

~~103~~
2

ISSN 0134—6245



ВЫПУСК

ВОПРОСЫ РАСУ

Т А Ш К Е Н Т

В сборнике помещены труды ученых и специалистов научно-производственного объединения "Кибернетика" АН УзССР, а также других родственных организаций, НИИ и вузов по методологическим и практическим вопросам создания и функционирования Республиканской автоматизированной системы управления (РАСУ). Рассматриваются проблемы взаимодействия различных подсистем РАСУ, ряд моделей макроэкономического моделирования и оптимизации.

Сборник рассчитан на научных работников исследовательских и проектных организаций, вузов, на аспирантов и студентов старших курсов соответствующих специальностей.

Рекомендовано к печати Ученым советом ИК
с ВЦ НПО "Кибернетика" и Бюро отделения механики
и процессов управления АН УзССР

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

А. Абдугафаров (отв. секретарь), Т. К. Абдуллаев, чл.-корр. АН УзССР, Ф. Б. Абуталиев, Н. С. Аликариев, Г. Ш. Закиров, Н. С. Зиядуллаев, М. Э. Зияходжаев, М. И. Ирматов, акад. АН УзССР В. К. Кабулов (ответственный редактор), И. Х. Убайдуллаев (зам. отв. редактора).

С $\frac{3050I-006}{M389(04)-85}$ 199 - 85

© Редакционно-издательский совет АН УзССР, 1985.

Ш.М.Камилов, А.Б.Маджитов, Д.М.Расулев

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
ОПТИМИЗАЦИИ ТИПОВОГО ПКМП

Одной из наиболее важных проблем совершенствования управления мебельной промышленностью является разработка экономико-математических моделей различных объектов управления в данной отрасли. Чтобы не рассматривать все многообразие существующих форм организации в мебельной промышленности, нами выделен типовой производственный комплекс мебельной промышленности (ТПКМП), повторяющий все элементы производственной структуры, имеющей место на большинстве предприятий мебельной промышленности. В дальнейших исследованиях из таких комплексов может быть построена любая структура мебельной промышленности.

Предлагаемые в работе типовые информационные процедуры могут быть реализованы в задачах 2, 10, 22, 23 подсистемы "Краткосрочное планирование" и 1, 4, 5, 25, 31 подсистемы "Оперативное управление", входящих в ТФ Министерства мебельной и деревообрабатывающей промышленности и Узглавстройдревпрома.

ТПКМП нацелен, как правило, на массовый выпуск небольшого числа наименований мебельной продукции. Мебельное предприятие состоит из одного или нескольких типовых производственных комплексов, выпускающих различные виды мебельной продукции по различным технологическим процессам. Технологические процессы различных ТПКМП объединяются только в начале, с поступлением лесоматериалов с лесо-

биржи, и в конце, с передачей продукции на склад готовых изделий.

ТПКМП обычно состоит из следующих цехов (участков): сушильного, раскройно-заготовительного, облицовочного, предварительной сборки, окраски, отделки, окончательной сборки, упаковки. После упаковки изделия поступают на склад готовых изделий.

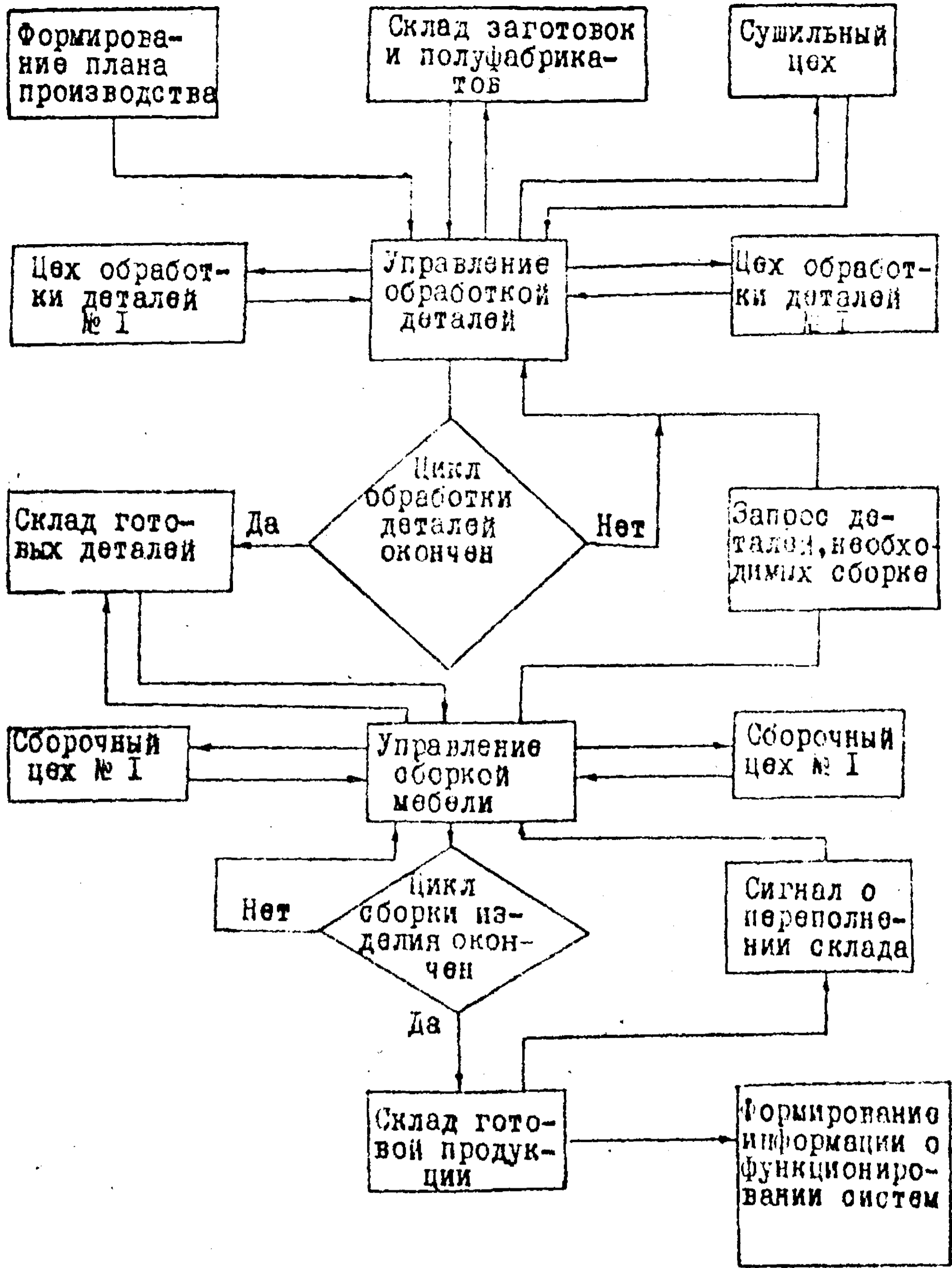
Разработка формализованной модели ТПКМП включает исследование и формализацию взаимодействия всех элементов комплекса и создание на этой базе экономико-математической модели, которая может служить для имитации функционирования мебельного производства.

Как видно из схемы на рисунке, модель ТПКМП представляет собой иерархическую структуру, в которой верхний уровень осуществляет формирование плана производства. Следующий уровень осуществляет управление движением мебельных заготовок, координируя работу склада заготовок и полуфабрикатов, сушильного цеха и цехов обработки деталей. После этого управление передается уровню, который организует сборку мебели, координируя работу склада деталей и сборочных цехов.

Законченные изделия попадают на склад готовой продукции. Для управления ТПКМП необходима информация о его функционировании в производстве мебели, которая формируется специальным блоком.

В процессе управления ТПКМП выделяются следующие основные стадии: годовое планирование, включающее стадии технико-экономического и производственного планирования, а также технической подготовки производства; оперативное управление; сбор и обработка информации; управление материально-техническим снабжением; управление кадрами. В связи с этим система управления может быть расчленена на ряд подсистем.

Стадия перспективного планирования не включается в систему управления ТПКМП, поскольку все необходимые функции такого планирования выполняются одноименной подсистемой верхнего уровня иерархии - объединения мебельной промышленности.



Рассмотрим основные моменты функционирования системы управления ТПКМП. Сначала выделим временные аспекты функционирования системы. Назовем точкой опроса системы (ТОС) момент времени t_i , в который поступают данные о ходе выполнения работ. Интервал между двумя последовательными ТОС $t_{i+1} = t_i + \Delta t$ и t_i назовем шагом квантования $[I]$. В промежутке между двумя точками ТОС фактический объем работ по j -му изделию в момент времени t может быть определен с помощью интерполяционной формулы

$$v(t) = v(t_i) + \frac{t - t_i}{t_{i+1} - t_i} [v(t_{i+1}) - v(t_i)].$$

При необходимости экстраполяции за пределы промежутка может быть использована формула

$$v(t) = v(t_{i+1}) + \frac{t - t_{i+1}}{t_{i+1} - t_i} [v(t_{i+1}) - v(t_i)].$$

Кроме ТОС, в системе необходимо выделить точки контроля (ТК), как правило, не совпадающие с ТОС, и служащие для реализации решения о корректировке плановых заданий на основании собранной информации. Несовпадение ТОС и ТК вытекает, во-первых, из необходимости некоторых затрат времени на решение задачи корректировки планов, которая не может быть решена мгновенно даже при большом быстродействии ЭВМ, и во-вторых, поскольку корректировка производится при наличии установленных отклонений от плановых значений объемов производства. Недопустимые отклонения от хода производственного процесса могут возникать в некоторые моменты времени, называемые пороговыми состояниями системы (ПСС), и требуют немедленного вмешательства органов управления путем конкретного воздействия на производственную систему.

Необходимо отметить, что ПСС при нормальном ходе процесса управления, т.е. при выполнении в ходе функционирования ТОС и ТК, может возникнуть при аварийных ситуациях по различным причинам.

Из сказанного выше следует, что для каждого момента

времени ТОС, ТК и ПСС должны быть заранее установлены величины отклонений в объемах конкретных работ, которые характеризуют конкретное состояние. Обозначим величину такого отклонения ΔV_{jk} , где j ($j = \overline{1, n}$) - номер изделия; K ($K = \overline{1, 3}$) - номер состояния системы.

Таким образом, если в результате контроля за ходом производства в момент ТОС получена величина фактического выполненного объема работ $V_f(t_i)$ для момента времени t_i , то ее отклонения от планового объема работ $V_p(t_i)$ на тот же момент времени должно удовлетворять соотношению

$$|V_f(t_i) - V_p(t_i)| \leq \Delta V_{jk} \quad (K = \overline{1, 3}).$$

При этом полагая, что ТОС, ТК и ПСС соответственно $K = 1, 2, 3$, то при $K = 1$ коррекция не производится, а при $K = 2, 3$ производится.

ПСС весьма нежелательны в ходе производственного процесса, в связи с чем необходимо иметь достаточно надежный инструмент для прогнозирования состояний системы. Таким инструментом может стать имитационная модель ТПКМП, позволяющая предсказать основные нарушения хода производственного процесса. Модель позволяет также моделировать различные стратегии управления мебельным производством.

При построении модели функционирования ТПКМП используют опыт исследователя реальной системы и основные принципы моделирования [2], из которых мы воспользуемся принципом моделирования по особым состояниям, при которых модель фиксируется и изучается в тот ближайший момент времени, когда в одном из элементов системы происходит какое-либо качественное изменение. Например, окончание обработки некоторой партии узлов на данной линии обработки, момент окончания смены и др.

Имитационная модель ТПКМП выполняет преобразование информации, сосредоточенной в некотором числе массивов. Часть из этих массивов содержит исходную информацию, а другие необходимы для накопления информации, полученной в результате имитации процессов производства и управления на имитационной модели ТПКМП.

В имитационной модели использованы следующие массивы информации. Массив M_1 содержит информацию о наличии заготовок по видам материалов и типоразмерам для производства мебельных изделий. Массив M_2 содержит информацию о партиях деталей, из которых собираются изделия. Информация содержит: номер партии деталей, среднюю длительность между запусками партий, технологический маршрут обработки каждой партии.

Массив M_3 содержит информацию о наличии деталей для сборки. В соответствии с технологией сборочный процесс начинается, если на сборку поданы необходимые детали. Поэтому в начальный момент времени в массиве указаны детали, переходящие на нынешний этап работы модели от прошлого этапа. В дальнейшем в массиве фиксируются все детали, законченные в производстве на линиях обработки.

Массив M_4 содержит информацию о развернутом плане производства всех деталей, узлов и изделий, которые необходимо выпустить в исследуемом плановом периоде. В массиве M_5 содержится информация о состоянии линий обработки деталей. Для каждой линии указаны номер, время восстановления после ремонта, время окончания операций в соответствии с технологическим маршрутом.

Массив M_6 содержит информацию о состояниях линий сборки мебели. Для каждого рабочего места линии сборки указано количество собираемых изделий, наличие устанавливаемых деталей, количество сборщиков, номер сборочной операции. Массив M_7 содержит информацию о существенных состояниях системы. К таким состояниям относятся моменты времени окончания обработки партий деталей на различных линиях обработки, моменты времени наступления очередных точек заказа партий деталей, моменты времени окончания сборочных операций на каждом рабочем месте, моменты наступления новой смены.

В массиве M_8 содержится статистическая информация, собираемая в процессе имитации. К ней относятся данные о количестве собранных изделий, партий деталей и узлов, простаивающих оборудования, пролеживавших деталей в процессе обработки, количестве деталей, поданных на сборку. Схема

взаимодействии элементов модели представлена на рисунке. Нами разработана подробная блок-схема алгоритма функционирования имитационной модели ТПКМ и программа для ее реализации на ЭВМ.

Особенностью разработанного алгоритма имитации ТПКМ является возможность одновременной оптимизации работы сушильного цеха, линий обработки и сборочного цеха. Для оптимизации работы такой сложной структуры применяется методология теории планирования экспериментов. При этом автоматически строится матрица планирования эксперимента для специально отобранной точки в многомерном пространстве.

Работа имитационной модели начинается с ввода массивов $M_1 - M_4$, после чего подготавливаются поля массивов $M_5 - M_8$. После осуществления ряда вспомогательных операций, необходимых для работы алгоритма модели, производится предварительный расчет загрузки линий обработки с определением исправности отдельных линий путем имитации. Данные о загрузке линий обработки передаются в массив существенных состояний M_7 . Далее проверяется наличие деталей для осуществления процесса сборки. В начальный момент времени это могут быть только детали, оставленные на складе. Если такие детали имеются, то производится расчет загрузки линий сборки изделий. Предварительно производится вероятностный расчет состава бригад сборщиков. Определяется момент окончания операции сборки на линии обработки и передается в массив M_7 . Если же деталей на складе нет, то управление сразу же передается на просмотр массива существенных состояний для выбора минимального времени обработки, что является наиболее существенной частью имитационной модели, позволяющей объединить процесс обработки деталей и сборки изделий. Найденное минимальное время окончания обработки t_{\min} анализируется для различения операций обработки и сборки. После анализа управление в модели передается соответствующему блоку, который производит соответственно загрузку либо линии обработки, либо линии сборки.

При разработке имитационной модели ТПКМ предполагалось, что производительность линии обработки при передаче смены не изменяется, а производительность линии сборки может из-

меняться за счет состава бригады. Такой порядок принят в модели. Каждый раз после начала смены, отсчитываемой в единицах модельного времени, производится расчет нового состава бригады сборщиков на основе вероятностей убытия определенного количества сборщиков по болезни и другим причинам.

Загрузка партий деталей, обеспечивающих сборку мебельных изделий, производится на основе предварительно рассчитанных точек заказа. Если в процессе сборки обнаруживается нехватка деталей определенного вида, то интервалы между заказами партий данного вида уменьшаются, а необходимая партия деталей заказывается вне очереди.

После того как произведена загрузка линий обработки и сборки, проверяется условие окончания сборки всех мебельных изделий. Здесь процесс моделирования разветвляется. Если сборка не окончена, то управление передается на продолжение моделирования движения деталей на линиях обработки и узлов на линиях сборки. В противном случае осуществляется ряд действий, организующих статистическую обработку информации, проверку окончания серии опытов по планированию экспериментов для нахождения оптимального варианта решения задачи управления.

При достижении искомой точки в пространстве решений производится статистическая обработка результатов серии опытов и нахождение точки, оптимальной для этой серии. Далее проводится анализ полученной точки на достижение заданного значения с необходимой точностью. Если полученная точка попала в окрестность заданного прогнозного значения, то эксперимент прекращается и осуществляется выдача накопленных в результате моделирования данных на печать. После этого функционирование имитационной модели прекращается и производится остановка ЭВМ.

Особенностью рассмотренного алгоритма, помимо объединения работы линий обработки и линий сборки, является неравномерный отсчет времени, свойственный схемам моделирования по существенным состояниям. Каждый переход в новое существенное состояние фиксируется алгоритмом, и модель переходит в новое фазовое состояние.

На основании предложенного алгоритма разработана программа для имитационной модели, реализованная на ЭВМ типа ЕС. Расчеты по этой программе позволили улучшить оперативное управление в цехах Сергалийского регионального мебельного объединения.

Л и т е р а т у р а

1. Голенко Д.И. Статистические модели в управлении производством. - М.: Статистика, 1973.

2. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа. - М.: Наука, 1981.

Поступила в редколлегию

22. II 1984 г.
