ПРЕДПОСЫЛКИ АВТОМАТИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ СНАБЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ СЫРЬЕМ НА ОСНОВЕ ПОСТОЯННОГО ГРАФИКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАРШРУТОВ

Ю. Е. Лукьянов

Харьков

В условиях автоматизации перевозочного процесса большое значение приобретает изучение и разработка теоретических основ функционирования отдельных стохастических систем транспортного конвейера, что является первой предпосылкой для алгоритмизации их рабочего цикла и установления оптимальных параметров системы в целом.

Работа железных дорог может быть представлена целым комплексом динамических систем, каждая из которых стохастическая.

В силу специфики функционирования системы снабжения промышленных предприятий сырьем решение отдельных вопросов выходит за рамки только магистрального транспорта. Установление для маршрутов постоянных расписаний, обеспечивающих ритмичное функционирование системы «дорога — завод», требует несколько иного подхода к вопросу разработки графика движения поездов.

Организации работы системы на базе постоянных расписаний для маршрутов с сырьем должно предшествовать установление экономической целесообразности подобной меры.

Анализ перевозок рудно-металлургического сырья и топлива на тепловые электростанции, осуществляемых технологическими маршрутами, показывает, что для них характерны устойчивая корреспонденция грузопотоков, высокий удельный вес перевозок в местном сообщении, сравнительно небольшая дальность перевозки и значительная неравномерность подвода маршрутов в пункты назначения.

Неритмичность поступления маршрутов под выгрузку объясняется в значительной мере наличием на металлургических заводах, тепловых электростанциях и других предприятиях значительных запасов грузов. Резервный, «страховой» запас используется как средство защиты системы снабжения от дефицита, состояния, когда для удовлетворения спроса нет необходимого количества груза.

На рис. 1 представлена упрощенная модель управления запасами сырья. Уровень запасов сырья в системе, когда наличные запасы его на предприятии должны пополняться новой партией, в дальнейшем будем именовать «точкой заказа» *1*.

На рис. 1: *1*, *1′*, *1″* ... — «точки заказа»; *2*, *2′*, *2″* ... — точки поступления партий груза; S — суточный расход сырья данного вида; q — суточное поступление сырья, t — время между «точкой заказа» и поступ-

лением груза. Установив ординаты точек *1*, *1'*, *1''* ... определяем размер резервного запаса, так как

$$p = H + \bar{S}t. \qquad (1)$$

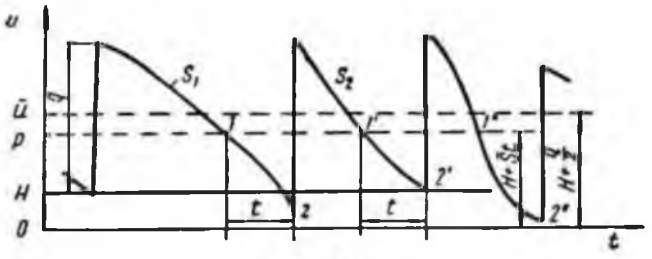


Рис. 1.

Решение уравнения (1) относительно H усложняется тем, что входящие в него величины S, t, а также величина q (рис. 1) имеют вероятный характер. Обработка статистических рядов распределения суточного поступления и расхода груза показала, что эти величины могут быть описаны с помощью известных законов распределения случайных величин. Для каждого случая построены гистограммы и сглаживающие кривые теоретического распределения подобно приводимым на рис. 2, 3 для тепловой электростанции *А*.

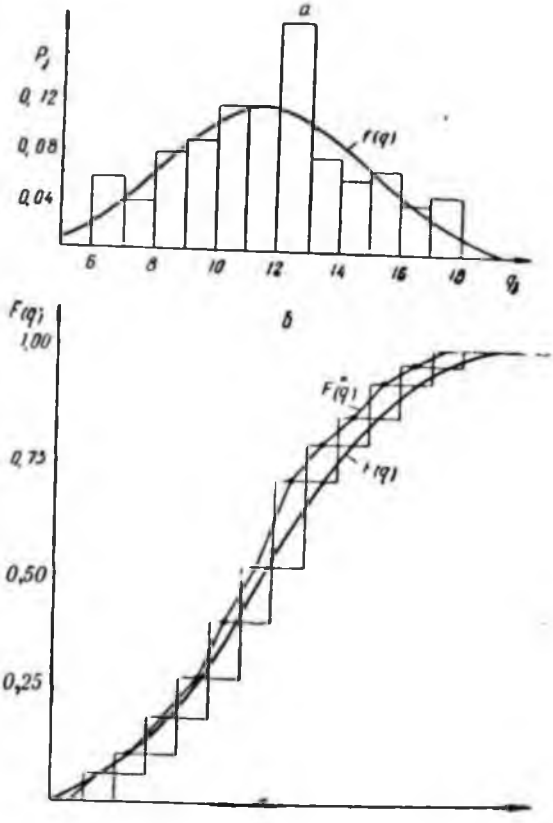


Рис. 2.

Проверена сходимость теоретических и эмпирических законов распределения по критериям согласия Пирсона и Колмогорова.

Исследование показывает, что поступление груза можно описать с помощью нормального закона или распределения Пуассона, причем, чаще встречается первое распределение.

Расход сырья или топлива предприятием в большинстве случаев оказывается распределенным нормально, хотя имеют место показательное и другие типы распределений.

Вследствие стохастического характера величин S и q значения t также будут непостоянны. В условиях, когда все эти величины случайны, размер резервного запаса может быть найден только путем многократного моделирования уровня запасов.

На рис. 4 приведен алгоритм моделирования методом Монте-Карло уровня запасов для одного из случаев, когда поступление груза распределено по закону Пуассона, а распределение расхода — нормальное. Для других попарных распределений поступления и расхода алгоритм несколько меняется.

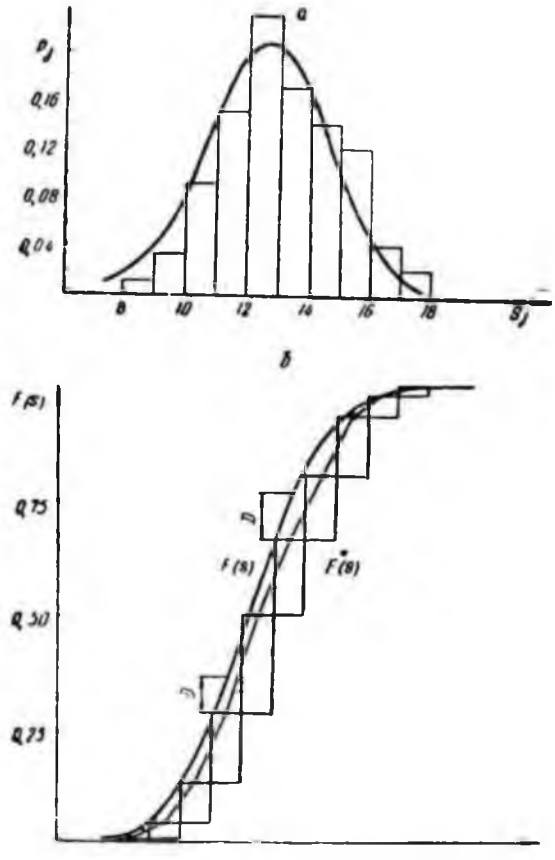


Рис. 3.

Сущность розыгрыша случайной величины, распределенной по закону Пуассона, заключается в том, что случайное число ν [2] пошагово проверяется условием:

$$p_1 + p_2 + \ldots p_{i-1} < \nu < {}_1p + p_2 + \ldots + p_i. \qquad (2)$$

В случае удовлетворения условия (2) считаем, что получено значение случайной величины $\xi = q_i$ (ряд распределения величины q задается в обычном виде

q_i	0	1	2	. . .	i
p_i	e^{-a}	$\frac{a}{1!}e^{-a}$	$\frac{a^2}{2!}e^{-a}$	. . .	$\frac{a^i}{i!}e^{-a}$

).

Для нормально распределенной случайной величины (расход сырья S) уравнение

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\xi} e^{-\frac{x^2}{2}} dx = \nu \qquad (3)$$

в явном виде неразрешимо. Поэтому для разыгрывания нормальной случайной величины можно воспользоваться табличными значениями [3] нормальной случайной величины ξ с математическим ожиданием $M\xi = 0$ и с дисперсией $D\xi = 1$. Тогда любое из разыгрываемых значений случайной величины получим из выражения

$$\xi' = a + \sigma\xi, \qquad (4)$$

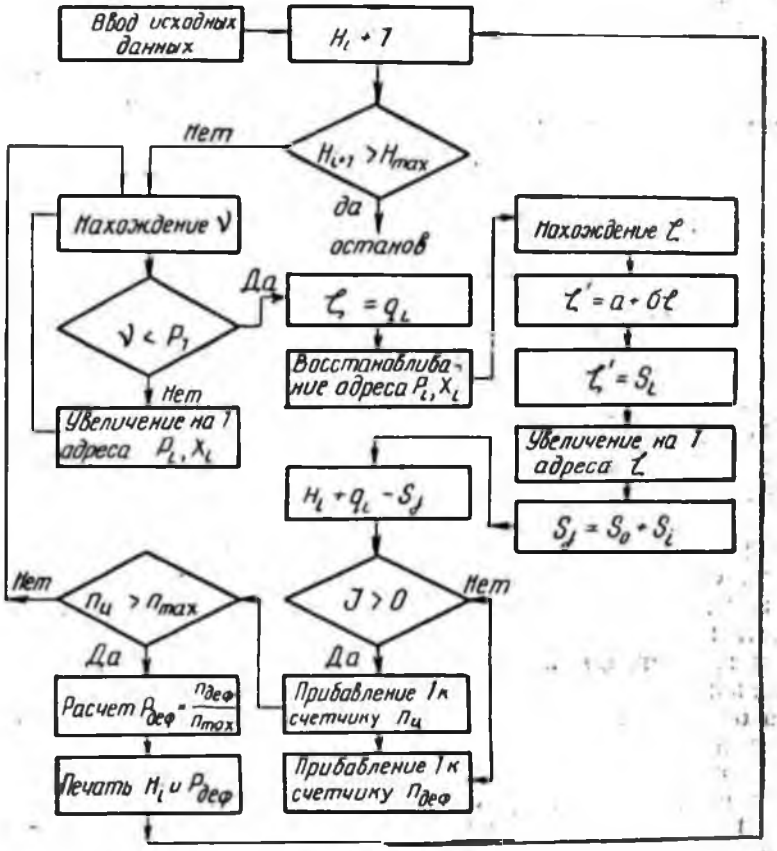


Рис. 4.

причем величина ξ имеет нормальное распределение с параметрами $M\xi' = a$ и $D\xi' = \delta^2$, что легко можно доказать, исходя из свойств нормального распределения. Такие положения входят в описанный алгоритм.

При установлении постоянных ниток для технологических маршрутов алгоритм расчета упрощается в результате того, что величина q становится постоянной, так как при таком порядке транспортировки сырья значительно повышается уровень ритмичности и снижается коэффициент вариации суточного поступления груза. В этом случае до-

стигается более высокий уровень обслуживания с меньшим уровнем запасов.

В соответствии с теорией запасания [4] уровнем обслуживания Z считается отношение количества израсходованных единиц груза к общей потребности в нем за этот период. Заметим, что $0 \leqslant Z \leqslant 1$. При $Z = 0$ груз отсутствует полностью, а при $Z = 1$ уровень запасов обеспечивает полностью весь спрос за рассматриваемое время. Высокое значение уровня обслуживания для рассматриваемых предприятий является обязательным и очевидным.

Алгоритм расчета резервного запаса, обеспечивающего заданный уровень обслуживания, в этом случае базируется на свойствах закона распределения расхода сырья. В таблице приводится распределение всех возможных положительных значений расхода по трем интервалам для некоторых распределений.

Распределение расхода	Распределение всех значений S, превышающих $\bar{S}$, %		
	$0 < S < \bar{S} + \sigma_s$	$0 < S < \bar{S} + 2\sigma_s$	$0 < S < \bar{S} + 3\sigma_s$
Нормальное	84,0	97,5	99,5
Показательное	87,0	95,0	98,2
Равномерное	78,9	93,3	100,0

По таблице и формуле (1) получаем «точку заказа»

$$p = H + \bar{S}t = \omega\sigma_s + \bar{S}t. \qquad (5)$$

Отсюда следует, что установление величины резервного запаса в системе в размере двух-трех σ_S обеспечивает высокий уровень обслуживания и, следовательно, низкую вероятность дефицита. Так, при нормальном распределении вероятность дефицита при $\omega = 3$ составляет всего 0,5%; при показательном 1,8%.

Сокращение грузовой массы, находящейся на складах, за счет установления специализированных расписаний для технологических маршрутов находим путем моделирования уровня запасов для предприятия с учетом полученных распределений спроса, расхода и сравнения с уровнем запасов, обеспечивающим весьма близкий к единице уровень обслуживания.

По отношению к фактически имеющемуся уровню запасов отдельных грузов сокращение достигает весьма значительных величин. Так, для тепловой электростанции А в результате моделирования работы системы на ЭЦВМ, сокращение запасов при уровне обслуживания 99,5—100% составляет величину свыше 25 тыс. *т*. Подвод маршрутов с агломератом, рудой, флюсами специализированными расписаниями позволяет по предварительным данным сократить уровень запасов на заводе K на 15—20%.

ВЫВОДЫ

Установление специализированных расписаний для технологических маршрутов с рудно-металлургическим сырьем и топливом создает условия ритмичной работы системы обеспечения металлургических заводов и тепловых электростанций и способствует повышению уровня обслуживания спроса при одновременном сокращении размеров резервных запасов грузов на предприятиях.

В технико-экономических расчетах целесообразности частичной специализации расписаний для технологических маршрутов должен быть учтен эффект от сокращения уровня запасов.

Для определения размера экономии резервного запаса, получаемой от организации обращения маршрутов с сырьем по расписаниям, целесообразно моделировать на ЭЦВМ уровень запасов за определенный период времени с учетом законов распределения поступления и спроса груза в рассматриваемой системе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дж. Букан, Э. Кенингсберг. Научное управление запасами. Изд-во «Наука», 1967.
2. А. К. Митропольский. Техника статистических вычислений. Физматгиз, 1961.
3. И. М. Соболь. Метод Монте-Карло. Изд-во «Наука», 1968.
4. И. В. Романовский. Об оценке окончательного состояния в процессах запасания. Теория вероятностей и ее применение, т. 9, вып. 1. Изд-во «Наука», 1964.

ОДИН ПОДХОД К РЕШЕНИЮ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫХ ЛИНЕЙНЫХ ЗАДАЧ

Э. А. Дедиков, Б. Е. Кухарев

Харьков

В процессе внедрения автоматизированных систем управления предприятием все больший круг технико-экономических задач планирования и управления возлагается на вычислительные машины. Большая часть этих задач может быть сформулирована в виде задачи линейного программирования. Характерная особенность этих задач — многокритериальность, т. е. для них можно назвать целый ряд критериев, по которым следует определять решение задачи. Однако в настоящее время известны методы оптимизации только по одному критерию [1]. Необходимость поиска решения с учетом всех критериев объясняется тем, что в неавтоматизированных системах специалист, принимая решение, интуитивно руководствуется не одной, а целым рядом целевых функций, что, несомненно, отражается на выборе самого решения.

Для задач экономики можно указать следующие целевые функции [2]: максимальная прибыль, максимальная рентабельность, максимальное количество продукции, минимальная себестоимость, максимальный коэффициент использования производства, максимальный объем выпуска, максимальная производительность труда.

Существует два подхода к решению многокритериальных задач. Первый заключается в нахождении оптимального плана по каждой целевой функции и определении в координатах этого плана остальных целевых функций [3]. Полученные данные сводятся в таблицу, после чего специалист выбирает тот план, который наилучшим образом удовлетворяет целям предприятия. Очевидно, что такой подход недостаточно эффективен, так как рассматривается небольшое количество (по числу критериев) планов.

Другой подход заключается в представлении процесса решения многокритериальной задачи решением на двух уровнях иерархии, где на нижнем уровне находятся все локальные критерии, а на верхнем формируется алгоритм, позволяющий объединить их в единую систему и находить компромиссное решение на основании этого алгоритма [4].