

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ БССР

ВИТЕБСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

УДК 658.5.011.56:681

№ гос. регистрации 01830011476

Инв. №

0285.0 027828

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ



Директор Витебской
научно-трикотажной
школы им. КИМ

СЕВСТЬЯНОВА А. Д.

31 декабря 1984



Проректор по научной
работе ВТИЛП
и доцент

КОРБАЧИК В. Е.

31 декабря 1984

О Т Ч Е Т

о научно-исследовательской работе

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПО ПОДСИСТЕМЕ "УПРАВЛЕНИЕ
СБЫТОМ", ФУНКЦИЯ "ПЛАНИРОВАНИЕ ОТГРУЗКИ"

(заключительный)

х/д-83-173

Начальник научно-
исследовательского
сектора инженер

Правдивый И. Е.

Заведующий кафедрой,
руководитель темы,
ответственный испол-
нитель, к.ф.-м.н.,
доцент

Коваленко В. С.

Витебск 1984

Библиотека ВГТУ



СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Ст.науч. сотрудник к.ф.-м.н., доцент	В. С. Коваленко	Введение, I. I; I. 2; 3. 4 Заключение
Ст.науч. сотрудник к.т.н., доцент	Е. Л. Бром	Реферат, I. 2; I. 3; 3. 4
Мл.науч. сотрудник	М. А. Васильев	2. I; 2. 3; 2. 4; 3. 2
Мл.науч. сотрудник к.ф.-м.н.	С. И. Примакова	Введение, I. 2
Мл.науч. сотрудник	В. С. Денисов	2. I; 2. 4
Мл.науч. сотрудник	Ю. М. Цветков	2. 3; 3. I
Мл.науч. сотрудник	А. Я. Ющенко	2. 2; 3. 3
Инженер	В. Н. Ковалевская	2. 2; 3. 3
Студенты	С. В. Луцейкович	
	М. А. Васильева	
	Е. М. Зелюткина	
	С. И. Еремеева	

Р Е Ф Е Р А Т

Отчет 62 страницы, 12 рисунков, 2 таблицы,
14 источников, 1 приложение

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ, УПРАВЛЕНИЕ, СИСТЕМА, ПЛАНИРОВАНИЕ ОТГРУЗКИ, ГРАФИК ОТГРУЗКИ, МАТРИЧНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ МОДЕЛИ, ВЕКТОР ПРИОРИТЕТА, АЛГОРИТМ.

Объектом исследования является управление сбытом продукции на Витебской чулочно-трикотажной фабрике имени КИМ.

Цель работы – математическое описание и алгоритмизация планирования и управления сбытом продукции в соответствии с договорными обязательствами.

В результате исследования создана математическая модель, которая состоит из двух взаимосвязанных частей: учетно-информационной подсистемы и подсистемы, выполняющей функции управления внутри данной модели. Первая из них дана в матричном представлении, в основу второй положен вектор приоритета потребителей. Разработана методика формирования вектора приоритета и комплекс алгоритмов решения задач, входящих в модель.

Модель может быть использована как в режиме текущего планирования, так и оперативно-календарного.

С О Д Е Р Ж А Н И Е

ВВЕДЕНИЕ	5
I. Экономико-математическая модель планирования поставок продукции	13
I.1. Экономико-математическая постановка задачи	13
I.2. Математическая модель планирования отгрузки продукции	14
I.3. Функциональные связи между структурными единицами модели	17
2. Моделирование вектора приоритета покупателей	20
2.1. Вектор приоритета в модели	20
2.2. Факторы, определяющие приоритет покупателей	21
2.3. Оценивание факторов	23
2.4. Построение вектора приоритета покупателей	30
3. Блок-схемы и алгоритмы	33
3.1. Ранжирование факторов	33
3.2. Вектор приоритета	40
3.3. Блок-схема алгоритма распределения продукции по потребителям в режиме текущего планирования	45
3.4. Особенности алгоритма распределения продукции по потребителям в режиме оперативно-календарного планирования	51
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	55
Список использованных источников	58
Приложение	60

В В Е Д Е Н И Е

Подсистема управления сбытом и реализацией продукции является одной из функциональных подсистем АСУП. Как отмечается в /1/, "... объем реализованной продукции в настоящее время является одним из важнейших показателей, используемых для оценки хозяйственной деятельности предприятия. Невыполнение плана реализации продукции незамедлительно сказывается на финансовом положении предприятия и других сторонах его деятельности, поэтому управление этим процессом является одной из важнейших и трудных задач экономической службы завода (фабрики)". Вопросам организации управления сбытом, прогнозированию выполнения плана реализации готовой продукции уделяется большое внимание и в отечественной, и в зарубежной литературе (см. напр. /2-7/).

Решающей задачей в создании подсистемы АСУП является построение удобной, обозримой, хорошо согласованной с реальной задачей экономико-математической модели и анализ ее с помощью различных математических методов.

Так, например, в /8/ указано, что для получения оптимальной экономико-математической модели в задачах оперативно-календарного планирования отгрузки продукции, которые могут быть представлены в виде:

$$L(x) = \sum_{j=1}^n c_j x_j \longrightarrow \max (\min) \quad (1)$$

при $\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i, \quad i = \overline{1, m}$

$x_j \in D; j = \overline{1, n}, \quad D - \text{дискретная область,}$

используются методы дискретного программирования, такие как метод отсекающих плоскостей (алгоритмы Гомори, Юнга, Мартина), комбинированные методы (метод "ветвей и границ", аддитивный алгоритм Балаша, метод фильтра" Балаша, алгоритм Литма и др.), метод построения последовательности планов (алгоритм Емеличева, Коммека), эвристические алгоритмы.

В /9/ отмечено, что "подсистема управления сбытом с позиции

теории управления – это сложная дискретная система, в которой переменны запаздывания в контурах и случайны коэффициенты усиления", что не позволяет исследовать ее методами современной теории автоматического управления и тем более построить АСУ событием. Поэтому "решение ряда задач подсистемы ... остается за человеком".

Общие принципы построения экономико-математической модели в задаче организации сбыта продукции намечены, например, в /10/. План сбыта продукции составляется на основе программы ее производства, заказов потребителей и нарядов сбытовых организаций. Построение лишь допустимых графиков сбыта продукции приводит, как отмечено в /10/, к большим внепроизводственным затратам и "замораживанию" оборотных средств, выраженным в многократных отгрузках вместо комплексных, в хранении продукции из-за отсутствия транспорта, в выполнении второстепенных договоров в ущерб основным, невозможности влиять на суммы, поступающие на расчетный счет предприятия за реализованную продукцию.

В работе /3/ строится математическая модель оптимального графика сбыта продукции на некоторый планируемый промежуток времени, сводимая к задаче (I). Основным недостатком ее является тот факт, что в ней не учитываются интересы потребителей, оптимальность понимается лишь в смысле получения максимальной прибыли без учета обязательного выполнения договорных поставок. Естественно такая модель не отвечает современным требованиям. На декабрьском 1983 года Пленуме ЦК КПСС отмечалось, что "строгое соблюдение договорных обязательств по поставкам продукции в установленных объемах и номенклатуре – это реальный резерв подъема экономики и важный ориентир в развитии социалистического соревнования".

Кроме того, практическое решение задачи (I) осложняется тем, что в реальных задачах число $m \cdot n$ очень велико и расчет графика отгрузки продукции возможен только на мощных ЭВМ. Универсальный алгоритм типового решения подсистемы УР и С, разработанный в /8/ на базе ЭВМ "Минск-32" включает комплекс задач, таких как:

- формирование плана поставок готовой продукции;
- оперативный контроль за формированием портфеля заказов;
- учет движения готовой продукции на складах;
- оперативный учет выполнения плана реализации и прибыли;
- оперативный учет выполнения плана отгрузки продукции;
- прогнозирование сумм реализации и прибыли;
- оперативно-календарное планирование отгрузки продукции;

исчисление налога с оборота ;

составление статистического отчета о выполнении плана поставок продукции,

но не типизирует из всего перечисленного комплекса задачу "Оперативно-календарное планирование отгрузки" в связи с различиями в способах распределения продукции по потребителям, условиями отгрузки, распределения по таре и других специфических факторов, подлежащих учёту, на конкретных предприятиях. Алгоритм последней задачи составлен лишь для АСУ-МЧЗ (Минский часовой завод).

Расчет графика отгрузки из решения упрощенных задач линейного программирования на практике также неудобен, так как нередко говорится, что удовлетворить все требования потребителей к отгрузке нельзя, и тогда задача линейного программирования не имеет решения. На это обращается внимание в /9/, где приводится математическая постановка задачи нахождения оптимального графика отгрузки и специальный эвристический алгоритм расчета такого графика.

Остановимся подробнее на математической постановке задачи составления оптимального графика отгрузки, предложенного в /9/.

Для определенности рассматривается задача о составлении графика отгрузки на месяц. Этот отрезок времени делится на m сроков длительностью в T_1, \dots, T_m суток, для которых планируется отгрузка. Если в месяце N суток, то

$$\sum_{k=1}^m T_k = N$$

(Обычно удобно считать $T_1 = T_2 = \dots = T_{m-1} = T, T_m = N - (m-1)T$).

Предлагается считать $T_k = 5$ суткам. Тогда графики задают стратегию отгрузки, тактика же (управление внутри сроков) определяется человеком.

Пусть u_k^i - количество продукции одного вида, планируемое к отгрузке i -му потребителю в k -й срок. В различных случаях u_k^i могут быть либо только целыми, либо и дробными (если продукция делима).

Пусть у предприятия-поставщика n потребителей. Составить график отгрузки - это значит найти значения величин u_k^i ($i = \overline{1, n}; k = \overline{1, m}$). Оптимальным считается график, удовлетворяющий наилучшим возможным образом интересы и потребителей, и поставщика. При этом интересы потребителей считаются удовлетворенными наилучшим образом, если выбрать такой график, для которого

величина

$$\boxed{}_1 = -\boxed{} - \boxed{}_1 \quad (2)$$

достигает максимума и выполняются условия

$$\sum_{k=1}^m u_k^i = a_i \quad (i = 1, \dots, n) \quad (3)$$

Здесь a_i - план отгрузки на месяц i -му потребителю, а $\boxed{}$, $\boxed{}_1$ - "штрафы" за нарушение требований к количеству отгружаемой в K -й срок продукции:

$$\boxed{} = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m [V_k^i \Phi(u_k^i - v_k^i) + W_k^i \Phi(w_k^i - u_k^i)],$$

$$\boxed{}_1 = \sum_{i=1}^n \sum_{e=1}^s [\Gamma_e^i \Phi(\varepsilon_e^i) + B_e^i \Phi(w_e^i)],$$

$$\Phi(x) = \begin{cases} 0, & x \geq 0 \\ x^2, & x < 0 \end{cases}$$

требования потребителя выражены неравенствами

$$v_k^i \leq u_k^i \leq w_k^i$$

$$\gamma_e^i \leq \sum_{k \in K_e} u_k^i \leq \beta_e^i \quad (i = 1, \dots, S)$$

$V_k^i, W_k^i, \Gamma_e^i, B_e^i$ - коэффициенты, определяющие "штрафы" за нарушения на единицу, в которой измеряется u_k^i . В интересах же поставщика грузить продукцию по графику, для которого величина

$$\square_2 = \sum_{i=1}^n \square^i \quad (4)$$

максимальна и выполняются условия

$$\sum_{i=1}^n u_{\kappa}^i = b_{\kappa} \quad (\kappa = 1, \dots, m) \quad (5)$$

Здесь b_{κ} - величина планируемой отгрузки в κ -й срок. Так как поставщику желательно грузить продукцию так, чтобы обеспечить оплату наибольшего количества продукции уже в текущем месяце, то при составлении функции \square_2 учитывается величина τ_r^i - время с момента отгрузки до момента получения денег за отгруженную продукцию:

$$\tau_r^i = \sum_{h=1}^n \tau_{rh}^i$$

где τ_{r1}^i - время от отгрузки продукции до сдачи счета за нее в банк поставщика;

τ_{r2}^i - время почтового пробега документов до банка i -го потребителя;

τ_{r3}^i - время оплаты счета в банке потребителя;

τ_{r4}^i - время почтового пробега документов между банками потребителя и поставщика.

Величина τ_r^i считается случайной и принимает возможные значения ℓ с вероятностью P_{re}^i . Если u_{ir} - количество продукции, отгружаемое i -му потребителю в r -е сутки, то до конца месяца оплатится его часть \tilde{u}_{ir} , среднее значение которой равно

$$u_{ir} P(\tau_r^i \leq N_2 - r) = u_{ir} \sum_{\ell=1}^{N_2-r} P_{re}^i,$$

где $N_2 = N - N_0$ (N_0 - число расположенных подряд выходных дней в конце месяца).

Среднее значение оплаченной до конца месяца части отгруженной i -му потребителю продукции равно

$$\square = \sum_{\kappa=1}^m \sum_{r=r_{\kappa}}^{r_{\kappa}} M(\tilde{u}_{ir}) = \sum_{\kappa=1}^m \sum_{r=r_{\kappa}}^{r_{\kappa}} \sum_{\ell=1}^{N_2-r} P_{re}^i M(u_{ir}),$$

$r_k = T_1 + \dots + T_k$, $r'_k = r_{k-1} + 1$. Если $M(U_{in})$ внутри одного срока не зависит от r , то

$$U_k^i = T_k M(U_{in}) \quad \square_k^i = \sum_{\kappa=1}^m \alpha_{\kappa}^i U_{\kappa}^i, \quad (6)$$

где

$$\alpha_{\kappa}^i = \frac{1}{T_k} \sum_{r=r'_k}^{r_k} P(\tau_r^i \leq N_2 - r).$$

Если поставщик может устанавливать приоритет при отгрузке для отдельных суток, то за искомые переменные в задачи расчета графиков следует взять $M(U_{in})$. Величины U_k^i найдутся тогда по формулам (6), где $T_k = P$.

В случае упрощенной постановки задачи, когда τ_r^i заменяются их средними значениями $\bar{\tau}_i = M(\tau_r^i)$, получим

$$P_{re}^i = \begin{cases} 0, & l \neq \bar{\tau}_i \\ 1, & l = \bar{\tau}_i \end{cases}$$

В этом случае

$$\alpha_{\kappa}^i = \frac{1}{T_k} \sum_{r=r'_k}^{r_k} \sum_{l=1}^{N_2-r} P_{re}^i = \begin{cases} 0, & N_2 - r_{k-1} \leq \bar{\tau}_i \\ \frac{1}{T_k} (N_2 - \bar{\tau}_i - r_{k-1}), & N_2 - r_k < \bar{\tau}_i < N_2 - r_{k-1} \\ 1, & N_2 - r_k \geq \bar{\tau}_i \end{cases}$$

Коэффициенты α_{κ}^i могут быть исправлены с учетом использования в системе оплаты телеграфных переводов.

Математическая постановка задачи сводится к следующему.

Требования и поставщика, и потребителей будут учтены, если оптимальный график отгрузки находить из условий

$$\square = \square_1 + \square_2 \longrightarrow \max$$

где \square_1 и \square_2 определяются соотношениями (2) и (4). Как правило, с увеличением \square_2 величина \square_1 уменьшается и наоборот, то есть интересы поставщика и потребителей противоречивы. Наилучший

компромисс достигается выбором коэффициентов "штрафов" V_k^i , W_k^i , Γ_e^i , B_e^i .

Итак, задача нахождения оптимального графика отгрузки свелась к нахождению таких неотрицательных дискретных значений переменных U_k^i , при которых функция Π максимальна и удовлетворяются условия (3), (5). Это более сложная, чем (I), задача нелинейного дискретного программирования. Нелинейность обусловлена нелинейностью функции Φ , входящей в Π_1 и возможной нелинейной зависимостью вероятностей P'_{ik} от U_k^i , входящих в Π_2 . В случае независимости вероятностей P'_{ik} оплаты по телеграфу от U_k^i задача расчета оптимальных графиков отгрузки может быть сведена к задаче линейного программирования (I)

$$\left\{ \begin{array}{l} \Pi_2 \longrightarrow \max, \\ \sum_{k=1}^m U_k^i = a_i \quad (i=1, \dots, n) \\ \sum_{i=1}^n U_k^i = b_k \quad (k=1, \dots, m) \\ v_k^i \leq U_k^i \leq w_k^i, \quad \gamma_e^i \leq \sum_{k \in K_e} U_k^i \leq \beta_e^i \quad (i=1, \dots, s) \end{array} \right.$$

практическое неудобство которой уже отмечено выше.

При изменении интересов поставщика, таких как желание получить не максимальную, а вполне определенную сумму денег в текущем месяце или желание получить деньги возможно быстрее, изложенная постановка задачи существенно не меняется.

Коэффициенты L_k^i определяются из вероятностных соображений, так как обусловлены случайными отклонениями в сроках полного денежного оборота. Коэффициенты же V_k^i , W_k^i , Γ_e^i , B_e^i штрафных функций при мало изученных требованиях потребителей предлагается брать, как показывает опыт, равными 1, а при учете индивидуальных требований выбором этих коэффициентов производится упорядочение потребителей по очередности и степени нарушения их требований в случае невозможности удовлетворения спроса всех потребителей.

Данная модель с математической точки зрения заслуживает серьезного внимания. Однако ее реализация при большом числе пот-

ребителей и широком ассортименте изделий вызывает большие трудности. Во-первых, она предполагает использование большого объема статистических данных на каждый промежуток времени, во-вторых трудоемкость подготовки исходных данных, в-третьих, следует отметить недостаточную адаптивность ее к изменению условий в режиме оперативно-календарного планирования.

В настоящей работе предложен новый подход к моделированию отгрузки продукции в условиях выпуска предприятием широкого ассортимента изделий и создана соответствующая математическая модель. В основу оптимизации модели положен вектор приоритета потребителей, который выполняет функции управления и обеспечивает адаптивность ее. На основании вектора приоритета решена задача о составлении графика отгрузки продукции по договорным обязательствам на определенные промежутки времени.

При составлении модели использовались матричное исчисление, метод экспертных оценок, методы математической статистики, теория выбора и принятия решений.

Цель данной работы заключалась в формализации и последующей автоматизации процесса создания графиков поставок продукции покупателям. В связи с этим в соответствии с методами, перечисленными выше, разработаны алгоритмы решения задач, входящих в модель.

Предложенная экономико-математическая модель отмечается сравнительной простотой и может быть использована для текущего и оперативно-календарного планирования, и, на наш взгляд, учитывает требования экономического эксперимента, проводимого, в частности, на Витебской чулочной-трикотажной фабрике им. КИМ.

1. ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПЛАНИРОВАНИЯ ПОСТАВОК ПРОДУКЦИИ

1.1. ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

В результате заключения договоров с потребителями предприятие располагает перечнем покупателей, номенклатурой товаров и сроками их реализации. Задача состоит в разработке математического описания графика поставок продукции потребителям согласно договорным обязательствам. Формализация такого графика предполагает создание модели для подсистемы управления сбытом и реализации продукции АСУП. Следует отметить, что при составлении модели необходимо учитывать полную согласованность по объему ассортимента и сроков с заданными условиями поставки и графиком выпуска продукции; согласование с плановыми заданиями по объему реализации.

Пусть предприятие выпускает m видов продукции. Под различными видами продукции понимаются изделия, отличающиеся хотя бы одним из признаков (род, артикул, сорт, цена и т.д.). Эта продукция должна быть поставлена n потребителям. В выбранный период времени считается известным объем выпускаемой продукции каждого вида. Согласно договорным обязательствам предприятие должно поставить за этот отрезок времени конкретные виды продукции заданного объема каждому из потребителей.

Требуется составить график отгрузки продукции покупателям на указанные промежутки времени для выполнения договорных обязательств. График должен содержать указания на то, какой объем продукции каждого вида должен быть поставлен каждому из потребителей за данные отрезки времени.

Выбирать длительность отрезков времени t_k ($k = 1, 2, \dots, p$) слишком маленькой не следует, так как случайные колебания в поступлении на предприятие транспортных средств и в выпуске продукции на малых интервалах времени велики и график отгрузки при таких t_k будет постоянно нарушаться. Вместе с тем брать t_k очень большими — значит сохранить существенный произвол в режиме отгрузки, что снизит эффективность оптимального графика. Учитывая особенности предлагаемой модели, на наш взгляд, целесообразно планировать отгрузку по декадам. В этом случае графики задают стратегию отгрузки, тактика же отгрузки (управление отгрузкой внутри интервала времени) во многом будет определяться человеком.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Пятковский О.И. Прогнозирование выполнения плана реализации в АСУП. - В кн.: Экономико-математические методы в управлении производством. Наука, СО, Новосибирск, 1983.
2. Загорский М.Е., Фокина Л.П. К методике краткосрочного прогноза реализации продукции. - В кн.: Доклады научно-технической конференции по разработке и внедрению АСУ (секция 6), Новосибирск, 1969.
3. Кухановский В.И., Линденбаум В.А., Попович Г.Ф. Вычисление сроков поступления денег за отгруженную продукцию. Прогнозирование реализации и модели управления отгрузками. - В кн.: Применение математики в экономике, вып. 5, Л., ЛГУ, 1969.
4. Сонин И.Е., Якоби А.А. Управление сбытом в машиностроении. М., "Машиностроение", 1979.
5. Пятницкая К.Г., Хватова Ф.Л., Миронова Л.А. Автоматизация анализа объема выпуска, ассортимента и реализации продукции. - В кн.: Пути и методы эффективного использования производственных ресурсов в текстильной и легкой промышленности (Сборник). Ленинградский технологический институт им. Ленсовета. Л., 1981, с. 55-59. - Депонир. рук. (ЦНИИТЭИ легпром, № 476-81).
6. Йорданов Първан. Анализ реализации готовой промышленной продукции (методические аспекты). "Финансы и кредит", 1984, 35, № 6 (32-43) (болг.).
7. Federgruen A., Groenevelt H., Tijms H.C.
Coordinated replenishment in a multitem inventory system with compound Poisson demands.
(Координированные поставки в многопродуктовой системе управления запасами с пуассоновским спросом) „Manag. Sci.“, 1984, 30, № 3 (344-357) (англ.).
8. Типовые проектные решения АСУП. Общие принципы построения типовых проектных решений. Подсистема управления сбытом и реализацией продукции. М., Статистика, 1974.
9. Кузин В.П. Управление сбытом в АСУП. М., Энергия, 1973.
10. Экономико-математические модели в организации и планировании промышленных предприятий (под редакцией Кузина В.П.). Л., ЛГУ, 1982.
11. Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Математико-статистические методы экс-

пертных оценок. М., Статистика, 1980, 263 с.

12. Ларичев О.И. Наука и искусство принятия решений. М., Наука, 1979, 200 с.
13. Макаров И.М., Виноградская Т.М., Рубчинский А.А., Соколов В.Б. Теория выбора и принятия решений. М., Наука, 1982, 328 с.
14. Глотов В.А., Гречко В.Н., Павельев В.В. Экспериментальное сравнение методов определения коэффициентов относительной важности. Сб. статей "Многокритериальные задачи принятия решений". М., Машиностроение, 1978, с. 156-168.