

МИНИСТЕРСТВО ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ СССР
ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ ИНСТИТУТ
ИНЖЕНЕРОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

На правах рукописи

И. А. НЕБРАТ

ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ, КОДИРОВАНИЯ
И ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ В ЗАДАЧАХ
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОПЕРАТИВНОГО
УПРАВЛЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ РАБОТОЙ
ОТДЕЛЕНИЯ ДОРОГИ

(На русском языке)

(05.434 — эксплуатация железных дорог)

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Днепропетровск
1972

НТБ
ДНУЖТ

4732a

МИНИСТЕРСТВО ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ СССР
Днепропетровский институт инженеров железнодорожного
транспорта

На правах рукописи

И.А.НЕБРАТ

ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ, КОДИРОВАНИЯ И ПРЕОБРАЗОВАНИЯ
ИНФОРМАЦИИ В ЗАДАЧАХ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОПЕРАТИВНОГО
УПРАВЛЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ РАБОТОЙ ОТДЕЛЕНИЯ ДОРОГИ.

(на русском языке)

(05.434 - Эксплуатация железных дорог)

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени кандидата
технических наук.

Днепропетровск 1972

НТБ
ДНУЖТ

У737а

Днепропетровский институт инженеров железнодорожного транспорта направляет Вам автореферат кандидатской диссертации инженера

И.А.НЕБРАТА.

Просим Вас и всех заинтересованных лиц Вашего учреждения принять участие в публичной защите диссертации или прислать свой отзыв (в 2-х экземплярах).

Работа выполнена в Днепропетровском институте инженеров железнодорожного транспорта.

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ

кандидат технических наук, доцент

А.В.ПОПСУЕВ

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ОППОНЕНТЫ

доктор технических наук, профессор **В.М.АКУЛИНИЧЕВ;**

кандидат технических наук

Е.М.ТИШКИН;

кандидат технических наук

В.И.ПАНКРАТОВ.

Ведущее предприятие - служба движения Приднепровской железной дороги.

Автореферат разослан "10" мая 1972 года.

Защита диссертации состоится "30" июня 1972 года

на заседании Ученого совета в Днепропетровском институте инженеров железнодорожного транспорта, г.Днепропетровск, 10, ул. Университетская 2.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Ученый секретарь Совета,

доцент **ЛЕБЕДИНЕЦ Л.Н.**

В В Е Д Е Н И Е

Директивами XXIV съезда КПСС по пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1971-1975 г.г. предусмотрено увеличение объема промышленного производства на 42-46%. Решение этой задачи требует соответствующего роста перевозок всеми видами транспорта и, в первую очередь, железнодорожного, грузооборот которого в 1975 году должен быть увеличен по сравнению с 1970 г. на 22,0%.

Решающим фактором, обеспечивающим выполнение такого объема перевозок, является быстрое внедрение в производство научно-технических достижений. Среди них одно из первых мест занимает электронная вычислительная техника.

Электронная вычислительная техника в сочетании со средствами связи, передающими информацию, способствует значительному улучшению оперативного руководства промышленностью, строительством и работой транспорта.

Особо важное значение имеет четкое и оперативное управление перевозочным процессом с правильным и своевременным прогнозом предстоящей транспортной обстановки. Качество оперативного планирования и управления в значительной степени зависит от быстроты, точности и полноты получаемой информации о ходе перевозочного процесса. Однако решение задач с отысканием оптимального варианта организации перевозок является практически непосильным для человека, не вооруженного электронной вычислительной техникой.

Большие возможности для поднятия уровня эксплуатационной работы путем организации оперативного планирования и управления перевозочным процессом в оптимальном режиме открываются в связи с предстоящим внедрением на железнодорожном транспорте отраслевой автоматизированной системы управления (АСУЖТ), первая часть которой должна быть вне-

дена в действие к 1975 г.

В настоящее время на сети железных дорог действуют вычислительные центры, которые уже приняли на себя решение отдельных задач, связанных с оперативным планированием и управлением производственных предприятий транспорта.

Значительный вклад в создание кибернетических систем на железнодорожном транспорте внесли научные работники отделения вычислительной техники ЦНИИ МПС, МИИТа, ИКТП, ИК АН УССР, а также специалисты вычислительных центров Московской, Горьковской, Октябрьской и других дорог сети.

Требует дальнейшего совершенствования и развития вопросы содержания, кодирования и преобразования информации для решения задач оперативного планирования и управления, особенно на этапе создания динамической модели перевозочного процесса, а также экономической оценки мероприятий по внедрению вычислительной техники, обоснования сферы применения переменной информации на кодовых датчиках подвижного состава и др.

Поэтому целью настоящего исследования является разработка научно-обоснованной методики кодирования и преобразования информации в задачах автоматизированного оперативного управления эксплуатационной работой отделения дороги, определение сферы экономической эффективности применения на вагонных и локомотивных кодовых датчиках переменной информации, разработка теоретических основ определения необходимых требований к устройствам дистанционной передачи данных, исследование экономической эффективности поэтапного внедрения системы автоматизации сбора, передачи и переработки информации.

Результатом совершенствования оперативного планирования и управления при помощи автоматизированной системы сбора, передачи и

переработки информации должно быть повышение экономической эффективности работы железнодорожного транспорта. В работе сделана попытка количественно оценить эту эффективность в задачах оперативного планирования и управления работой отделения дороги.

Диссертация состоит из введения, пяти глав и приложения.

Г Л А В А I

ОПЕРАТИВНЫЙ ПЛАН, КАК СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РАБОТОЙ ОТДЕЛЕНИЯ.

Оперативный план является составной частью системы управления перевозочным процессом на железнодорожном транспорте.

Оптимизация перевозочного процесса требует установления взаимосогласованного порядка погрузки, продвижения и выгрузки грузов. Это может быть достигнуто за счет внедрения оптимальных вариантов технологических процессов работы подъездных путей и станций, грузовых дворов, плана формирования, графиков движения, технологических процессов работы различных устройств транспорта, норм технических планов и оперативного планирования перевозочной работы.

Смысл решения задач на всех этапах планирования перевозочного процесса сводится к тому, чтобы в условиях постоянно изменяющейся эксплуатационной обстановки находить оптимальный режим перевозочного процесса и разрабатывать соответствующие практические мероприятия для его реализации.

Большую роль в создании теории современного оперативного планирования сыграли работы профессоров И.И.Васильева, А.П.Петрова, К.А.Бернгарда, А.К.Угрюмова, В.М.Акулиничева и др.

В последние годы выполнен ряд работ по совершенствованию

оперативного планирования и управления перевозочным процессом с использованием ЭВМ в ЦНИИ МПС, МИИТе, ИКТП, ДИИЖТе, ХАБИИЖТе и др. научных и учебных институтах.

Значительный вклад в развитие этого вопроса внесли кандидаты технических наук В.А.Буянов, А.Н.Виноградов, В.И.Гриценко, Б.А.Завьялов, Н.Д.Иловский, К.В.Кулаев, А.В.Попсуев, Б.дел.Рио, А.Г.Тидиченко, Л.П.Тудупов и др.

Сложившаяся на железных дорогах СССР система оперативного планирования перевозочного процесса целиком основывается на государственных планах развития народного хозяйства, в соответствии с которыми определяются необходимый объем перевозок и размеры капитальных вложений в развитие транспорта.

Вместе с тем, существующая система оперативного планирования имеет свои недостатки, которые заключаются в том, что оперативные задания, как правило, основываются на среднемесячных технических нормах использования подвижного состава и поэтому в каждые конкретные сутки они могут быть не оптимальными с точки зрения лучшего удовлетворения потребностей народного хозяйства в перевозках и по экономическим показателям.

Оптимизация и более полная детализация оперативных планов является весьма желательной, но получить ее практически невозможно из-за отсутствия достаточно совершенных технических средств сбора, передачи и обработки информации.

Большие перспективы для решения проблемы оптимизации и более полной детализации оперативных планов открываются в связи с предстоящим внедрением на железнодорожном транспорте автоматизированной системы сбора, передачи и переработки информации. Комплекс аппаратуры для кодирования, съема и передачи информации должен со-

стоять из кодовых устройств на локомотивах и вагонах, наполных считывающих устройств, промежуточных запоминающих устройств по передаче информации в вычислительный центр.

Для взвешивания вагона на ходу поезда могут устанавливаться электронные автоматические весы. Результаты взвешивания вагона в закодированном виде должны поступать в промежуточные накопители одновременно с информацией, считанной с кодовых датчиков вагона. Для учета вагонов на путях технических и грузовых станций, а также следовавших поездов на промежуточных станциях, обгонных пунктах и разъездах могут устанавливаться аппараты счета осей.

Для передачи информации по системе оргсвязи могут быть использованы воздушные, кабельные и радиорелейные линии с обязательными устройствами защиты от различного рода электрических помех и надежным резервом запасных каналов связи.

На железнодорожном транспорте зарубежных стран наибольшее распространение получили ЭВМ при решении задач статистического, бухгалтерского и коммерческого характера. Часть железных дорог приступила к созданию информационных и управляющих систем. Решается ряд задач по разработке планов формирования, составлению графиков движения поездов, распределению порожних вагонов, централизованному учету вагонного парка и др.

На железных дорогах США внедряется система автоматического считывания информации с подвижного состава. Весь парк вагонов оборудован кодовыми устройствами.

НТБ
ДНУЖТ

Г Л А В А П

МЕТОДИКА СБОРА И ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ РАБОТЫ ОТДЕЛЕНИЯ.

Во II главе диссертации рассмотрены вопросы дальнейшего совершенствования системы кодирования информации и методики определения объема сведений об одном поезде с учетом необходимости обеспечения кодирования максимального объема первичных сведений минимальным количеством цифр. Эта система должна быть единой для всей сети железных дорог, в том числе и подъездных путей.

В настоящее время много сделано по разработке системы кодирования исходной информации: МПС принял типовый натурный лист, на ряде дорог внедряются местные коды. Однако для этапа внедрения автоматизированной системы управления в динамическом режиме требуется дальнейшее совершенствование элементов системы кодирования.

Несмотря на имеющиеся исследования по автоматизации сбора информации, в настоящее время нет строго обоснованных доказательств того, что при внедрении динамической модели перевозочного процесса необходимо считать только постоянную информацию о вагоне. Поэтому исследования информации проводились с учетом рассмотрения ее переменной составляющей.

Предлагаемая система кодирования информации о вагоне общей емкостью 24 десятичных знаков /8 знаков постоянной и 16 переменной информации/; о поезде - 23 десятичных знаков /7 знаков постоянной и 16 переменной информации/ обеспечивает кодирование минимально необходимого количества сведений для оперативного планирования работы отделения дороги.

Данные о роде, осности, условной длине и весе тары подвижного состава могут быть получены на основе информации, содержащейся в номере вагона.

Единая сетевая разметка может быть закодирована пятью знаками. Первые три - номер отделения и последние два знака - номер станции.

Предлагаемая система кодирования единой сетевой разметки выгодно отличается от существующей тем, что районированные сети совпадает с границами отделений дорог. Это упростит пользование разметкой в практических целях.

Для кодирования наименования груза оказалось целесообразным использовать перечень групп единой тарифной и статистической номенклатуры грузов по тарифному руководству № I. Чтобы охватить детальное наименование груза, требующееся для информации грузополучателей, к трехзначному коду номенклатуры грузов после цифры, обозначающей позицию, следует добавить еще один знак от 0 до 9 и зашифровать под этим знаком наименование груза, которое охватилось ^{на} позицией.

Если в одной позиции количество наименований больше, чем может быть зашифровано четвертым знаком /больше 10/, то следует увеличить количество позиций в этой же группе грузов. Если же одна группа не может охватить все наименования грузов даже при добавлении позиций, то необходимо часть грузов этой группы выделить в новую группу. Исследования показали, что для охвата всех наименований грузов следует дополнить тарифное руководство № I еще десятью группами /6I-70 по 7-9 позиций каждая/.

Сведения о негабаритности, прикрытии, категории термической обработки скоропортящихся грузов и наличии контейнеров могут быть закодированы двухзначным числом. При кодировании негабаритности первый знак обозначает степень негабаритности и второй знак - характер ее.

В диссертации разработана примерная система номерации локомотивов из 7 знаков. Первый знак - признак, последующие три знака - дело приписки, пятый знак - техническая характеристика локомотива,

последние два знака - номер локомотива.

Предлагаемая система кодирования информации позволяет сократить объемы передачи информации в рамках действующей автоматизированной системы управления.

Анализ структуры вагонопотоков по одному из отделений сети дорог позволил установить вероятность отдельных признаков и групп признаков информации, считываемой с вагонов и локомотивов и определить количество информации, которое может быть считано с одного поезда (J_n).

$$J_n = J_b \cdot m_c^* + J_a ; \quad (1)$$

$$J_n = 61,121 \cdot m_c^* + 75,944 \text{ бит}$$

где m_c^* - средний состав поезда в физических вагонах;

J_b, J_a - объем информации, считанной с одного вагона и локомотива соответственно.

Это в свою очередь позволило установить наиболее реальные объемы информации для задач оперативного управления работой отделения дороги.

Г Л А В А Ш

АЛГОРИТМ ОПЕРАТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ РАБОТЫ ОТДЕЛЕНИЯ ДОРОГИ.

Для решения задач на ЭМ, кроме закодированной исходной информации, необходимо иметь алгоритм, то есть предписание, определяющее содержание и последовательность операций, переводящий исходные данные в искомый результат.

Третья глава посвящена разработке отдельных вопросов оперативного плана отделения дороги: алгоритма оперативного планирования

развоза вагонов с местным грузом, планирования объемов выгрузки и погрузки, распределения порожних вагонов, приема и сдачи поездов и расчета показателей работы отделения дороги.

Применение вычислительной техники на железнодорожном транспорте может дать большой экономический эффект за счет оптимизации сложных эксплуатационных решений и процессов и оперативного управления в целом, где фактор времени играет первостепенную роль. Имея данные о каждом вагоне и локомотиве, их местоположении и назначении следования, расчетные времена продвижения, технологические нормы на различные операции с ними, можно создать динамическую модель размещения и состояния парков подвижного состава.

Разработка оперативного плана эксплуатационной работы отделения дороги с помощью ЭВМ может производиться в следующем порядке. Суточный период разбивается на расчетные интервалы, равные минимальным промежуткам времени между опросами первичных источников накопления информации. На основе данных исходной информации в каждом интервале для всех станций и отделения в целом производятся расчеты, при помощи которых уточняется оперативный план по всем элементам, разработанный вначале планируемого периода. В процессе расчета производится проверка соответствия количественных показателей плана с техническими возможностями станций и участков.

В качестве критерия оптимальности могут быть приняты приведенные расходы, связанные с затратой поездо-часов, вагоно-часов, груво-часов, локомотиво-часов и т.д.

В конце расчета на печать выдаются по каждой станции в отдельности и в целом по отделению данные оперативного плана грузовой, поездной и маневровой работы, основных показателей использования подвижного состава и др.

Предлагаемый алгоритм является частью общего комплексного алгоритма оптимального планирования и управления на железнодорожном

транспорте.

Г Л А В А 1У

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ТЕХНИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ К УСТРОЙСТВАМ АВТОМАТИЧЕСКОГО СЧИТЫВАНИЯ, ПЕРЕДАЧИ И ПЕ- РЕРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ.

Вопросам технологических и технических требований к устройствам автоматического считывания, передачи и переработки информации посвящено ряд исследований кандидатов технических наук Андрианова В.П., Пегушина Л.М., Михеева В.А., Панкратова В.И., Полукарлова А.Ф. и др. Однако в связи с предстоящим внедрением на транспорте автоматизированных систем управления, работающих в динамических режимах, требуется дальнейшее углубление исследований по этим вопросам.

Определение требований к устройствам автоматического считывания, передачи и переработки информации должно производиться по максимальному объему информации.

Поступление сведений в систему через промежуточные накопители информации будет происходить по мере проследования поездов /вагонов/ мимо считывающих автоматов.

Исследования показали, что распределение числа поездов по прибытию, отправлению и проследованию в единицу времени в ряде случаев может быть описано с помощью закона Пуассона. Определение вероятностных характеристик этого закона позволяет исследовать колебания объемов информации, связанной с подвижного состава движущихся поездов.

Максимальный объем информации может быть определен по формуле:

$$M_{\max} = A_{\max} \cdot d, \quad (2)$$

где: A_{max} - максимальные значения вагонопотока /поездопотока/;
 d - количество десятичных знаков информации об одном поезде /вагоне/.

Для кодирования информации об одном поезде из груженных вагонов с учетом применения переменной информации потребуется примерно 1200-1300 десятичных знаков, из порожних - 550-600 десятичных знаков.

Объем информации о подвижном составе и перевозимом грузе на отделении дороги, который должен храниться в памяти ЭВМ, на любой момент суток определяется по формуле:

$$M_{оп} = \sum_{i=1}^n A_{max} \cdot d \cdot \theta \quad (3)$$

где: θ - время оборота вагона в сутках.

Максимальный объем информации о подвижном составе и грузе на конкретном отделении дороги, который может поступить в вычислительный центр, за сутки примерно составляет 2,2 млн. десятичных знаков, и, который должен храниться в памяти ЭВМ на любой момент суток - 1,4 млн. десятичных знаков.

Количество первичных данных, зарождающихся на станциях конкретного отделения, следующее:

сортировочный - 1,2 - 1,3 млн. дес. знаков;

участковой - 0,6 - 0,8 млн. дес. знаков;

грузовой - 0,4 - 0,6 млн. дес. знаков;

промежуточной - 20 - 25 тыс. дес. знаков.

Время необходимое для расчета оперативного плана отделения дороги, может быть определено из условий быстрогодействия существующих ЭВМ "Минск-32" и "Урал-14" по формуле:

$$T = \frac{\theta \cdot M_{оп}}{N_{м} \cdot 60} \quad (4)$$

- где: θ - количество операций машины на единицу исходной информации;
- N_m - производительность /быстродействие/ ЭВМ, операций в секунду.

Для расчета оперативного плана используется примерно только 70-80% имеющейся в ЭВМ информации. Не полностью используется переменная информация о транзитных вагонах /наименование груза, грузополучатель и др. данные/, часть данных о вагонах из предварительной информации о поездах, а также сведения, поступающие с линейных предприятий и другие. Учитывая это, для отделений со средним объемом работы $T = 40 - 60$ минут.

Быстродействие ЭВМ, работающих в динамических системах должно обеспечить решение задач оперативного планирования и управления за время, равное интервалу между опросами первичных источников накопления информации / $T_0 = 8 + 12$ мин./.

Тогда необходимое быстродействие ЭВМ для отделенческих ВЦ составит 70-100 тыс. операций в секунду и для дорожных ВЦ - 700-800 тыс. операций в секунду.

При решении задачи размещения вычислительных центров следует рассмотреть три схемы:

1. Все дороги и отделения дорог имеют вычислительные центры.
2. Все дороги и часть крупных отделений дорог будут иметь вычислительные центры.
3. Вычислительные центры имеются только на дорогах.

Экономическая целесообразность размещения вычислительных центров может быть установлена технико-экономическими расчетами для конкретной дороги.

Для обеспечения своевременного расчета оперативных планов от-

деления дороги и дороги в целом при создании дорожных вычислительных центров необходимо повысить скорость вычислений за счет внедрения ЭВМ третьего поколения.

Потребное количество ячеек массивов хранения информации ЭВМ может быть определено по формуле:

$$A_m = A_{max} K \cdot \theta \quad (5)$$

где K - количество ячеек памяти, необходимое для хранения информации об одном вагоне/поезде/.

Расчеты, произведенные по отчетным вагонопотокам одного из отделений за 1969 год, показали, что объем внешней памяти ЭВМ должен составить около 240 тыс.ячеек /разрядная сетка ЭВМ типа "Минск-32"/.

Для решения задач оперативного управления процессом обработки информации, считанной с подвижного состава, в реальном масштабе времени должны быть созданы надежные средства дистанционной передачи данных от источников их зарождения к вычислительным центрам.

Пункты зарождения информации - напольные считывающие устройства и манипуляторы должны быть сопряжены с центральными устройствами сбора и обработки информации. Сопряжение может быть произведено при помощи индивидуальных промежуточных накопителей или через объединенные буферные запоминающие устройства /ОБЗУ/ на станциях, соединенными непосредственно с вычислительным центром.

Длительность обслуживания сообщений является независимыми случайными величинами с произвольной к одинаковой для всех источников функцией распределения.

Для передачи информации в вычислительный центр в случае, если каждая станция будет иметь по одному каналу связи, то расчет времени задержки передачи данных может быть произведен в первом приближении

с учетом следующей вероятностной модели:

$$P(t) = \alpha e^{-\frac{t}{t_{\text{пер}}}(1-\alpha)} \quad (6)$$

$$\text{при } \alpha = \frac{\lambda}{\mu}$$

где $P(t)$ - вероятность того, что задержка сообщения на станции /пробывание в очереди/ превысит время t

$t_{\text{пер}} = \frac{1}{\mu}$ - среднее время передачи одного сообщения /сведения об одном считанном поезде/;

μ - параметр показательного распределения времени передачи /среднее количество сообщений, которое может быть передано в единицу времени/;

λ - среднее количество сообщений в единицу времени, которое поступает от НСУ на станцию /плотность входящего потока/.

Исследования показали, что при скорости передачи данных 50 бод, задержки превышают время межпоездного интервала при автоблокировке. Следовательно, аппаратура передачи данных "Светофор 2" /50-75 бод/ из-за низкой скорости передачи информации не может быть использована для передачи считанных данных.

При скорости передачи 200 бод задержки сравнительно невелики /например, при $\lambda = 100$ вероятность задержки на 8 мин. составляет $4,5 \cdot 10^{-5}$ /. Таким образом, для передачи считанных данных, исходя из соображений минимальной задержки информации, целесообразно использовать аппаратуру со скоростью передачи данных не менее 200 бод.

Передача считанных данных в пределах станций может быть обеспечена через индивидуальные накопители, установленные около каждого НСУ, или же с использованием общего буферного запоминающего устройства.

В качестве критерия для сравнения вариантов размещения проме-

жучочных накопителей может быть выбрано общее число накопителей на один состав, обеспечивая при этом заданные нормы потери считанной информации. Расчет требуемой емкости общего буферного накопителя будем производить, исходя из допустимой вероятности потери информации $I \cdot 10^{-5}$.

Для определения вероятности потери сообщения при фиксированной емкости объединенного буферного накопителя предположим, что суммарный поток запросов на связи от всех НСУ имеет пуассоновский характер, а время одного сообщения постоянно и равно времени передачи информации, считанной с одного поезда.

В этих предположениях для расчета вероятности потери сообщения можно воспользоваться следующей приближенной формулой:

$$P_z = \frac{1 - \rho}{1 - \rho^{z+1}} \rho^{z+1}, \quad (7)$$

где ρ - суммарная загрузка системы передачи данных на станции;
 z - емкость объединенного буферного накопителя.

Суммарная загрузка системы может быть определена по формуле:

$$\rho = \frac{\lambda_c}{\mu_c},$$

где λ_c - среднее суммарное количество считываний информации, которое поступает от НСУ на станции за единицу времени /плотность входящего потока/;
 μ_c - параметр показательного распределения времени передачи /среднее время обслуживания/. При скорости передачи 200 бод $\mu_c = 60$ сообщений в час.

Для конкретных станций: сортировочной $\rho = 0,63$, участковой $\rho = 0,4$, грузовой - $\rho = 0,2$ и для промежуточной станции - $\rho = 0,1$.

Вероятность потери информации, рассчитанной при различной

емкости ОБЗУ для сортировочной (12 НСУ, $\rho_c = 0,63$) приведена в таблице 1.

Таблица 1.

Емкость ОБЗУ /ч/	Вероятностные потери информации /P _ч /
1	$1,9 \cdot 10^{-1}$
5	$3,1 \cdot 10^{-3}$
9	$7,1 \cdot 10^{-5}$
10	$2,6 \cdot 10^{-6}$

Из таблицы 1 видно, что при емкости ОБЗУ на 10 составов вероятность потери сообщения ниже заданной $1 \cdot 10^{-5}$.

Расчеты показывают, что для рассматриваемой участковой станции /ВНСУ, $\rho_y = 0,4$ / при использовании индивидуальных накопителей потребуется 16 накопителей, емкостью на один состав. В случае общей буферной памяти необходимо иметь 5 накопителей.

Аналогичные расчеты для грузовая станции /БНСУ, $\rho_c = 0,2$ / показали, что в первом варианте потребуется 12 накопителей, а во втором - 4, а для промежуточной станции /3 НСУ, $\rho_c = 0,1$ / - 6 и 3 соответственно.

Из приведенных расчетов можно сделать вывод, что в варианте применения ОБЗУ на станции общая емкость запоминающих устройств может быть уменьшена примерно в два раза, улучшатся условия для технического обслуживания этих устройств.

При наличии ОБЗУ на станции у каждого НСУ должно быть запоминающее устройство с емкостью памяти на 1 вагон. При скорости поезда 160 км в час (для случая размещения кодовых датчиков с од-

ной стороны вагона) эта емкость должна освобождаться за $t_{min} = 90$ мсек. Скорость передачи данных при этом должна быть около 5500 бод. Ее можно уменьшить примерно в 2-3 раза за счет размещения датчиков посредине вагона или за счет использования двух регистров в напольном оборудовании.

Другой способ повышения достоверности передачи считанных данных - использование кодов с исправлением ошибки. При этом скорость передачи может быть понижена в 4 раза /1300 бод/. Если датчики расположить посредине вагона, то скорость передачи может быть понижена до 500 бод. Такая же скорость передачи при размещении датчиков с двух сторон вагона.

Следовательно, для обеспечения потребной пропускной способности /без задержек передачи информации/ в динамических системах управления, как правило, должна применяться среднескоростная /600-1200 бод/ аппаратура передачи данных.

Объединенные буферные накопители станций должны быть соединены с внешними запоминающими устройствами ЭВМ индивидуальными каналами связи. Манипуляторы и счетчики осей промежуточных станций могут быть соединены с вычислительным центром групповыми каналами связи.

В диссертации проведены исследования по определению сферы экономической эффективности применения на вагонном кодовом датчике переменной информации.

Рассмотрены два варианта размещения информации на кодовых датчиках подвижного состава.

- 1 вариант - на кодовом датчике вагона /локомотива/ постоянная информация, а переменная вводится в систему с ручных пультов.
- 2 вариант - на кодовом датчике вагона /локомотива/ полная /постоянная и переменная/ информация.

При экономической оценке и сравнении вариантов учтены следующие затраты:

1 вариант - дополнительные капитальные вложения в пульты ручного ввода и капитальные вложения в дополнительную "память" для сохранения информации при ретрансляции ее.

Дополнительный объем "памяти" может быть определен по формуле:

$$A = \frac{Q_{\text{в}}(1-\psi) \cdot \ell \cdot J_n}{2 \cdot q \cdot V_m \cdot 365 \cdot 24} \quad (8)$$

- где:
- $Q_{\text{в}}$ - годовой объем погрузки в вагонах;
 - q - статистическая нагрузка на вагон;
 - ψ - удельный вес парка вагонов, занятого в местном сообщении;
 - ℓ - средний рейс транзитного вагона на отделении дороги /дороге/;
 - V_m - средняя маршрутная скорость;
 - J_n - количество десятичных знаков полной информации на вагонном кодовом датчике.

Дополнительные эксплуатационные расходы следующие: по заработной плате на содержание дополнительного штата работников технических контор в связи с выполнением работы по вводу информации в систему вручную при помощи манипуляторов, амортизации, текущему ремонту и содержанию, а также по расходам, связанным с потерей информации при вводе в систему и ретрансляции ее.

Расходы, связанные с потерей информации при вводе ее в систему при помощи манипуляторов, могут быть определены по формуле:

$$J_8 = \frac{Q_{\text{в}} \cdot P_8 \cdot e_{\text{н.и.}} \cdot J_n}{2q} \quad (9)$$

где P_1 - потери информации при вводе ее в систему вручную;
 $e_{н.и.}$ - расходы, связанные с потерей одного знака информации.

II вариант - дополнительные капитальные вложения в кодовые датчики и промежуточные накопители, связанные с нанесением на кодовый датчик переменной информации.

Дополнительные эксплуатационные расходы по следующим элементам: амортизационные отчисления, текущий ремонт и содержание устройств; затраты, связанные с потерей информации при кодировании на вагонном датчике и в пути следования.

Расходы, связанные с потерей информации при кодировании ее на вагонном датчике, определяется по формуле:

$$J_k = \frac{Q_{в} \cdot P_k \cdot e_{н.и.} \cdot J_{нор}}{2q} \quad (10)$$

где P_k - потеря информации при кодировании ее вручную;
 $J_{нор.}$ - количество десятичных знаков переменной информации на вагонном кодовом датчике.

Расходы, связанные с потерей информации в пути следования, могут быть определены по формуле:

$$J_2 = \frac{Q_{в} \cdot \theta \cdot P_2 \cdot e_{н.и.} \cdot J_{нор}}{2q} \quad (11)$$

где θ - время оборота вагона в сутках;
 P_2 - потеря информации в пути следования вагона.

При оценке вариантов необходимо учитывать, что объем исходной информации, поступающей в систему связи от считывающих автоматов и манипуляторов, будет больше при II варианте; что определяется следующим условием:

$$J_{нор} \cdot m + \sum_{i=1}^n J_{норм} \cdot m < \sum_{i=1}^n J_k \cdot m \quad (12)$$

где n - количество НСУ, обслуживающих один вычислительный центр.

По мере поступления в ВЦ считанно с подвижного состава информации в ЭВМ происходит корректировка имеющейся в машине модели размещения вагонов, ненужные и повторные данные стираются. Поэтому количество информации в ЭВМ по обеим вариантам будет примерно одинаковым.

При сопоставлении вариантов также учтено, что потери при кодировании переменной информации в 1 варианте будут меньше чем во II варианте, так как оно будет производиться в помещении и, следовательно, в более благоприятных условиях.

Результаты расчета представлены на графике, рис. 1.

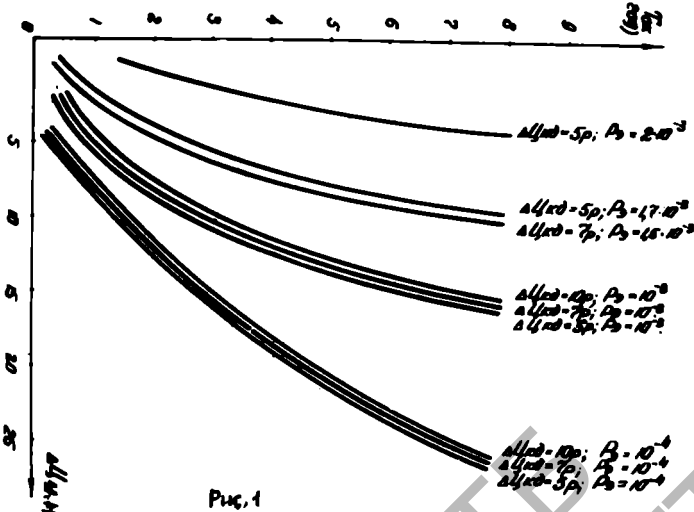


Рис. 1

Анализируя кривые срока окупаемости капитальных вложений по второму варианту, можно установить следующее.

1. Рост равенности стоимостей кодовых датчиков на полную и постоянную информацию имеет незначительное влияние на увеличение срока окупаемости второго варианта.

2. Применение переменной информации будет экономически выгодным при условии, что равенность стоимостей индивидуального накопителя для кратковременного хранения полной и только постоянной

информации не будет превышать 15 тыс.рублей и потеря информации в процессе эксплуатации вагонных кодовых датчиков /повреждение/ датчиков в пути следования/ не превысит $1 \cdot 10^{-8}$ дес.знаков.

При исследовании вопроса о размещении кодовых датчиков на подвижном составе и напольных считывающих устройств относительно пути, рассмотрены три возможных варианта.

- I вариант. Кодовые датчики размещаются с двух сторон подвижного состава, а НСУ - с одной стороны пути.
- II вариант. Кодовые датчики размещаются с одной стороны подвижного состава, а считывающие блоки НСУ - с двух сторон пути.
- III вариант. Кодовые датчики размещаются с двух сторон подвижного состава, а считывающие блоки НСУ - с обеих сторон пути.

При экономической оценке и сравнении вариантов учтены изменения сумм капитальных вложений в кодовые датчики, НСУ и вагонный парк по вариантам, а также надежность считывания.

Исследования показали, что целесообразно размещать кодовые датчики с двух сторон подвижного состава, а считывающие блоки НСУ - с двух сторон пути при условии, что при других вариантах размещения кодовых устройств на вагоне и считывающих блоков НСУ относительно пути, потеря информации превысит $P_{сч} > 11 \cdot 10^6$.

Г Л А В А У

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОЭТАПНОГО ВНЕДРЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ СБОРА, ПЕРЕДАЧИ И ПЕРЕРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ НА ОТДЕЛЕНИИ ДОРОГИ.

В работе дана экономическая оценка поэтапного внедрения автоматизированной системы сбора, передачи и переработки информации.

Исследованы три этапа и три переходных периода наращивания объема информации и углубления детализации ее. В переходный период от первого этапа ко второму будет постепенно наращиваться объем предварительной информации о поездах и вагонах, поступающей по телетайпной связи, сначала для станций / I стадия переходного периода/, затем и для отделений.

При этом возможна разработка оперативных планов работы станций при помощи ЭВМ /2-я стадия переходного периода/. Экономический эффект может быть получен за счет сокращения времени обработки поездов в парках станций.

На II этапе отделения дороги по телетайпной связи будут получать со станций информацию по установленной форме для каждого вида сведений и с соседних отделений - предварительную информацию о предполагаемом поступлении поездов по стыковым пунктам в объеме сведений натурального листа. По разработанным программам при помощи ЭВМ будут рассчитываться оперативные планы работы станций и отделений дорог.

Экономический эффект может быть получен за счет ускорения обработки вагонов, сокращения простоя локомотивов и транзитных поездов (сокращение времени оборота вагона, повышение веса и участковой скорости поездов и др.)

В переходный период от второго этапа к третьему /период 3/ возможен вариант автоматического считывания с подвижного состава постоянной информации. Переменная информация должна вводиться в систему при помощи пультов ручного ввода.

На третьем этапе по каналам оргсвязи отделения будут получать полную /постоянную и переменную/ информацию, автоматически считанную с подвижного состава. Эта информация будет поступать на протяжении всего планируемого периода непрерывно.

Переходный период 3 и III этап характеризуются широким внедрением автоматизации и использования ЭВМ не только для оперативного планирования, но и для непосредственного управления процессами железнодорожных перевозок. Наибольший экономический эффект достигается за счет оптимизации перевозочного процесса. Эффективность заключается в заметном повышении участковой скорости, улучшении использования пропускной способности, отдалении капитальных вложений в развитие участков, сокращении времени простоя вагонов и локомотивов на станциях, высвобождении штата и т.д. Вместе с тем, увеличиваются капитальные вложения на устройства кодовых вагонных и локомотивных датчиков, считывающих автоматов, систему оргсвязи, вычислительный центр и математическое обеспечение.

Экономический эффект может быть получен в виде экономии эксплуатационных расходов, сокращения потребности в вагонах и локомотивах, ускорения оборачиваемости оборотных средств народного хозяйства за счет уменьшения материальных ценностей, находящихся в процессе перевозки.

Капитальные вложения складываются из затрат на сооружение вычислительного центра, устройства связи, кодовых датчиков на подвижном составе, считывающих автоматов, аппаратов счета осей, электронных автоматических весов и математическое обеспечение.

Количество напольных считывающих устройств, промежуточных накопителей, аппаратов счета осей, прямо-передаточных устройств, электронных автоматических весов, телетайпов и манипуляторов определяется, исходя из потребности для каждого типа станций в зависимости от путевого развития, характера и размеров перерабатываемого вагонопотока.

Выбор типа ЭВМ по этап произведен в соответствии рекомендациями по исследованиям, выполненным ЦНИИ МПС. Стоимость вычисления

тельных машин для переходного периода 2 и второго этапа принята применительно к ЭВМ "Минск-32". На третьем этапе ЭВМ "Минск-32" по своему быстродействию не может обеспечить своевременное решение задач оперативного планирования и управления. Поэтому должна быть применена ЭВМ будущего с быстродействием, примерно соответствующим быстродействию ЭВМ "Типовой для ВЦ дороги".

Затраты на математическое обеспечение системы могут быть определены по предлагаемой формуле:

$$K_{\text{мо}} = \frac{K_{\text{ЭВМ}} \cdot \psi}{100 \cdot n} \quad (13)$$

- где $K_{\text{ЭВМ}}$ - капитальные вложения в ЭВМ;
 ψ - процент затрат на математическое обеспечение от капитальных вложений в ЭВМ, $\psi = 50\%$;
 n - общее количество вычислительных центров с ЭВМ одинакового типа на сети железных дорог.

Дополнительные эксплуатационные расходы на обслуживание и содержание системы определяются по следующим элементам: фонд заработной платы обслуживающего персонала с начислениями на социальное страхование, расходы на электроэнергию, амортизационные отчисления, расходы на текущий ремонт и техническое обслуживание и прочие расходы.

Штат для обслуживания системы определяется в соответствии с типовыми штатными расписаниями существующих вычислительных центров, а также штатными нормативами по обслуживанию устройств СЦБ и связи. Расходы на электроэнергию определяются исходя из установленной суммарной мощности, времени работы и цены 1 квт.ч.

После внедрения системы может быть получена экономия капитальных затрат в вагонный и локомотивный парки и в пропускную способность участков за счет отдаления мероприятий по усилению ее.

Экономический эффект можно определить по формуле:

$$K_{\text{пс}} = K_{\text{в}} \left[1 - \frac{1}{(1+\rho)^{t_0}} \right]$$

где K_B - капитальные вложения в принятый вариант усиления технического оснащения / усиление пропускной способности участка/;

ρ - норматив для приведения разновременных затрат;

t_0 - период времени, на который отдаляются капитальные вложения в годах.

Кроме того, ускорение доставки грузов позволит получить экономию оборотных средств народного хозяйства, которая может быть приравнена к экономии капитальных затрат.

Экономия эксплуатационных расходов может быть получена за счет повышения участковой скорости, сокращения простоя вагонов на технических и грузовых станциях, сокращения простоя локомотивов и освобождения штата.

Предполагается, что после внедрения автоматизированной системы съема, передачи и переработки информации, значительная часть резервов роста участковой скорости будет использована.

Для исследования возможного повышения участковой скорости за счет оптимизации перевозочного процесса использованы в качестве исходного материала месячные отчетные данные о фактическом выполнении участковой скорости по одному из отделений сети дорог за 1969 год. В результате исследований установлено, что участковая скорость может быть повышена на II этапе на 1% и на III этапе - на 5,3%.

При определении экономии вагоно-часов и локомотиво-часов простоя на технических станциях использованы результаты исследования ЦНИИ МПС по этому вопросу.

Для определения возможного сокращения простоя вагонов на грузовых станциях использован метод решения задачи об оптимальном порядке подачи и уборки вагонов при обслуживании грузовых фронтов,

разработанный к.т.н. Попсуевым А.В., д.ф-м н. Губенко В.С. и инж. Савенко А.С.

В соответствии с принятыми этапами внедрения системы и с учетом разработанных графиков обработки составов технической конторой будет производиться высвобождение штата. Причем, на III этапе полностью ликвидируются должности списчиков, операторов, таксировщиков, наполовину будут сокращены должности агентов по розыску грузов. Штат технических конторщиков сохранится на технических станциях только по I человеку в смену. На фабриках механизированного счета высвобождается штат, связанный с обработкой документов рассматриваемого подразделения дороги.

Результаты исследования экономической эффективности поэтапного внедрения автоматизации съема, передачи и переработки информации в задачах оперативного управления эксплуатационной работой отделения дороги приведены в табл.2 и рис.2.

Таблица 2.

Наименование затрат /т.р./	I этап	переходные периоды		II этап	переходной период 3	II этап
		1	2			
Дополнительные капитальные вложения на внедрение системы	-	70,0	1842,0	1926,0	5970,0	6164,0
Дополнительные эксплуатационные расходы на содержание системы	-	57,0	315,0	384,0	850,0	873,0
Экономия капитальных вложений и оборотных средств народного хозяйства, приравненных к капитальным затратам	-	529,0	1075,0	1831,0	5440,0	5493,0
Экономия эксплуатационных расходов от внедрения системы	-	47,0	186,0	395,0	1089,0	1217,0

I		2	3	4	5	6	7
Срок окупаемости капитальных вложений /знаменатель - без учета ускорения доставки груза/ лет				-	$\frac{9,0}{45}$	$\frac{2,2}{6,9}$	$\frac{1,9}{5,1}$
Результат по приведенным затратам.	Экономия		47,0	-	-	184,0	260,0
	Дополнительные затраты	-	-	226,0	1,0	-	-

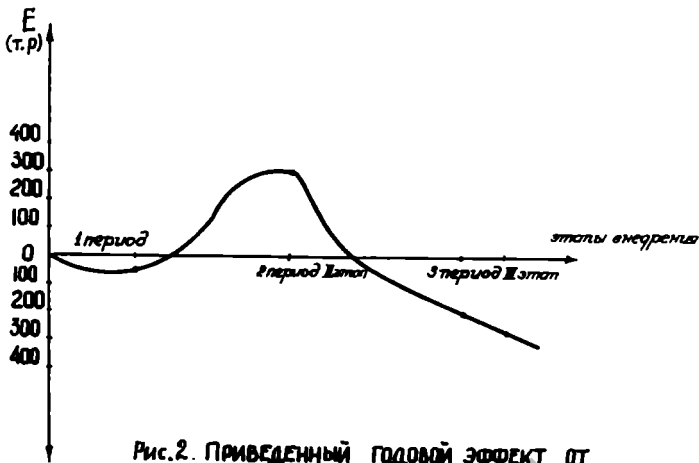


Рис.2. ПРИВЕДЕННЫЙ ГОДОВОЙ ЭФФЕКТ ОТ ВНЕДРЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМЫ

Исследованием установлена технико-экономическая эффективность детализации информации. Наибольшая экономия эксплуатационных расходов, приходящихся на 1000 десятичных знаков информации /150,9 руб./, и наибольшая экономия приведенных затрат, приходящихся на 1000 десятичных знаков информации /114,1 руб./, достигается на III этапе внедрения системы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Исследования, выполненные в диссертации, позволяют сделать следующие выводы.

1. Задача оптимизации управления перевозочным процессом на железнодорожном транспорте может быть решена путем автоматизации сбора, передачи и обработки информации. Автоматизированная система сбора, передачи и переработки информации должна включать в себя кодовые устройства на подвижном составе, считывающие автоматы, промежуточные накопители для кратковременного хранения информации, приемо-передающие устройства и линии связи, электронные вычислительные машины и их математическое обеспечение.
2. Переходный период к полной автоматизации управления перевозочным процессом может иметь несколько этапов. Исходным этапом можно считать существующее положение. На II этапе на основе информации, получаемой по телеграфной связи, по разработанным программам на ЭВМ будут рассчитываться оперативные планы станций и отделений.
3. Система кодирования, разработанная во II главе диссертации, позволяет разместить на вагонных и локомотивных кодовых датчиках минимально необходимую информацию для оперативного планирования работы отделения дороги. Эта система кодирования должна быть единой для всей сети железных дорог и подъездных путей.
На основе исследования информации об одном поезде может быть определен общий объем информации, поступающей в автоматизированную систему отделения дороги.
4. Одним из наиболее перспективных носителей информации может быть вагонный и локомотивный кодовые датчики. Исследования позволили определить сферу экономической эффективности применения на вагонных и локомотивных кодовых датчиках постоянной и переменной

информации, размещения кодовых датчиков на подвижном составе и НСУ относительно пути.

5. Сведения, автоматически считанные с подвижного состава, целесообразно направлять для кратковременного хранения в объединенный буферный накопитель на станциях, а затем через аппаратуру передачи данных - в вычислительный центр.
6. Вся информация о перевозимых грузах, подвижном составе и других устройствах транспорта целесообразно хранить по массивам внешней памяти ЭВМ. В диссертации разработаны предложения по использованию массивов памяти с учетом характера информации и степени важности ее при решении задач оперативного планирования.
7. Для обеспечения своевременной передачи информации в динамических системах управления работой отделения дороги, как правило, должна применяться среднескоростная /600-1200 бод/ аппаратура передачи данных, так как низкоскоростные системы /"Светофор - 2" и др.-50-75 бод/ имеют недостаточную пропускную способность и поэтому не могут получить широкого применения в автоматизированных системах управления железнодорожным транспортом.
8. Для обеспечения своевременного решения задач оперативного управления перевозочным процессом на отделениях дорог и дорогах в целом необходимо при создании дорожных вычислительных центров повсичить скорость вычислений за счет внедрения ЭВМ третьего поколения. Для отделений дорог с большим объемом работы может оказаться целесообразным размещение ЭВМ непосредственно на отделениях. Здесь будет обрабатываться информация для дорожных ВЦ и решаться отдельные задачи оперативного планирования работы отделения дороги.
9. Исследования экономической эффективности поэтапного внедрения автоматизированной системы съема, передачи и переработки информации на отделении дорог показывают следующее:

- а/ в переходный период от I этапа ко II-му / в настоящее время примерно этого уровня достигли информационно-планирующие системы на Свердловской, Горьковской, Московской и др. дорогах/ управляющие системы пока не могут дать экономического эффекта. На втором этапе внедрения системы на базе телетайпной информационной связи - также не будет получена экономия, покрывающая затраты по содержанию устройств.
- б/ на III этапе /полная автоматизация съема передачи и переработки информации/, когда система будет работать в динамическом режиме, может быть получен высокий экономический эффект. Срок окупаемости капитальных вложений не превышает 2 лет.

НТБ
ДНУЖТ

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ АВТОРА.

1. К вопросу о кодировании и расчете объема информации о поездах и вагонах для оперативного планирования работы отделения дороги с помощью ЭЦВМ. Материалы УП общесетевой научно-технической конференции. МИИТ, 1970.

2. Эксплуатационные требования к системе информации о поездах и вагонах для оперативного планирования работы отделения дороги. Материалы Юбилейной научно-технической конференции ДИИТа, 1970.

3. Кодирование и расчет объема информации о поездах и вагонах для оперативного планирования работы отделения дороги с помощью ЭЦВМ. Труды ДИИТа, выпуск 124, 1971.

4. Эффективность автоматизации сбора, передачи и переработки информации при оперативном планировании и регулировании работы отделения дороги. Труды ДИИТа, выпуск 124, 1971.

5. Техничко-экономическая эффективность поэтапного внедрения АСУЖТ на отделении дороги. Тезисы докладов на сетевом научно-техническом совещании в Ташкенте. Москва, 1971.

Отдельные положения диссертационной работы доложены на:

1. Седьмой общесетевой научно-технической конференции. МИИТ, 1970.

2. Юбилейной научно-технической конференции ДИИТа, 1970.

3. Научном семинаре кафедр "Станции и узлы", "Эксплуатация железных дорог" и "Экономика транспорта". ДИИТ, 1971.

Днепропетровская книжная типография
Днепропетровского областного управления по печати,
г. Днепропетровск, ул. Серова, 7.
Зак. № 1393. Объем 2¼ п. л. Тираж 200. Подп. к печати ̄-72
БТ-07649

НТБ
ДНУЖТ

Сканировала Щетинина Т.В.