**Диспетчерское управление на железнодорожном транспорте**

**1. Организация перевозок**

В основе организации перевозочного процесса на железнодорожном транспорте России лежат следующие принципы:

организация движения поездов по графику, координирующему работу всех подразделений железных дорог с рациональным использованием пропускной способности линий, устройств и сооружений;

организация работы станций на основе типовых технологических процессов приема, отправления, пропуска поездов, формирования и расформирования составов, погрузки и выгрузки грузов, посадки и высадки пассажиров;

оперативное планирование эксплуатационной работы для выполнения графика движения и технических норм на текущие сутки и смену;

организация вагонопотоков и маршрутизация перевозок;

техническое нормирование погрузки и выгрузки, размеров движения на участках, передача груженых и порожних вагонов по стыковым пунктам, потребных парков подвижного состава и др.;

диспетчерское руководство выполнением заданий по перевозкам;

обеспечение безопасности движения поездов при проведении любых видов работ.

Качество эксплуатационной работы дорог оценивается следующими показателями: использованием подвижного состава, себестоимостью перевозок и производительностью труда.

Использование подвижного состава характеризуют следующие показатели: скорости движения поездов (техническая, участковая, маршрутная); время нахождения поездов и вагонов на станциях; использование грузоподъемности вагонов; производительность, среднесуточный пробег локомотивов.

Показатели работы станций: время обработки транзитного поезда; время обработки транзитного вагона с переработкой; время обработки местного вагона (погрузка, выгрузка).

Оперативное управление перевозочным процессом на железно- дорожном транспорте обеспечивается многоуровневой системой диспетчерского руководства.

**2. Диспетчерское управление движением поездов**

Современные тенденции использования вычислительных средств в системах железнодорожной автоматики (ЖАТ) определяют направления совершенствования не только аппаратной платформы, но и структуры оперативного управления. Это нашло отражение в технологии дальнейшей централизации оперативного управления движением поездов не на отдельных участках, а на направлениях. Возможность интеграции руководства перевозочным процессом в центрах управления требует решения технологических вопросов по распределению зон и функций управления и разработки нормативных и эксплуатационных основ, связанных с внедрением и обслуживанием систем централизации управления.

Для совершенствования и оптимизации системы управления движением поездов в 1988 г. железные дороги приступили к проектированию и строительству единых дорожных и региональных автоматизированных диспетчерских центров управления перевозками (АДЦУ). Процесс создания АДЦУ принял затяжной характер из-за отсутствия принятых в полном объеме в постоянную эксплуатацию современных систем ДЦ и ограниченности средств на инфраструктуру каналов связи.

В то же время в связи с резким снижением объемов перевозок на сети дорог РФ перед отраслью была поставлена задача сокращения эксплуатационных расходов внедрением ресурсосберегающих технологий и совершенствованием структуры управления железными дорогами.

Для решения поставленных задач началось укрупнение железных дорог и отделений с наметившейся тенденцией перехода на безотделенческую структуру управления. Необходимость реорганизации повысила актуальность создания единых дорожных и региональных АДЦУ и внедрения современных компьютерных систем управления движением поездов.

Для дальнейшего сокращения эксплуатационных расходов и совершенствования структуры управления перевозочным процессом началась перестройка структуры управления движением поездов в масштабах всей страны. Предполагается акционирование железных дорог.

В соответствии с новой концепцией управления перевозочным процессом система управления предназначается для реализации в рамках следующих территориальных объединений: сеть железных дорог, регион сети железных дорог, линейный район.

В связи с этим управление перевозочным процессом должно осуществляться на основе трехуровневой вертикали центров управления: сетевой центр управления перевозками (ЦУП), региональный центр диспетчерского управления (РЦДУ), опорный центр управления линейным районом (ОЦ).

Центр управления перевозками является составной частью структуры Министерства путей сообщения, а в перспективе — компании “Российские железные дороги”. Его предназначение — организация и оперативное руководство перевозочным процессом на сети железных дорог РФ в целях максимального удовлетворения платежеспособного спроса на пассажирские и грузовые перевозки с обеспечением высокого качества предоставляемых транспортных услуг при достижении необходимой для развития отрасли рентабельности. ЦУП должен возглавлять и координировать работу РЦДУ, также всех отраслевых предприятий, причастных к перевозочному процессу.

Региональные центры создаются в соответствии с территориальным разделением России на семь регионов. РЦДУ должны стать подразделениями будущей акционерной компании “Российские железные дороги”, подчиненными сетевому ЦУПу. До организации РЦДУ его функции выполняют дорожные единые центры диспетчерского управления, существующие почти на всех железных дорогах РФ.

Региональный центр диспетчерского управления должен быть иинформативно и технологически связан с ЦУПом, соседними региональными центрами и опорными центрами своих линейных районов, со всеми отраслевыми предприятиями, обеспечивающими работу инфраструктуры железнодорожного транспорта в регионе управления, крупными отправителями и получателями грузов.

На РЦДУ возлагается реализация технологий управления перевозочным процессом в пределах региона, являющихся естественным продолжением единых баз данных и сетевых технологий ЦУПа с их детализацией (вплоть до управления движением каждого поезда) и дополнением управления местными для региона перевозками.

Опорный центр является удаленным подразделением РЦДУ, расположенным, как правило, на опорной станции линейного района. Работа ОЦ существенно зависит от особенностей опорной станции и линейного района в целом. Предполагаются следующие типы ОЦ:

примыкающие к районам массовой погрузки грузов на подъездных путях;

с крупной грузовой станцией в качестве опорной;

для пограничных переходов;

с припортовой станцией в качестве опорной;

с сортировочной или технической станцией в качестве опорной.

***Основные задачи ОЦ:***

- взаимодействие с отправителями и получателями грузов на территории линейного района, в том числе на основе единых технологических процессов;

- управление местной работой линейного района с обеспечением установленных нормативов времени оборота местных вагонов;

- переработка транзитного вагонопотока с его обеспечением локомотивами и локомотивными бригадами, технический и коммерческий осмотр поездов;

- организация передачи грузов между государствами и другими видами транспорта, взаимодействие с портами, таможенными органами и др.;

- взаимодействие с вагонными депо и его подразделениями по неисправным вагонам, организация подготовки вагонов и составов под погрузку.

Оперативно-диспетчерский персонал опорного центра обеспечивает руководство работой всех подразделений самой опорной станции и прикрепленных станций линейного района. К нему относятся дежурные по станциям и паркам, агенты центров фирменного технологического обслуживания, станционных технологических центров, дежурные по горке и т.п. Опорный центр включает в себя подразделения других служб, непосредственно участвующих в перевозочном процессе: пункты технического и коммерческого обслуживания, вагонные участки, дистанции сигнализации и связи и др.

Управление перевозочным процессом строится по принципу сквозных информационно-управляющих технологий, направленных от ЦУП через РЦДУ и ОЦ до рабочих мест работников линейных районов или устройств железнодорожной автоматики, исполняющих те или иные операции перевозочного процесса.

Сквозные информационно-управляющие технологии должны обеспечить единство управления перевозочным процессом сверху вниз, с соблюдением условий заказа на перевозки и минимизацией эксплуатационных затрат на их выполнение.

**3. Структура диспетчерских систем**

Для правильного понимания свойств многоуровневых систем диспетчерского управления на железнодорожном транспорте необходимо предварительно рассмотреть некоторые общесистемные закономерности.

Любая целенаправленная деятельность возможна только в рамках определенной системы той или иной степени сложности. В нашем случае речь идет о технологических системах, состоящих из людей и технических средств. Последние — это обычно технические или кибернетические системы, взаимодействующие с человеком.

Технические системы (рис. 1.1, а) создаются для выполнения определенной целевой функции. Они способны работать при изменении внешних условий в определенных пределах. Процесс формирования целесообразного (эффективного в смысле выполнения функции) поведения системы называется управлением. Поведение технической системы определяется программами, заложенными в нее при создании.

На одну и ту же ситуацию на входе система всегда вырабатывает одну и ту же программу управления, т.е. поведение системы однозначно. Суть управления в технической системе сводится к отнесению входной ситуации по определенному критерию к одной из известных, при которой реализуется определенная программа воздействия на объект управления. Обычно в технических системах критерий один и число программ невелико.

Более сложным поведением обладают кибернетические системы (рис. 1.1, *б),* в которые технические системы входят как подсистемы (элементы). В отличие от технической системы для оценки входной ситуации используются многие критерии и соответственно для определенного набора входных данных могут быть выбраны разные программы управления. Кибернетическая система имеет возможность перекомбинации программ управления под воздействием внешнего или внутреннего управления. В одной и той же ситуации однотипные кибернетические системы могут вести себя, с одной стороны, по-разному, а с другой — одинаково в различных ситуациях, т.е. для кибернетических систем характерно формирование поведения исходя из оценки внешней ситуации по определенному критерию в соответствии с внутренней целью.

Рис. 1. Структурные схемы технической и кибернетической систем

В отличие от технических систем, где соблюдается жесткое соответствие между ситуацией на входе и реакцией системы на выходе, в кибернетических системах принимается то или иное управляющее решение (программа управления) и при нестандартной ситуации на ее входе.

Такой же формой поведения обладают и все системы более высоких классов, т.е. биологические и общественные (производные от индивидуума). Это сходство в поведении объясняется наличием таких общих свойств у кибернетических, биологических и общественных систем, как возможность восприятия и распознавания внешних воздействий и формирования образа (модели) среды; наличие исходной информации о среде, хранимой в виде образов среды; наличие исходной информации о себе, своих свойствах и возможностях, хранимых в виде образов системы.

Разумеется, глубина отображения существенно различна у систем разных классов и даже у разных систем одного класса. Важно подчеркнуть, что во всех случаях поведение системы — это результат распознавания, сопоставления и преобразования информационных образов той или иной сложности.

Таким образом, управление требует критерия, информации о ситуации и исходной информации о системе и среде.

Качество управления прежде всего зависит от объема исходной информации и полноты представления ситуации на входах системы, от которых зависят точность опознания ситуации и, следовательно, правильный выбор программы управления. Это объяснятся тем, что обычно каждой ситуации однозначно противопоставлена определенная программа управления.

Ошибки в опознании ситуации на входах системы неизбежно ведут к потере эффективности в управлении независимо от причины ошибки, т.е. безразлично, была ли непредусмотрена ситуация или неправильно опознана предусмотренная.

Кроме внутреннего управления (самоуправления), система может подвергаться внешнему управлению, если она входит как элемент (подсистема) в более сложную целенаправленную систему в качестве управляемой или сотрудничающей. Взаимоотношения с другими системами могут быть организованы по разным структурам: цепочечной (рис. 1.2, *а),* централизованной радиальной (рис. 1.2, *б),* кольцевой (рис. 1.2, в), многосвязевой (рис. 1.2, г).

Рис. 2. Структурные схемы взаимосвязи систем

Под ***структурой системы*** принято понимать множество возможных отношений между подсистемами и элементами внутри системы. Структуры реализуются при помощи связей, осуществляющих взаимодействие между подсистемами (элементами). По характеру взаимодействия различают прямые и обратные связи. Этим выражается направленность передачи управляющей и контрольной информации между подсистемами. Часто структура выражает только соотношение между подсистемами по управлению (подчиненность).

В диспетчерском управлении железнодорожным транспортом получили распространение иерархические централизованные структуры (рис. 1.2, *д).* В этом случае каждый более высокий уровень управления имеет радиальные связи с однотипными управляемыми системами. Число систем на каждом уровне зависит от сложности целевых функций и управляемых систем.

Главной причиной появления любой иерархии является несоответствие между сложностью объекта управления и способностью управляющего органа охватить и переработать информацию об объекте с требуемой точностью в заданное время. Действительно, любой сложный производственный процесс требует своевременного формирования согласованных с другими процессами правильных решений, ведущих к цели.

Всем иерархическим системам управления присущи следующие основные особенности:

последовательная вертикальная соподчиненность;

правом вмешательства в действие любой системы обладает только система вышестоящего уровня;

действия любой системы фактически зависят от исполнения своих функций управляемыми подсистемами;

более высокие уровни управления имеют дело с более крупными подсистемами и более широкими аспектами поведения всей системы в целом, т.е. чем выше уровень, тем больше общность отображения объекта управления;

более высокий уровень управления имеет больший период выработки управляющего решения из-за необходимости сбора и обработки большего количества разнородной информации;

чем выше уровень управления, тем больше неопределенностей в выработке математически точной программы управления объектом.

Основным видом управления в иерархических системах является программное (командное) управление. Для эффективного функционирования систем при таком управлении необходима хорошо отлаженная технология информационного обмена между уровнями, позволяющая достаточно оперативно и полно отражать управляемый объект. Однако практически в сложной иерархической системе это сделать трудно и поэтому все недостатки в информационном обмене оборачиваются потерей эффективности управления.

При недостаточно полном отражении объектов управления вышестоящими уровнями более эффективной является передача управляемой подсистеме не программы, а критерия для выработки программы управления в подсистеме на основе оценки ситуации. Такой способ *называется рефлексивным* управлением.

В нестандартных ситуациях или при неполном отражении состояния среды и системы для выбора правильной формы поведения может использоваться метод ***адаптивного*** управления. Он предполагает втягивание систем в однотипное поведение на основе подражания наиболее эффективным образцам.

Вообще любые формы поведения сложных систем (кибернетических, биологических, общественных) могут быть представлены той или иной комбинацией программного, адаптивного и рефлексивного управлений, доля которых колеблется в зависимости от ситуации на входах и глубины исходной информации в системе.

В кибернетических системах и внутреннее и внешнее управления являются программными, так как другие виды управления еще не имеют технической реализации (в автоматических системах).

Однако адаптивное и рефлексивное управления используются в сложных технологических системах с людьми и автоматизированными подсистемами и, в частности, в диспетчерском управлении железнодорожным транспортом.

Например, если самый нижний уровень управления обеспечивает выбор программы управления на основе оценки входной информации от объектов и командных предписаний от вышестоящего уровня, то уже второй уровень, имеющий в управлении несколько однотипных систем, может использовать адаптивную или рефлексивную форму управления.

На железнодорожном транспорте нижним (первым) уровнем иерархии диспетчерского управления является система управления движением на участке ***поездным диспетчером.***

На крупных станциях диспетчерское руководство осуществляет сменный ***маневровый диспетчер.***

В управлении у поездных и маневровых диспетчеров находится ряд однотипных технологических подразделений, непосредственно управляющих объектами железнодорожного транспорта. Техническое оснащение диспетчерского управления наиболее развито пока только для выполнения основных задач поездных и станционных (маневровых) диспетчеров.

Поездной диспетчер руководит движением поездов на участке (диспетчерский круг) железной дороги, содержащем ряд станций. Протяженность участка зависит от размеров движения и объема грузовой работы.

Основными приемами диспетчерского регулирования движения поездов являются: сокращение времени стоянок поездов; ускорение хода поезда по перегонам относительно скорости, предусмотренной расписанием; изменение пунктов и порядка скрещения, обгона и технических стоянок поездов; использование неправильного пути на двухпутных линиях (параллельное движение в одну сторону по двум путям); отправление поездов вслед; пропуск сдвоенных поездов; первоочередной пропуск опаздывающих поездов или применение скоростного подталкивания; регулирование подхода поездов к станциям. Любые регулировочные задания диспетчера заблаговременно передаются дежурным по станциям и другим ответственным лицам для исполнения.

Объем работы поездных диспетчеров велик, особенно по сбору и обработке информации о состоянии участка (почти 70 % рабочего времени), поэтому большое значение для улучшения организации движения имеют технические средства, облегчающие деятельность диспетчеров. Наиболее эффективны устройства диспетчерской централизации, т.е. совокупность устройств электрической централизации (ЭЦ) на станциях, автоблокировки (АБ) на перегонах между станциями и системы телемеханики, объединяющей территориально рассредоточенные объекты ЭЦ и АБ в единую систему управления. Если для диспетчера организуется только сбор информации о состоянии объектов на перегонах и станциях, то такую систему принято называть системой ***диспетчерского контроля*** (ДК). Если диспетчер имеет возможность не только контролировать, но и управлять объектами ЭЦ и АБ, речь идет о системе ***диспетчерской централизации*** (ДЦ).

Для служебных переговоров со станциями, входящими в участок, поездному диспетчеру предоставляются специальные средства телефонной связи, охватывающие телефоны дежурных по станциям, операторов, дежурных по локомотивным депо, подменным пунктам, тяговым подстанциям, телефоны локомотивных диспетчеров и энергодиспетчеров. Кроме того, поездной диспетчер имеет средства поездной радиосвязи, предназначенной для служебных переговоров с машинистами поездных локомотивов.

Маневровый диспетчер на станциях имеет радиосвязь с машинистами маневровых локомотивов и телефонную связь с необходимыми технологическими подразделениями станции.

Оперативным руководством движением поездов в пределах отделения дороги занимается отдел движения, имеющий сменных старшего диспетчера, дежурных по отделению и поездных диспетчеров. Естественно стремление разместить поездных диспетчеров в одном месте. В этом случае каждый диспетчерский участок отображается самостоятельными средствами ДЦ, но в совокупности возникает отражение ситуации по всему отделению дороги.

Для повышения эффективности диспетчерского управления постоянно стремятся к увеличению зоны действия диспетчера. С этой целью системы ДЦ совершенствовались в направлениях увеличения информационной емкости и скорости передачи сообщений.

Однако обратной стороной расширения зоны управления становится перегрузка диспетчера нетворческой работой, снижающей его возможности по оптимизации управления. Отсюда другая постоянная тенденция в развитии систем ДЦ — автоматизация повторяющихся операций управления вплоть до создания автодиспетчера.

Первые установки, автоматически устанавливающие маршруты в системах ДЦ, появились в 60-х гг. Были испытаны программно-задающие устройства, рассчитанные на автоматическую установку маршрутов по графику движения, оборудован опытный участок системой “Автодиспетчер участковый”, в которой на управляющую ЭВМ возлагались также задачи по выбору оптимального графика движения на основе оценки фактического состояния на участке.

Позднее были проведены испытания системы “Автодиспетчер станционный”, предназначенной для оптимального управления работой крупной станции. Сразу отметим, что в целом эти системы себя не оправдали, на отечественных железных дорогах получили распространение лишь сравнительно простые системы автоматической установки маршрутов на промежуточных станциях.

Основной причиной низкой эффективности управления в системе “Автодиспетчер” является недостаточное информационное отражение объекта управления, т.е. управляющая ЭВМ поставлена в такие условия, когда программа управления выбирается по весьма неточному описанию состояния диспетчерского участка. Объясняется это прежде всего тем, что основным источником информации для регулирования движения в системе “Автодиспетчер” являются устройства электрической централизации и автоблокировки. Однако в силу своего назначения - контролировать условия безопасности — эти системы оперируют данными только о состоянии стрелок, светофоров и рельсовых цепей, т.е. стационарных путевых объектов. Для принятия правильного управляющего решения по организации движения диспетчером или ЭВМ данных в системе “Автодиспетчер” явно недостаточно.

Действительно, чтобы принять решение об установке того или иного маршрута, предварительно необходимо оценить ситуацию на станции по многим составляющим технологического процесса. Поскольку конечной целью перевозочного процесса является целенаправленное перемещение подвижных единиц (поездов, вагонов, локомотивов), для организации любого перемещения исходным является точное знание места, назначения и состояния каждой единицы, технологического состояния систем и подразделений, т.е. полное информационное описание объектов управления (моделирование).

Рис.1.3. Схема информационных моделей системы управления станцией.

Таким образом, при диспетчерском управлении движением на станции или участке в системе должны быть следующие информационные модели (рис. 1.3): поездная, вагонная, локомотивная, технологического состояния станции и состояния путевых объектов (стрелок, светофоров и т.д.). На основе оценки ситуации по этим моделям может быть выбрано управляющее решение, конечно же, более эффективное, чем при использовании информации только о состоянии путевых объектов.

Таким образом, для автоматизации управления движением необходимы технические средства, отражающие состояние станции или участка по всем технологическим составляющим. Исходя из этого, можно решать вопрос и о том, какая система диспетчерского управления лучше — автоматическая или автоматизированная?

Принципиальным различием между ними следует считать способ принятия управляющего решения в системе. В автоматической системе решение выбирает техническое устройство (ЭВМ и т.п.), а в автоматизированной эти функции выполняет человек. Разумеется, в автоматизированной системе и некоторые другие функции могут выполняться человеком, т.е. распределение обязанностей между человеком и техническими средствами может быть различным, но главное — как принимаются решения?

Нетрудно заметить, если на входе решающего устройства состояние объекта управления представлено точно и эта ситуация стандартная (предусмотренная), то в подобных условиях решения техническим устройством будут приниматься оперативнее. В тех же случаях, когда формализованное информационное описание состояния объекта управления в системе не является полным и для снятия неопределенности в ситуации требуется привлечение дополнительных данных из других источников, то управляющие решения, принимаемые человеком, оказываются лучше.

В системах диспетчерского управления наиболее перспективно комбинированное управление, т.е. сочетание управляющей ЭВМ с диспетчером-оператором. В этом случае ЭВМ должна оперативно выполнять наиболее трудоемкую работу по оценке входной информации и выдавать оператору рекомендации (советы) по управлению, которые могут быть приняты или отвергнуты им с учетом известной ему дополнительной неформализованной информации.

В стандартных ситуациях из режима совета ЭВМ легко может быть переведена в режим автоматического управления. Однако предпочтительнее все же сохранять за оператором функции окончательного выбора управляющего решения, так как для обратного перехода от автоматического управления потребуется значительное время на восприятие оператором сложившейся ситуации в системе.

Таким образом, введение средств автоматизации диспетчерского управления объективно ведет к расширению зоны управления из одного пункта.

При ДЦ имеется возможность управления объектами ЭЦ: диспетчером с центрального пульта; с местного пульта ЭЦ (резервное); с маневровых колонок (местное). Работа с резервного пульта или местное управление возможны только с разрешения диспетчера.

Обычно на диспетчерском участке крупные станции постоянно сохраняются дежурными по станции на автономном управлении. Некоторые станции диспетчерского участка могут передаваться на местное управление на длительное время (сезон). Такое управление часто называют ***сезонным.***

На станциях, передаваемых в отдельных случаях с диспетчерского управления на местное, управление осуществляется начальником станции или составителями по разрешению диспетчера.

Любая используемая на участке железной дороги система ДЦ должна удовлетворять основным требованиям Правил технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации (ПТЭ), т.е. обеспечивать:

управление из одного пункта стрелками и сигналами ряда станций и перегонов;

контроль на аппарате управления за положением и занятостью стрелок, занятостью перегонов, путей на станциях и прилегающих к ним блок-участков, а также повторение показаний входных и выходных светофоров;

возможность перехода при маневровой работе на местное управление стрелками на самой станции;

автоматическую запись графика исполненного движения поездов; выполнение требований, предъявляемых к ЭЦ и АБ. Новые системы ДЦ должны обеспечивать возможность изменения направления движения поездным диспетчером при ложной занятости блок-участков и контроль исправности работы переездной сигнализации.