константы и ограничения модель ОСР связывается с общей системой моделей народного хозяйства.

При максимизации «квазиприбыли» (или минимизации суммы санкций за срыв) оптимальным будет тот уровень запаса, при котором затраты на приращение его на одну единицу равны оценке вероятного убытка, вызванного нехваткой этой единицы в запасе. В народнохозяйственном масштабе санкции за срыв снабжения не могут быть оценены.

При критерии надежности оптимальный резерв соответствует минимуму математического ожидания величины полных затрат на резервирование C_R при заданной «критической вероятности» p полного исчерпания резерва R :

$$p = P[R = 0].$$

В отдельных случаях можно требовать полной надежности ($p = 0$), однако в большинстве случаев требование абсолютной надежности обуславливает абсолютно нереальные размеры необходимого резерва; следовательно, критическая вероятность должна иметь фиксированное достаточно малое значение, а уровень надежности $v = (1 - p)$ будет соответственно меньше единицы.

При оптимизации по критерию надежности следует определить зависимость (оптимального) резерва R , во-первых, от критической вероятности p , во-вторых, от вида функции и параметров распределения потребности $F(D)$, и, в-третьих, от динамики абсолютной величины потребностей. Все эти зависимости определяются одновременно на основании следующих упрощенных предположений.

Случайной переменной мы считаем потребность D ; известны параметры $F(D)$: средняя μ и с.к.о. (среднее квадратичное отклонение) σ^* .

Рассматриваем множество последовательных равных интервалов времени. Нас интересует математическое ожидание флуктуирующей величины наличного запаса R за длительный период времени в n интервалах. Критическая вероятность соответствует допустимому числу срывов за n интервалов. Эту величину можно назвать страховкой от исчерпания или «риском срыва».

Полный запас R_0 состоит из двух частей: нормативный запас R_n , пропорциональный средней потребности, и страховой резерв R_s , связанный со случайными отклонениями потребности от ее средней:

$$R_0 = \mu n + k\sigma, \quad (9)$$

* Для упрощения расчетов обычно берут распределение Пуассона; переход к нормальному распределению не меняет сущности задачи.

где s — норматив запаса на единицу средней потребности; k — центральный момент распределения, соответствующий вероятности p .

Эта зависимость имеет место для каждого из n интервалов.

Учитывая уравнение (9), получаем для математического ожидания величины наличного резерва за n интервалов следующую зависимость:

$$R = M|R_0 - \mu| = k\sigma. \quad (10)$$

Из уравнения (10) вытекают следующие важные выводы:

1) величина резерва R , обеспечивающая надежность $(1 - p)$, пропорциональна с.к.о. статистического распределения потребности $F(D)$;

2) величина R находится (через k) в простой зависимости от критической вероятности p (при данной функции распределения потребности $F(D)$);

3) поскольку величина R пропорциональна σ , а величина σ для случайной выборки пропорциональна квадратному корню объема выборки, то величина резерва R должна возрастать пропорционально квадратному корню величины потребности:

$$R = b\sqrt{\mu}, \quad (11)$$

где b — коэффициент, зависящий от критической вероятности p ; μ — средняя потребность.

Рассмотрим для примера задачу о величине необходимого резерва R при коэффициенте надежности $v = 0,99$ (т. е. $p = 0,01$); другими словами, будем считать допустимым, что на каждые 100 равных интервалов времени планового периода может произойти один срыв.

Примем распределение случайной величины потребности в соответствии с законом Пуассона

$$P(m, u) = \frac{e^{-u} u^m}{m!},$$

где P — вероятность того, что потребность (в единичном интервале) равна m единицам; u — средняя величина потребности в интервале; e — основание натуральных логарифмов.

Согласно уравнению (11), величина резерва составит $R = a\sqrt{u}$. Примем $u = 24$ единицы.

Из таблиц значений параметров распределения Пуассона для указанных вводных данных находим значение коэффициента $a = 2,326$. Следовательно, $a = 2,326 \sqrt{24} \approx 12$ единицам.

Допустим, имеются четыре таких пункта снабжения, каждый из которых должен располагать резервом в 12 единиц; если объединить эти четыре резерва в один общий резерв, то достаточно иметь в нем $2,326\sqrt{96} \approx 23$ единицы. Следовательно, централизация резервов в данном случае даст экономию в 25 единиц (т. е. $\sim 50\%$).

«Закон квадратного корня»^{*} получил широкое применение в теории запасов, однако он действителен лишь при определенных постулатах, справедливость которых должна быть проверена на эмпирическом материале.

Следует предостеречь от смешения двух различных понятий: централизация резерва и территориальная концентрация запасов. Централизация резерва означает поступление заявок в единый центр и удовлетворение их из единого общего резерва. По существу, это централизация диспетчерской службы, централизация распоряжения. Вопрос же о числе, емкости и дислокации складов лежит в другой плоскости; он относится к задачам на раз-

^{*} Его вывел Ч. Эджуорт в 1888 г. применительно к расчету денежных резервов банков на случай массового востребования вкладов [5].

мещение. Централизация распоряжения совместима с рассредоточением пунктов хранения.

Характеристики ОСР не остаются постоянными; функции распределения ресурсов и потребностей должны корректироваться на основе текущей статистики.

При рассмотрении динамической задачи, охватывающей последовательность этапов с меняющимися параметрами функций, решения относительно режима резервирования принимаются на каждом этапе. Таким образом, должна быть установлена стратегия, на основе которой будут приниматься конкретные решения, учитывающие изменяющуюся обстановку. Здесь можно усмотреть аналогию с математической теорией игр (при неполной информации); действительно, ряд авторов исследовал возможности приложения этой теории к проблеме запасов.

Отметим, что в каждой динамической задаче встает вопрос о приведении ожидаемых затрат и доходов к единой дате (взвешивание во времени).

Величина резерва $\bar{R}$ есть важнейший управляемый параметр, но, кроме того, минимизация полных затрат требует расчета других искомых величин.

Встает вопрос: какая математическая схема способна наиболее адекватно отобразить реальные условия оптимизации резервного хозяйства и дать возможность расчета всех его ключевых параметров?

В зависимости от характера и экономических особенностей того или иного класса задач могут быть применены следующие математические методы: линейное и динамическое программирование, теория стохастических марковских процессов, теория массового обслуживания, кибернетические схемы автоматического регулирования, математическая теория игр, математическая теория надежности сложных систем.

По нашему мнению, объединяющей базисной методикой должна быть именно теория надежности.

3. РЕЗЕРВЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ

Наряду с необходимостью материальных (складских) запасов в плановой экономике встает вопрос о создании маневренных резервов производственных мощностей.

Как будет показано, распространенное мнение о том, будто в социалистической экономике (и, в частности, в промышленности) производственные мощности должны быть использованы полностью, на 100% — необоснованно.

Разумеется, наличие плановых мобильных резервов мощности не имеет ничего общего с хронической недогрузкой производственного аппарата при капитализме. В условиях социализма резервы мощностей — так же как и товарные запасы — нацелены на выравнивание несопряженностей, колебаний и других случайных помех.

Известны отрицательные последствия отсутствия резервов мощности. Особо надо подчеркнуть, что работа предприятий на пределе мощности не оптимальна и с точки зрения рентабельности: минимум себестоимости и максимум прибыли (при данных фондах) достигается, как правило, лишь при достаточном резерве мощности, т. е. существует *оптимальный уровень использования полной мощности*.

Конечно, технический резерв мощности представляет собой мертвый резерв, если нет резерва рабочей силы, способной привести его в действие. В Советском Союзе, где безработица давно ликвидирована, эта задача представляет известные трудности. Однако, как показывает опыт, отсутствие безработицы в стране не исключает возможности маневра рабочей силой.

Другим препятствием на пути создания резервов мощности служит снижение уровня производства по сравнению с максимальным уровнем (при полной нагрузке мощностей). Здесь необходимо учесть, что производственная мощность не есть фиксированная наперед величина: если наличие свободного резерва мощности выгодно для народного хозяйства в целом, то это позволяет быстрее наращивать мощности.

Справедливо замечание Р. Фриша о том, что наличие резерва производственной мощности уменьшает величину абстрактного (или вернее фиктивного) оптимума, но увеличивает численное значение *реального* оптимума [6].

Этот резерв не создается сразу за короткий срок; можно предусмотреть *постепенное* образование резерва мощности путем систематического превышения темпов наращивания мощностей по сравнению с темпами планируемого выпуска продукции.

Вместе с тем необходимо учитывать, что наличие резерва мощности на отдельном предприятии не является эффективным ресурсом при отсутствии должных резервов мощности у смежников. Однако это не означает, что резерв мощности в масштабе одного или группы предприятий обязательно требует наличия резервов во всех без исключения отраслях народного хозяйства. Анализ межотраслевых балансов показывает, что сфера материального производства может быть разложена на блоки. Необходимым является сопряжение резервов мощности внутри отдельных блоков. Вместе с тем блоки отраслей сами могут быть упорядочены, образуя своего рода производственную пирамиду (или «воронку»), основанием которой служат блоки сырьевых и энергетических отраслей, а вершиной — блок легкой индустрии.

Блочнo-иерархическая структура совокупности отраслей общественного производства указывает логический путь последовательного процесса создания достаточных резервов мощностей; начинать целесообразно с расширения «основания пирамиды».

Области применения системы складских запасов и системы резервов производственных мощностей пересекаются и там, где решение одной и той же экономической задачи может быть достигнуто либо одним, либо другим путем; возникает необходимость взвесить сравнительную выгоду. Эта проблема составляет особую тему, здесь мы отметим лишь два фактора, которые должны быть приняты во внимание: а) гибкость резервов мощности в сравнении с совокупностью эквивалентных складских запасов и б) сравнительное быстроедействие обеих систем.

Мерой гибкости может служить число позиций невзаимозаменяемых видов запасов, которые эквивалентны данному резерву мощности, с учетом вероятного расхода по каждой позиции.

Мерой быстрогодействия служит интервал времени от момента сигнала о несопряженности до момента ее ликвидации за счет резервов. С этой точки зрения для резервов мощности решающую роль играет продолжительность производственного цикла.

Замену складских запасов невзаимозаменяемых продуктов (совокупность запасов взаимозаменяемых продуктов можно трактовать как единый запас) резервной мощностью допустимо рассматривать в качестве централизованного резерва, но объединенного не по пунктам снабжения, а по номенклатуре продуктов. Резерв производственной мощности $W(m)$ будем называть *эквивалентным* складскому запасу $R(m)$, если он обеспечивает одинаковые потребности в m продуктах с равной степенью надежности v :

если $W(m) \perp R(m)$, то $W(m) \perp \sum_{j=1}^m r_j$.

Ввиду пропорциональности централизованного резерва квадратному корню суммы децентрализованных резервов, можно положить

$$W(m) = \sqrt{\sum_{j=1}^m r_j}, \quad j = 1, 2, \dots, m.$$

Следовательно, затраты на создание резерва производственной мощности при прочих равных условиях должны возрастать пропорционально квадратному корню величины затрат на создание эквивалентных складских запасов. Отсюда вытекает, что создание резерва мощности $W(m)$ выгоднее накопления складского резерва $R(m)$, если

$$d \sqrt{\sum_{j=1}^m c_j r_j} < \sum_{j=1}^m c_j r_j,$$

где d — коэффициент пропорциональности, связанный с величиной фондоемкости резервов мощности; c_j — цена единицы j -го продукта.

Наращивание необходимых резервов производственных мощностей представляет собой процесс более сложный, чем постепенное накопление материальных запасов. Здесь нужно учитывать, во-первых, лаг запаздывания θ , отделяющий произведенные капитальные затраты от ввода и освоения соответствующих мощностей; во-вторых, необратимый характер роста мощностей, поскольку они не подвергаются ликвидации; в-третьих, связь роста резервов мощности с запланированными темпами выпуска продукции.

Наличие запаздывания требует рассмотрения процесса наращивания резервов мощности в динамике: в каждом интервале времени производятся вложения, дающие свой эффект через интервал θ ; в каждом интервале вступают в действие мощности, затраты на создание которых были произведены ранее.

В переходный период, когда фактические резервы мощности ниже оптимальной величины, наличный производственный аппарат используется в большей мере, чем при установившемся оптимальном режиме. Следовательно:

$$\alpha Y - \gamma K > 0,$$

где α — коэффициент фондоемкости продукции; Y — выпуск продукции; γ — коэффициент оптимального использования мощности; K — производственные фонды.

По мере приближения к оптимальному режиму указанная разность стремится к нулю, нагрузка приближается к оптимальной, затраты на увеличение резерва мощности становятся пропорциональными росту выпуска и росту производственных фондов.

Этот динамический процесс компактно описывается при помощи ранее упоминавшегося символического оператора сдвига — переноса во времени E^θ . Для величины резервных вложений I (т. е. вложений, необходимых для доведения резервов мощностей до оптимального уровня) имеем следующее операторное уравнение:

$$I = \beta E^{-\theta} [\alpha Y - \gamma K], \quad (12)$$

где β — коэффициент затухания, зависящий от длительности переходного режима.

Как показывает жизнь, образование маневренных резервов производственных мощностей далеко не всегда требует дополнительных вложений: во многих случаях такие резервы фактически имеются, но находятся, так

сказать, в латентном состоянии (подчас их просто скрывают). Задача состоит в том, чтобы их выявить, координировать, привести в мобильное состояние.

Выводы. Хотя система народнохозяйственных резервов не может рассматриваться как автономная, но она обладает известной спецификой, позволяющей моделировать ее как особую часть экономики. При этом общий критерий экономической эффективности — получение наивысших результатов для общества с наименьшими затратами — конкретизируется как проблема минимума полных затрат на резервное хозяйство при обеспечении фиксированного уровня надежности.

Полные затраты могут быть разбиты на четыре категории, причем центральную роль играет величина необходимого запаса.

При детерминистическом подходе расчет необходимых материальных запасов базируется на эмпирически установленных отраслевых нормативах. Природе маневренных, мобильных резервов отвечает стохастический (вероятностный) подход: ищется минимум математического ожидания величины полных затрат при заданных параметрах функций вероятностей ресурсов и потребностей.

Анализ стохастической модели дает теоретическое обоснование и количественную оценку преимуществ централизации управления резервами.

Анализ показывает также условия экономической эффективности сочетания материальных (складских) запасов с резервами производственных мощностей. Наличие резервных мощностей в строго координированном комплексе — необходимое условие оптимального развития материального производства.

Преимущества планового хозяйства позволяют социалистическому государству обойтись значительно меньшими запасами и резервами, чем это имеет место при капитализме. Выгоды централизации позволяют поставить вопрос о создании единой системы хозяйственных резервов для всех социалистических стран, входящих в Совет Экономической Взаимопомощи.

Перед исследователями встают задачи отыскания оптимальных значений параметров накопления, структуры, размещения и управления резервами.

Оперативное управление оптимальной системой резервов со временем может быть поставлено на основу автоматической диспетчеризации.

Модели резервного хозяйства на данном этапе должны служить программой сбора информации о наличии и движении запасов на всех уровнях экономики. Такая информация абсолютно необходима для расчета параметров системы резервов.

Создание единой, всеохватывающей, оптимальной системы народнохозяйственных резервов — дело огромного масштаба, оно потребует больших усилий, средств и времени, но оно необходимо, а реализация этой задачи обеспечит социалистической экономике незыблемую устойчивость и наивысшую надежность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б. Н. Михалевский. Односекторная динамическая модель и оценка нормы эффективности капиталовложений. Экономика и матем. методы, 1965, т. I, вып. 2.
2. T. Whitin. The Theory of Inventory Management. Second Edition. Princ. Univ. Press., Princeton, 1957.
3. R. Stone. Conceptual Problems in Input-Output Works. Geneva, 1955.
4. K. J. Arrow, S. Karlin, H. Scarf. Studies in the Mathematical Theory of Inventory and Production. Stanford Univ. Press., Stanford, 1958.
5. F. Y. Edgeworth. The Mathematical Theory of Banking. J. Roy. Stat. Soc., 1888, v. 1.
6. R. Frisch. An Implementation System for Optimal National Economic Planning. Memorandum from Univ. of Oslo, 1963, Sept.

Поступила в редакцию
7 XII 1965