ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩАЯ СИСТЕМА КРУПНОГО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО РАЙОНА

Н. Ф. Котляренко, Г. А. Глащенков

Харьков

Главная особенность технического прогресса на железнодорожном транспорте — переход от автоматизации отдельных операций и процессов к постановке и практическому решению общей проблемы создания на основе современных электронных вычислительных машин (ЭВМ) третьего «поколения» тотальной системы прогнозирования, оптимального планирования и автоматического управления (ПОПАУ) транспортным процессом. Основную подсистему комплекса ПОПАУ будут составлять системы автоматического управления движением поездов (АУДП).

Наряду с разработками целых систем и отдельных узлов во многих странах широко проводятся работы поискового характера с целью выбора наиболее рациональных путей и технических средств для создания систем АУДП, определения тенденций их развития, обобщения и использования накопленного мирового опыта.

Современные системы АУДП должны объединять и координировать три основных части процесса движения поезда:

а) регулирование движения поездов в пределах участка, выполнямое в настоящее время поездным диспетчером при помощи устройств диспетчерской централизации (ДЦ), а также устройств проводной связи и радиосвязи;

б) интервальное регулирование движения поездов (ИРДП) в пределах перегонов и станций, осуществляемое устройствами автоблокировки, сигнальной авторегулировки (САР) и электрической централизации (ЭЦ) с участием операторов на станциях;

в) ведение поезда в соответствии с графиком движения, выполняемое полуавтоматически машинистом с помощью автоматики самого поезда (автотормозов и промежуточных устройств управления режимом работы двигателей).

Выбор функциональных схем АУДП, характера и степени автоматизации должен проводиться с учетом конкретных условий. Так, АУДП для высокоскоростных пассажирских поездов должно обеспечивать главным образом полную безопасность и точное соблюдение графика движения, а также значительно облегчать условия работы машиниста.

При разработке комплексных систем АУДП можно выделить две основные тенденции [1, 2]:

1. В максимальной степени используются уже апробированные в течение длительного периода эксплуатации в системах ИРДП и телеуправления принципы и конструкции, в частности дискретные системы АБ (с фиксированными блок-участками) и САР с непрерывными путевыми каналами НЧ — рельсовыми цепями.

2. Создаются новые координатные системы ИРДП (с подвижными блок-участками) на основе использования быстродействующих непре-

рывных и точечных каналов большой емкости для двусторонней передачи информации по тракту «поезд — путь — стационарный пункт» (ППСП), работающих в ВЧ и СВЧ диапазонах.

В ряде стран (ГДР, США, Япония, Англия, ФРГ, Нидерланды и др.) широко осуществляется прогрессивная идея централизации управления движением поездов на больших территориях и участках пути.

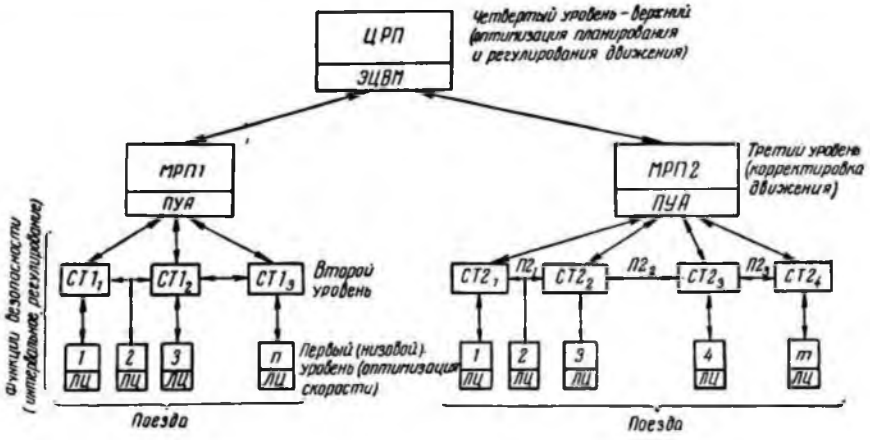


Рис. 1. Структурная схема полииерархической централизованной системы управления крупного железнодорожного района.

В нашей стране создается комплексная система автоматического управления движением поездов на участке с тремя иерархическими уровнями, включающими в себя диспетчерскую централизацию, автоблокировку, электрическую централизацию и многозначную автоматическую локомотивную сигнализацию. Данная система имеет три оптимизирующих звена: автодиспетчер участковый (на верхнем уровне), автодиспетчер станционный (на среднем уровне); автомашинист децентрализованного типа (на низовом уровне).

Иерархический принцип построения сложной системы управления обеспечивает устойчивость функционирования и экономичность ее структуры.

В перспективе число уровней полииерархической централизованной системы управления поездами должно набираться с учетом структуры информационных систем. При одинаковом количестве родственных по характеру уровней облегчается органическое слияние информационно-прогнозирующих и управляющих подсистем в одну общую информационно-управляющую систему.

В связи с этим целесообразна полииерархическая централизованная система управления с четырьмя уровнями (рис. 1):

а) первый или низовой — поезда с логическими цепями ЛЦ, оптимизирующими скорость движения каждого поезда (1, 2, 3, ..., n; 1, 2, 3, ... m и т. д.) по заданным критериям;

б) второй — промежуточные станции ($Ст1_1$ — $Ст1_3$; $Ст2_1$ — $Ст_2$) и примыкающие к ним перегоны ($П1_1$ — $П1_2$ ..., $П2_1$ — $П2_3$);

в) третий — узловые или участковые станции с местными распорядительными постами МРП1, МРП2, ...;

г) четвертый или верхний — отделение или управление дороги с центральным распорядительным постом.

Основные потоки информации собираются, перерабатываются и используются в пределах первых двух уровней, осуществляющих интер-

вальное регулирование движения поездов и обеспечивающих их безопасность. Поэтому к надежности системы передачи информации, путевым датчикам и каналам этих уровней предъявляют особо строгие требования.

На втором уровне могут применяться обычные системы централизации стрелок и сигналов (ЦСС) с комбинированными схемами и программным управлением или автоматической установкой маршрутов с поездов; при этом функции управления проходными светофорами прилегающих перегонов могут возлагаться также на систему ЭЦ.

На третьем уровне целесообразно перейти к замкнутым системам непосредственного цифрового управления, построенным на программно-управляемых автоматах (ПУА), представляющих собой сравнительно простые специализированные управляющие вычислительные машины (УВМ) [3].

На верхнем, четвертом уровне, с помощью ЭЦВМ осуществляется прогнозирование, оптимизация планирования и корректировка движения поездов в пределах дороги.

Одна из наиболее сложных проблем построения систем ПОПАУ — организация третьего уровня структуры, т. е. организация управления движением поездов на промежуточных участковых и узловых станциях крупного железнодорожного района. Переход к построению ЦСС, выполняющей функции информационно-управляющей системы такого района, на новых принципах вызван следующими обстоятельствами.

При большом движении и значительной маневровой работе на крупной станции даже маршрутно-релейная централизация (МРЦ), наиболее совершенная из современных систем ЦСС, не решает проблемы психофизиологической разгрузки дежурного по станции. Он по-прежнему не может полностью исполнять возложенные на него функции, выполнение которых усложняется необходимостью переработки для принятия соответствующих решений дополнительной информации (сведения о поездах: номере, категории, времени отправления и прибытия и т. д.) и телеметрической информации (состояние букс, подвижной части, нарушение габаритности и т. д.). В связи с изложенным выше выявляется необходимость автоматизации функций дежурного путем применения средств вычислительной техники, выполняющих задачи оперативного планирования и прокладывания (установки) маршрутов на аппарате управления.

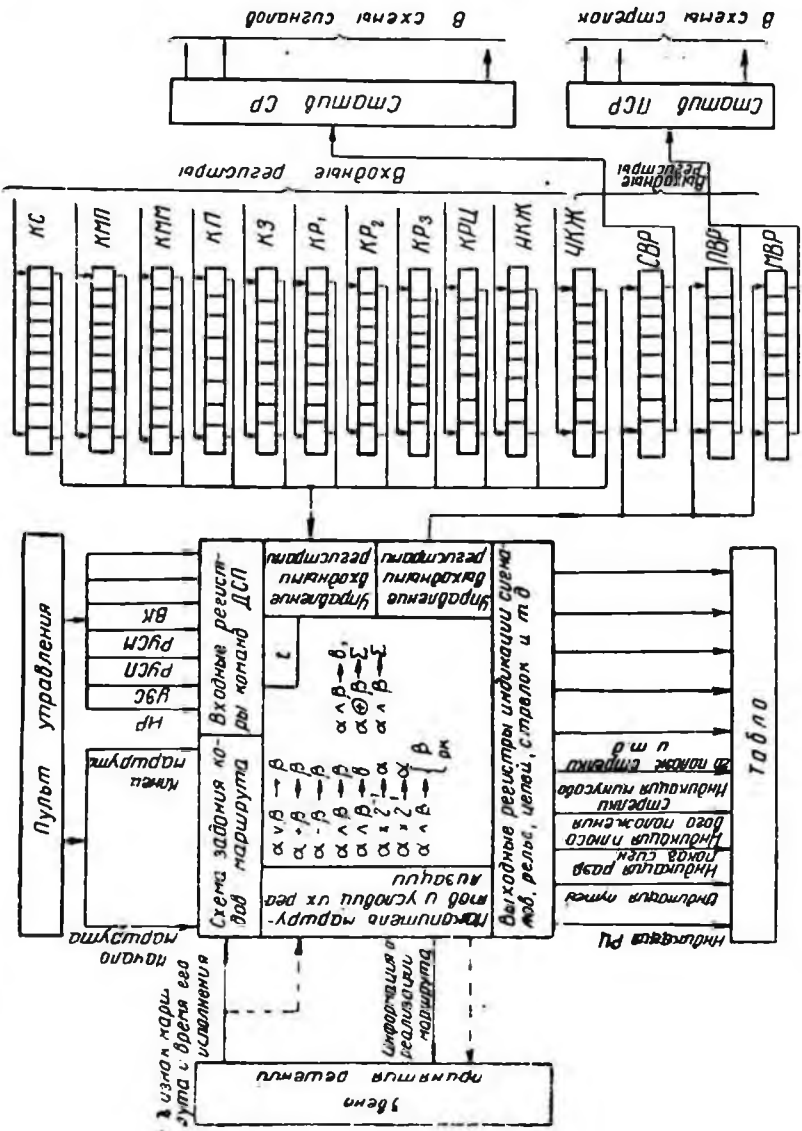
Наиболее перспективным направлением в этой области следует считать, как уже указывалось, разработку информационно-управляющей системы на базе УВМ, осуществляющей не только выполнение зависимостей по обеспечению безопасности движения поездов, но и таких функций автоматики, как накопление маршрутов, автоматизацию их приготовления, регистрацию процессов на станции, автоматизацию маневровых передвижений, логический контроль вводимой информации и т. д. Таким образом, ЦСС на базе УВМ в системе ПОПАУ представляет третий уровень рассмотренной выше иерархической структуры управления, обеспечивающей безопасность передвижения основного объекта управления поезда по участку — по заданному критерию, например, участковой скорости.

ЦСС на базе УВМ (рис. 2) является централизационной логической машиной, моделирующей функции электрической релейной централизации и автоматически действующей по заданной программе.

Основными автономными устройствами УВМ для ЦСС являются:

а) устройство управления (УУ);

б) арифметическое устройство (АУ);


В схемы стрелок
В схемы сигналов
Сдвиг ПСР
Сдвиг СР
Выходные регистры
Входные регистры
КС
КМП
КМЛ
КЛ
КЗ
КР1
КР2
КР3
КРЦ
КНЖ
ЧКНЖ
СВР
ЛВР
ИВР
Пульт управления
НР
УЗС
РУСП
РУСЛ
ВК
Входные регистры команд ДСП
Управление выходными регистрами
Управление входными регистрами
Схема задания кодов маршрута
Выходные регистры индикации сигнальных, релейных, стрелочных и т.д.
Табло
Индикация РЦ
Индикация разрешающего показания
Индикация пригласительного показания
Индикация маневрового показания
Индикация поездного показания
Индикация пригласительного показания
Индикация маневрового показания
Индикация поездного показания
Индикация приема
Индикация разрешения
Индикация маршрута
Индикация маршрута
Индикация маршрута

в) запоминающее устройство — оперативное (ОЗУ) и пассивное (ПЗУ);

г) аппарат управления (пульт — табло);

д) внешние устройства связи с объектами (устройства ввода и вывода информации).

Арифметическое устройство выполняет арифметические и логические операции, операции сдвига и сравнения. В нем вырабатываются признаки, характеризующие результаты логических операций и операция сравнения, служащие обратной связью и используемые для определения порядка дальнейшего следования команд.

Устройство управления координирует действия всех узлов машины, работающих автономно, формирует адреса при групповых операциях, управляет операциями обмена кода с внешними устройствами и реализует операции передачи управления.

Запоминающее устройство предназначено для хранения исходных чисел и программ; оно используется в качестве оперативного в процессе расчетов. В ЗУ хранятся промежуточные и окончательные результаты вычислений, причем, ПЗУ служит для хранения основной программы алгоритма централизации и постоянных коэффициентов.

Предусматривается (в опытном экземпляре ЦСС на УВМ) аппарат управления стандартного для ЭЦ типа с добавлением некоторых кнопок.

Внешние устройства связи с объектами (устройства ввода и вывода информации) служат для ввода исходной информации о состоянии контролируемых и управляемых объектов ЦСС и вывода полученных результатов в исполнительные устройства (стрелочные пусковые и сигнальные реле).

Поскольку в основе действия ЦСС на УВМ лежит принцип программного управления, для реализации функций централизации алгоритм ее должен обеспечивать выполнение всех требований, предъявляемых к установке, замыканию, открытию и закрытию соответствующих сигналов, контролю и размыканию маршрутов, а также позволять накопление маршрутов и очередность их исполнения. Анализ алгоритмов релейных систем ЭЦ позволил составить общий алгоритм [4].

Данный алгоритм предусматривает циклическую работу УВМ, причем, в большом цикле осуществляется проверка решений с учетом изменения поступающей от напольных устройств информации, а в каждом малом — вырабатываются необходимые решения для одного из реализуемых маршрутов. В блок-схему алгоритма управления ЦСС на УВМ (рис. 3) входят следующие блоки:

а) блок контроля БК, осуществляющий проверку основных узлов УВМ и сохранность команд;

б) блок очередности и формирования кодов БОФ, назначением которого является формирование по признаку маршрута, задаваемого с пульта управления вручную и от автомата, необходимых кодов маршрута (путей, стрелок, сигналов и секций) и выдача их в свободную группу дежурных ячеек ЗУ, содержимое которых проверяется в каждом цикле;

в) обработка информации производится в блоках С, М, ИР, РУСП, РУСМ, СТР, проверяющих условия реализации маршрута и выдачу управляющих импульсов в исполнительные устройства;

г) сигнальный блок С проверяет наличие всех условий, необходимых для открытия сигнала, а также его открытие, и предварительное или полное замыкание маршрута, т. е. моделирует работу реле КСР, ЗР и СР;

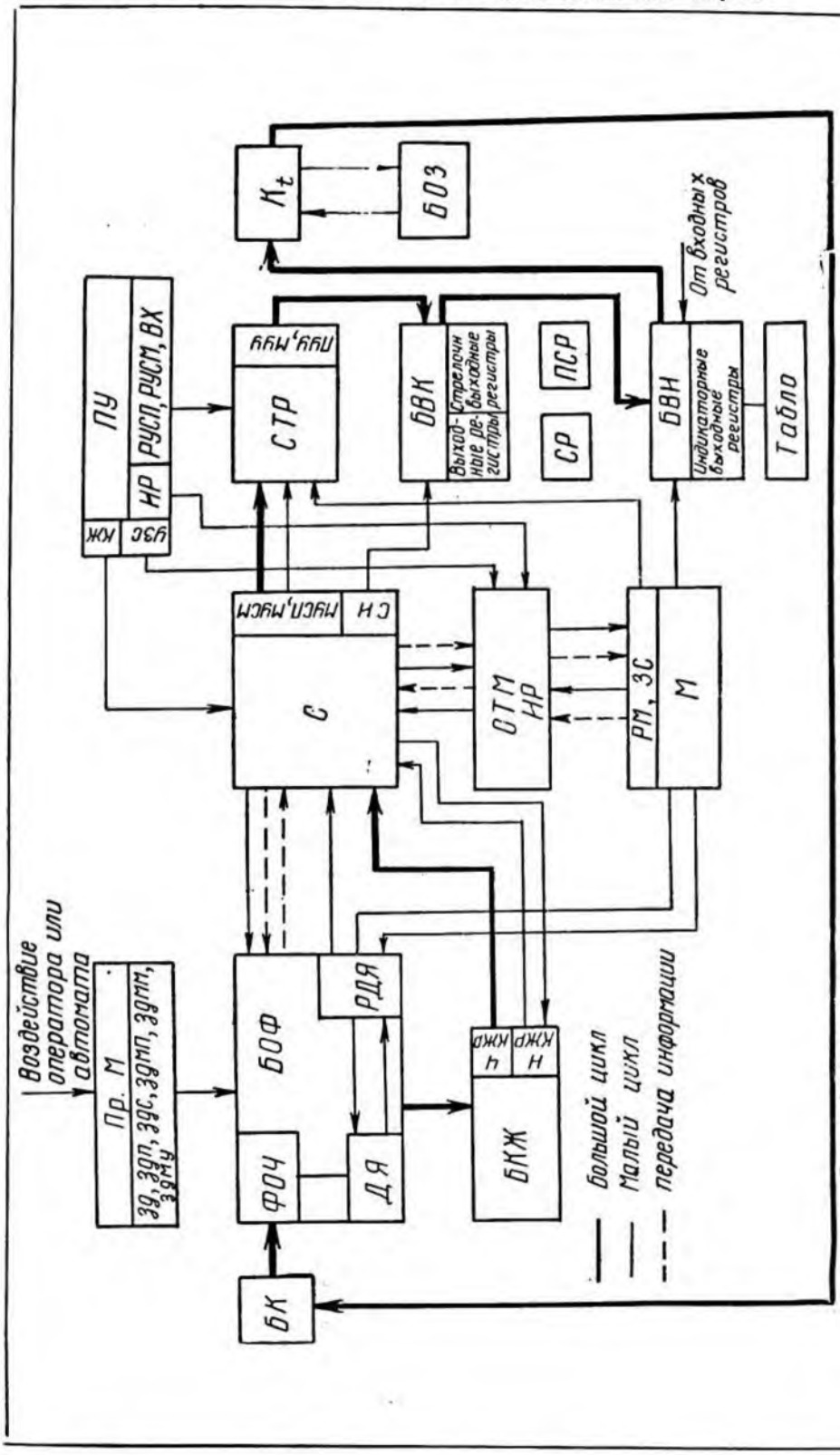


Рис. 3. Блок-схема алгоритма управления централизации стрелок и сигналов на базе УВМ.

д) маршрутный блок М осуществляет посекционное размыкание маршрута движущимся поездом; при необходимости маршрут может быть разомкнут и без поезда с помощью блоков искусственной разделки ИР или блока отмены маршрута ОТМ;

е) блоки РУСП и РУСМ предназначены для раздельного управления стрелками; последние выдают соответствующие команды в стрелочный блок СТР;

ж) блок ключа-жезла БКЖ проверяет наличие и изъятие ключа-жезла; при этом сохраняются случаи отправления поезда с ключом-жезлом по открытому сигналу и по бланку зеленого цвета (при неисправном сигнале);

з) блок индикации БВИ осуществляет индикацию на табло (этим блоком фактически заканчивается решение задачи по централизации); повторное решение задачи начинается по истечении времени большого цикла, что определяется блоком повторных решений K_t.

Важнейшей проблемой разработки системы ЦСС на УВМ является обеспечение заданной надежности.

Удобнее всего проблема надежности малых вычислительных машин, к которым относится специализированная УВМ для ЦСС, решается методом дуплексной избыточности (двойного резервирования) [6].

По результатам исследований, проведенным на кафедре «Автоматика и телемеханика», для ЦСС на ПУА рекомендуется УВМ со следующими параметрами:

быстродействие	2000—5000 *опер/сек*;
объем памяти: оперативной	250—512 слов;
пассивной	1500—2000 слов;
длина слова	22—24 двоичных разряда;
набор машинных операций	менее 16, в основном логические;
блок внешних прерываний	с одним приоритетом;
коэффициент готовности	$K_г$ более 99,95%.

С учетом этих параметров УВМ представляет собой одноадресную машину параллельного действия, реализованную на типовых импульсно-потенциальных элементах системы МИР-1 и стандартных блоках памяти с быстродействием до 50 000 логических операций в 1 *сек*.

ЛИТЕРАТУРА

1. Итоги науки и техники, 1968. Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте, Институт научной информации. Изд. АН СССР, 1969.

2. Н. Ф. Котляренко. Развитие систем автоматического управления поездами за рубежом. ЦИНТИ ТЭИ, вып. 40, 1968.

3. Н. А. Булкин. К вопросу построения систем непосредственного цифрового управления движением поездов. Труды ХИИТа, вып. 96. Изд-во «Транспорт», 1968.

4. Г. А. Глащенков. К вопросу об автоматическом вводе и выводе информации в ЦСС на программно-управляемых автоматах. Труды ХИИТа, вып. 112. Изд-во «Транспорт», 1969.

5. Н. А. Булкин, Г. А. Глащенков. Способы ввода и вывода информации в ЦСС на программно-управляемых автоматах. Труды ХИИТа, вып. 126, Изд-во «Транспорт», 1970.

6. Г. А. Глащенков. На смену релейным системам — бесконтактные системы. Реферативный журнал ВИНИТИ АН СССР. «Железнодорожный транспорт», 1969, № 12.