Министерство образования Украины
Восточноукраинский государственный университет

На правах рукописи

Дибси Мухамед

# СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНО-СКЛАДСКОЙ СИСТЕМОЙ С МОСТОВЫМ КРАНОМ-ШТАБЕЛЕРОМ

Специальность 05.22.12 - Промышленный транспорт

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Луганск - 1995

Диссертационная работа является рукописью.

Работа выполнена в Восточноукраинском государственно университете.

Научный руководитель - кандидат технических наук доцент Нечаев Г.И.

Консультант - кандидат технических наук доцент Шисман В.Е.

Официальные оппоненты - доктор технических наук профессор Киричевский В.В.

- кандидат технических наук Гарин Ю.М.

Ведущая организация - Луганский тепловозостроительны завод имени "Октябрьской револ

Защита диссертации состоится "5" октября 1995г. в __ час. на заседании специализированного совета Д 18.02.02 Восточноукраинского государственного университета по адресу: 348034, г.Луганск ,квартал Молодежный, 20а.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Восточноукраинского государственного университета по адресу : 348034, г.Луганск, квартал Молодежный,20а.

Автореферат разослан "3" сентября 1995г.

Ученый секретарь
специализированного совета
Д 18.02.02
доктор технических наук
профессор

Ульшин В.А.

Общая характеристика диссертационной работы, актуальность и степень исследования тематики диссертации.

Автоматизация процессов грузопереработки на промышленном транспорте и в транспортно-складских системах в современных условиях требует применения новых систем управления на базе быстродействующих ЭВМ.

Анализ исследования функционирования транспортно-складских систем и средств автоматизации по материалам отечественных и зарубежных источников показал, что существующие системы автоматического управления (САУ) для складов, оборудованных мостовыми кранами-штабелерами наряду с преимуществами имеют и некоторые недостатки, присущие каждой из систем. В некоторых случаях это громоздкость, высокая стоимость, малая степень унификации и адаптации к системам с другими грузоподъемными машинами.

В связи с этим является актуальной задачей совершенствование автоматической системы управления транспортно-складскими процессами с применением мостового крана-штабелера с учетом широкого спектра факторов, влияющих на процессы ее функционирования.

Диссертационная работа посвящена исследованиям функционирования транспортно-складской системы с применением мостового крана-штабелера и разработке автоматической системы управления складским процессом на базе ЭВМ.

Цель и основные задачи научного исследования

Целью работы является разработка унифицированной системы автоматического управления транспортно-складским процессом на основе применения ЭВМ.

Задачи научных исследований:

- исследования и разработка алгоритмов управления складской системой с мостовым краном-штабелером;

- разработка модели функционирования склада;

- исследование и разработка системы точного позиционирования крана-штабелера;

- исследования и разработка принципиальной схемы системы автоматического управления мостовым краном-штабелером ;

- разработка программного обеспечения САУ;

- исследования и промышленные испытания экспериментальной системы автоматического управления мостовым краном-штабелером.

Идея работы заключается в создании унифицированного алгоритма управления транспортно-складской системой, обеспечивающего адаптацию к любому типу мостового крана-штабелера для складов со стеллажным способом хранения и в определении оптимальных показателей системы управления по критерию минимума времени обслуживания.

Обоснование теоретической и практической ценности исследования и его научной новизны.

Впервые на основе моделирования процесса функционирования складской системы разработан алгоритм и решена задача оптимизации временных параметров и параметров движения крана-штабелера при выполнении рабочего цикла в различных режимах работы .Разработана унифицированная система автоматического управления складским процессом на базе ЭВМ,обеспечивающая увеличение скорости обслуживания заявок.

Разработана методика расчета расстановки датчиков положения механизмов крана, обеспечивающих требуемую точность

позиционирования и допустимую погрешность с учетом весовой загрузки, скорости движения и других факторов крана-штабелера, носящих случайный характер.

Исследована и разработана система автоматического управления, пригодная для управления мостовым краном-штабелером любого типа, а также пригодная для использования в складских системах, оборудованных кранами-штабелерами с ручным управлением.

Практическая ценность работы заключается в том, что разработанная аппаратура для автоматического управления транспортно-складской системой с мостовым краном-штабелером по своим функциональным возможностям обеспечивающая работу многономенклатурного склада в автоматическом режиме.

Разработанная методика расчета системы автоматического управления позволяет обеспечить достаточно высокую точность выполнения грузовых операций, исключающую необходимость дополнительного контроля.

Принципиальная схема и программное обеспечение позволяют подключить аппаратуру управления параллельно штатной системе ручного управления без каких либо конструктивных изменений в электрической схеме и системе управления и использовать ее с любым краном-штабелером.

Уровень реализации и внедрение научных разработок

Предложенная модель складской системы применена и апробирована для моделирования работы многономенклатурного прирельсового склада N17 Родаковской областной базы материально-технического снабжения. Спроектирован и изготовлен опытный комплект оборудования САУ на базе микро ЭВМ для складской системы с мостовым краном-штабелером типа ОП-1,0, смонтирован

и испытан на вышеупомянутом складе.

По предложенной методике рассчитаны места установки датчиков положения пластин для точного позиционирования. Разработан комплект прикладных программ для САУ складом для различных режимов работы. Проведены эксплуатационные испытания САУ в производственных условиях, которые показали работоспособность и высокую эффективность разработанной системы.

Научные положения диссертации и практические разработки переданы на Луганский тепловозостроительный завод для использования в совершенствовании систем управления и автоматизации складов.

Методика и результаты исследований по совершенствованию САУ складскими системами используются в курсе "Комплексная механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных транспортно-складских работ" и НИРС в Восточноукраинском Госуниверситете.

Апробация и публикация результатов научных исследований, структура и объем диссертационной работы

Результаты исследований доложены, обсуждены и получили одобрение на кафедре подъемно-транспортных строительно-дорожных машин и оборудования, кафедре организации перевозок и управления на транспорте, а также на научном семинаре по промышленному транспорту Восточноукраинского государственного университета (1995 г.).

По теме диссертации опубликовано три работы.

Диссертация состоит из пяти глав и выводов, изложенных на 107 страницах машинописного текста, иллюстрированного 46 рисунками. Работа содержит 5 таблиц, список литературы из 87 наименований и 3 приложений .

Декларация конкретного личного вклада диссертанта в разработку научных результатов , которые выносятся на защиту.

Проведены исследования и алгоритмизация задачи управления складской системой с мостовым краном-штабелером ; проведены исследования и разработаны: структурная и принципиальная схемы системы автоматического управления мостовым краном-штабелером и конструкция аппаратуры; методика оценки и учета влияния на точность позиционирования мостового крана-штабелера различных факторов, носящих случайный характер; методика расчета расстановки установочных датчиков и пластин для точного позиционирования механизмов крана; электронная схема САУ и ее конструктивные элементы; программное обеспечение для управления САУ в различных режимах ее работы.

Характеристика методологии , метода исследования предмета и объекта

Решение поставленных в работе задач выполнено на основе теоретических и экспериментальных исследований с использованием математического аппарата теории вероятностей и математической статистики, имитационного моделирования, теории массового обслуживания, вычислительной техники.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается адекватностью разработанной модели, проверенной экспериментальными исследованиями, обоснованностью принятых допущений, результатами расчетов различными методами, корректностью использования математического аппарата и численных методов, а также результатами испытаний опытного образца экспериментальной автоматической системы управления складом.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ДИССЕРТАЦИИ И ФОРМИРОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ВЫВОДОВ ВЫТЕКАЮЩИХ ИЗ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ.

В главе 1 приведены результаты исследования состояния вопроса автоматизации складских процессов, структуры затрат. Установлено, что на средства автоматизации приходится до 25% от общих затрат на складирование, в том числе до 12% на средства управления грузоподъемными механизмами.

Применение более эффективных средств автоматизации позволит ускорить оборачиваемость материальных ценностей, повысить сохранность качества материальных ценностей, снизить эксплуатационные расходы и трудоемкость складских процессов, простой транспортных средств под грузовыми операциями и в конечном итоге уменьшить затраты на складскую переработку грузов.

Достаточно широкий круг вопросов автоматизации складских процессов рассмотрен в работах Маликова О.Б., Смехова А.А.,Гриневича Г.П..Вопросам управления кранами-штабелерами посвящены работы Зерцалова А.И.,Пезнера Б.И и других ученых.

Приведен анализ различных отечественных и зарубежных систем автоматического управления кранами-штабелерами и транспортно-складскими комплексами.В частности ,рассмотрены системы, выдающие команды управления механизмам крана в функции времени и системы с обратными связями,с контролем выполнения программы в функции пройденного пути; счетно-импульсные системы САУ; аналоговые системы с аналого-цифровыми преобразователями; системы, основанные на рефлекторном принципе; системы на бесконтактных логических элементах и, в частности, на элементах "Логика-1", а также разработки Уральского политехнического института в области числового

программного управления краном-штабелером на основе шагового искателя, система ЧПУ краном-штабелером разработанная фирмой " Дженерал-электрик " (США), САУ штабелером фирмой "Демаг"(ФРГ) с оригинальной проверкой достоверности считываемого кода адреса и фирмой "Броун Бовери" (ФРГ) на основе системы ЧПУ станками.

Во всех случаях применения САУ кранами-штабелерами важное значение имеет точность позиционирования механизмов подъемно-транспортных машин. Однако, следует отметить,что вопрос точности позиционирования является достаточно большой и сложной самостоятельной задачей, но обойтись без ее решения при разработке САУ невозможно. И в частности, при применении счетно-импульсных САУ необходимо решение задачи точной установки датчиков замедления и остановки моста, тележки,механизма подъема груза в зависимости от величины загрузки и других параметров, носящих случайный характер. Необходима также предварительная оценка погрешности позиционирования, для подачи более точных по времени команд на разгон, замедление и остановку.

Вопросам точности позиционирования посвящены работы многих ученых и, в частности, Катковника В.Я.,Шафирова З.Е.,Марголина Ш.М., Ключева В.И.,Казака С.И., в которых предложены различные подходы к решению вопросов точности позиционирования.Каждый из предложенных методов имеет свои преимущества и не лишен недостатков, поскольку приемлем для конкретной схемы и условий.

В главе 2 проведены исследования,позволяющие построить алгоритм управления мостовым краном-штабелером.

Склад рассматривается как система массового обслуживания

(СМО) с входящим и выходящим потоками требований и обслуживающим устройством- краном-штабелером.

С целью оптимизации времени обслуживания для анализа маршрутов крана-штабелера построена имитационная модель функционирования склада с бесприоритетным порядком обслуживания. В системах такого типа входящий Эрлангов поток (в простейшем случае Пуассоновский) с произвольным временем обслуживания имеет оценку времени пребывания в системе

$$W_{\text{в}} = \bar{x} + \frac{\nu \cdot \bar{x} \cdot (1 - c_b^2)}{2 \cdot (1 - \nu)},$$

где $\bar{x}$ - среднее время обслуживания ;

$\nu = \lambda \cdot \bar{x}$ - средняя загрузка системы ;

$\lambda$ - интенсивность входящего потока ;

$c_b^2$ - нормированная дисперсия времени обслуживания ;

$c_b^2 = \sigma_b^2 / \bar{x}^2$.

Поскольку основная задача- увеличение скорости обслуживания возложена на обслуживающий аппарат,т.е. кран-штабелер, за счет автоматизации управления им в данном исследовании основное внимание уделено сокращению среднего времени обслуживания. Для этого необходимо оптимизировать маршруты крана-штабелера. В связи с этим проанализированы все возможные маршруты для любого задания. Вероятность обращения $к_i$ -ой ячейке склада зависит от разработанного алгоритма программы поиска ячейки.

Весь поток заявок, поступающий на склад, можно условно разделить на два:"загрузить на склад" и "выгрузить из склада".При выполнении операций через одну экспедицию приема-

выдачи появление этих заявок равновероятно.

Если ячейки склада считать каналами обслуживания, входящим потоком- поток заявок "загрузить", поток освобождения каналов- поток заявок "выгрузить", то такую СМО с отказами можно классифицировать как систему М /М/к,

где "к" - число ячеек склада.

Описанная система является СМО с упорядоченным пучком сигналов и может быть исследована как частный случай задачи Пальма.

Алгоритм поиска ячейки строится таким образом, что при поступлении заявки на обслуживание просматриваются ячейки одной зоны по порядку, начиная с первой . Очередной поступающий груз занимает канал (ячейку) с наименьшим размером из числа тех, которые свободны в момент его поступления. Заявка "выгрузить" также освободит занятый канал с наименьшим номером, так как алгоритм поиска единый.

При свободном способе размещения грузов и больших ограничениях, накладываемых на входной и выходной поток, для получения количественной оценки изменения вероятности состояния ячеек использовался универсальный метод исследования СМО -статистическое моделирование на ЭВМ с использованием псевдослучайных чисел. Моделировалась транспортно-складская система в течение 25 дней при односменной работе при общем числе ячеек 400 и их габаритах 1,25х0,8х0,8м.

В результате моделирования установлено, что вероятность состояния ячейки ("свободно"- "занято") подчиняется экспоненциальному закону.

Таким образом, для обеспечения оптимального режима эксплуатации склада программой поиска раньше всех других должны

выбираться ячейки, обеспечивающие кратчайший маршрут крана-штабелера. От этого зависит продолжительность обслуживания заявки. При определении продолжительности обслуживания заявки принято, что с некоторым приближением время на поворот колонны и время на движение тележки при "загрузке" и "выгрузке" грузов можно считать постоянными. Поэтому поиск нужной ячейки осуществляется двумя основными движениями, т.е. мостом по горизонтали и грузозахватным устройством по вертикали.

Время при длине рейса l определяется по формуле

$$t = \frac{|a|\cdot l+V^2}{|a|\cdot V}, \qquad (1)$$

где V - скорость в конце участка разгона (или в начале торможения);

a - ускорение при разгоне или торможении.

Средняя длина рейса по горизонтали при перемещении по вертикали на одну ячейку определится по выражению

$$l_a = \frac{(|a_b|\cdot l_b+V_b^2)\cdot|a_a|\cdot V_a-V_a^2\cdot|a_b|\cdot V_b}{|a_a|\cdot|a_b|\cdot V_b}, \text{ при } l_b = 1, \text{ где}$$

$a_a$ и $a_b$ - среднее ускорение в начале разгона и торможения; $V_a, V_b$ - средние скорости движения механизмов в горизонтальном и вертикальном направлениях.

Поправка ошибки границ области, допускаемой при линеаризации скоростей крана-штабелера для перемещения по горизонтали определяется по формуле:

$$\Delta l_a = \frac{V_a\cdot V_b}{|a_b|} - \frac{V_a^2}{|a_a|}.$$

Аналогично вычисляются поправки для перемещения по вре-

мени. Полученные значения поправок показывают, что они зависят только от параметров системы и для данной системы постоянны. Рассмотрены и проанализированы все возможные маршруты крана-штабелера. Используя полученные результаты, предложена методика и алгоритм программы поиска ячейки при построении маршрута "рабочее место - ячейка - рабочее место ".

Разработанная модель маршрутов дает возможность выделить оптимальные области. Маршрут, проходящий через эти области, является кратчайшим.

В главе 3 выполнено исследование геометрических параметров переходных процессов крана-штабелера. При создании САУ точность позиционирования механизмов крана-штабелера играет важную роль. Точность позиционирования оценивается погрешностью остановки механизма, а для этого необходимо оценить тормозной путь каждого механизма, который зависит от значительного числа факторов, носящих случайный характер.

Всего можно выделить четыре механизма , для каждого из которых необходимо получить оценку величины тормозного пути.Это: механизмы передвижения моста и тележки, подъема (спуска) и поворота. В каждом случае тормозной путь складывается из нескольких слагаемых. Всего было выделено 10 типов слагаемых, участвующих в формировании всех случаев тормозного пути. Каждое из слагаемых $\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_{10}$ есть явно заданная функция от случайных величин, таких как $V_H$ - установочная скорость в момент торможения , $t_c$- время срабатывания тормоза механизмов, $t_a$ - время срабатывания аппаратуры в системе управления и m - масса груза.Остальные случайные величины,которые также в принципе могут повлиять на тормозной путь, после сравнения степени их влияния, не учитывались.

Степень влияния оценивалась пропорционально относительной величины частного приращения тормозного пути по соответствующему фактору к общей величине приращения пути, которая идентифицировалась с погрешностью оценки.

Сохраняя неизменными математическое ожидание и дисперсию, с помощью метода моментов находится связь между параметрами $m$ и $S^2$ нормального и $\ln\mu$ и $\sigma^2$ логнормального законов

$$m = \mu \cdot e^{\sigma^2/2}, \qquad S^2 = \mu^2 \cdot e^{\sigma^2} \cdot (e^{\sigma^2} - 1);$$

$$\mu = \frac{m}{\sqrt{1 + \frac{S^2}{m^2}}}, \quad \sigma^2 = \ln\left(1 + \frac{S^2}{m^2}\right),$$

которые аппроксимируют один другой и могут использоваться нами как взаимозаменяемые. Благодаря такому подходу, предложен метод оценки сводных характеристик действия многих случайных факторов на результирующую случайную величину $\xi$.

В данном случае этот подход позволил получить способ определения параметров функции распределения тормозного пути через аналогичные параметры всех влияющих случайных факторов. В конечном счете достаточно задать математические ожидания и дисперсии простейших исходных случайных составляющих. Затем последовательно для каждого из механизмов с помощью выведенных в математической модели формул получим оценки для $M\xi$ и $D\xi$ конечных определяющих факторов.

$$\begin{cases} m_i = \mu_i \cdot e^{\sigma^2_i/2} \\ S_i^2 = \mu_i^2 \cdot e^{\sigma^2_i} \cdot (e^{\sigma^2_i} - 1); \end{cases} \qquad (2)$$

$$\begin{cases} \mu = \dfrac{\Sigma m_i}{\sqrt{1 + \dfrac{\Sigma S^2_i}{(\Sigma m_i)^2}}} \; ; \\ \sigma^2 = \ln\left(1 + \dfrac{\Sigma S^2_i}{(\Sigma m_i)^2}\right) \; ; \end{cases} \qquad (3)$$

$$\begin{cases} \mu = \dfrac{\sum \mu_i \cdot e^{\sigma_i^2/2}}{\sqrt{1 + \dfrac{\sum \mu_i^2 \cdot e^{\sigma_i^2} \cdot (e^{\sigma_i^2} - 1)}{\left(\sum \mu_i \cdot e^{\sigma_i^2/2}\right)^2}}} \; ; \\ \sigma^2 = \ln\left(1 + \dfrac{\sum \mu_i^2 \cdot e^{\sigma_i^2} \cdot (e^{\sigma_i^2} - 1)}{\left(\sum \mu_i \cdot e^{\sigma_i^2/2}\right)^2}\right) . \end{cases} \qquad (4)$$

По значениям $\mu$ и $\sigma^2$ найдем пределы изменения случайной величины $\xi$ тормозного пути с заданной степенью достоверности $P = 1 - \alpha$ .

Доверительный интервал для $\ln \xi$

$$\ln \mu - \sigma \cdot t_{1-\alpha/2} < \ln \xi < \ln \mu + \sigma \cdot t_{1-\alpha/2}$$

преобразуется в соответствующий интервал предельно возможных отклонений:

$$\mu \cdot e^{-\sigma \cdot t_{1-\alpha/2}} < \xi < \mu \cdot e^{\sigma \cdot t_{1-\alpha/2}} ,$$

где $t_{1-\alpha/2}$ - квантиль нормального распределения.

Например, при достоверности P=95% тормозной путь меняется в пределах

$$\mu \cdot e^{-1.96 \cdot \sigma} < S < \mu \cdot e^{1.96 \cdot \sigma} .$$

В главе 4 проведены исследования и разработка системы автоматического управления мостовым краном - штабелером.

Проведено исследование конструкции мостового крана-штабелера и его механизмов, исследована электрическая система и штатная система управления с точки зрения возможности и доступности воздействия на них САУ. Описана разработанная система автоматического управления краном-штабелером мостового типа.

В отличие от существующих САУ, предлагаемая система устанавливается на складе без внесения каких либо изменений в механическую и электрическую части крана. При этом порядок работы крана-штабелера в ручном режиме не изменяется.

Структурная схема системы управления включает: управляющий компьютер , осуществляющий управление системой и контроль за ее работой; интерфейс - предназначен для связи компьютера с периферийными узлами системы; блок обработки сигналов - предназначен для обработки управляющего сигнала компьютера и передачи его на демодулятор блока управления, а также для обработки сигналов, поступающих с модулятора блока управления и передачи их в компьютер; дешифратор - предназначен для демодулирования управляющего сигнала и передачи его к реле блока управления; шифратор - предназначен для модулирования сигналов, поступающих с устройств обратной связи и передачи их в блок обработки данных; блок разрешения выходов- предназначен для отключения выходных сигналов блока управления при сбое в управляющей программе; блок управления - передает управляющий сигнал на исполнительные органы кра-

на-штабелера; блоки развязки питания - предназначены для гальванической развязки корпусов различных узлов системы управления; блоки питания +5 В; +12 В; датчики обратной связи - предназначены для сбора информации о положении крана-штабелера.

В главе 5 выполнено экспериментальное исследование и испытание опытной системы автоматического управления мостовым краном-штабелером.

Цель испытаний - проверка функционирования склада и работоспособности разработанной и изготовленной системы автоматического управления крана-штабелера в производственных условиях, а также проверка функциональной надежности программного обеспечения.

Испытания проводились в многономенклатурном складе Родаковской областной базы материально-технического снабжения. Склад перерабатывает тарноупакованные грузы весом от 25 до 650 кг, а также грузы на поддонах и в контейнерах. Для испытаний была смонтирована система автоматического управления складом на базе крана-штабелера типа ОП- 1,0. Установка датчиков и пластин позиционирования производилась согласно расчетам, приведенным в главе 3. Перед испытаниями снят профиль подкрановых путей, проверены состояние и работоспособность всех механизмов и узлов, обеспечивающих выполнение операций в автоматическом режиме.

В процессе испытаний контролировались: время выполнения операций, точность позиционирования моста, тележки и механизма подъема, правильность и точность выполнения заданной команды. Для сравнения эти же операции выполнялись в режиме ручного управления. Испытания проводились в течение месяца.

Результаты испытаний показали, что в течение месяца не наблюдалось ни одного отказа, абсолютная погрешность остановки моста крана составляла -5 +10 мм от расчетного положения и для механизмов передвижения тележки, подъема и поворота погрешность остановки практически отсутствует.

Основной причиной отклонений от теоретических расчетов является неточность монтажа подкрановых путей в профиле.

Время выполнения одного цикла в зависимости от расположения ячейки колеблется от 30 с. до 1мин. 39 с. При выполнении этих же операций в режиме ручного управления затраты времени больше на 20-30%.

Как показали испытания и анализ их результатов экономический эффект при использовании разработанной системы автоматического управления складом на основе мостового крана-штабелера может быть получен за счет сокращения времени выполнения операций и возможности освобождения двух операторов.

Срок окупаемости оборудования САУ составляет 0,5-1 г. Это позволяет рекомендовать ее для серийного применения и использования в складском хозяйстве и на многономенклатурных базах и складах промышленных предприятий.

## Основные результаты и выводы

В диссертационной работе решена актуальная научная задача создания унифицированной системы автоматического управления мостовыми кранами-штабелерами для складов со стеллажным способом хранения. По работе сделаны следующие основные выводы и рекомендации.

1. Исследования и анализ существующих систем автоматического управления складскими комплексами по критериям слож-

ности, скорости выполнения команд, точности позиционирования и другим показал, что для многономенклатурных складов со стеллажным способом хранения грузов и мостовыми кранами-штабелерами наиболее приемлемыми являются счетно-импульсные системы.

2. Для оптимизации времени обслуживания, анализа маршрутов крана-штабелера с точки зрения затрачиваемого времени поиска ячейки, оптимизирующего маршрут по критерию времени, построена имитационная модель функционирования многономенклатурного склада со стеллажным способом хранения материалов.

3. На основе теории массового обслуживания решена задача оптимизации маршрутов крана-штабелера при различных потоках заявок и различных операциях по критерию минимума времени обработки заявки.

4. Разработана математическая модель и методика оценки совместного влияния различных факторов на тормозной путь механизмов крана-штабелера и установлено, что наибольшее влияние оказывают их скорость, время срабатывания аппаратуры и тормозов, а также масса груза. Разработана методика определения тормозного пути и его погрешности, проведены их расчеты для механизмов моста, тележки, подъема и поворота, определены места установки предварительных и установочных датчиков для соответствующих механизмов мостового крана-штабелера.

5. Разработана принципиальная схема аппаратуры управления с использованием ЭВМ и программное обеспечение для САУ мостовым краном-штабелером, обеспечивающая реализацию поставленных задач оптимизации работы склада.

6. Опытный образец САУ мостовым краном-штабелером установлен и испытан в многономенклатурном складе N 17 Родаковс-

кой областной базы материально-технического снабжения . Результаты испытаний показали достаточно высокую эффективность и надежность разработанной САУ. Отклонение экспериментальных значений точности позиционирования механизма передвижения моста от расчетных составляет 10%, а для остальных механизмов расхождения практически отсутствуют. Время выполнения операций в автоматическом режиме на 20-30% меньше, чем в ручном. При использовании более быстродействующей ЭВМ возможно увеличение примерно в 2 раза скорости выполнения операций за счет совмещения движений.

7.Источниками эффективности использования разработанной САУ мостовым краном-штабелером является сокращение времени выполнения операций на 20-30% и численности работников склада в 2 раза.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ В РАБОТАХ :

1. Нечаев Г.И.,Дибси М. Автоматическая система управления краном-штабелером. - ВУГУ - Луганск: 1995. - 5 с.Деп. в ГНТБ Украины, 28.07.94г. No 1439. - Ук 94.

2. Нечаев Г.И., Дибси М.Исследование и разработка автоматической системы управления мостовым краном-штабелером многономенклатурного склада на базе ЭВМ. - ВУГУ - Луганск: 1995. -28 с.Деп. в ГНТБ Украины, 02.06.95г. No 1418. - Ук 95.

3. Дибси М., Нечаев Г.И., Антонов С.И. Апроксимация механической характеристики электродвигателя аналитической зависимостью. - ВУГУ - Луганск: 1994. - 10 с. Деп. в ГНТБ Украины, 28.07.94г. No 1437. - Ук 94.

## АНОТАЦІЯ

Дібсі Мухамед. Удосконалення управління транспортно-складською системою з мостовим краном-штабелером.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за фахом 05.22.12 - промисловий транспорт. Східноукраїнський державний університет, м.Луганськ, 1995 р.

Захищається 3 наукових роботи.

В дисертації розроблена система автоматичного управління складською системою з мостовим краном-штабелером.

Запропонован метод визначення гальмового шляху та його погрішності для механізмів крана-штабелера з врахуванням різних факторів.

На основі теорії масового обслуговування та емітаційного моделювання розроблена методика оптимізації роботи транспортно-складської системи за критерієм часу.

## ANNOTATION

Debsi Mohamed. Improvement of the control of the transport stock system using a bridge-crane piler.

The thesis of learned Degree on the speciality 05.22.12 - Industrial transport. The East-Ukrainian State University, Lugansk, 1995.

Three scientific papers are presented.

The Thesis deals with the development of stocking system automatic control using a bridge crane- piler. The method of determination of the braking path and it's errors for crane- piler mechanisms with concideration of different factors given.

The procedure of the optimization of the transport stock system operation on the basis of time criteria is worked out. The procedure is based on the theory of mass service and imitation modelling.

Ключевые слова :склад, мостовой кран-штабелер, система автоматического управления, оптимизация.

Дибси Мухамед
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНО-СКЛАДСКОЙ СИСТЕМОЙ С МОСТОВЫМ КРАНОМ-ШТАБЕЛЕРОМ
05.22.12 - Промышленный транспорт
Подписано к печати 28.08.95. Формат 60x84 1/16, п.л.1
Заказ 365 ,тираж 100

Ротапринт ВУГУ,348034, г.Луганск, кв.Молодежный, 20а.