

МОДЕЛЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ФОНДОВ ПРИ СТОХАСТИЧЕСКОМ ХАРАКТЕРЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ*

И. Н. КУЗНЕЦОВ

(Москва)

1. Материально-техническое снабжение предприятий, разрабатывающих сложную аппаратуру либо выполняющих научно-исследовательские работы, оказывается в настоящее время весьма трудным и дорогим. Причиной этого являются специфические особенности новых разработок и научно-исследовательских работ, делающие мало пригодными традиционные способы материально-технического снабжения (МТС). Учет этих особенностей при разработке систем МТС может привести к существенному улучшению и удешевлению снабжения каждого предприятия в отдельности и предприятий данного управления (министерства).

Для выяснения особенностей сложных разработок и научно-исследовательских работ рассмотрим подробнее вопросы прохождения новых разработок.

2. С развитием науки и техники практика ставит все более сложные задачи, для успешного решения которых разработан комплексный или системный метод [1].

При комплексном решении поставленных практикой задач любая проблема рассматривается как единое целое. Все то, что необходимо для решения проблемы, принято называть системой. В системном подходе осуществляется одновременное проектирование системы по всем ее частям с целью получения наилучшего решения поставленной задачи. Все необходимое оборудование и устройства конструируются и объединяются в хорошо функционирующее единое целое.

Примерами систем могут служить система МТС, куда входят люди, занятые в МТС, склады, транспорт, вычислительные средства и т. п., железнодорожная система, телефонная система связи города, морской торговый флот вместе с портами, ремонтной базой, системой снабжения и т. д. Системами являются система оружия типа «Полярис», система ПРО (противоракетной обороны) типа Найк — Зевс, проектирование которых осуществлялось комплексным методом.

Любая система, предназначенная для решения некоторой проблемы, в своем развитии проходит ряд фаз.

Первая фаза является началом разработки системы и продолжается не более одного месяца. На этой фазе обычно имеется априорная идея решения данной проблемы, но эта идея, как правило, является ошибочной.

Вторая фаза продолжается от двух недель до трех месяцев и является организационной. На этой фазе создается бригада по руководству проектированием системы, составляется план всех работ над проектом и

* Статья написана по материалам докладов автора на конференциях по использованию математических методов на производстве (Москва, 1965 г.) и в экономике (Тарту, 1966 г.)

приступают к выбору наилучшего варианта решения проблемы. Одновременно планируют эксперименты, проведение которых необходимо для получения недостающих данных и для оценки эффективности системы. Отчетом о второй фазе является документ, в котором даются ясная формулировка проблемы и несколько разумных решений проблемы, причем одно из них считается наиболее предпочтительным.

Очевидно, что на первой и второй фазах практически никакие материалы за исключением канцелярских не потребляются.

На третьей фазе, длительность которой обычно лежит в пределах от 2 месяцев до 2 лет, осуществляется предварительное проектирование (аванпроект). Цель предварительного проектирования — разработка первого варианта того, что может быть названо системой. На этой фазе решаются вопросы, допускающие неоднозначные ответы. Решение этих вопросов производится путем анализа и экспериментов, которые часто именуются научно-исследовательскими и опытными работами. Для выполнения ранее запланированных экспериментов, а также проектирования компонент системы на этой фазе привлекаются узкие специалисты. Завершается третья фаза составлением документа, являющегося первым вариантом технического (функционального) задания системы. В нем производится обоснование предложенных решений проблемы и даются предложения относительно необходимого числа людей, материалов, времени и т. п.

На этой фазе в процессе макетирования и экспериментирования потребляются различные материалы, полуфабрикаты, приборы и т. п., именуемые далее собирательным термином «материалы». Очевидно, что не только точное определение требуемого на третьей фазе количества того или иного материала, но даже простое перечисление номиналов потребного материала перед началом этой фазы редко бывает возможным.

На четвертой фазе осуществляется основное проектирование (эскизный проект). Цель его — уточнение функционального задания. Продолжительность этой фазы 1—10 лет. Оканчивается фаза выдачей функционального задания, отличающегося от документа на третьей фазе тем, что оно: а) более детализировано, б) является замороженным, т. е. разработчики компонент системы будут заниматься их проектированием без каких-либо изменений задания, кроме тех, которые вводятся по требованию самих разработчиков.

На этой стадии создаются отдельные части системы на столе, проводится испытание отдельных групп оборудования, изготавливаются образцы аппаратуры и т. п. Здесь, как и на предшествующей фазе, невозможно точное предсказание требуемого количества материалов. Действительно, разработчику той или иной компоненты системы перед началом фазы точно неизвестны наилучший путь решения поставленной перед ним задачи и тем более сроки ее решения и, естественно, неизвестно потребное количество того или иного материала. Более того, разработчик не всегда располагает точной информацией о всех типах материалов, которые, возможно, он мог бы использовать для разрабатываемой компоненты. Последнее объясняется и некачественной рекламой новых материалов, и тем, что некоторые новые материалы еще не поступили в серийное производство. А это приводит к тому, что в процессе проектирования разработчик вынужден отказываться от ранее затребованного материала, заменяя его новым.

Пятая фаза — конструирование опытного образца — продолжается от полугода до 2 лет. Цель этой фазы — создание лабораторного опытного образца. Фаза заканчивается, когда опытный образец готов для проведения испытаний. Следует заметить, что обычно имеется несколько типов

опытных образцов, начиная с простого макета на столе и кончая заводским образцом.

На шестой фазе осуществляются испытание, отладка и оценка системы. Имеется несколько видов испытаний, в том числе лабораторные испытания, приемо-сдаточные испытания и т. д. Целесообразно различать испытания лабораторного образца, изготовленного вручную и обслуживаемого создавшими его инженерами, и оценку производственного образца, изготовляемого заводским методом и обслуживаемого теми, кто будет эксплуатировать его в реальных условиях. После проверки системы на лабораторном образце (а часто уже в процессе проверки) приступают к изготовлению заводского образца.

На пятой и шестой фазах потребности в материалах становятся все более определенными, хотя элемент случайности и на этой стадии играет существенную роль.

Седьмая фаза заключается во внедрении и эксплуатации системы. И на этой фазе нельзя считать потребность в материалах, необходимых для нормальной работы системы, полностью определенной. Действительно, отдельные компоненты системы будут выходить из строя в случайные моменты времени, а так как надежность их достаточно точно может быть определена только в результате длительной эксплуатации системы, то соответственно и разброс в потребностях будет значительным.

Следует особо отметить тот факт, что резкой границы между различными фазами нет. Часто фазы перекрываются. В некоторых случаях желание скорее получить систему в металле приводит к исключению некоторой фазы, что усложняет и удорожает проектирование системы и еще более затрудняет материально-техническое снабжение.

Из-за сравнительно большой продолжительности проектирования иногда система устаревает значительно раньше ее внедрения. И тогда процесс проектирования повторяется. Так, например, случилось с системой ПРО типа Найк — Зевс. При этом оказывается неиспользованным большое количество материалов, заказанных для выполнения работ на последующих, ставших ненужными фазах.

Типичными при проектировании сложных систем являются недостаточность имеющихся знаний и острая необходимость в их пополнении. Добывание новых знаний осуществляется проведением научно-исследовательских работ и опытных разработок, где знание потребностей в материалах обычно не больше, чем на третьей и четвертой фазах проектирования систем.

3. Как показано в п. 2, потребности в тех или иных материалах на каждой фазе являются случайными, причем степень неопределенности различна на различных фазах. Тем более случайной является потребность в том или ином материале на любой фиксированный период времени. Из этого следует, что неразумно требовать характеристику потребности в том или ином материале только одной цифрой: этой цифры никто не знает.

Вывясним теперь, кто же обладает наибольшей информацией о потребностях. Поскольку проектируемая система состоит из большого числа различных компонент, а каждая компонента в конечном счете разрабатывается одним или несколькими лицами, именуемыми далее разработчиками, то наиболее полное представление о компоненте и, следовательно, о потребном количестве того или иного материала имеет разработчик. Но, подчеркнем, эта информация неточная.

4. Исследуем теперь, в каком виде разработчик может выдавать информацию о потребностях в материалах. Заметим, что по традиции сбор сведений о потребностях производится периодически, обычно раз в год.

Разработчик ориентировочно знает перечень работ, которые ему придется выполнять на текущий период. При этом он по опыту прошлого и на основе изучения подлежащих решению в текущем периоде задач может по каждому виду материала сказать следующее. По-видимому, на текущий период потребуется некоторого материала в количестве, не превышающем величину $y^п$. Если же все будет идти достаточно хорошо, то материала потребуется меньше, но вряд ли удастся обойтись материалом в количестве, меньшем $y^о$, а скорее всего материала потребуется в количестве $y^в$. По аналогии с временными оценками продолжительности работы в ПЕРТ [2] будем называть величины $y^п$, $y^о$, $y^в$ пессимистической, оптимистической и вероятной оценками потребного на текущий период количества материала.

Таким образом, знание потребного разработчику количества материала условное: требуемое количество случайно, может иметь любое значение из отрезка

$$[y^о, y^п], \quad (1)$$

маловероятно, что оно будет больше $y^п$ или меньше $y^о$.

В этом и заключается вся информация о количестве потребного на текущий период материала, которой располагает разработчик. Но в этих оценках содержится значительно больше информации по сравнению с информацией в случае использования только одной оценки. Нужно только правильно ее извлечь.

Психологически разработчику проще выдавать три оценки потребного ему на текущий период материала вместо одной. Действительно, для выбора одной цифры он все равно должен выявить все три оценки требуемого количества материала, т. е. представить всю картину. Но из-за неопределенности потребностей, а также из-за того, что, заявив некоторую цифру потребного материала, он не вправе рассчитывать на получение большего количества (если ему потребуется больше), ему приходится вышшего количества (если ему потребуется больше), ему приходится давать в конечном счете цифру y , равную пессимистической оценке, т. е. $y = y^п$, если отношения со снабжением основываются на доверии, либо завышать ее с учетом «характера» снабженца, если последний стремится уменьшить ее. Следовательно, требование охарактеризовать потребности в том или ином материале только одной цифрой является более трудной задачей для разработчика, чем в случае трех оценок.

5. Оценим теперь преимущества, которые дает снабженцу знание трех оценок.

При наличии на предприятии только одного разработчика знание трех оценок не изменяет политику снабженца: он должен иметь на текущий период материал в количестве $y^п$. Единственным преимуществом здесь является лишь то, что значение величины $y^п$ выдано разработчиком объективно (насколько можно здесь говорить об объективности), без учета «характера» снабженца.

Рассмотрим теперь случай наличия более одного разработчика. Будем полагать при этом, что количество y_i материала, потребляемого i -м разработчиком, не зависит от того, сколько потребляется этого материала k -м разработчиком, где $i \neq k$, $i = 1, \dots, m$; m — общее число разработчиков.

Тогда вследствие случайности потребления материала каждым из разработчиков с большой вероятностью можно обойтись общим количеством материала, значительно меньшим суммы $\sum_{i=1}^m y_i^п = y^п$ пессимистических

оценок. Действительно, величины y_i можно считать в первом приближении независимыми случайными величинами, закон $p_i(y)$ распределения которых неизвестен, но известны три оценки: y_i^o , y_i^p , y_i^n . Так как число m разработчиков (подразделения различной величины и, возможно, отдельные сотрудники) обычно велико, то в соответствии с центральной предель-

ной теоремой [3] величина $Y = \sum_{i=1}^m y_i$ распределена по нормальному закону со средним значением $\bar{Y}$ и дисперсией σ^2 , определяемыми формулами:

$$\bar{Y} = \sum_{i=1}^m \bar{y}_i, \quad \bar{y}_i = \int p_i(y) y dy, \quad (2)$$

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^m \sigma_i^2, \quad \sigma_i^2 = \int p_i(y) (y - \bar{y})^2 dy.$$

Вероятность того, что предприятию потребуется материал в количестве, не превышающем Y , оказывается равной величине

$$P(Y) = \Phi\left(\frac{Y - \bar{Y}}{\sigma}\right), \quad (3)$$

где

$$\Phi(x) = \int_{-\infty}^x \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left\{-\frac{t^2}{2}\right\} dt,$$

а среднее число лет между очередными периодами, в которых материала не хватает, определяется формулой

$$\bar{n} = r / [1 - P(Y)], \quad (4)$$

где r — продолжительность текущего периода.

Если предположить, что значение вероятности (3) фиксировано, то величина запаса z материала,

$$z = Y - \bar{Y},$$

в этом случае будет меньше величины запаса при старом способе заказа примерно в k раз, где

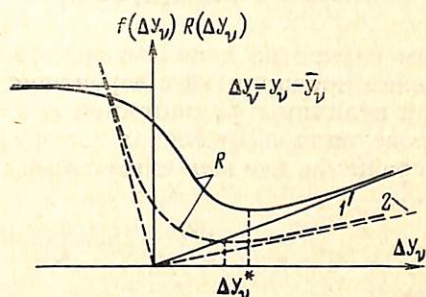
$$k = \sum_{i=1}^m \sigma_i / \sqrt{\sum_{i=1}^m \sigma_i^2}, \quad (5)$$

и в случае одинаковых σ_i величина k равна $\sqrt{m}$.

6. Для определения величин σ_i и y_i , используемых в соотношениях (2), необходимо знание распределения $p_i(y)$. Но эти распределения, по-видимому, никогда не будут известны точно. Поэтому здесь можно поступить так же, как и в системе ПЕРТтайм, где неизвестное распределение продолжительности работы аппроксимировалось бета-распределением [2]. При аппроксимации бета-распределением среднее значение и дисперсия величины потребного количества материала определяются через три оценки достаточно простыми соотношениями:

$$\bar{y}_i = \frac{1}{6}(y_i^o + 4y_i^p + y_i^n), \quad \sigma_i = \frac{1}{6}(y_i^n - y_i^p). \quad (6)$$

7. Для определения оптимального количества Y_v^* v -го материала, которое необходимо иметь на текущий период, и связанных с ним характеристик (3), (4) требуется знание функции потерь $f_v(\Delta Y)$, к которым приводит наличие запаса в количестве ΔY , $\Delta Y > 0$ либо нехватка материала в количестве ΔY , $\Delta Y < 0$. Очевидно, что наличие запаса приводит к потерям из-за связывания оборотных средств, расходам на его хранение, и, следовательно, $f_v(\Delta Y)$ является возрастающей функцией величины запаса. Потери от нехватки материала также являются неубывающей функцией величины ΔY , зависящей от вида материала и особенностей производства. Таким образом, функция потерь обладает единственным минимумом в точке $\Delta Y = 0$ (см. рисунок, где представлено несколько разновидностей этой функции).



Величина Y_v^* при этом находится из условия минимума ожидаемых потерь, которые при нормальном распределении требуемого количества материала имеют вид

$$R = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \int_{-\infty}^{\infty} f_v(Y - Y_v) \exp\left\{-\frac{(Y - \bar{Y}_v)^2}{2\sigma^2}\right\} dY. \quad (7)$$

Так, в случае функции потерь, изображенной на рисунке кривой 1:

$$f_v(\Delta Y) = \begin{cases} c_1, & \Delta Y < 0, \\ c_2 \Delta Y, & \Delta Y > 0, \end{cases}$$

ожидаемые потери равны

$$R = \Phi\left(\frac{Y_v - \bar{Y}_v}{\sigma_v}\right) [c_1 + c_2(Y_v - \bar{Y}_v)] + \frac{c_2 \sigma_v}{\sqrt{2\pi}} \exp\left\{-\frac{(Y_v - \bar{Y}_v)^2}{2\sigma_v^2}\right\}$$

и величина Y_v^* , минимизирующая их, может быть найдена, например, графически. Здесь σ_v^2 — дисперсия требуемого предприятию v -го материала, а $\bar{Y}_v$ — среднее значение.

8. Случай, изложенный в п. 5, предполагает следующие отношения между разработчиком и снабженцем.

Разработчик сообщает снабженцу на каждый текущий период три оценки требуемого количества материала и, возможно (но не обязательно), величины σ_i^2 , $\bar{Y}_i$. Снабженец безоговорочно принимает эти оценки и вычисляет на их основе требуемое для предприятия количество Y_v материала. Вычисление производится по минимуму среднего риска. Получаемый на текущий период материал хранится на складе у снабженца и выдается разработчику в любом количестве при условии, что суммарное количество полученного им материала не превышает пессимистической оценки. Отношения между снабженцем и управлением при этом основываются на полном доверии: управление выделяет k -му снабженцу v -й материал в количестве Y_{vk}^* .

При таких отношениях снабженец (также и управление) всегда располагает наиболее полной информацией о действительных потребностях разработчика в каждом из материалов, а разработчики избавляются от необходимости дезинформировать снабженца, а также создавать у себя запасы на всякий случай.

9. Управление может выдавать k -му ($k = 1, 2, \dots$) снабженцу материал в количестве Y_{vk}^* только в том случае, если количество Z_v v -го материала, которым располагает управление, не меньше величины $\sum_k Y_{vk}^*$.

Величина запаса $\Delta Z_v = Z_v - \sum_k Y_{vk}^*$ может быть выбрана в простейшем случае из дополнительного условия обеспечить бесперебойное снабжение предприятий с вероятностью q , не меньшей некоторой фиксированной величины q_0 , например $q_0 = 0,999$. Учитывая нормальный закон распределения потребления материала предприятиями, получим следующее выражение для величины запаса:

$$\Delta Z_v = \max \left\{ 0, \Phi^{-1}(q) \sigma_v + \bar{Y}_v - \sum_k Y_{vk}^* \right\}, \quad (8)$$

где

$$\sigma_v^2 = \sum_k \sigma_{vk}^2, \quad \bar{Y}_v = \sum_k \bar{Y}_{vk}, \quad (9)$$

$\bar{Y}_{vk}$, σ_{vk}^2 — среднее значение и дисперсия потребного k -му предприятию v -го материала.

Формула (8) выводится следующим образом. Потребное предприятиям количество Z_v материала распределено по нормальному закону со средним значением и дисперсией, определяемыми соотношениями (9). Если заказать материал в таком количестве Z_v , что вероятность бесперебойного снабжения материалом предприятий будет не меньше наперед заданной величины q^0 , то это количество должно удовлетворять соотношению:

$$q^0 \leq \Phi \left(\frac{Z_v - \bar{Y}_v}{\sigma_v} \right)$$

откуда получается неравенство

$$\Delta Z_v = Z_v - \sum_k Y_{vk}^* \geq \Phi^{-1}(q^0) \sigma_v + \bar{Y}_v - \sum_k Y_{vk}^*.$$

Здесь фактически полагается, что в случае нехватки материала у одного предприятия оно может получить его у любого другого, где этот материал в избытке.

Если при этом управление обязуется каждому предприятию выдать материал в количестве Y_{vk}^* , то

$$\Delta Z_v = Z_v - \sum_k Y_{vk}^* = 0.$$

Объединяя эти выражения, получим (8). Следует заметить, что $q = q^0$, если ΔZ_v в соотношении (8) оказывается равной нулю, и $q = \Phi(Z_v - \bar{Y}_v / \sigma)$, если $\Delta Z > 0$.

10. Если же управление располагает v -м материалом в количестве Z_v , меньшем $\sum_k Y_{vk}^*$, то, естественно, это количественно должно быть распределено между предприятиями оптимальным образом. Оптимальным считается распределение Y_{vk}' , при котором средние по управлению потери

минимальны, т. е.

$$R = \sum_k \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma_{vk}} \int_{-\infty}^{\infty} f_v(Y_{vk} - Y_{vk}') \exp\left\{-\frac{(Y_{vk} - \bar{Y}_{vk})^2}{2\sigma_{vk}^2}\right\} dY_{vk} =$$

$$= \min_{Z_{vk}} \sum_k \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma_{vk}} \int_{-\infty}^{\infty} f_v(Y_{vk} - Z_{vk}) \exp\left\{-\frac{(Y_{vk} - \bar{Y}_{vk})^2}{2\sigma_{vk}^2}\right\} dY_{vk}$$

при условиях $Z_{vk} \geq 0$, $\sum_k Z_{vk} = Z_v$.

Алгоритм решения этой задачи описан в [4].

Заметим, что в этом случае каждый снабженец обязан сообщить в управление, помимо величин $\bar{Y}_{vk}$, σ_{vk} , еще и функцию потерь.

11. Снабжение может быть более экономичным, если хранение материалов, потребных на текущий период всем предприятиям в данном управлении, осуществляется на складе управления.

Отношения между управлением и снабженцами при этом должны быть следующие. Каждый из снабженцев, например k -й, выдает управлению среднее значение $\bar{Y}_{vk}$ и дисперсию σ_{vk}^2 потребного k -му предприятию v -го материала.

Управление выдает в любое время каждому из снабженцев v -й материал в количестве, необходимом для удовлетворения текущих потребностей предприятия. Снабженец при этом имеет запасы в количестве, необходимом для бесперебойной работы в течение нескольких дней либо недель.

Оптимальное количество Z_v^* v -го материала, которое должно иметь управление на текущий период, определяется из условия минимума среднего риска

$$R = \min_{Z_v} \int_{-\infty}^{\infty} \varphi(Y_v - Z_v) \exp\left\{-\frac{(Y_v - \bar{Y}_v)^2}{2\sigma_v^2}\right\} \frac{dY_v}{\sqrt{2\pi} \sigma_v^2}$$

где $\bar{Y}_v$, σ_v^2 — величины, определяемые соотношениями (9); $\varphi(Y)$ — функция потерь, к которым приводит излишек либо недостаток материала в количестве Y . Эта функция зависит от вида материала (стоимость, способ хранения и т. п.) и от последствий, к которым приводит нехватка его, например сверхсрочный заказ партии материала, который обходится значительно дороже несрочного, использование более дорогого вида транспорта для доставки материала (самолет и т. п.) и т. д.

12. При наличии эффективного контроля за правильным использованием материала разработчиками и снабженцами легко ввести материальную заинтересованность за правильное определение количества требуемого материала. В простейшем случае можно считать, что снабженец хорошо угадывает, если использованное количество v -го материала за прошедший период лежит в интервале $(Y_{vk} \pm r_v \sigma_{vk})$, где r_v — оговоренный коэффициент, имеющий порядок единицы. В более сложном случае работа снабженца признается хорошей, если потребленное количество v -го материала не выходит за отрезок $[Y_{vk}^n, Y_{vk}^p]$, где Y_{vk}^n , Y_{vk}^p — количество материала, при котором средние потери (7) отличаются от средних потерь при оптимальном запасе не более, чем на фиксированное число процентов, например 10%. Хорошая работа снабженца премируется.

Легко представить себе иные способы оценки деятельности снабженцев (а также разработчиков и управления), основанные на полученных выше результатах, но этот вопрос требует специального обсуждения.

11. Вследствие того что: а) продолжительность периода между очередными возобновлениями заказа материалов велика (~ 1 год); б) работы, выполняемые на предприятии, не являются серийными, разработчик обычно не знает точной цифры потребного на текущий (между двумя очередными заказами) период любого вида материала. Но разработчик может сказать, что с большой вероятностью ему потребуется v -го материала не больше y_v^H , не меньше y_v^0 , но скорее всего он обойдется материалом в количестве y_v^B .

Очевидно, неразумно требовать от разработчика только одну цифру потребного на текущий период материала: он ее не знает. При хороших отношениях со снабженцем он будет называть цифру y_v^H , и всегда ее завысит, если снабженец будет произвольно урезать эту цифру. Тем более неразумно пользоваться этой цифрой как точной, что при существующем способе снабжения делает снабженец.

Снабженцу нужна наиболее полная информация о потребном количестве материала. Держателем этой информации является разработчик. Вся информация о потребном количестве материала, которой располагает разработчик, заключается в трех названных выше цифрах (оценках). Снабженец может надеяться на получение этих цифр лишь при «хороших» отношениях с разработчиком. «Хорошими» являются отношения, при которых разработчик может получить в любой момент времени любое количество материала при соблюдении единственного условия: общее количество полученного в текущем периоде материала не превышает y_v^H .

Знание снабженцем трех оценок позволяет существенно снизить уровень запаса материала, необходимого для практически бесперебойной работы предприятия. Это снижение тем резче, чем больше число разработчиков. Следовательно, сбор оценок надо производить по возможно более разукрупненным подразделениям. Пределом разукрупнения являются отдельные работы, ведущиеся на предприятии («работа» в смысле, используемом в сетевом планировании).

Следовательно, для более полной реализации преимуществ снабжения по трем оценкам необходимо в крупных подразделениях сбор этих оценок производить по возможно более мелким подразделениям и либо передавать эти оценки в отдел снабжения в необработанном виде, либо произвести их обработку, заключающуюся в определении суммарных дисперсий и средних значений.

Снижение запаса в системе снабжения, использующей информацию в виде трех оценок, реализуется только при условии, что все запасы материала находятся на складе снабженца (разработчик не создает у себя запасов «на всякий случай»). А это возможно лишь в случае, когда условия хранения и выдачи материалов таковы, что разработчику невыгодно создавать у себя запасы «на всякий случай».

Переход на способ снабжения, основанный на трех оценках, не встречает каких-либо принципиальных затруднений, выгоден и разработчикам и снабженцам.

Дальнейшее улучшение материально-технического снабжения возможно при учете более «тонких эффектов» типа распределения потребления во времени и учета материальных потерь, к которым приводит нехватка материала в том или ином количестве у того или иного разработчика. Введение морального и материального поощрения снабженцев и разработчиков также сулит определенные выгоды, но эти вопросы требуют более детального исследования.

Следует заметить, что в процессе сбора информации снабженец фактически определяет среднее значение и дисперсию количества требуемого предприятию материала. Ему также известны потери, к которым приводят избыток либо нехватка материала. А так как снабженцы каждого из предприятий управления являются для управления потребителями, то, естественно, управление должно быть заинтересовано в получении от снабженцев истинной информации. Эта информация и заключается в среднем значении и дисперсии потребного предприятию количества материала, а также в функциональной зависимости потерь от величины запаса. Таким образом, если управление взяло бы на себя те же обязательства перед снабженцем, какие должен взять снабженец перед разработчиками, то снабженец обеспечивал бы нужной информацией управление, а оно в свою очередь — нужным количеством материалов снабженцев. И в этом случае материально-техническое снабжение производилось бы со значительно меньшими неполадками и было бы наиболее дешевым.

Переход на оптовую торговлю товарами производственного назначения, по-видимому, делает неактуальной задачу распределения материальных фондов, но для продукции с длительным циклом изготовления задача определения потребностей в них и создания оптимальных уровней запаса не теряет своего значения. Описанный в работе метод определения потребностей и оптимальных уровней запасов найдет применение и в новых условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г. Х. Гуд, Р. Э. Макол. Системотехника. Введение в проектирование больших систем. М., «Сов. радио», 1962.
2. Краткий отчет по первому этапу ПЕРТ, ГКРЭ. Перевод П22317, М. ВНИИТЭИР, 1964.
3. Б. В. Гнеденко. Курс теории вероятностей. М., Физматгиз, 1961.
4. И. Н. Кузнецов. Вопросы оптимального распределения средств. Изв. АН СССР. Сер. «Техническая кибернетика», 1966, № 5.

Поступила в редакцию
29 VI 1966