

Автореферат
Ф 34

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ им. М.В. ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

ФЕДУНЦ Анатолий Дмитриевич

УДК 658.512.011.56

УПРАВЛЕНИЕ ГРУЗОСТОКАМИ В УСЛОВИЯХ
СТРУКТУРНОЙ ДИНАМИКИ СКЛАДСКИХ СИСТЕМ

Специальность 05.13.07 - автоматическое
управление и регулирование, управление
технологическими процессами
(промышленность)

Переучет 19.07.84

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Одесса - 1984

СМ

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В обеспечении ритмичности и непрерывности производственных процессов значительная роль отводится системам складского типа, концентрация запасов в которых позволяет эффективно использовать то-арно-материальные ресурсы, оперативно маневрируя ими, исходя из складывающейся ситуации. Управление накоплением и перемещением продукции в системах такого типа, направленное на обеспечение согласованности процессов производства и потребления, протекающих в различном ритме, является одной из проблем, значимость которой для народного хозяйства подчеркнута в решении XXVI съезда КПСС, майского и ноябрьского (1982 г.) Пленумов ЦК КПСС.

Существующие исследования по совершенствованию систем управления транспортно-складскими процессами ориентированы на повышение качества управления путем учета параметрической динамики складских систем, связи же между их элементами предполагаются постоянными. При таком подходе изменение структуры системы грузодвижения требует перестройки управляющей подсистемы. В реальных условиях работы складов на привязку типовых решений требуется более ста человеко-дней, поэтому изменения в контуре управления трудно осуществимы как технически, так и организационно. В связи с этим при синтезе систем управления грузопотоками и запасами необходимо учитывать и структурную динамику складских систем. Без учета структурных особенностей (наряду с параметрическими) систем складского типа проблема повышения эффективности управления транспортно-складскими процессами (на них ежегодно расходуется 10-15 млрд. рублей) не может быть успешно решена в полной мере.

Решению этой актуальной проблемы посвящена данная работа.

Цель работы - совершенствовать систему управления транспортно-складским процессом на основе синтеза оптимальных алгоритмов управления грузопотоками, отражающих структурно-параметрическую динамику складских систем как объектов управления.

На защиту выносятся: алгоритм структурной идентификации системы грузодвижения, математическая модель управляемого процесса грузодвижения и алгоритмы управления грузопотоками, способствующие повышению качества управления производством и запасами.

Работа выполнена на кафедре автоматизации производственных процессов Одесского технологического института пищевой промышленности имени М.В. Ломоносова.

- Научный руководитель - кандидат технических наук, доцент Павлов А.И.
- Официальные оппоненты - доктор технических наук, профессор Попов В.И.;
- кандидат технических наук, доцент Гарбарчук Е.И.
- Ведущая организация - Научно-производственное объединение "Пищепромавтоматика"

Защита состоится "6" июля 1984 г. в 10³⁰ часов на заседании специализированного совета Д 068.35.01 при Одесском технологическом институте пищевой промышленности имени М.В. Ломоносова по адресу: г. Одесса, ул. Свердлова, 112, ОТИПИ им. М.В. Ломоносова.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Одесского технологического института пищевой промышленности им. М.В. Ломоносова.

Автореферат разослан "2" июля 1984 г.

Ученый секретарь
специализированного совета
к.т.н., доцент

[Signature]
А.Ф. ЗАГИБАЛОВ

к. 0 14607 ✓

Поверніть книгу не пізніше
заяченого терміну

ОНАХТ 25.05.12
Управление грузопото



v014607

Научная новизна. В диссертационной работе предложен новый подход к управлению процессом грузодвижения в складских системах с изменяемой структурой объекта управления.

Предложен алгоритм структурной идентификации СГ ПСП (система грузодвижения с промежуточным складированием продукции), на основе которого осуществлен синтез автомата, идентифицирующего структуру системы грузодвижения по характеристикам ее элементов и возмущений, действующих на систему в виде грузов и требований на отгрузку. Разработана математическая модель грузодвижения (ММГ), отражающая логику изменения структуры СГ ПСП. Предложена процедура отображения многомерного пространства ММГ в двумерное пространство индексных множеств заданной линейной программирования. Синтезированы алгоритмы управления (АУ) грузопотоками, отражающие структурную динамику СГ ПСП.

Практическая ценность работы. Применение полученных результатов позволяет осуществлять оптимальное управление грузопотоками в условиях структурно-параметрической динамики складских систем, что способствует повышению качества управления в реальных системах управления объектами складского типа.

Реализация результатов. Разработанные алгоритмы управления и программы прошли экспериментальную проверку и внедрены в производство с общим годовым экономическим эффектом 93 тыс. рублей. Места внедрения: СКГ (г. Москва), 18 тыс. рублей; ЦНИИ АСУ ГА (г. Рига), 50 тыс. рублей; хлебзавод №5 (г. Одесса), 25 тыс. рублей.

Апробация работы. Материалы диссертационной работы докладывались и обсуждались на секции "Кибернетика и автоматическое управление" научного совета по проблеме "Кибернетика" АН УССР (г. Одесса, 1976 г.), на Всесоюзной научно-технической конференции "Состояние, перспективы разработки и применения средств вычислительной техники для управления технологическими процессами и автоматизации научного эксперимента" (г. Северо-донецк, 1979 г.), на секции "Средства повышения эффективности функционирования систем управления и вычислительных комплексов" республиканской конференции "Применение математических методов и средств вычислительной техники в экологических и экономических исследованиях водной среды" (г. Одесса, 1979 г.), на республиканской конференции "Моделирование, идентификация, синтез

систем управления процессами и производствами" (г.т. Н.Ялта, 1982 г.), на научно-технических конференциях профессорско-преподавательского состава ОТИП им. М.В. Ломоносова (1977-1983г.).

Публикация результатов. По результатам исследований опубликовано 10 научных работ. Результаты исследований изложены также в 9 отчетах по НИР за 1976-1983 годы (номер государственной регистрации - № 7606588С; тома 13/76, 32/81, 21/83).

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, основных выводов, списка литературы из 120 наименований, приложения. Основное содержание исследований изложено на 135 страницах машинописного текста, включает 26 рисунков, 5 таблиц; приложение содержит листинги программ и материалы, подтверждающие внедрение результатов исследования.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

СГ ПСП как объект управления представляет собой многофазную (участок приемки - зона хранения - участок отгрузки) систему с дискретным характером возмущений, действующих на нее в виде поступающих грузов и требований на отгрузку, и непрерывным характером протекающих в ней процессов обработки грузов; элементы системы (технические средства, накопители продукции) отличаются множествами идентифицирующих их характеристик.

На основании анализа транспортно-складских систем промышленных предприятий, функции которых сводятся к перемещению продукции от мест ее производства к местам потребления через промежуточные накопители продукции (через склад), установлено, что функционирующие СГ ПСП характеризуется: вероятностным характером поступления грузов и требований на отгрузку хранимой продукции, многокомпонентностью грузопотоков и запасов, изменчивостью взаимосвязей между элементами системы грузодвижения при изменении качественных характеристик поступающих и требуемых грузов. Для пищевых производств, например, отклонения (во времени) от графика поставок колеблются от нескольких часов до нескольких суток; отклонения количества требуемой готовой продукции от планируемых объемов достигают 20-30 и более процентов.

Для управления объектами в условиях параметрической неопределенности, обусловленной случайностью моментов поступления и количества поступающих и требуемых грузов, используются методы теории управления запасами либо методы стохастического программирования. Если же объект управления характеризуется и структурной неопределенностью, обусловленной изменением наборов качественных признаков обрабатываемых грузов и (или) характеристик его составных элементов, возникает необходимость в использовании методов идентификации и интенсивно разрабатываемой в последнее время теории логико-динамических систем.

Оперативное управление процессом грузодвижения предполагает формирование управляющих воздействий по обработке поступающих грузов и отгрузке требуемой продукции в моменты поступления груза и (или) требования на отгрузку (эффект запаздывания в работе не учитывается). Поэтому, несмотря на случайность моментов времени и объемов поступления грузов и требований на отгрузку, в рассматриваемой ситуации они могут быть определены (например, путем измерения). Основная задача состоит в том, чтобы по характеристикам поступающих и требуемых грузов, а также по характеристикам элементов СГ ПСП, определить структуру системы грузодвижения (организацию ее из отдельных элементов, включая взаимосвязи между ними), разработать соответствующую модель грузодвижения и осуществить синтез алгоритма управления грузопотоками.

В ситуации, рассматриваемой в текущий момент времени t , входные потоки грузов ($i=1$) и требований на отгрузку ($i=4$), накопители ($i=2$) и запасы ($i=3$) продукции описываются множествами:

$$P_i(t) = (J_i^{(n_i)}(t), M_i^{(n_i)}(t), L_i^{(n_i)}(t), PC_i^{(n_i)}(t), PT_i^{(n_i)}(t), PD_i^{(n_i)}(t)), \quad i=1,4; \quad n_i=1, N_i, \quad (1)$$

где: n_1 - номер партии поступивших грузов, n_2 - номер накопителя продукции, n_3 - номер партии грузов, хранимой в форме запасов, n_4 - номер партии поступивших требований на отгрузку продукции; $J_i^{(n_i)}(t)$ - множество видов продукции в партии n_i ; $M_i^{(n_i)}(t)$ - множество мест производстве продукции, $L_i^{(n_i)}(t)$ - множество мест потребления продукции; $PC_i^{(n_i)}(t)$, $PT_i^{(n_i)}(t)$, $PD_i^{(n_i)}(t)$ - множества, составленные из признаков срочности доставки продукции, транзитности перевозки и перевозки по договорам контрактации.

Для описания структуры СГ ПСП вводятся классы эквивалентностей $I_j(t)$ ($j=1,15$), определяемые следующим образом:

$$\begin{aligned} I_1(t) &= P_1(t) \wedge P_2(t) \wedge P_3(t) \wedge P_4(t); \quad I_2(t) = (P_1(t) \wedge P_2(t) \wedge P_3(t)) \setminus I_1(t); \quad I_3(t) = (P_1(t) \wedge P_2(t) \wedge P_3(t)) \setminus I_1(t); \\ I_4(t) &= (P_1(t) \wedge P_2(t) \wedge P_3(t)) \setminus I_1(t); \quad I_5(t) = (P_2(t) \wedge P_3(t) \wedge P_4(t)) \setminus I_4(t); \quad I_6(t) = (P_2(t) \wedge P_3(t)) \setminus (I_4(t) \vee I_5(t) \vee I_3(t)); \\ I_7(t) &= (P_2(t) \wedge P_3(t)) \setminus (I_4(t) \vee I_5(t) \vee I_6(t)); \quad I_8(t) = (P_2(t) \wedge P_3(t)) \setminus (I_4(t) \vee I_5(t) \vee I_6(t)); \\ I_9(t) &= (P_2(t) \wedge P_3(t)) \setminus (I_4(t) \vee I_5(t) \vee I_6(t)); \quad I_{10}(t) = (P_2(t) \wedge P_3(t)) \setminus (I_4(t) \vee I_5(t) \vee I_6(t)); \quad (2) \\ I_{11}(t) &= (P_2(t) \wedge P_3(t)) \setminus (I_4(t) \vee I_5(t) \vee I_6(t)); \quad I_{12}(t) = P_1(t) \setminus (I_1(t) \vee I_2(t) \vee I_3(t) \vee I_4(t) \vee I_5(t) \vee I_6(t) \vee I_7(t) \vee I_8(t)); \\ I_{13}(t) &= P_2(t) \setminus (I_1(t) \vee I_2(t) \vee I_3(t) \vee I_4(t) \vee I_5(t) \vee I_6(t) \vee I_7(t) \vee I_8(t) \vee I_{10}(t)); \\ I_{14}(t) &= P_3(t) \setminus (I_1(t) \vee I_2(t) \vee I_3(t) \vee I_4(t) \vee I_5(t) \vee I_6(t) \vee I_7(t) \vee I_8(t) \vee I_{12}(t)); \\ I_{15}(t) &= P_4(t) \setminus (I_1(t) \vee I_2(t) \vee I_3(t) \vee I_4(t) \vee I_5(t) \vee I_6(t) \vee I_7(t) \vee I_8(t) \vee I_{11}(t)). \end{aligned}$$

В данном случае смысл, вкладываемый в операции объединения (\cup), пересечения (\wedge) и вычитания (\setminus) множеств, состоит в том, что выполняются они лишь по определенным группам множеств, составляющих наборы $P_i(t)$. Например:

$$P_1(t) \wedge P_2(t) \wedge P_3(t) \wedge P_4(t) = \left\{ \bigcap_{i=1}^{i=4} J_i^{(n_i)}(t), \bigcap_{i=1}^{i=4} M_i^{(n_i)}(t), \bigcap_{i=1}^{i=4} L_i^{(n_i)}(t), \dots, \bigcap_{i=1}^{i=4} PD_i^{(n_i)}(t) \right\}$$

В результате структура СГ ПСП представляется как комбинация классов эквивалентностей следующего вида:

$$\begin{aligned} P_1(t) &= I_1(t) \vee I_2(t) \vee I_3(t) \vee I_4(t) \vee I_5(t) \vee I_6(t) \vee I_7(t) \vee I_8(t) \vee I_{12}(t); \\ P_2(t) &= I_1(t) \vee I_2(t) \vee I_3(t) \vee I_4(t) \vee I_5(t) \vee I_6(t) \vee I_{10}(t) \vee I_{13}(t); \\ P_3(t) &= I_1(t) \vee I_2(t) \vee I_3(t) \vee I_4(t) \vee I_5(t) \vee I_6(t) \vee I_{11}(t) \vee I_{14}(t); \\ P_4(t) &= I_1(t) \vee I_2(t) \vee I_3(t) \vee I_4(t) \vee I_5(t) \vee I_6(t) \vee I_{10}(t) \vee I_{11}(t) \vee I_{15}(t). \end{aligned} \quad (3)$$

На основе полученных соотношений синтезирован автомат, реализующий трехэтапную процедуру (алгоритм) структурной идентификации СГ ПСП: на первом этапе осуществляется идентификация

характеристик, представляемых в виде набора множеств (I); на втором этапе, согласно формул (2), определяются классы эквивалентностей $I_j(t)$ ($j = \overline{1, 15}$); на третьем этапе, в соответствии с (3), формируются подгруппы классов эквивалентностей, которые и определяют характер взаимодействия между элементами СГ ПСП в рассматриваемой ситуации. Выходной алфавит автомата представляется наборами $(I_1(t), I_2(t), I_3(t), I_4(t), I_5(t), I_7(t), I_9(t), I_{11}(t)); (I_1(t), I_2(t), I_3(t), I_5(t), I_6(t), I_9(t), I_{10}(t), I_{13}(t)); (I_1(t), I_2(t), I_4(t), I_5(t), I_7(t), I_9(t), I_{11}(t), I_{14}(t)); (I_1(t), I_3(t), I_4(t), I_5(t), I_7(t), I_9(t), I_{11}(t), I_{15}(t))$, используемыми для разработки математической модели грузодвижения.

ММГ представлена уравнением материального баланса, на составные члены которого наложены ограничения, обусловленные требованием физической реализуемости управляемого процесса грузодвижения:

$$\sum_{i_1 \in I_1(t)} \sum_{\Omega_2(t)} Z(P_2(t), t) = \sum_{i_1 \in I_1(t)} \sum_{\Omega_2(t)} Z(P_2(t), t) + \sum_{i_1 \in I_1(t)} \sum_{\Omega_2(t)} V^+(P_2(t), t) - \sum_{i_1 \in I_1(t)} \sum_{\Omega_2(t)} V^-(P_2(t), t);$$

$$0 \leq V^+(P_2(t), t) \leq D(P_2(t), t); \quad 0 \leq V^-(P_2(t), t) \leq S(P_2(t), t);$$

$$\sum_{\Omega_2(t)} V^-(P_2(t), t) - \sum_{\Omega_2(t)} V^+(P_2(t), t) \leq \sum_{\Omega_2(t)} E(P_2(t), t) - \sum_{\Omega_2(t)} Z(P_2(t), t); \quad (4)$$

$$\sum_{\Omega_2(t) \setminus \{i_4, i_7\}} V^-(P_2(t), t) - \sum_{\Omega_2(t) \setminus \{i_4, i_7\}} V^+(P_2(t), t) \leq \sum_{\Omega_2(t) \setminus \{i_4, i_7\}} Z(P_2(t), t);$$

$$\sum_{i_1 \in I_1(t)} \left(\sum_{\Omega_2(t)} \alpha(P_2(t), t) \cdot V^+(P_2(t), t) + \sum_{\Omega_2(t)} \beta(P_2(t), t) \cdot V^-(P_2(t), t) \right) \rightarrow \max,$$

где: $t, t' \in [t_0, T], t' > t; i_j \in I_j(t), j = \overline{1, 15};$

$$\begin{aligned} \sum_{\Omega_2(t)} &= \sum_{i_2} \sum_{i_3} \sum_{i_4} \sum_{i_6} \sum_{i_7} \sum_{i_9} \sum_{i_{11}}; & \sum_{\Omega_2(t)} &= \sum_{i_3} \sum_{i_4} \sum_{i_5} \sum_{i_7} \sum_{i_9} \sum_{i_{10}} \sum_{i_{11}} \sum_{i_{15}}; \\ \sum_{\Omega_2(t)} &= \sum_{i_2} \sum_{i_3} \sum_{i_5} \sum_{i_6} \sum_{i_9} \sum_{i_{10}} \sum_{i_{13}}; & \sum_{\Omega_2(t)} &= \sum_{i_2} \sum_{i_4} \sum_{i_5} \sum_{i_7} \sum_{i_9} \sum_{i_{11}} \sum_{i_{14}}. \end{aligned} \quad (5)$$

Смысл ограничений, накладываемых на вектор управления, представленный своими компонентами $V^+(P_2(t), t)$ и $V^-(P_2(t), t)$, сводится к следующему: количество грузов, загружаемых в накопители продукции, не может быть больше количества грузов, поступающих на обработку; количество грузов, выгружаемых из накопителя, не может превышать количества грузов, требуемых к отгрузке;

разность между количеством загружаемых в накопители и выгружаемых грузов не должна быть больше величины свободной емкости накопителей продукции; разность между количеством выгружаемых и загружаемых грузов не должна превышать величины запасов.

Основной особенностью ММГ является ее комбинаторная сущность, которая проявляется в изменении соотношений между используемыми величинами при изменении элементов i_j множеств $I_j(t)$, характеризующих структуру СГ ПСП. В работе, в частности, показано, что для систем грузодвижения, имеющих совпадающие характеристики элементов и действующих из внешней среды возмущений, форма представления ММГ совпадает с моделью, используемой в работах Е.Е. Дудникова и Ю.М. Цодикова при решении задач оперативного управления технологическими процессами химических производств; при другом наборе исходных характеристик ММГ преобразуется к виду модели перевозок с учетом перевалок груза, используемой в работах А.В. Крушевского. Изменчивость формы представления ММГ при изменении характеристик СГ ПСП свидетельствует о ее принадлежности к классу моделей логико-динамического типа.

Многомерность ММГ требует поиска гутей, позволяющих использовать модель при решении задачи управления грузопотоками на ЭВМ. В работе предложен способ отображения пятнадцатимерного индексного пространства ММГ к виду задач линейного программирования:

$$\max (C \cdot X \mid A \cdot X \leq B, X \geq 0). \quad (6)$$

Процедура отображения построена на расчетных формулах:

$$\begin{aligned} C_n &= \alpha(P_2(t)), \quad n \in K_1, \quad n = F_1; \\ C_n &= \beta(P_2(t)), \quad K_1 < n \leq K_1 + K_2, \quad n = F_2; \\ B_m &= D(P_2(t)), \quad m \in K_1, \quad m = F_1; \\ B_m &= S(P_2(t)), \quad K_1 < m \leq K_1 + K_2, \quad m = F_2; \\ b_m &= \sum_{\Omega_2(t)} E(P_2(t), t) - \sum_{\Omega_2(t)} Z(P_2(t), t), \quad m = K_1 + K_2 + i_4, \quad i_4 = \overline{1, 15}; \\ b_{i_4} &= \sum_{\Omega_2(t) \setminus \{i_4, i_7\}} Z(P_2(t), t), \quad m = K_1 + K_2 + \beta_{i_4}(\beta_{i_4-1}) + i_4, \quad i_4 = \overline{1, 15}; \end{aligned} \quad (7)$$

Управление, осуществляемое по моментам нанесения возмущений, позволяет стабилизировать уровень запасов в заданных пределах, определяемых конструктивными характеристиками накопителей продукции. Одновременно наблюдается эффект "запирания" системы при достижении предельных значений уровня запасов, который является одной из причин образования очередей и обслуживания грузопотоков. Для их устранения анализируется управление с упреждением, позволяющее предвидеть моменты времени нанесения возмущений и их величину, моделировать прогнозную ситуацию и заблаговременно принимать решения, устраняющие выход системы за границы устойчивости и образование очередей.

С этой целью в работе исследован подход к прогнозированию возмущений, действующих из систему, основанный на использовании множества прогностических средств, процедурно организованных в единый комплекс. Основная идея подхода сводится к следующему. Для данного класса временных рядов устанавливаются области вариации длины (φ) обучающей последовательности и периода суждения (τ): $1 \leq \varphi_{\min} \leq \varphi \leq \varphi_{\max}$; $1 \leq \tau_{\min} \leq \tau$, $\tau \leq \tau_{\max}$; $\varphi_{\max} + \tau_{\max} < N$, где N - количество членов прогнозируемого ряда. Используется M моделей прогнозирования $m_j, j = 1, M$, способ определения параметров которых предполагается известным. Для каждой триады $\langle m_j, \varphi, \tau \rangle$ определяются значение функционала F - мера отклонения прогнозных значений ряда от фактических. Оптимальные значения m_j^* , φ^* и τ^* определяются условием

$$F(m_j^*, \varphi^*, \tau^*) = \min_{\langle \tau, \varphi, m_j \rangle} F(m_j, \varphi, \tau). \quad (9)$$

Непосредственное прогнозирование осуществляется затем по выбранной модели m_j^* и параметрам φ^* и τ^* .

Апробация такого подхода на примере прогнозирования спроса на грузовые перевозки позволила убедиться в преимуществах предложенного способа прогнозирования для ряда с "гибкой" структурой тренда: точность прогнозов оказалась в среднем на 14% выше, чем в системах, использующих одну прогнозную модель.

Моделирование прогнозной ситуации предполагает разработку соответствующего моделирующего алгоритма. В реферируемой работе списана граф-модель процесса грузодвижения, вершинами которой служат узлы, алгоритмически реализуемые функции моделируемых элементов системы грузодвижения, а дугами - входные

выходные последовательности, отражающие состояние вершин граф-модели. Процесс грузодвижения рассматривается как управляемый, поэтому введены и рассмотрены и управляющие автоматы, реализующие вычислительную процедуру синтезированных в работе алгоритмов управления.

Результаты имитационного моделирования, выполненного на ЭВМ, позволили экспериментально обосновать правомочность синтезированных АУ и выявить пути повышения эффективности управления грузопотоками в СГ ПСП. Отмечено, в частности, возможность оптимизации функциональных и конструктивных характеристик составных элементов СГ ПСП. В работе приведены результаты моделирования, иллюстрирующие возможность выбора наилучшей, с точки зрения минимизации совокупных издержек складского грузооборота, емкости накопителей продукции.

СГ ПСП являются составными элементами промышленных предприятий, имеющих складское хозяйство, поэтому практический интерес представляет использование разработанных алгоритмов в системах управления производством и запасами. В работе показана возможность описания производственных систем как композиции СГ ПСП, объединенных технологическими участками переработки продукции. Описана математическая модель движения грузов в системах такого типа, разработана программа, предназначенная для формирования на ЭВМ оптимальных решений по управлению грузопотоками и запасами. В качестве критерия эффективности принята максимизация прибыли от реализации готовой продукции (в заданной шкале цен) при минимальных затратах на процесс производства, включая издержки транспортирования, складирования и переработки продукции, а также издержки, обусловленные ожиданием обслуживания грузов и требований на отгрузку.

Апробация полученных результатов, выполненная на примере грузопотоков, характерных для Одесского хлебозавода № 5, позволила разработать предложения по совершенствованию централизованной системы управления производством, транспортировкой и сбытом хлебо-булочных изделий, внедрение которых подтвердило эффективность использования в процессе управления производством и запасами разработанных алгоритмов управления.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

1. На основании изучения процессов грузодвижения в транспортно-складских системах промышленных предприятий осуществлена формализация СГ ПСП, описаны элементы системы грузодвижения и их композиция. Показано, что СГ ПСП относится к классу систем с изменяемой структурой объекта управления.

2. Сформулирована и решена задача структурной идентификации СГ ПСП: предложен алгоритм структурной идентификации и синтезирован автомат, идентифицирующий структуру системы грузодвижения по характеристикам действующих на нее возмущений и характеристикам ее составных элементов.

3. Разработана ММГ, отражающая основные требования, предъявляемые к процессу перемещения продукции в СГ ПСП. Показано, что полученная ММГ относится к классу моделей логико-динамического типа, отражающих динамику структуры моделируемого объекта.

4. Осуществлено преобразование многомерной ММГ к виду двухиндексных задач математического программирования, что обеспечивает разрешимость задачи управления грузопотоками с помощью средств вычислительной техники; доказана теорема о существовании решений названной задачи.

5. Осуществлен синтез алгоритмов управления грузопотоками в СГ ПСП. Для СГ ПСП с произвольными характеристиками элементов (общий случай) разработанная методика синтеза АУ предусматривает использование результатов структурной идентификации системы грузодвижения и преобразования ММГ к двумерной форме представления. Для СГ ПСП с совпадающими характеристиками элементов (частный случай) предложена методика аналитического конструирования оптимальных решений по управлению грузопотоками. Оптимальность формируемых решений подтверждена доказательством соответствующей теоремы.

6. Предложены формулы расчета оптимальных интенсивностей загрузки продукции в накопители и выгрузки из накопителей.

7. Предложена конструктивная схема системы управления грузопотоками в СГ ПСП на основе разработанной ММГ и синтезированных АУ. Показана принципиальная возможность синтеза таких систем как многоуровневых многофазных систем управления с изменяемой структурой управляемого объекта.

8. Предложен метод прогнозирования возмущений, действующих на СГ ПСП в виде поступающих грузов и требований на отгрузку, основу которого составляет комплекс прогностических средств, организованный по принципу взаимосвязи и взаимодополнения, позволяющий повысить степень объективизации прогнозов для временных рядов с "гибкой" структурой тренда.

9. Описана граф-модель имитации управляемого процесса грузодвижения в СГ ПСП. По результатам имитации определяются оптимальные режимные и конструктивные характеристики элементов СГ ПСП, обеспечивающие минимизацию издержек складского грузооборота при их реализации.

10. Показана возможность использования разработанной ММГ и синтезированных АУ в системах управления транспортно-складскими процессами с получением экономического эффекта от их практической реализации. Эффект достигается за счет рациональной загрузки накопителей продукции, уменьшения очередей на обслуживание входных и выходных грузопотоков, оптимизации интенсивностей обработки грузопотоков техническими средствами. Экономический эффект от внедрения полученных результатов составил: 18 тыс. рублей (СКБС, г. Москва), 50 тыс. рублей (ЦНИИ АСУ ГА, г. Рига) и 25 тыс. рублей (хлебозавод № 5, г. Одесса).

Основное содержание диссертации опубликовано в работах:

1. Федунец А.Д. Вопросы разработки программного обеспечения АСУ транспортировкой и складированием продукции. - В кн.: Тез. докл. Всесоюз. науч.-тех. конф. по состоянию, перспективам разработки и применения средств вычислительной техники для управления технологическими процессами и автоматизации научного эксперимента. Северодонецк, 4-7 сентября 1979 г., М., 1979, с. 112.

2. Павлов А.И., Федунец А.Д. Управление материальными потоками в условиях ограниченной емкости звеньев хранения. - В кн.: Автоматическое управление технологическими процессами в пищевой промышленности. Краснодар, Изд-во Краснодар. политехн. ин-та, 1979, вып. 92, с. 10-15.

3. Федунец А.Д. Комплекс прогностических средств как способ объективизации прогнозов. - В кн.: Тез. докл. Респ. науч.-тех.

конф. по применению математических методов и средств вычислительной техники в экологических и экономических исследованиях вочной среды. Одесса, 2-4 октября 1979 г., Одесса, Изд-во Одес. отд. ин-та агрономии и АН УССР, 1979, с. 195-196.

4. Павлов А.И., Федунец А.Д. Складское хозяйство в грузо-проводящей системе. - Пром. транспорт, 1979, № 10, с. 13-11.

5. Федунец П.Д., Федунец А.Д., Деревянко П.Ф. Некоторые вопросы оптимизации исходных параметров задачи линейного программирования. - 1 кн.: Автоматическое управление технологическими процессами в пищевой промышленности. Краснодар, Изд-во Краснодар. политехн. ин-та, 1979, вып. 92, с. 16-22.

6. Павлов А.И., Федунец А.Д. Некоторые вопросы управления материальными потоками в условиях складского грузооборота. - В кн.: Управление потоками материальных ресурсов на уровне предприятий-объединений. Киев, ИК АН УССР, 1980, с. 31-38.

7. Павлов А.И., Федунец А.Д. Вопросы моделирования транспортно-складских процессов. - В кн.: Управление в системах: транспорт - переработка - хранение материальных ресурсов. Киев, ИК АН УССР, 1981, с. 33-40.

8. Птацук А.И., Редунов Г.М., Гончаренко А.Е., Федунец А.Д. Пакет алгоритмов и программ оперативного управления процессом переработки сырья на комбикормовых предприятиях. - Алгоритмы и программы / А.И. Птацук, Г.М. Редунов, А.Е. Гончаренко, А.Д. Федунец. - Информ. бюл., 1982, № 7, 1005889.

9. Платонов П.Н., Птацук А.И., Гончаренко А.Е., Федунец А.Д., Редунов Г.М. Совместное управление подготовительными технологическими линиями комбикормового производства / П.Н. Платонов, А.И. Птацук, А.Е. Гончаренко, А.Д. Федунец, Г.М. Редунов. - Изв. вузов, Пищ. технология, 1982, № 2, с. 16-21.

10. Платонов П.Н., Федунец А.Д., Прозорова Л.С. Математическая модель процесса промышленной обработки семенного зерна. - Изв. вузов, Пищ. технология, 1983, № 4, с. 1-18.

Содяатель

А.Д. Федунец

№ 0/4607

Одесский технологический институт пищевой промышленности им. В. Ломеносова

БИБЛИОТЕКА

БР 04240. Подп. к печати 22.05.84 г. Формат 80 x 84 1/16.
Объем 1,0 п.л. 0,7 уч. изд. л. Заказ № 2847. Тираж 100.
Горьковская облполиграфиздат, цех № 2.
Ленина, 49.