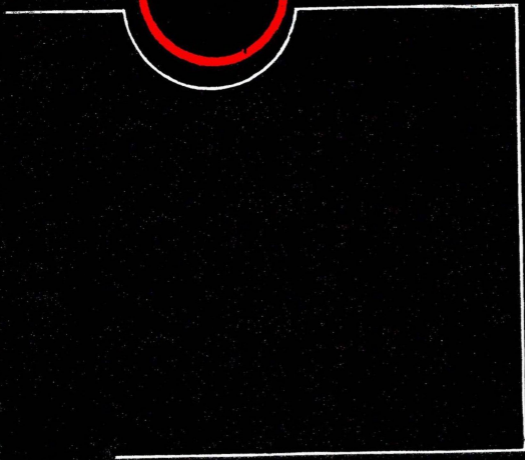


**ИНФОРМАЦИОННАЯ
ТЕХНОЛОГИЯ**

НА



ТРАНСПОРТЕ



ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ НА ТРАНСПОРТЕ

A large, stylized graphic element consisting of a thick black outline. It features a vertical stem that curves into a semi-circle at the bottom, resembling a wheel. To the right of the stem, there are three horizontal parallel lines of varying lengths, extending from the stem's vertical section.

ИЗДАНИЕ В ТРЕХ КНИГАХ

**Под общей редакцией
академика**

В. С. Михалевича

В.С.Михалевич,
А.А.Бакаев, В.И.Гриценко,
В.Л.Ревенко, Ю.Н.Кузнецов

ЖЕЛЕЗНО- ДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ

Н.В.В. 2017 Киев

АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНЫ
ИНСТИТУТ КИБЕРНЕТИКИ ИМ. В. М. ГЛУШКОВА

Информационная технология на транспорте. Железнодорожный транспорт / Михалевич В. С., Бакаев А. А., Гриценко В. И., Ревенко В. Л., Кузнецов Ю. Н. (сост. ред. Михалевич В. С.; АН Украины, Ин-т кибернетики им. В. М. Глушкова). Киев: Наук. думка, 1991.— 204 с.— ISBN 5-12-003330-X

В монографии обобщен опыт исследований и разработки инструментальных средств новых информационных технологий на железнодорожном транспорте. Рассмотрены узловые вопросы автоматизации процессов организационного управления на железной дороге как одной из важнейших сфер применения информационной технологии на транспорте. Развита новый подход в проектировании, разработке и эксплуатации гибкого информационно-программного обеспечения для случая, когда функции изменения, развития и модернизации процессов и объектов предметной области функционирующей АИС учтены на начальных этапах ее проектирования.

Для разработчиков АСУ и АИС, специалистов по созданию и применению средств информатики и вычислительной техники, студентов и аспирантов соответствующих специальностей.

Ил. 20. Табл. 54. Библиогр.: С. 196—200 (114 назв.).

Ответственный редактор *В. С. Михалевич*

Утверждено к печати ученым советом
Института кибернетики им. В. М. Глушкова АН Украины

Редакторы *И. Г. Васинюк, В. В. Онещенко*

Выпущено по заказу Института кибернетики им. В. М. Глушкова АН Украины

Отделение редакционно-издательской и рекламной деятельности УкрЦЭНДИСИ

И 140400000
И 1221(04)-91 91

ISBN 5-12-003330-X

© В. С. Михалевич, А. А. Бакаев, В. И. Гриценко,
В. Л. Ревенко, Ю. Н. Кузнецов, 1991

ПРЕДИСЛОВИЕ

В оценке общего состояния промышленного производства и транспорта ученые выделяют две тенденции: рост объемов знаний о процессах и явлениях в производственно-технологических и социально-экономических системах, получение огромных объемов информации и знаний о целостном производственном процессе, а не о труде и используемом в процессе труда оборудовании.

Необходимость переработки растущих по объему массивов информации приводит к перегрузкам в работе аппарата управления, снижает уровень и качество работы на стадиях планирования, оперативного управления, учета, контроля и анализа.

Информационные ресурсы при их эффективном использовании могут значительно снижать не только относительную, но и абсолютную потребность отраслей экономики в традиционных ресурсах. Чем больше информации в единицу времени перерабатывает система управления, тем экономичнее она расходует материальные, энергетические и трудовые ресурсы.

Информация — это такой ресурс, который при использовании не уменьшается, а увеличивается, при этом качественно совершенствуется и вместе с тем содействует максимально эффективному использованию сырьевых и энергетических ресурсов. Именно такой подход к информации позволил экспертам ЮНЕСКО предложить следующее определение информатизации.

Информатизация — процесс развития и широкомасштабного применения методов и средств сбора, преобразования, хранения и распространения информации, обеспечивающих систематизацию имеющихся и формирование новых знаний и их использование обществом в целях его текущего управления, дальнейшего развития и совершенствования. Информатизация приобретает особую значимость, так как именно она открывает пути повышения эффективности применения СВТ, радикального улучшения социального управления, создает «социальный заказ» на новые информационные технологии. НИТ отличается от традиционно существующих информационных технологий тем, что пользователь НИТ на основе собственных знаний, навыков, опыта и интуиции определяет, какие из имеющихся средств НИТ ему использовать в той или иной ситуации.

По мере роста масштабов компьютеризации и усложнения ЭВМ главным становится не технический, а социальный аспект в применении ЭВМ. Без понимания этого компьютеризация не дает должного социально-экономического эффекта, так как исторически сложившаяся «бумажная» среда с ее архаичными структурами и «книжная» грамотность пользователей не позволяют создать це-

лостные информационные технологии. НИТ по своей природе обладает свой-ствами и кратчайшие сроки перестраиваться на решение новых задач в новых условиях и новыми средствами.

В книге рассмотрены принципиальные вопросы разработки методов и средств НИТ в сфере управления перевозочным процессом на железнодорожном транспорте.

В гл. 1 дан краткий аналитический обзор современного состояния комплексной автоматизации и компьютеризации на железнодорожном транспорте у нас в стране и за рубежом. Выявлены наиболее существенные особенности предметных областей транспортного назначения, состоящие в том, что функция изменения состояния предметной области является одним из системообразующих факторов функционирования этой области.

Проанализированы традиционные методы проектирования информационного и программного обеспечений АС на железнодорожном транспорте, основанные на позадачном подходе. Намечены направления исследований по совершенствованию ИО в ПО АС.

В гл. 2 показано, что основным направлением совершенствования и повышения эффективности АС должны стать исследования в области информационного моделирования предметной области. Анализ организационно-экономических предметных областей транспортного назначения, подлежащих автоматизации, позволил обосновать новый подход к информационному отображению этой области в АС. Двухуровневый подход к моделированию предметной области (уровень материальных объектов и уровень информационных или абстрактных объектов) во главу угла ставит адекватное соответствие семантики предметной области и ее инфологической модели, которая является ядром ИО АС.

В гл. 3 подробно описана методика проектирования инфологической модели предметной области транспортного назначения в части контроля, слежения и учета состояния подвижных объектов перевозочного процесса на полигоне железной дороги.

Гл. 4 посвящена исследованиям в области проектирования и реализации двухуровневого подхода к информационному моделированию предметной и программной сред. Обоснованы принципы построения гибкого информационно-программного обеспечения АС. Показано, что концепция двухуровневого подхода содержательна и в программной среде. Реализация ее привела к новой архитектуре ИО и ПО АС. Суть новации в том, что изменение режимов работы АС, в целях сохранения структурного баланса между ИЛМ предметной области и режимов функционирования АС, обслуживающей эту предметную область, происходит за счет управляющей информации, поступающей в АС из управляющего информационного блока в составе ИО, в котором сконцентрированы все средства управления АС.

В гл. 5 и 6 подробно описана технология реализации одной из версий, спроектированных ИО и ПО для решения информационно-логических задач учета, контроля и слежения за состоянием подвижных объектов на полигоне железной дороги.

Авторы выражают благодарность специалистам, принимавшим участие в работе: И. П. Никулину, Г. В. Сувак, И. К. Богданову, А. М. Жаданову, И. М. Леоновой, В. П. Мельничук, А. Н. Федорко, И. С. Мялковской, В. Г. Синченко, Л. А. Янкович, Г. Н. Довгалю.

СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

АИС	— автоматизированная информационная система
АИСС	— автоматизированная информационная справочная система
АИУС	— автоматизированная информационная управляющая система
АСАД	— автоматизированная система административной деятельности
АСНИ	— автоматизированная система научных исследований
АСОУП	— автоматизированная система оперативного управления перевозками
АСУ	— автоматизированная система управления
АСУ ЖТ	— отраслевая комплексная автоматизированная система управления железнодорожным транспортом страны
АСУДО-Д	— автоматизированная система оперативного управления движением (дорожный уровень)
АСУ СС	— автоматизированная система управления сортировочной станцией
АСУ ТП	— автоматизированная система управления технологическими процессами
АЦПУ	— автоматическое печатающее цифровое устройство
БД	— база данных
ВЦКП	— вычислительный центр коллективного пользования
ДВЦ	— дорожный вычислительный центр
ДИСКОР-Д	— диалоговая автоматизированная система основной эксплуатационной деятельности станций и отделений железной дороги
ДИСКОР-ЮЗ	— диалоговая автоматизированная система основной эксплуатационной деятельности станций и отделений Юго-Западной железной дороги
ИВЦ	— информационно-вычислительный центр
ИЛМ	— информационно-логическая модель
ИМ	— информационный модуль
ИО	— информационное обеспечение
ИПС	— информационно-поисковая система
ИС	— информационный слой
ИСС	— информационно-справочная система
ИУС	— информационно-управляющая система
ИУМ	— информационно-управляющий модуль
ИТ	— информационная технология
ЛПР	— лицо, принимающее решение
МД	— магнитный диск

МЛ	— магнитная лента
МПС	— министерство путей сообщения
ТМС	— телефонная междугородняя станция
НЛ	— натуральный лист
НИТ	— новая информационная технология
НОД	— отделение железной дороги
НМД	— накопитель на магнитном диске
НМЛ	— накопитель на магнитной ленте
НСИ	— нормативно-справочная информация
НТП	— научно-технический прогресс
ОП	— оконечный пункт
ОС	— операционная система
ПМ	— программный модуль
ППО	— прикладное программное обеспечение
ППП	— пакет прикладных программ
ПО	— программное обеспечение
ПОД	— поисковый образ документа
ПСД	— последовательная структура данных
ПУ	— процессор узла
РПС	— род подвижного состава
СВТ	— средства вычислительной техники
СИМ	— структурный информационный модуль
СОД	— система обслуживания файлов
СЕИ	— структурная единица информации
ССПО	— система сбора и предварительной обработки данных
СУБД	— система управления базами данных
СУВП	— система управления вычислительным процессом
УО	— устройство обмена
УС	— устройство сопряжения
ТБД	— табличная база данных
ТГНЛ	— телеграмма натуральный лист
ТЗ	— техническое задание
ЮЗЖД	— Юго-Западная железная дорога
ЯР	— языковой редактор

ВВЕДЕНИЕ

Автоматизация процессов управления — одно из наиболее эффективных средств интенсивного подхода, использование которого при комплексности, сбалансированности и синхронности применяемых методов и средств обеспечивает существенное повышение производительности труда.

Автоматизированные системы, несмотря на их широкое распространение, практически не изменили организационные формы, методы и структуры управления, не снизили общую численность аппарата управления и не достигли главного — изменения сущности самого процесса управления.

Все эти недостатки, во многом дискредитирующие саму идею автоматизированного управления, предопределены затратным методом, который составляет сущность экстенсивного подхода в экономике. Именно поэтому все еще не удается активизировать главную составляющую эффективности от АС — устранение разнообразных потерь в народном хозяйстве по организационным и технологическим причинам.

Недостатки и несовершенство именно систем информационного обеспечения и обмена являются тормозом на путях совершенствования и повышения эффективности АС.

Смещение акцентов в процессах проектирования АС на содержательную сторону вопроса с необходимостью свидетельствует о том, что совершенствование моделей и методов информационного отображения предметных областей, которые взаимодействуют с АС, является чрезвычайно актуальной и необходимой составляющей исследований в сферах комплексной автоматизации и компьютеризации общественного производства.

Разрешение данной проблемы многие специалисты видят в новом подходе к оценке и роли СВТ в обществе. Но по мере роста объемов и номенклатуры выпускаемых промышленностью СВТ, расширения их функциональных возможностей, улучшения технических характеристик и снижения эксплуатационных затрат актуальность проблем в сфере применения СВТ не только не уменьшается, но во многих случаях заметно возрастает. Области применения СВТ отличаются большим разнообразием. По оценкам

специалистов на сегодняшний день их насчитывается около 4500. Основным потребителем СВТ являются промышленность, транспорт, банки, связь, торговля, государственные учреждения.

Архитектура различных по масштабу и назначению АС сформировалась эволюционным путем под воздействием множества различных факторов социально-экономического и организационно-производственного характера. Совокупности конкретных факторов и условий, которые берут за основу при проектировании АС, обслуживающей ту или иную предметную область, отражая отраслевую или функциональную направленность этих систем, далеко не всегда соответствуют общесистемным и методологическим принципам как применения СВТ, так и технологиям создания АС. Сущность системного подхода в проектировании состоит в необходимости постоянно подчеркивать интегративность понятия о системе на всех этапах ее проектирования, создания и эксплуатации, необходимости подчинения частных или локальных целей общей или глобальной цели системы.

Недостатки и противоречия традиционных схем проектирования АС, практически невидимые на начальных этапах разработки, всегда проявляются в процессе эксплуатации. В результате происходит резкое снижение эффективности функционирования АС, которые обслуживают любую организационно-экономическую предметную область. Следствием этого является постоянный рост затрат, связанных с эксплуатацией и модернизацией АС. Кроме большого количества субъективных факторов существуют еще не до конца решенные проблемы методологического и концептуального характера в области информационного моделирования подлежащих автоматизации предметных областей. Прежде всего это касается отсутствия результатов фундаментального характера и развитой теории построения информационно-логических или инфологических моделей подлежащих автоматизации предметных областей.

Данный класс информационных моделей призван, с одной стороны, исчерпывающе полно описывать логику, структуру и законы протекания информационных и материально-технологических процессов в исследуемой предметной области, с другой — структуру, логику и режимы функционирования соответствующей АС.

Все сказанное свидетельствует о том, что совершенствование моделей, методов и средств информационного обеспечения АС, отображающих содержательную сторону автоматизации, является чрезвычайно актуальным направлением исследований в общей проблематике автоматизированного управления.

Работы в данном направлении отличаются большим разнообразием: от абстрактной теории до прикладных исследований и создания конкретных систем. В настоящее время, когда общая теория информационных процессов и систем переживает период становления, большой интерес представляют именно прикладные работы, позволяющие путем обобщения полученных практических резуль-

татов развить дальше теорию и методы проектирования АС и ее составляющих компонент.

Данная работа построена именно в таком плане. В ней обобщен опыт разработки некоторых классов функциональных АС и на этой основе, с помощью системного подхода, разработаны методы и средства совершенствования АС.

Предметом исследований является определенная на основе анализа совокупность информационных и материально-технологических процессов в организационно-экономических предметных областях транспортного назначения, в которых подлежат автоматизации функции контроля, слежения, оперативного управления, анализа и учета.

Транспорт имеет только ему присущие черты, которые объясняют особенности транспортной технологии.

1. Транспорт рассредоточен на большой территории и состоит из сотен тысяч управляемых объектов. Система управления имеет иерархический вид, что не позволяет управляющему персоналу непосредственно контролировать и следить за их состоянием и требует передачи информации о состоянии перевозочного процесса в центр в виде унифицированных сигналов и сообщений.

2. Транспортная система динамична — размещение ее подвижных объектов непрерывно меняется. Для поддержания модели этой системы в состоянии, близком к реальной действительности, требуется высокая частота передачи данных от значительного числа источников информации, которые характеризуют состояние транспортных средств, перевозимых грузов и обслуживающих их средств.

3. Являясь отраслью экономики народного хозяйства, транспорт производит около 10 % национального дохода, но основным эффектом деятельности транспорта является его непосредственное соучастие в создании общественного продукта и национального дохода практически всеми отраслями народного хозяйства.

4. Транспорт реализует ряд общегосударственных целей, а именно: создает благоприятные условия и предпосылки развития не только производственной, но и социально-культурной сфер жизни в неразвитых или слабо развитых регионах; является средством, способствующим административной консолидации государства, четкому региональному управлению, поддержанию общественного порядка и укреплению обороноспособности страны.

Переход народного хозяйства на интенсивные методы хозяйствования означает качественно новый, более высокий уровень создания и применения информационных технологий.

В научной литературе сейчас нет единой трактовки современного звучания информационной технологии, для полноты изложения приведем некоторые из них:

ИТ — последовательность операций по сбору, передаче, хранению данных, их преобразованию для удовлетворения информационных потребностей пользователя, отображение, документирование и распространение информации в выразительной форме;

ИТ — это все знания и сведения о способах рационального использования материальных и трудовых ресурсов в процессе производства информационного продукта;

ИТ — совокупность «встраиваемых» в системы организационного управления принципиально новых средств и методов обработки данных, представляющих собой целостные технологические системы и обеспечивающих целенаправленное создание, передачу, хранение и отображение информационного продукта (данных, идей, знаний) с наименьшими затратами и в соответствии с закономерностями той социальной среды, где используется эта технология.

Можно спорить по поводу отдельных сторон приведенных определений ИТ, но совершенно ясно, что современный уровень развития производительных сил и производственных отношений, активизация процессов общения людей друг с другом и с окружающим их миром могут быть эффективно обеспечены только ИТ на основе СВТ.

Новая информационная технология — такая ИТ, которая призвана обеспечивать новое качество и новые потребности при информационном обслуживании пользователя. Под пользовательскими качествами информационного обслуживания понимаются точность, новизна, своевременность, существенность, доступность, выразительность, экономичность, тиражируемость и массовость применения. Данная технология, как и вообще любая ИТ, определяя путь разделения любого процесса на более простые части, должна однозначно определять всю совокупность и последовательность действий, которые выполнялись бы каждым конкретным исполнителем, чтобы добиться максимально эффективного выполнения поставленной перед ним задачи.

Таким образом, цель является чрезвычайно важным признаком любой технологии. Но особое значение она имеет для ИТ. Именно наличие цели делает эти технологии актуальными. ИТ либо необходима, полезна и поэтому используется и не устаревает, либо не используется и поэтому никому не нужна. Цель не только характеризует ИТ, но и является основой любого процесса, задавая определенный порядок и режим его протекания во времени.

Сегодня ИТ с полным основанием причисляются к так называемым новым технологиям, определение которых принадлежит академику Б. Е. Патону. Согласно этому определению новым технологиям присущи свойства, которые позволяют: создавать принципиально новые, не существовавшие до этого, виды высококачественной продукции; оптимальным образом объединять самые разнообразные технологии и технологические процессы; обеспечивать минимум вложенных в производство средств.

Анализируя производственную среду и процессы управления теми производственными процессами, которые в ней протекают, все события разбивают на такие мелкие части, что они теряют свою целостность. Декомпозиция производственных процессов порождает совокупность информационных процессов и потоков,

быстро увеличивающегося общего объема информации, что в свою очередь приводит к усложнению процессов принятия решений. Становится очевидным, что по мере развития и совершенствования производственных процессов аппарат управления все в большей степени начинает испытывать дефицит профессиональных знаний, времени и других ресурсов, которые необходимы для преобразования этих объемов информации в целостные информационные структуры и продукты. Именно так реализуется первый этап возврата к обобщенным информационным объектам реальной производственной среды.

Информация, структурированная в моделях и структурах данных, не подчиняется законам сохранения. Ее можно не только создать, но и уничтожить, но эта структурированная информация обладает свойством синергичности, т. е. целое всегда важнее и существеннее чем сумма отдельных составляющих этого целого. НИТ ориентированы на поиск новых форм информационного обмена и обслуживания, что принципиально отличает их от традиционно понимаемой ИТ, которая ориентирована на разработку и оптимизацию отдельных операций, процедур, процессов.

Потребности общества в информационном обслуживании растут чрезвычайно быстро. Причем пользователю уже недостаточно представить данные в чистом виде, которые удобны для целей анализа. Ему нужен готовый продукт и в таком виде, который делает возможным использование получаемых сведений непосредственно.

НИТ в случаях, когда она актуальна и необходима, позволяет обеспечить: высокое качество информационного обслуживания ЛПР; повышение точности прогнозов о развитии производственных ситуаций и процессов; правильный баланс ближних и дальних целей; генерацию альтернативных вариантов решения возникающих производственных и информационно-логических задач; решение задач реализации принятых к исполнению управленческих решений; увеличение скорости информационного обмена и времени движения информации от источника до потребителя; значительное снижение затрат, связанных с проведением экономических экспериментов на предприятиях, и отработку отдельных цепочек и элементов народнохозяйственного механизма в условиях перестройки. НИТ — одно из самых эффективных средств выявления знаний, а также контроля и систематизации информации.

Многообразие НИТ связано с многообразием процессов фиксации, накопления данных, их переработкой в информационных структурах и передаче. НИТ только прошли начальную стадию своего становления, но их значение выходит за рамки понимания их только как одной из форм использования СВТ конечным пользователем.

Перестройка управления с ориентацией на экстенсивную эксплуатацию информационных ресурсов и НИТ базируется на двух основных принципах. Первый — принцип согласованного управления техническими (ЭВМ, сети ЭВМ, аппаратура подготовки и передачи данных, видеотерминалы и т. п.), информационными

(документы и сообщения) и человеческими (пользователи и обслуживающий персонал) средствами и ресурсами НИТ. Второй принцип состоит в переводе НИТ с обработки данных (при ориентации на ввод) на обработку информации (при ориентации на конечный результат обработки).

По мере становления НИТ как реального инструментального средства аппарата управления ее основной продукцией становятся массивы данных, информация, знания, алгоритмы, модели, программы реализации алгоритмов на ЭВМ. Особенностью продукции НИТ является не уничтожаемость информации в процессе ее использования и эксплуатации, а наоборот, ее количественный рост.

Повышение уровня информационной обеспеченности производства становится решающим фактором его ресурсосберегающей перестройки. Информационная обеспеченность — это не только качество и объемы хранимой информации и знаний, но и наличие средств фиксации, сбора, хранения, обработки и передачи информации. НИТ выступает не только интегратором существовавших до нее информационных технологий регистрации и сбора данных, их хранения, копирования и передачи, но и придает системность отдельным элементам других технологий и в первую очередь методологии принятия управленческих решений. Основное назначение НИТ состоит не только в разработке методов и средств информационного обеспечения, сколько в подлинно комплексном подходе к обеспечению точной, качественной и своевременной информацией лиц, принимающих управленческие решения.

Совершенствование управления перевозочным процессом и разработка на его основе НИТ требуют создания нового поколения АИС и АСУ, которые в своей архитектуре должны содержать общесистемные блоки, позволяющие этим системам гибко реагировать на изменения как самого объекта управления, так и внешней относительно него среды или предметной области. Любая АИС находится в состоянии непрерывного обмена информацией с окружающей средой, содержит, накапливает и перерабатывает текущие данные о ее состоянии, которые структурируются в соответствующие наборы данных информационной базы этой АИС. Информационная база АИС, как правило, содержится в актуальном состоянии с точностью до совершения фиксируемых АИС событий в предметной области. Практика применения АИС на транспорте свидетельствует о постоянно растущем разрыве между темпом роста потребности в информационном обслуживании системы управления перевозочного процесса и возможностями АИС. Повышением эффективности АИС является усовершенствование технологии разработки информационного обеспечения. Отставание в развитии функциональных возможностей АИС объясняется все возрастающей сложностью и трудоемкостью разработки информационного, программного и технологического обеспечений АИС. Для повышения эффективности и качества информационного обслуживания абонентов АИС необходим поиск средств и системотехнических

решений в направлении развития и совершенствования адаптивных свойств информационного и программного обеспечений. При этом увеличение объема информационных услуг должно достигаться без существенных дополнительных затрат, связанных с перепроектированием и доработкой программного обеспечения.

Под гибкостью информационного обеспечения будем понимать свойство системы сохранять соответствие собственной структуры и организации предметной области, а под гибкостью АИС в целом — способность системы к быстрой смене режимов обработки данных без останова функционирования АИС. Основная концептуальная идея, которая детально исследуется в работе, состоит в выделении в архитектуре системы функционального блока информационного управления программным обеспечением АИС. В этом блоке сконцентрированы все средства гибкого управления АИС.

Программное обеспечение ЭВМ и прикладных систем обработки данных, некогда монолитное, имеет многоуровневую структуру. Каждый уровень или слой этой структуры ориентирован на свою функцию, но любая пара смежных слоев может рассматриваться как управляющий — верхний слой и исполнительный — нижний. Именно эта многоуровневая конструкция делает программное обеспечение быстро настраиваемым на различные режимы работы. Изменение режимов работы таких двухуровневых структур всегда происходит только за счет изменения управляющей информации верхнего слоя, а нижний слой не подвергается никаким изменениям. Он как бы превращается в твердую составляющую структуры. Такой слой в архитектуре системы обработки данных может быть перемещен на любое место без нарушения общего алгоритма управления. Передача управляющей информации из верхнего слоя в нижний происходит через области связи АИС. Данная структурная схема архитектуры АИС аналогично отражается и в организации базы данных АИС, в которой также структурно выделены два уровня — абстрактных информационных и материальных объектов. Уровень абстрактных объектов содержит управляющую информацию для уровня материальных объектов. Любой материальный объект предметной области, с которой взаимодействует АИС, не может нормально функционировать вне информационной среды. В базе данных АИС состояние предметной области отображается через уровень абстрактных объектов, т. е. через структуры и наборы данных, выделяющих и описывающих различные виды состояний и событий, происходящих с материальными объектами.

В предлагаемой работе описан новый подход к информационному моделированию предметных областей транспортного назначения, который с позиций системного подхода последовательно рассматривается на содержательном (лингвистическом), концептуальном (модельном) уровнях и на уровне реализации.

Глава 1

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ АВТОМАТИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ТРАНСПОРТЕ

1.1. ОРГАНИЗАЦИОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ КАК ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПРОЦЕСС

Накопленный опыт и практика управления в народном хозяйстве позволили высказать принципиально новые концепции и подходы к проблемам его совершенствования.

Академик В. М. Глушков в своих трудах [1, 2], исследуя общие закономерности функционирования и тенденции развития общественного производства в условиях НТР, выделил следующие его особенности: количественный рост номенклатуры массово выпускаемой продукции, аналогов и прототипов которой вообще не существовало; резкое увеличение усредненной сложности выпускаемой продукции, обладающей новыми потребительскими свойствами; разработку и освоение в общественном производстве новых технологий по выпуску этой продукции на базе постоянно совершенствующихся средств автоматизации и компьютеризации; быстрое обновление номенклатуры выпускаемых изделий: необходимость решения новых, ранее не возникавших, сложных задач координации, централизации, децентрализации и управления взаимосвязанными между собой комплексами отраслей народного хозяйства.

Методы и средства управления должны быть ориентированы на постоянно меняющуюся среду и условия их применения в большей степени, чем изменения в основных производительных силах.

Управление — прежде всего информационный процесс, наиболее сложным этапом которого является выработка решения. Чтобы этот этап шел по правильному пути, необходимо прежде всего уяснить поставленную задачу.

Процесс выработки решения содержит объективный и субъективный аспекты. Объективный аспект состоит в том, что существует вне нашего сознания и не зависящая от человека совокупность связей и условий, свойственных тем или иным производственным процессам. Сюда относятся также вопросы постановки задачи управления, учет внешних факторов и текущего состояния процесса. Субъективный аспект состоит в индивидуальном отражении объективного в сознании человека и принимаемого им в результате этого процесса управленческого решения.

Центральным понятием при этом является понятие информации. Информация, от латинского *informatio* (разъяснение, изложе-

ние), первоначально — сведения, передаваемые людьми устным, письменным или другим способом. Информация — общенаучное понятие, включающее обмен сведениями между людьми, человеком и автоматом, автоматом и автоматом; обмен сигналами в животном и растительном мире; передачу признаков от клетки к клетке, от организма к организму [4].

Академик А. А. Дородницын [6] под информацией понимает любую совокупность сигналов, воздействий или сведений, которые какая-либо система или объект воспринимает извне (входная информация), выдает в окружающую среду (выходная информация) или хранит в себе (внутренняя информация). Данное определение вполне соответствует современным представлениям об информации. Все же оно неполно, так как не охватывает объективный характер информации и динамическую форму ее существования.

Известно, что информация может существовать в статической и динамической формах. Статическая — в виде рисунков, записей на бумаге или других носителей информации (глиняные дощечки, камень, папирус, магнитная лента или диск, голограмма), или в виде различных комбинаций состояний реле, триггеров и т. д. Динамическая форма — в виде процесса передачи информации по каналам связи или в пространстве электромагнитным или акустическим полем. Статистическая форма информации нашла свое отражение в структурных данных, а динамическая — в информационном процессе.

Как уже отмечалось, управление представляет собой специфическую деятельность ЛПР, заключающуюся в определении целей, методов и средств их достижения, а также выработки воздействий на управляемые объекты, которые необходимы для достижения поставленных целей.

Обобщенная схема управления, как информационного процесса, представлена на рис. 1.1. Здесь стрелочками указаны направления потоков информации: 1 — внешняя директивная информация, поступающая и воздействующая на объект управления; 2 — информация об объекте управления, поступающая в систему управления; 3 — информация в форме управляющих воздействий, поступающая на входы объекта управления; 4 — информация, ограничивающая действия ЛПР; 5 — информация внешней среды, поступающая на входы управляющей системы.

Рис. 1.1 дает общее представление об управлении в организационных системах. Информация об объекте управления 2 воспринимается управляющей системой, каким-то образом перерабатывается в соответствии с той или иной целью управления и в виде управляющих воздействий 3 передается на объект управления.

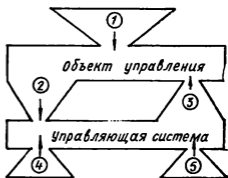


Рис. 1.1

Процессы получения информации, ее хранения и передачи называются в кибернетике связью. Переработка воспринятой информации в сигналы, направляющие деятельность машин и механизмов, называется управлением. Если машина или организм способны воспринимать и использовать информацию о собственной деятельности, то говорят, что они обладают обратной связью. Переработка информации, идущей по каналам обратной связи, в сигналы, корректирующие деятельность машин и механизмов, называется контролем или регулированием. Таким образом, в современной интерпретации, управление понимается как особая форма деятельности органов управления, состоящая в определении целей функционирования объектов управления, способов достижения этих целей, а также выработке воздействий на управляемые объекты, необходимые для изменения режима функционирования этих объектов для достижения намеченных целей.

Как следует из [6], основой управления являются информационные процессы, включающие анализ директивной информации, поступающей от вышестоящего органа управления, сбор и анализ данных о состоянии управляемых объектов, режимах и условиях их функционирования; переработку информации и выработку целей для управляемых объектов и поиск способов наиболее эффективного их достижения; принятие управленческих решений, доведение до их управляемых органов, контроль исполнения принятых решений. Последовательное выполнение всех перечисленных процедур и операций образует цикл управления, который можно представить в виде следующих обобщенных информационных процессов: сбор и анализ информации; принятие решений; доведение решений до исполнителей; контроль исполнения и анализ деятельности.

Общая продолжительность полного цикла управления характеризует оперативность управления. Общим требованием ко всем информационным процессам является полная, своевременная и достоверная передача и прием информации.

Для повышения качества и обоснованности принимаемых управленческих решений все шире находят применение методы моделирования процессов функционирования управляемых систем и оптимизации разрабатываемых программ достижения целей.

Схематически обобщенная схема управления как совокупности информационных процессов представлена на рис. 1.2.

Здесь 1 — директивная информация, обязательная к выполнению ЛПР; 2 — информация о степени самостоятельности ЛПР данного уровня в иерархии системы управления в подготовке и принятии решений; 3 — данные о внешней среде, в которой функционирует объект управления или протекает тот или иной управляемый процесс. Эти данные носят детерминированный или стохастический характер. Сюда же включаются данные об условиях направленного воздействия (поддержки или противодействия).

Изложенная схема движения информации в процессе деятельности ЛПР, безусловно, является предельно упрощенной. В реальной жизни в административно-организационном управлении

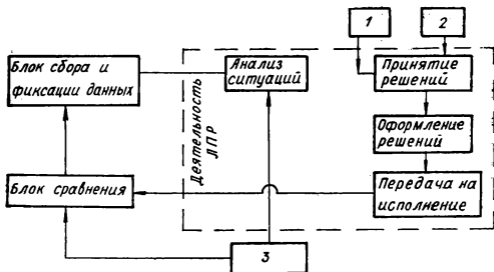


Рис. 1.2

необходимо рассматривать совокупность чрезвычайно больших по объему массивов информации и огромного количества разнообразных условий и ограничений, многие из которых взаимосвязаны и не поддаются предварительному учету.

Именно большие объемы информации, а также возможные заметные изменения условий протекания информационных и материально-энергетических процессов являются необходимой причиной расчленения единой системы и единого процесса управления на ряд подсистем с соответствующими им процессами управления, что обычно соответствует сложившейся организационной структуре и режимам функционирования органов управления. Практически все подсистемы управления, как правило, тесно взаимосвязаны между собой по задачам, имеют общие циклы и методы управления, используют согласованную и в значительной степени общую информацию.

Материально-технической основой организационных и технологических процессов управления являются информационные системы, основным элементом которых есть ЭВМ или их взаимосвязанная совокупность — сети ЭВМ.

1.2. КРАТКИЙ АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА ЗА РУБЕЖОМ И В СССР

Вопросам автоматизации различных аспектов перевозочного процесса на транспорте на основе ЭВМ уделяется большое внимание. В развитых капиталистических странах транспорт забирает значительную долю парка ЭВМ, который эксплуатируется в невоенной сфере, и эта доля будет постоянно возрастать. Это связано, в пер-

вую очередь, с появлением у транспорта таких новых функций, как отрасли народного хозяйства. Если ранее транспорт только способствовал деятельности отраслей народного хозяйства, то в настоящее время он стал необходимым условием развития и роста этих отраслей.

Решающее значение транспорта для экономического развития каждого отдельного государства определяется постоянным разделением труда, расширением кооперации в каждой сфере экономики. Эта кооперация во все возрастающих масштабах связана с работой транспорта. По своей структуре и оснащению транспорт должен находиться в состоянии структурного баланса с общей оснащенностью отраслей народного хозяйства.

Наиболее развито применение ЭВМ на транспорте в США. Так, по состоянию на 1987 г. только в сфере железнодорожного транспорта функционировало более 300 автоматизированных систем различного уровня и назначения, что составляет более 5,5 % общего числа автоматизированных систем обработки данных в капиталистических странах. Проанализировав [13—16] и [22—26], приведем краткий аналитический обзор применения АИС в развитых капиталистических странах с перечнем решаемых ими задач, указанием типов используемых ЭВМ и других средств вычислительной техники. Данные сведения весьма полезны для проектировщиков АИС различного рода и назначения, так как тип ЭВМ определяет во многом архитектуру АИС, ее функциональные возможности и режимы эксплуатации, а также особенности организации и ведения информационной базы на вычислительных центрах по месту эксплуатации АИС.

Общесетевая информационная система *TRAIN-1* и ее модификация *TRAIN-2* предназначены для осуществления слежения за каждым из вагонов с момента погрузки до момента выгрузки. Реализована *TRAIN-2* на базе двух ЭВМ типа *IBM 370/158*. Ежемесячно в систему поступает около $3 \cdot 10^7$ сообщений при пиковых суточных нагрузках, достигающих $1,4 \cdot 10^6$ сообщений.

Высокая надежность и простота управления данной системой позволяют американской ассоциации железных дорог (AAR) экономить значительные средства при сборе и обработке необходимой информации. *TRAIN-2* сведения о местонахождении грузов выдает с запаздыванием до трех часов относительно реальной ситуации. Основной функцией системы *TRAIN-2* является оперативное слежение за размещением вагонных парков на основе номерного учета перехода грузовых вагонов через стыковые пункты дорог железнодорожных компаний США и эксплуатационных округов.

Все решаемые в *TRAIN-2* задачи объединены в четыре комплекса задач.

В рамках первого комплекса составляется оперативная отчетность о размещении грузовых вагонов, принадлежащих данной компании, на сети железных дорог, принадлежащих другим железнодорожным компаниям. Отчеты включают разбивку вагонов по родам, вместимости, грузоподъемности и т. д.

Во второй комплекс входят задачи учета использования одними железнодорожными компаниями вагонных парков, которые принадлежат другим железнодорожным компаниям. Составляемые при этом отчеты по системам передачи данных в автоматическом режиме или по запросу передаются в информационно-управляющие системы соответствующих компаний для использования при составлении банковской документации при взаимных расчетах.

Третий комплекс предназначен для решения задач учета работы, выполняемой каждым вагоном; простоя на станциях с разбивкой по категориям станций и причинам простоя; загрузки вагонов; пробега в груженом и порожнем состоянии.

В четвертый комплекс входит задача учета технического состояния грузовых вагонов и выполнения внеплановых работ по техническому обслуживанию и ремонту за пределами дороги — владельца данного вагона.

В состав *TRAIN-2* входит подсистема непрерывного контроля и слежения за продвижением вагонов. Основной функцией этой подсистемы является обеспечение контроля полноты и достоверности поступающей в систему исходной информации, а также программная коррекция основного массива ошибок и искажений.

Информационно-управляющая система *COIN* (*Complete Operating Information*) разработана компанией *Union Pacific (UP)*, протяженность железных дорог которой составляет более 15 тыс. км.

Основной задачей системы *COIN* является информационное обеспечение управленческого персонала информацией о работе дороги и ее отдельных подразделений, размещении, состоянии и перемещении отдельных поездов и вагонов на сети железных дорог компании *UP*. Система использует единую информационную базу и работает по принципу интегральной обработки информации. Для каждого вагона и поезда в *COIN* сохраняются информация о времени отправления со станции погрузки или формирования, расчетный маршрут следования, а также расчетное время проследования промежуточных пунктов. Опыт разработки и эксплуатации системы *COIN* в *UP* позволил наметить основные пути совершенствования систем подобного рода, которые были реализованы в следующей версии системы *COIN-2*. Основные изменения касались информационной базы и алгоритмов, решения основных задач.

Основное отличие *COIN-2* состоит в разработке и использовании технических и программных средств повышения оперативности сбора и обработки первичных данных, а также обеспечении более высоких, чем уже достигнуто, показателей достоверности исходных данных, поступающих в систему. Если основной функцией *COIN* было слежение за движением и сменой состояний грузовых вагонов, то в *COIN-2* дополнительно к этим функциям обеспечиваются текущий контроль выполнения временных норм движения поездов, учет размещения локомотивов, автоматический расчет заданий по регулированию парка порожних вагонов; учет технического состояния и обслуживания локомотивов и грузовых вагонов, а также

учет запасных частей на складах мастерских и ремонтных заводов железнодорожной компании *UP*.

Система *COIN-2* базируется на ЭВМ типа *IBM 370/155* с системой телеобработки данных на основе программируемых мультиплексоров передачи данных типа *IBM 3705*. В режиме «горячего резервирования» *COIN-2* поддерживается резервной ЭВМ типа *IBM 370/155*.

В целях эксплуатации систем *COIN* на сети железных дорог *UP* организовано 82 информационных пункта, кроме этих пунктов в 93 пунктах и учреждениях, связанных с организацией перевозок в *UP*, установлены видеотерминалы, имеющие вход в систему *COIN* или *COIN-2*. *COIN-2* использует систему телеобработки *TSCAM*, которую разработала *IBM* специально для ЭВМ типа *IBM 370* с программируемым мультиплексором передачи данных *IBM 3705*.

Разнообразные методы и алгоритмы внутреннего контроля правильности коммутации каналов сети передачи данных, а также приема и передачи сообщений обеспечивают высокий уровень достоверности первичных данных в *COIN-2*. Разработчиками *COIN-2* предусмотрена информационная и программная совместимость системы *COIN-2* с аналогичными информационно-управляющими системами других железнодорожных компаний США, в частности, с общенациональной информационной системой *TRAIN-2*.

Железнодорожная компания *Southern Pacific (SP)* разработала собственную информационно-управляющую систему *TOPS*, которая функционально совместима с *COIN-2*. Организация межмашинного обмена данными систем *TOPS* и *COIN-2* позволила в значительной степени сократить объем информационных сообщений, получаемых вручную и резко повысить уровень достоверности данных в информационных базах этих систем. Первичные данные передаются ЭВМ заранее, по факту передачи поезда с дороги на дорогу. Межмашинный обмен осуществляется в форме информационных подтверждений о приеме и сдаче вагонов и грузов.

В условиях межмашинного обмена между системами *COIN* и *TRAIN* осуществляется обмен информацией о техническом состоянии грузовых вагонов, координации оперативных планов перевозок грузов, которые следуют по линиям *UP* и *SP*. Наличие данной информации в управленческом аппарате компаний *UP* и *SP* дает возможность резко улучшить оперативное взаимодействие и координацию действий, а это непосредственно влияет на снижение эксплуатационных издержек и времени перевозки грузов.

В целях эффективной организации обмена данными этими железнодорожными компаниями разработаны унифицированные форматы информационных сообщений. В результате информация, поступающая в память системы одной из дорог по факту погрузки, может быть использована системой другой железнодорожной компании для решения задач текущего планирования и управления эксплуатационной и грузовой работой сортировочных и грузовых

станций в процессе продвижения поездов и вагонов, погрузки, выгрузки.

Железнодорожная компания *Illinois Central Gulf*, локомотивный парк которой насчитывает 1000 единиц, эксплуатирует автоматизированную информационную систему *MARS*, предназначенную для хранения и выдачи информации о состоянии локомотивного парка этой компании.

Система *MARS* [26] обеспечивает сбор, обработку и выдачу следующей информации по каждому локомотиву: вид, время и депо следующего технического осмотра; результаты последнего осмотра; данные о последних 15 ремонтах локомотива, включая описание отказавших блоков, узлов и деталей, с перечислением выполненных работ по устранению неисправности; данные по последним шести лабораторным, физическим и спектральным анализам смазочного масла; результаты испытаний отдельных узлов и агрегатов; перечисление возможных изменений (например, передаточного числа тягового редуктора); данные по последним изменениям в основных агрегатах локомотива.

Информация из системы *MARS* используется локомотивной службой дороги для принятия решений по вопросам эксплуатации, технического обслуживания и ремонта локомотивов. Около 50 локомотивных депо *Illinois Central Gulf* имеют информационные пункты, где производится составление текущих отчетов о работе каждого локомотива, включая информацию о произведенном осмотре или ремонте, обслуживании и замене тех или иных блоков в депо. Ежедневно в *MARS* поступает от 100 до 200 таких отчетов. Основным показателем эффективности применения системы является коэффициент готовности локомотива к эксплуатации. В железнодорожной компании *Illinois Central Gulf* он составляет свыше 90 %.

В США многие компании, например *Applied Chemical Company*, *NAC*, *Louis Dreyfus*, имеют собственные автоматизированные информационные системы, осуществляющие контроль и слежение за использованием грузовых вагонов, а также слежение за дислокацией на сети железных дорог хлебных маршрутов из вагонов, принадлежащих данной компании. С 1982 г. работающая АИС, которая принадлежит железнодорожной компании *SP*, эффективно используется для решения комплексов задач оптимизации перевозочного процесса и использования подвижного состава.

Хорошо зарекомендовала себя в работе система *Locotrol*, основной функцией которой является контроль эксплуатации и оперативное диагностирование тепловозов.

Автоматизированная система управления железной дорогой *NORFOLK and WESTERN* [13] (США) дает возможность наряду с информационно-справочными задачами решать задачи оптимизации управления перевозочным процессом.

В целях безопасности движения поездов на железных дорогах США разработан ряд систем, осуществляющих автоматизированный контроль за состоянием путевого хозяйства.

Как правило, все АИС на железнодорожном транспорте США построены на ЭВМ фирмы IBM, которая разработала целую серию ЭВМ и дополнительное оборудование, учитывающие особенности автоматизации транспортной технологии.

Много различных АИС функционирует в Канаде. Наиболее мощная из них создана компанией ВСР и предназначена для решения задач регулирования движения поездов с применением радиосвязи LIC [13].

Система диспетчерской централизации *CTC-Mikro 700* осуществляет в автоматизированном режиме сбор и ввод необходимой информации, а также осуществляет контроль работы систем связи. Дисплейные пункты позволяют диспетчеру получать необходимую информацию в реальном масштабе времени и в наглядной форме.

Работая в автоматическом режиме, система *CTC-Mikro 700*, дополненная усовершенствованной подсистемой телеобработки *TAC-100* с использованием средств микроволновой радиосвязи, решает задачи, связанные с поездографическими функциями, которые включают распознавание, определение местоположения поездов, контроль и слежение за их перемещением на полигоне железной дороги с передачей информации на видеотерминалы диспетчерских пунктов.

Компьютерная система *Sperry Univac* [24], функционирующая в Австрии, помогает успешно решать следующие задачи: материально-технического снабжения, учета кадров, управления пассажирскими перевозками. Информационно-управляющая система *TUMS*, обслуживающая железнодорожные компании США и Канады, дает возможность решать задачи о поступающих и отправляемых вагонах и осуществляет решение задач составления плана формирования поездов. На японских национальных железных дорогах (*JNR*) в последние годы выполняется большой объем по объединению различных автоматизированных систем в одну на основе единого распределенного банка данных. Весь этот комплекс работ направлен на обеспечение эффективного информационного межмашинного обмена между системами, как с помощью автоматизированной системы сбора и обработки информации *DACS*, так и непосредственно через терминальные устройства сетей передачи данных систем. В этих целях были разработаны единые технические требования по унификации системы связи и передачи данных. Использование предварительно разработанных, специальных устройств сопряжения обеспечило непосредственный доступ к базам данных, находящихся в распределенном банке данных общего пользования. При обмене информацией между системами терминальные устройства позволяют отправлять сведения в пять адресов.

В системах *FOCS*, *COMTRAC*, *EPOCS*, *DACS* [23, 24] реализованы единые методы и алгоритмы межмашинного обмена. Необходимая информация для ежедневных отчетов о работе пассажирской и грузовой служб передается в *DACS* с 29 информационных пунктов и 400 терминалов. После обработки этих сообщений руководство различных служб *JNR* получает необходимые

сведения в виде распечатанных таблиц или на видеотерминальных пунктах.

На сегодняшний день *JNR* использует в управлении перевозочным процессом более 100 ЭВМ. Обмен данными между всеми этими ЭВМ идет через систему *DACS*. Информация, зарождающаяся в линейных подразделениях *JNR* по сети передачи данных *DACS*, передается в отделения дороги, где осуществляется ее обработка. Из отделений обработанная информация поступает на следующий уровень управления. В случае необходимости получения дополнительных сведений система *DACS* обеспечивает связь со всеми абонентскими пунктами, расположенными на сети *JNR*. В шести главных отделениях *JNR* расположены региональные подсистемы *DACS*, связанные с 23 линейными предприятиями, на которых базируются локальные подсистемы *DACS*. Контроль за работой региональных и локальных подсистем *DACS* осуществляется с помощью микро-ЭВМ. Поступающая в систему информация может быть записана как на МД, так и на МЛ. Кроме того, в системе имеются устройства почтоточной скоростной печати для распечатки входных и выходных сообщений.

Для высокоскоростных магистралей *ТОХОКУ* и *DZEYZY* [23] разработана и успешно функционирует автоматизированная система *COMTRAC*, включающая в себя подсистему управления движением *EDP*, базирующуюся на основе двух ЭВМ типа *HITACHI-M-170* с оперативной памятью в 3,5 Мбайт, и подсистему выбора маршрута *PPC* на базе трех ЭВМ типа *HIDIC-80-E* с оперативной памятью в 192 Кслов. Подсистема *EDP* содержит 8 устройств на МД, каждое емкостью в 200 Мбайт, 8 устройств с МЛ, 10 видеотерминалов СРТ для прямого диалога диспетчера с ЭВМ, 3 графических дисплея и 3 устройства скоростной печати.

Система *COMTRAC* взаимодействует с системой автоматического ведения поездов *ATOMIC* (включающей в себя подсистемы дистанционного управления тяговыми энергоподстанциями и другими железнодорожными электрическими устройствами), а также с системами резервирования мест и продажи билетов на пассажирские поезда.

В систему *COMTRAC* исходные информационные сообщения поступают с интервалом 1,5—3 с. Данные поступают по двум независимым каналам и передаются в соответствующие ЭВМ для контроля.

Система *COMTRAC* имеет четыре видеотерминальных пульта для работы диспетчеров. Три из них предназначены для работы линейных диспетчеров, которые обслуживают соответствующие круги магистрали, а четвертый находится в распоряжении старшего диспетчера и может обслуживать любой из кругов магистрали.

Для управления движением конкретного поезда используется 5-битовый сигнал, с помощью которого регистрируется пять контрольных состояний. Занятие первого бита сигнала служит признаком считывания номера поезда и проверки у него остановки

на очередной станции. Система *COMTRAC* эксплуатируется на скоростных магистральных линиях, не имеющих ответвлений. Управление движением поездов в больших узлах и в пунктах разветвления линий требует обеспечения контроля за транспортной ситуацией на прилегающих участках сети.

В данной системе ЭВМ используется практически для выполнения всех операций по управлению движением поездов, за исключением функций, которые обеспечивают безопасность движения поездов. Эти функции выполняются системами станционной блокировки, которые подключены к ЭВМ системы.

В *COMTRAC* предусмотрены возможности самостоятельного установления маршрута следования поезда при условии, что фактическая ситуация лишь незначительно отличается от заранее спrogramмированного маршрута движения поезда. Ограничения выбора маршрута накладываются на его конечные пункты. Расчет нового маршрута производится в том случае, если время опоздания (прогнозное) в конечный пункт находится в пределах 2—5 мин.

С 1984 г. на сети датских государственных железных дорог (*DSB*) запущена в эксплуатацию автоматизированная система контроля грузовых перевозок *GTS*. Основное назначение этой системы — точное извещение клиентов о местонахождении грузов и о подходе грузов к станциям назначения для их своевременного вывоза. Важное значение имеет в *GTS* отдельная подсистема, осуществляющая контроль за продвижением опасных грузов. Система *GTS* — крупнейшая из систем электронной обработки данных, которая эксплуатируется на сети *DCB*. Она охватывает около 50 станций и транспортных экспедиций, где установлено более 100 видеотерминалов. Система *GTS* каналами связи соединена с аналогичными АС, функционирующими на территории Швеции и ФРГ, что позволяет эффективно управлять и международными перевозками. Парк вагонов, за которым следит *GTS*, насчитывает около 27 тыс. вагонов, из которых только около 40 % принадлежит *DSB*, остальные — зарубежным железным дорогам и частным компаниям.

В СССР крупномасштабные работы по автоматизации перевозочного процесса на железнодорожном транспорте были развернуты в 70-х г. Была поставлена задача на развитие АСУ и вычислительных центров и сформулирована генеральная концепция по их объединению в единую общегосударственную систему сбора и обработки информации для учета, планирования и управления, а также создание Государственной сети передачи данных и Государственной сети вычислительных центров. В МПС СССР принята большая программа по созданию комплексной АСУ ЖТ [44], которая относится к отраслевым АСУ и входит в состав функциональных подсистем ОГАС. Главной целью создания АСУ ЖТ является совершенствование качества управления перевозочным процессом на сети железных дорог и прежде всего эксплуатационной деятельностью, оптимизация всех видов планирования и опе-

ративного руководства работой производственных звеньев, наилучшее использование основных фондов, материальных и трудовых ресурсов, освоение возрастающего объема перевозок, улучшение технико-экономических показателей работы железнодорожного транспорта в целом.

Дадим краткий обзор, следуя [7—12], некоторых функциональных подсистем АСУ ЖТ дорожного уровня, а именно АСУДО-Д и ДИСКОР-Д. Типовая АСУДО-Д (начало разработок с 1979 г.) предназначена для дальнейшего совершенствования оперативного управления эксплуатационной работой железных дорог и ее подразделений на основе машинной обработки данных НЛ, сведений о продвижении поездов, номерного учета, дислокации и состояния локомотивов, а по мере создания соответствующих технических средств и учета выполнения грузовых операций по каждому вагону.

Функционирование АСУДО-Д предусматривается в режиме, близком к реальному, когда информация в ЭВМ поступает не позже чем через 10—12 мин, после свершения основных эксплуатационных событий (формирование, прибытие, отправление поездов, операции с локомотивами). Подобный режим работы предъявляет очень жесткие требования ко всем работникам, связанным с подготовкой и передачей данных, но в то же время позволяет руководителям и диспетчерскому персоналу службы движения аппарата управления железной дороги знать положение на любой момент времени и своевременно принимать меры по устранению боковых ситуаций.

Основой информационной базы АСУДО-Д являются сведения из НЛ в объеме ТГНЛ на все поезда, находящиеся на полигоне железной дороги, и сообщения об изменениях состава поезда (прицепки, отцепки, перестановки вагонов). Источниками этой информации служат станции формирования поездов или станции, являющиеся пунктом учета перехода поездов и вагонов с дороги на дорогу, если ТГНЛ не получена заранее. Массивы изменения состава данных должны поступать от тех станций, где эти изменения производятся, или отделений железной дороги, если станция не имеет каналов связи с ДВЦ.

В качестве типовой технологии в АСУДО-Д предусмотрена передача всех ТГНЛ и сообщений об изменениях в составах в ДВЦ, который является хранителем и распределителем этой информации по потребителям, а именно: АСУ СС; ДВЦ соседних дорог; пунктам учета перехода; станциям назначения и т. д. Такая технология позволяет своевременно собрать, проконтролировать, обработать и передать потребителям всю необходимую информацию, а также сократить объемы циркулирующей информации между объектами АСУДО-Д.

Программное обеспечение АСУДО-Д, разработанное применительно к ЕС ЭВМ, состоит из общесистемной и прикладной частей.

Общесистемная часть включает в себя ОС ЕС ЭВМ; систему сбора и предварительной обработки данных (ССПО); систему

управления вычислительным процессом (СУВП); систему обслуживания файлов (СОФ); систему программ обработки нормативно-справочной информации.

Математическое обеспечение функциональной части АСУДО-Д построено по модульному принципу. В качестве программного модуля, как правило, выступает ППП, разрабатываемый с целью реализации комплекса взаимоувязанных между собой функциональных задач. Каждый из ППП разрабатывается с учетом наличия в базе данных АСУДО-Д полной, достоверной и существенной информации, которая необходима для решения той или иной функциональной задачи. Управление работой каждого отдельного ППП осуществляется специальной программой-планировщиком прикладных программ, которая входит в СУВП. Вместе с АСУДО-Д одной из основных систем дорожного уровня является диалоговая система контроля оперативной работы ДИСКОР-Д. Система ДИСКОР-Д разработана и функционирует на сети железных дорог МПС. При эксплуатации данной системы необходимо соблюдать следующие ограничения: 1) перечень объектов, на которых зарождается информация, должен быть ограниченным; 2) перечень макетов (структур) сообщений для каждого объекта ограничен и фиксирован при генерации ДИСКОР-Д; 3) состав данных для каждого сообщения жестко фиксирован при генерации ДИСКОР-Д; 4) за один технологический цикл (месяц, декада, сутки) обрабатывается только одно сообщение данного ППП для каждого из информационных объектов; 5) исправление данных, которые накапливаются за ряд периодов, допускается только в течение текущего периода накопления (месяц, декада, сутки).

Если возникает необходимость внесения изменений в перечни информационных объектов, сообщений и составов данных в сообщениях, то эти изменения осуществляются посредством использования специальных (на этот случай) разрабатываемых программных средств. Входные сообщения, поступающие в ЭВМ системы ДИСКОР-Д после предварительной обработки и контроля средствами подсистемы ССПО, помещают в базу данных ДИСКОР-Д, где они сохраняются в течение определенного, задаваемого заранее времени. В зависимости от функционального назначения сообщения, поступающие на вход ДИСКОР-Д, можно разделить на оперативные (суточные, сеансовые), плановые или нормативные и производные, т. е. такие, которые могут быть по запросу в ДИСКОР-Д сформированы средствами этой системы. Производные сообщения помещают в базу данных ДИСКОР-Д, непосредственно минуя подсистему ССПО. В их состав входят сообщения накопления (месячное, декадное, оперативное) и расчетные сообщения, получаемые формированием на основе тех данных, которые содержатся в базах данных ДИСКОР-Д. Стандартный макет сообщения, используемый в базе данных ДИСКОР-Д, включает следующие функциональные характеристики: — структуру данных в сообщении; — идентификацию места хранения, зависящую от назначения и содержания сообщения; — некоторую характеристику

периода времени, определяющую характер использования и движения сообщения в процессе хранения.

В ДИСКОР-Д заранее выделяются места хранения сообщений, которые специализированы по функциональному признаку. К ним относятся наборы оперативной информации за текущий и прошедший периоды, месячного и декадного накопления оперативных сообщений, расчетных и плановых или нормативных сообщений за текущий и следующий периоды, а также архивы оперативных сообщений и сообщения накопления.

Специализация наборов или мест хранения носит условный характер и необходима для упрощения процедур проектирования процесса продвижения того или иного сообщения с учетом условий оперативного хранения в стандартных ситуациях. Основной объем поступающих в ДИСКОР-Д данных передается из отделений железных дорог и частично из пунктов учета перехода поездов и вагонов по стыковым пунктам. В настоящем, достаточно кратком, обзоре проанализирована очень малая часть тех АИС, которые в настоящий момент эксплуатируются как у нас в стране, так и за рубежом.

Основой информационной базы АСУДО-Д являются данные, содержащиеся в ТГНЛ на все поезда, находящиеся на полигоне железной дороги, и сообщения об изменении состава поезда (прицепки, отцепки, перестановки вагонов). Источниками этой информации являются те железнодорожные станции, на которые были выполнены перечисленные операции над поездами. Кроме данных из ТГНЛ в АСУДО-Д поступают сообщения об операциях с поездами и локомотивами (прибытие, отправление, проследование, прицепка и отцепка локомотивов). На основе этой информации строят поездную и вагонную модели региона.

Прикладное программное обеспечение функциональной части АСУДО-Д построено как набор ППП, разрабатываемых в соответствии с методиками, которые, естественно, содержат постановку задачи, математическую модель, алгоритм решения, сведения об исходных данных, требования к форме и составу выходной информации, решения как отдельных, так и комплексов задач. Управление работой всех ППП, входящих в состав АСУДО-Д, осуществляется отдельной программой, входящей в состав СУВП — планировщиком прикладных программ. Важнейшим из ППП является ППП решения задач слежения за специальными видами подвижного состава.

Поскольку нас особенно интересует задача слежения за подвижными объектами перевозочного процесса на полигоне железной дороги, то основными показателями, характеризующими объект слежения, являются: дислокация, время фиксации местонахождения, состояние объекта, назначение следования. Состояние объекта слежения определяется характеристиками в объеме строки натурального листа поезда (род груза, грузополучатель, вес груза).

Прикладное программное обеспечение ППП слежения включает ядро и прикладные программы. Ядро данного ППП обеспечивает формирование повагонной динамической модели на основе поездной модели АСУДО-Д, а прикладные программы — выдачу конечных результатов. Это говорит о том, что в АСУДО-Д реализован принцип раздельного моделирования предметной области «под прикладную задачу». Информацию о поездах пользователь получает из поездной модели, а информацию о спецвагонах — из повагонной модели. Данный подход удобен в том случае, когда разработчики стремятся сократить время получения выходных форм. Но совершенно ясно, что используемые многоуровневые модели свидетельствуют о слаборазвитых связях между данными, в связи с чем обработку логики связей между данными должны выполнять специально для этих целей разработанные программы.

Для настройки системы на отслеживание нового вида подвижного состава необходимо сгенерировать соответствующие массивы и занести в паспорт системы список параметров, определяющих вид подвижного состава. В результате этой работы будет обеспечено формирование динамической повагонной модели по данному виду подвижного состава.

Система ДИСКОР-Д предназначена для получения отчетной информации о количественном состоянии подвижного состава на полигоне железной дороги. Вся информация поступает в ДИСКОР-Д в форме сеансовых сообщений за отчетный период. Кроме этих сообщений, в систему вводятся, по известному регламенту, плановые данные для расчета оценок по выполняемой работе. Необходимым этапом реализации автоматизированной обработки данных в ДИСКОР-Д является генерация программ обеспечения системы, которая включает генерацию общесистемных компонент, настраиваемых на работу с ДИСКОР-Д, и генерацию собственно ДИСКОР-Д как отдельной прикладной задачи.

Система первичной обработки сообщений из общесистемной части ДИСКОР-Д использует для контроля входных документов информацию из паспорта сообщений, в котором определены порядок подключения собственных программ ДИСКОР-Д. Кроме того, в паспортах отражены имена наборов данных для введенных сообщений после выполнения операций контроля. Идеология проектирования АСУДО-Д и ДИСКОР-Д в качестве главного критерия учитывает динамику системы.

В последние годы в среде разработчиков АИС сформировалась несколько отличная от данной концепция проектирования информационного и программного обеспечения АИС, когда в основу ставятся такие свойства АИС, как гибкость, адаптивность и живучесть в условиях изменяющейся внешней среды.

1.3. ТИПЫ И ПРИНЦИПЫ РАЗРАБОТКИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Развитие автоматизации происходит в направлении как дальнейшего повышения уровня автоматизации информационных процессов независимо от автоматизации материально-энергетических процессов, так и в направлении увеличения количества единиц оборудования, управляемых одной или несколькими взаимосвязанными системами управления.

АИС целесообразно прежде всего разделить на две основные группы: системы информационного обеспечения и системы, имеющие самостоятельное значение и предметную область определения этой системы. АИС, входящие в состав АСУ различного уровня и назначения, являются необходимой компонентой в части автоматизации рутинных операций обработки данных в целях решения задач прогнозирования, планирования, оперативного учета, контроля, анализа и учета.

Задачи автоматизации и применения автоматизированных систем с информационными процессами традиционно разделяются на задачи структур и задачи функционирования, т. е. происходит реализация функций той или иной автоматизированной системы. В пространстве образуются структуры систем, а во времени осуществляется их функционирование.

Понятие Структура происходит от латинского слова [4] *structura* — строение, расположение, порядок. Структура — это совокупность устойчивых связей объекта, обеспечивающих его целостность и тождественность самому себе, т. е. сохранение основных свойств при различных внешних и внутренних изменениях. Различают структуру производства или какого-либо другого материального объекта, организационную и информационную структуру.

Примером первого вида может быть технологическая структура производства стали. К примерам второго вида относится организационная структура коллектива с учетом взаимосвязей, подчиненности людей (иерархии) в любой организации. К информационным структурам относятся совокупность элементов, устройств и подсистем, и связей между ними в какой-либо системе с автоматизированными информационными процессами управления или другого функционирования.

Информационные структуры выполняют объединяющее воздействие на фундаментальную техническую науку об информационных структурах и процессах передачи, обработки, поиска, распознавания, отображения информации и других, к которой относятся электроника, вычислительная техника, кибернетика, связь, радиотехника, информатика, автоматика, телемеханика. Любой из объектов экономического и административно-организационного управления не может нормально функционировать без неразрывно связанной с ним информационной системы. К числу информационных систем, базирующихся на ЭВМ и имеющих самостоятельное значе-

ние, относятся информационно-поисковые системы, информационно-справочные и информационно-управляющие системы.

ИПС — совокупность языковых, алгоритмических и технических средств, предназначенная для хранения, поиска и выдачи необходимой информации. На вход ИПС поступает информация, отражающая текущее состояние предметной области и информация, отражающая информационную потребность абонентов (или пользователей) ИПС. Первая — называется информационным (или справочным) массивом, вторая — информационными запросами или задачами.

Важной является информационно-справочная функция, которая в той или иной степени присуща всем автоматизированным системам организационного управления. По существу эту функцию в наиболее полном объеме реализуют АИСС. Эти системы выдают ответы на индивидуальные запросы абонентов АИСС относительно некоторой предметной области, а также состояния объектов или процессов этой области.

ИПС и ИСС предназначены для хранения и представления пользователю информации (данных, текстов, документов) в соответствии с некоторыми формально задаваемыми характеристиками. Для ИПС и АИСС характерны два основных этапа функционирования: сбор и хранение информации; поиск и выдача информации пользователю. Движение информации в этих системах осуществляется по замкнутому контуру от источника к потребителю информации. При этом ИПС или АИСС выступает лишь как средство ускорения поиска необходимых данных.

Наиболее сложным процессом с точки зрения его реализации является процедура поиска необходимой информации, которая осуществляется в соответствии со специально создаваемым ПОД [26]. При этом важнейшими требованиями, которые должны быть обеспечены в процессе поиска, являются требования pertinентности, т. е. соответствие найденного текста или документа фактической информационной потребности потребителя, и требование смысловой и формальной релевантности, т. е. соответствие одного текста (документа) другому. Для оценки смысловой релевантности вводятся критерии смыслового соответствия, а для оценки соответствия поисковых признаков (формальной релевантности) — критерии формального соответствия текстов, по которым осуществляются сравнения ПОД и определение соответствия найденных текстов запросам пользователей. В зависимости от режимов организации поиска ИПС и ИСС могут быть разделены на документальные, библиографические, библиотечные, фактографические [25, 45, 46, 47, 55].

Документальные называют ИПС, в которых реализуется поиск в информационном фонде ИПС документов или текстов в соответствии с полученным запросом с последующим предоставлением абоненту этих документов или их копий. Вся обработка полученной информации в документальных ИПС осуществляется самим абонентом. В зависимости от того, по каким хранимым

документам или по их описаниям (или вторичным документам) осуществляется поиск, документальные ИПС делятся на системы с библиотечным или библиографическим поиском. Под описанием документа или вторичным документом понимается по тексту некоторая совокупность данных, представленных в некоторой заданной форме, позволяющая охарактеризовать первичный (исходный) документ с точки зрения его содержания, местонахождения и т. д. В первом случае поиск ведется в информационном фонде, содержащем первичные документы, во втором — в информационном фонде вторичных документов. Наибольшее практическое значение имеют документальные ИПС, поиск в которых организован по двум контурам: библиографическому, с определением основных характеристик первичного документа и представлением абоненту возможностей оценить, может ли данный документ удовлетворить его информационные потребности, и библиотечному, когда в информационном фонде осуществляется нахождение требуемого документа с последующей его (или копии) выдачей абоненту.

Фактографические ИПС реализуют поиск и выдачу фактов, текстов, документов, содержащих сведения, которые могут удовлетворить поступивший запрос абоненту. В этом случае осуществляется поиск не какого-то конкретного документа, а всей совокупности сведений по данному запросу, хранящихся в информационном фонде ИПС или ИСС. Отметим, что основным отличием фактографических ИПС от документальных является то, что эти системы выдают пользователю не какой-либо ранее введенный документ, а уже в той или иной форме обработанную информацию.

В зависимости от того, каким образом в фактографической ИПС реализована подобная обработка информации, различают три поколения этих систем [5]. Фактографические ИПС первого поколения обеспечивают накопление и поиск информации по одному типу объектов и реализуют один тип запросов при использовании для фактографического описания данных фиксированного формата. В системах второго поколения возможен уже выбор типа запроса из представленного набора. Отображаемые объекты могут принадлежать к различным классам, формат фактографического описания задается для класса объектов. В фактографических ИПС третьего поколения, которые являются, по сути дела, разновидностью рассматриваемых ниже интеллектуальных диалоговых систем, реализуется поиск информации по нерегламентированному перечню запросов, поисковый обзор задается абонентом в произвольной форме, предусматриваются операции синтеза информации для удовлетворения запросов пользователей, имеется специальный блок анализа вновь вводимой информации на смысловую и формальную релевантности, хранящихся в информационном фонде данных.

Еще одним признаком классификации ИПС и ИСС может выступать реализуемый режим распространения информации. По этому признаку различают: системы с режимом избирательного распространения информации, который обеспечивает организацию

периодического (раз в неделю, месяц, квартал и т. д.) поиска информации в соответствии с заданным ПОД в массиве новых поступлений в информационный фонд ИПС и предоставление абонентам сообщений о появлении таких документов; системы с режимом ретроспективного поиска, реализующим поиск информации по заданному ПОД во всем информационном фонде ИПС или АИСС; интегральные режимы, в которых реализованы выше названные режимы.

ИСС — система регистрации, переработки и хранения информации, предназначенная для обеспечения абонентов сведениями справочного характера [4, 5]. Содержание выдаваемой информации определяется данными, накопленными в справочных массивах системы. Функционально типичный процесс выдачи справки состоит в выполнении ассоциативного поиска в справочном массиве и последующего осуществления требуемых содержательных и (или) структурных преобразований, а также оформлении полученных сведений в виде документа или информационного сообщения специального вида. К другим функциям ИСС относятся длительное хранение больших объемов систематизированной информации, имеющей сложную внутреннюю структуру; пополнение и обновление хранимой информации и обеспечение обмена информацией с абонентами.

По характеру представления и интерпретации выводимой и хранимой информации различают ИСС документального и фактографического типа. В ИСС документального типа информация хранится и выдается абоненту в виде документов. В отдельных случаях абоненту сообщается перечень адресов документов. Результатом работы ИСС фактографического типа является, как правило, совокупность фактов, т. е. значений количественных величин, а также наименований предметов, явлений, процессов.

На практике часто встречаются системы, выдающие информацию как документального, так и фактографического характера. Такие системы называются документально-фактографическими информационными системами. ИСС, особенно фактографические, отличаются одна от другой сложностью выполняемой переработки информации. Простейшими являются ИПС, в которых формирование справок сводится к поиску требуемой информации в справочном массиве.

Информационная база АИСС представляет собой совокупность справочных массивов, в которых хранится информация, составляющая предметную область определения системы. Эта информация организована в запоминающих устройствах ЭВМ с учетом требований к необходимому времени выборки данных, форме и виду их представления. Количество справочных массивов определяется содержательной структурой области определения АИСС, принятым порядком внесения информации при обновлении информационной базы и характером подготовки исходных данных.

Специфическими особенностями АИСС являются: широкое использование дисциплины приоритетного обслуживания абонентов

и задач; совмещение режимов информирования по расписанию с оперативной обработкой нестандартных запросов, поступающих произвольно во времени; реализация одновременной многоканальной дистанционной связи с абонентами.

ИУС [4] — система, которая на основании информации об объекте управления вырабатывает и принимает решение по управлению этим объектом. Как правило, системы данного класса состоят из подсистемы обеспечения информацией аппарата управления объектом и подсистемы выработки и принятия управленческих решений.

В настоящее время в связи с растущим применением методов искусственного интеллекта [35] для решения сложных вопросов автоматизации информационных и технологических процессов появился новый класс [34] АИС, которые можно разделить на три основные группы: интеллектуальные диалоговые (запросно-ответные) АИС; расчетно-логические АИС или автоматизированные системы поддержки и реализации управленческих решений; и особый вид АИС — экспертные системы. Несмотря на очевидную перспективу развития АИС, включающих в себя методы искусственного интеллекта, технология разработки данного класса систем находится в начальной стадии. Так, еще недостаточно фундаментально проработан ряд принципиальных вопросов представления и хранения знаний, создания лингвистических процессоров и средств логического вывода.

АИС [28—30] включают персонал соответствующих структурных подразделений органов управления, комплекс технических средств, состоящий из средств вычислительной техники и связи, соответствующее общесистемное программное и информационное обеспечение, методическое обеспечение, прикладное программное обеспечение, которое разрабатывается для осуществления постоянно меняющихся по содержанию и назначению задач, связанных с автоматизацией процессов сбора, хранения, переработки и выдачи требуемой информации. АИС, которая входит в состав АСУ как обеспечивающая подсистема, является тем инструментальным средством, от которого самым непосредственным образом зависит качество формируемых в АСУ управленческих решений и планов их реализации. В этом смысле при проектировании и разработке АИС целесообразно придерживаться и следовать основным принципам, которые сформулировал В. М. Глушков [36] для автоматизированных систем управления.

Рассмотрим более подробно эти принципы. Внимательное прочтение этих принципов позволит нам в дальнейшем сформулировать новую совокупность принципов развития и функционирования АИС.

Принцип первого лица. Сущность данного принципа состоит в том, что все принципиальные вопросы создания АИС должны разрешаться при непосредственном участии руководителя той организации, для которой или в которой создается АИС.

Только с участием руководителя можно сформулировать более полно общую концепцию не только качественного улучшения

информационного обслуживания аппарата управления, но и реализовать мероприятия по упорядочению внутреннего документооборота, внедрить новые методы и процедуры подготовки, принятия и реализации управленческих решений, менее болезненно и оперативнее преодолеть инерцию прежнего (безмашинного) стиля и метода управления в этой организации.

Принцип системного подхода. Согласно этому принципу АИС — часть (элемент, компонента, подсистема) общей АСУ данной организацией. Поэтому на стадии предпроектных исследований выполняется большой объем работ по анализу и выявлению информационных потребностей всех структурных подразделений объекта управления. При этом особое внимание уделяется выявлению всех видов связей между подразделениями в целях разработки методов, стиля и критериев их функционирования в оболочке АИС.

Принцип этапности создания и внедрения АИС. Сущность данного принципа довольно проста, но в этой простоте заключена очень большая сложность. АИС — сложный объект, который создается в течение длительного промежутка времени с привлечением к его созданию больших групп специалистов данной организации, да и организацию нельзя закрыть на период создания АИС. Поэтому сложность разбивания всех работ по созданию АИС на этапы и стадии состоит в том, чтобы предоставить возможность аппарату управления, с одной стороны, решать свои текущие задачи с использованием возможностей еще несозданной до конца АИС, а с другой — максимально учитывать возможные изменения как в постановках конкретных задач информационного обслуживания, так и в реализации вновь возникших к данному моменту времени новых информационных потребностей. Разрешить возникающие при этом объективные трудности и противоречия можно только зарабатывая и реализуя качественно новые концепции и совокупности системотехнических решений при создании СВТ и их применении.

Принцип повышения оперативности. Для АИС этот принцип, в отличие от АСУ, приобретает особое значение. Сущность его состоит в том, что на основе данного принципа должны быть спроектированы единые системы сбора, проверки, ввода и анализа исходной информации, проверки этой информации.

Использование затем методологии банка данных и единой информационной базы для данной АИС позволит иметь точную, полную и своевременную информацию для решения задач информационного обслуживания.

Принцип новых задач в АИС по смыслу не отличается от АСУ. АИС должна в основном решать такие задачи информационного обмена и обслуживания, которые без АИС решить практически невозможно. Именно эти задачи и составляют основу качественно новых по уровню значимости информационных услуг, которые может предоставить АИС лицам, принимающим решение, тем самым определяя стиль, качество и эффективность системы управления в целом.

Принцип унификации и стандартизации документооборота отражает одно из необходимых условий эффективного функционирования АИС.

Здесь речь идет о создании среды для новой информационной технологии. Причем эта информационная технология не оптимизирует или улучшает прежнюю, выражением и содержанием которой является система документооборота, а создает принципиально новый «бесбумажный документооборот». Попытки сохранить либо чуть-чуть подправить документооборот и под него спроектировать АИС — грубейшая ошибка ЛПР, принявшего решение о создании АИС в данной организации. В этом случае, как правило, снижается оперативность управления, усложняется доступ к информации, растут затраты, а дискомфорт, создаваемый такой АИС, усиливает убежденность сотрудников аппарата управления в том, что без АИС жизнь была лучше, легче и дешевле.

Реализация данного принципа осуществляется в неразрывной связи с принципом банка данных и единой информационной базы АИС, будь это самостоятельная система, одного из типов, описанных выше, либо обеспечивающаяся подсистема АСУ различного уровня и назначения. Так, сегодня аппарату управления нужна не информация вообще о чем-то, а структуризованная информация, которую можно непосредственно использовать без всякой дополнительной переработки для выполнения оперативной работы.

Принцип унификации и стандартизации дополняется и конкретизируется принципом максимально разумной типизации проектных решений. Суть его состоит в том, что разрабатывая трудоемкие и дорогостоящие технические устройства и программные продукты и связанные с ними макеты, шаблоны и информационные массивы, разработчик обязан стремиться к тому, чтобы предлагаемые им проектные решения подходили бы более широкому кругу пользователей.

Принцип разграничения доступа и сохранности информации для АИС имеет первостепенное значение. Соблюдение на практике этого принципа означает, что разрабатываемая АИС в своем составе имеет общесистемные средства автоматической фиксации всех обращений к АИС для ввода и вывода информации, защиты содержимого информационной базы АИС от несанкционированного доступа в целях искажения или разрушения базы. Безусловно, при этом заранее решены вопросы определения прав персонала аппарата управления по доступу к информационной базе АИС.

Принцип комплексности задач и рабочих программ важен, так как большинство информационных задач являются информационно взаимосвязанными и взаимообусловленными между собой. Между ними всегда существует интенсивный обмен информацией, что и превращает их в единый комплекс задач информационного обслуживания ЛПР.

Благодаря проектированию таких программных комплексов, внутренние информационные потоки организуются более упорядоченно, что позволяет более эффективно и оперативно решать

регламентированные (т. е. упорядоченные во времени) задачи информационного обмена и обслуживания.

Очень важным для АИС является и принцип минимизации ввода исходных данных. Помимо того, что выполнение этого принципа увеличивает эффективность работы комплекса технических средств АИС, следование этому принципу открывает большие возможности при межмашинном обмене данными. Свое воплощение данный принцип находит, как правило, в оригинальных системотехнических решениях по организации и ведению информационного фонда АИС. Так, если обновление информации в файлах, данных в процессе регулярной работы, осуществляется по схеме введения изменений, это резко уменьшает объем вводимой информации. При этом ужесточаются требования к точности и достоверности вводимой информации. Ведь ввод недостоверной информации может быть выявлен только во время очередной инвентаризации информационных массивов.

Существенным принципом, который имеет общесистемное значение, является принцип согласованности пропускных способностей отдельных частей системы. При согласованности пропускных способностей отдельных устройств необходимо принимать во внимание не только номинальные их технические характеристики и параметры, но и надежность их функционирования.

Вся совокупность перечисленных выше принципов составляет концепцию традиционной разработки автоматизированных систем различного уровня и назначения [28—30].

В последние годы в среде разработчиков АИС на базе новых информационных технологий [31—33] сформировалась несколько отличная от данной концепция проектирования информационно-программного обеспечения АИС, когда во главу угла ставятся функции постоянных изменений, модернизации и развития не только АИС, но и ее предметной области. В этом случае данные функции должны быть учтены в качестве основных системотехнических требований при проектировании АИС.

Глава 2

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ — НОВОЕ СРЕДСТВО ОРГАНИЗАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСПОРТОМ

2.1. ВОЗНИКНОВЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Особенностью современного производства является использование таких технологий, которые обеспечивают снижение не только материалоемкости и энергоемкости выпускаемой продукции, но и человеческого труда. При этом растут наукоемкость технологии и финансовые затраты на единицу выпускаемой продукции, также стремительно растут затраты на разработку и доводку технологий.

Сегодня, учитывая отечественный и зарубежный опыт, стало очевидным, что СВТ и прежде всего ЭВМ — это не только мощный арифмометр, но и качественно новое, универсальное средство межличностных коммуникаций и усилитель интеллектуальных человеческих возможностей. Именно этим и объясняется перманентный рост инвестиций в сфере исследований и производства СВТ. Ведь продукцией этих сфер человеческой деятельности являются информация и знания.

В бытовой практике под информацией понимают просто некоторые сведения или совокупность каких-либо данных, а под знанием — проверенный практикой результат познания действительности и верное ее отражение в мышлении человека. Информация как научная категория близка к понятиям материи и энергии, которые позволяют с наиболее общих позиций описывать самые разнообразные явления и процессы окружающей природы. Информационная технология как деятельность человека в процессах взаимодействия между собой и с окружающей средой существовала всегда, но степень выражения этой деятельности была различной. Развитие этой деятельности привело к созданию письменности и книгопечатания.

Между информацией, материей и энергией существуют глубинная взаимосвязь и взаимозависимость. Энергия не исчезает и не возникает вновь, а информация исчезаема. Для этого достаточно уничтожить носитель информации. Сама информация, по современным представлениям, не является физическим объектом, тем не менее она реализуется энергетическими процессами в материальных структурах. Обработка каждой единицы информации требует энергии, а хранение этой единицы — материи и пространства. Эти затраты неизмеримо меньше затрат, возникающих при отображении этими информационными процессами событий реального мира.

Постепенно, по мере развития общественного производства, осознавался тот факт, что наряду с процессами преобразования материи и энергии, в неразрывной связи с ними протекают и процессы сбора, передачи, хранения и переработки информации. Наряду с производственной, образовательной, культурной деятельностью человека постоянно присутствует, сопровождая каждую из вышеназванных, еще и информационная деятельность. Объемы и разнообразие информационной деятельности нарастали так быстро, что существовавшие информационные технологии уже не могут обеспечить ни качество, ни время обработки того объема информации, который необходим для принятия решений как в производственной, так и в социальной сфере. Вопрос о разработке таких информационных технологий, которые бы имели свою собственную материально-техническую базу, стал актуальным.

Такой материально-технической базой и оказались СВТ — универсальные средства автоматизации процессов сбора, хранения, переработки информации и информационного обмена во всех сферах общественного производства и человеческого общения. При создании этой материальной базы используется продукция несравненно более наукоемкая, чем при создании материально-технической базы материального производства.

На современном уровне развития производительных сил и производственных отношений активное общение людей друг с другом и с окружающим их миром эффективно может быть обеспечено только с использованием новых информационных технологий.

Технология сегодня понимается как метод, отрасль науки. Если технологию понимать как науку, то основная задача этой науки состоит в выявлении физических, химических, механических и других закономерностей с целью определения и использования на практике наиболее эффективных с экологических и экономических точек зрения производственных процессов. В зависимости от объема исследований технология рассматривается как взаимосвязанная цепочка операций и процедур либо как система правил и регламентирующих документов. Родственным понятию технологии является понятие технологического метода, но технология — метод (или правило) трактуется как система или совокупность многих технических методов, приемов и навыков, имеющих некоторые общие основные характеристики и используемых для решения одной и той же задачи или выполнения одной и той же функции. Технология, определяя путь разделения любого процесса на составляющие его более простые части, должна однозначно определять всю совокупность и последовательность действий, которые должен выполнять каждый конкретный исполнитель, чтобы добиваться максимально эффективного выполнения поставленной перед ним задачи.

Таким образом, цель является чрезвычайно важным признаком любой технологии. Но особенное значение целеполагание имеет для НИТ. Именно наличие цели делает эти технологии актуальными. НИТ либо необходима, полезна и поэтому используется и

не устаревает, либо не используется и поэтому не нужна совсем. Цель не только характеризует технологию с сущностной стороны, но и является основой любого процесса, задавая определенный порядок и режим его протекания во времени.

С использованием НИТ началась перестройка всех основных технологий производственных транспортных процессов. Это привело к тому, что разработкой технологических транспортных процессов стали заниматься специалисты, по своим знаниям и навыкам далекие от транспорта. Результатом их работы являются программы для ЭВМ, которые позволяют реализовать в заданной последовательности необходимые наборы технологических транспортных операций. Наличие готовых программ позволяет быстро перестраивать весь производственный процесс под каждую отдельную производственную ситуацию. Это позволяет удовлетворять требования и особенности протекания тех или иных процессов с учетом конкретной обстановки, т. е. сочетать выпуск многообразной по номенклатуре продукции с ее экономичностью.

Информационная технология как деятельность человека в процессах взаимодействия между собой и с окружающей средой существовала всегда. Степень выражения этой деятельности была различной. Но традиционная трактовка технологии как набор закономерностей существующей природы в целях оптимизации общественного производства уже не является полной.

Сегодня информационные технологии, получив мощную материально-техническую базу в форме СВТ, с полным основанием могут быть причислены к новым технологиям. Новые технологии, по определению академика Б. Е. Патона [31], позволяют создавать принципиально новые виды высококачественной продукции; оптимальным образом объединять самые различные технологии и технологические процессы; обеспечивать минимум вложенных в производство средств.

Если традиционное определение технологии было расширено до научно-технической дисциплины, предметом изучения которой является совокупность закономерностей, заимствованных из других наук с целью оптимизации производства, то новые технологии на решение данной задачи не ориентированы. Новые технологии не улучшают производство эволюционным путем, а создают принципиально новую материально-техническую базу. В этой связи НИТ полностью удовлетворяет требованиям, которые предъявляются к новым технологиям [32]: Повышенное внимание к НИТ связано с тем, что впервые в истории информационная деятельность человека в лице СВТ обрела свою материально-техническую базу. Причем поразительным свойством этой технологии является то, что она сама себе создает обеспечивающие ее существование и актуальность средств. За 20—25 лет эта база стала более совершенной чем технологическая база материального производства. НИТ находятся в начальной фазе своего развития, но их значение уже сегодня далеко выходит за рамки понимания НИТ только как одного из методов применения СВТ:

Принципиальное предназначение НИТ как основы безбумажной информатики академик В. М. Глушков [3] видел в замене машинно-бумажного процесса обработки данных на безбумажный, в котором не только не используются промежуточные носители данных, но и резко уменьшается объем фиксации данных на обычных документах.

Анализируя производственную среду и процессы управления теми производственными процессами, которые в ней протекают, ученые все события, в целях анализа, разбивают на такие мелкие части, что они уже теряют свою целостность. Таким образом, декомпозированный производственный процесс порождает целую совокупность информационных процессов и потоков чрезвычайно быстро увеличивающегося объема, что в свою очередь приводит к скачкообразному увеличению сложности процесса принятия управленческих решений. Из сказанного очевидно, что аппарат управления по мере развития и совершенствования основных производственных процессов все в большей степени начинает испытывать дефицит профессиональных знаний, времени и ресурсов технических средств, которые необходимы для преобразования этих объемов информации в целостные информационные структуры. Именно таким образом происходит возврат к обобщенным информационным объектам реальной производственной среды.

Информация, структурированная в моделях и структурах данных, не подчиняется закону сохранения. Ее можно не только создать, но и уничтожить, но эта структурированная информация обладает свойством синергичности, т. е. целое важнее и существеннее суммы отдельных составляющих это целое.

НИТ ориентируются на поиск новых форм информационного обмена и обслуживания, что принципиально отличается от традиционно понимаемой информационной технологии, которая ориентирована на разработку и оптимизацию отдельных операций, процедур и процессов.

Потребности общества в информационном обслуживании растут чрезвычайно быстро. Причем пользователю сегодня уже недостаточно представить данные в чистом виде, которые удобны для целей анализа. Он требует готовый продукт в таком виде, который делает возможным использование получаемых сведений непосредственно.

Глубинная взаимосвязь информации, материи и энергии является основой интегрирующих свойств информационной технологии по отношению ко всем остальным технологиям. Работа с НИТ позволяет обслуживающему персоналу генерировать новые данные о производственном процессе, а также обеспечить непрерывную их трансформацию в полезную информацию и знания.

Информационная технология обладает свойством постоянной актуальности. Она либо необходима, полезна и потому постоянно используется и не устаревает, либо не нужна совсем. В этой связи и при правильном использовании она обеспечивает: высокое качество информационного обслуживания ЛПР; повышение точности

прогнозов о развитии производственных процессов и ситуаций; правильное целеполагание и в первую очередь сочетание близких и далеких целей; генерацию альтернативных вариантов решения возникающих производственных задач; решение задачи реализации принятых к исполнению управленческих решений; перестройку организационной структуры служб управления общественным производством; значительное снижение затрат, связанных с проведением экономических экспериментов на предприятиях и отработку отдельных элементов народнохозяйственного механизма в условиях перестройки.

Использование НИТ в управлении перевозочным процессом на железнодорожном транспорте по подсчетам специалистов позволило в 2,5—3 раза сократить трудозатраты, связанные с оценкой, разработкой и принятием управленческих решений; в 5—7 раз сократить время реализации принятых решений и анализ их эффективности. Конечной продукцией НИТ в сфере перевозочного процесса являются: управленческие решения; быстрая реакция на изменения в основных производственных процессах и операциях, низкие эксплуатационные затраты. НИТ увеличивает скорость информационного обмена и сокращает время движения информации от источника до потребителя. Сложность производственных процессов на железнодорожном транспорте и их динамика так велики, что объемы циркулирующей информации в условиях АСУ удваиваются каждые 5,5 лет. НИТ является универсальным средством выявления знаний, позволяет контролировать и систематизировать информацию.

Несистематизированная и неструктурированная информация является врагом для любого работника в сфере управления, информационного обмена и обеспечения. Уже сегодня специалисты постоянно жалуются на загрязнение информационной среды. Они утверждают, что гораздо легче и быстрее провести собственное исследование, написать свою программу, чем искать информацию о том, что это исследование уже было кем-то проведено, а программа кем-то написана.

Объективно рост информационных потребностей связан с общим ростом сложности управления и необходимостью обоснованно аргументировать предлагаемые мероприятия, прибегая к информации прогнозного характера. Оказывается, что НИТ, помимо влияния на рост производительности и эффективности производства, стимулирует внедрение новых технологий, способствует регулированию ритма основных производственных и управленческих процессов, повышает качество решений, ведет к экономии в общественном производстве материальных, финансовых и людских ресурсов.

НИТ является основой ускоренного взаимовлияния одних направлений научно-технического прогресса на другие. При этом происходит, к сожалению, катастрофический рост малоценных и вообще бесполезных научных результатов. Тем не менее неудержимо растут издержки, связанные с получением даже посред-

ственного научного результата. Но НИТ, как новой технологии, присущи критерии массовости продукции, предельности ее параметров, сложности выпускаемой продукции [39, 40], что при правильной организации инвестиционной политики в данную сферу позволяет добиваться существенной прибыли.

То, что НИТ соответствует определению новой технологии, данной в [33], не вызывает ни малейших сомнений. Ведь НИТ повышает качество и объем информационных услуг; способствует выявлению и формулирует новые виды информационных услуг; снижает эксплуатационные издержки при производстве этих услуг и выполнении мероприятий информационного обмена.

Разрабатывая и используя НИТ, ученые обнаружили следующие особенности. При постоянном росте средних финансовых затрат на единицу выпускаемой продукции, постоянно растет наукоемкость НИТ. За счет данных затрат удается снижать затраты материалов, энергии и человеческого труда. При этом создается огромный объем рабочей информации, который многократно можно использовать как непосредственно в процессе выпуска продукции, так и при создании новых образцов, для которых выпускаемая продукция служит прототипом.

В массовом производстве существенный прирост прибыли пропорционален затратам на информационную поддержку производства.

Многообразие НИТ связано с многообразием процессов фиксации, накопления данных с последующей их обработкой, с созданием новой структурированной информацией. В своей книге «Социодинамика культуры» А. Моль отмечал, что знание только тогда замечает совокупность отдельных фактов, накапливаемых человеком случайно, когда образуется структура. Такие структуры могут возникать лишь как результат систематического обращения к той или иной области знаний.

При современном развитии общественного производства все увеличивается разрыв между реальными возможностями и сложившимися формами доведения той или иной информации до того, кому она предназначена. На практике постоянно получается такая ситуация, что при обилии информации вообще невозможно подчас получить даже простые сведения.

НИТ включает: автоматизацию процессов переработки информации во всех сферах и на всех уровнях системы управления общественным производством и государством; сбор, хранение, передачу информации и обеспечение санкционированного доступа к имеющейся информации сотрудникам аппарата управления производством.

Именно на основе НИТ возможна реальная интеграция отдельных автоматизированных рабочих мест, охватывающая весь технологический процесс подготовки, принятия, реализации и оценки эффективности управленческих решений.

НИТ, безусловно, является развивающейся, открытой системой, которая резко увеличивает объемы циркулирующей информации

в контуре управления. В своей основе это сложная, систематизированная, рассредоточенная система, основным условием развития которой является процесс ускоренного взаимодействия между отдельными структурами системы управления.

Таким образом, НИТ в своей основе состоит не столько в разработке методов и средств информационного обеспечения АИС, сколько, в подлинном, комплексном и полном обеспечении качества принимаемых управленческих решений.

Как отмечалось, продукцией НИТ являются данные, их модели и структуры, алгоритмы и программы, поэтому следующие параграфы данной главы посвящены описанию основных свойств этих элементов, составляющих основу информационно-программного обеспечения современных АИС.

2.2. ДАННЫЕ, ИХ СТРУКТУРА И КЛАССИФИКАЦИЯ

В окружающем мире существует огромное множество предметов, объектов, явлений, процессов, отображаемых посредством информации. Каждая представляемая информацией сущность (объект, явление, процесс) обладает рядом характеризующих его свойств. Под данным понимаем факт, понятие или инструкцию, которая представлена в условной форме, удобной для переработки, хранения, интерпретации и обработки человеком или автоматическим устройством [4].

Информация как понятие и научная категория сегодня используется во многих отраслях знаний, что естественно затрудняет дать единое определение этому понятию. Если понимать информацию как сумму продуктов, формируемых в системах информационного обеспечения и обслуживания научно-технической деятельности, то очевидно, что приведенное выше определение информации достаточно продуктивно. В дальнейшем будем использовать именно это определение.

В современной теории обработки данных [26, 28—30] и построения разнородных систем обработки данных, а именно АСУП, САПР, АСНИ, АСУ ТП синонимом понятия «данные» служат термины «сведения», «информация». Для определения соотношения между понятиями данные и информация будем придерживаться рекомендаций, содержащихся в [51, 52]. Определяя соотношение между понятиями данные и информация, Джеймс Мартин связывает информацию с содержанием сведений об объектах реального мира, а данные — с формой представления этих сведений в процессе их хранения и переработки. Свойства физической сущности отображаются с помощью элементарных единиц информации, которые получили название реквизитов или атрибутов. Каждому реквизиту присуще некоторое конечное множество значений в зависи-

ектов (машин, механизмов, судов, самолетов, зданий и др.). Это область, где системы баз видеоданных начали использоваться позже других, но развивается, особенно в последнее время, очень интенсивно. Трудно перечислить все множество задач, которые могут быть решены в рамках систем автоматизированного проектирования, — эти задачи имеют место в любой сфере технической деятельности человека.

5. Другие области. Сюда можно отнести метеорологию (анализ атмосферных течений и хранение метеокарт), криминалистику (хранение фотопортретов, отпечатков пальцев, обработку фотороботов), автоматизацию научных исследований и другие области, где применение баз видеоданных находится пока на уровне единичных экземпляров или экспериментальных образцов.

Анализ проведенной в [34] классификации показывает, что в основном системы баз видеоданных используются преимущественно в таких областях, как картография, медицина, дистанционные исследования, причем явно преобладают системы обработки полутоновых изображений. Вместе с тем обращает на себя внимание невысокий процент использования баз видеоданных в системах автоматизации проектирования и моделирования, хотя именно здесь их применение сулит весьма существенное повышение эффективности. Последнее объясняется тем, что существующее программное обеспечение машинной графики как основного инструмента проектирования все заметнее не удовлетворяет возрастающие потребности пользователей. При этом самым большим и принципиальным недостатком пакетов машинной графики являются слабые средства структурирования данных. Предложения по стандартизации машинной графики [36] также оставляют этот вопрос открытым, так как преследуют в первую очередь цели независимости графических программ от устройств и реализации некоторого базового набора средств манипулирования изображениями. Следствием явно выраженной жесткой зависимости программ от данных является то, что практически каждое изображение — это самостоятельная программа, а следовательно, модификация обрабатываемого изображения или генерация нового требуют соответственно корректировки существующей или написания новой программы.

Еще один серьезный недостаток систем машинной графики состоит в том, что их интерактивные средства ориентированы на обработку изображений, а не моделей объектов. Под моделью графического объекта здесь понимается его структурированное представление в виде множества элементов типа точек и линий, описывающих пространственные характеристики этого объекта. Очевидно, что один и тот же объект (естественно, кроме точечного) может иметь множество различных изображений в зависимости от выбора точки зрения и типа проекции, а модификация модели объекта может быть совершенно неадекватна модификации его изображения и наоборот. Например, вид сверху на пирамиду не изменяется при перемещении ее вершины вдоль вертикальной оси, хотя сама модель при этом изменяется. В связи с тем что в таких областях, как автоматизация проектирования первична модель, а изображение — вторично, для них важны в первую очередь средств-

ии обработки именно моделей объектов и получения (уже как результат) их модифицированного изображения.

Главное, что отличает базу видеоданных от обычных баз данных, — это наличие графических сущностей. Под графической понимается сущность, имеющая хотя бы один графический атрибут (это могут быть, например, координаты, цвет, яркость), т. е. свойство, которое при заданном значении может восприниматься визуально. Из такого определения следует, во-первых, что сущности обычных баз данных являются частным случаем графической сущности, а во-вторых, что графическая сущность, кроме графических атрибутов, характеризующих ее визуально, может иметь и неграфические атрибуты, описывающие другие ее свойства (идентифицирующие и семантические признаки) в числовой и текстовой формах. Таким образом, в базе видеоданных для каждого объекта хранится его изображение и некоторый структурированный набор свойств (крайним случаем является наличие единственного идентифицирующего признака — имени). Что касается представления структурированного набора свойств, то оно ничем не отличается от традиционного в обычных базах данных. Отметим можно, пожалуй, лишь то, что для этой цели используются, как правило, реляционные базы данных [37—40]. Методы же структурирования данных для представления самих изображений зависят от их вида (полутоновые или графические), и разделяются соответственно на два класса, называемых матричными (позиционными) и топологическими (векторными).

Матричные структуры. Простейшей и наиболее употребительной структурой представления полутоновых изображений является матрица яркостей. Плоскость всего изображения разбивается с помощью прямоугольной сетки на элементы одинакового размера, являющиеся наименьшими, неделимыми частями изображения. Очевидно, что ими будут отдельные точки растра, каждой из которых соответствует элемент матрицы яркостей. Их число зависит обычно от разрешающей способности используемых в системе средств отображения графической информации — дисплеев или специальных растровых принтеров. Растр стандартного дисплея содержит порядка 600×300 точек. Специализированные дисплеи имеют более высокую разрешающую способность — 1200×1000 точек и более. Для кодирования каждой точки необходимо как минимум два значения (0 — нет подсветки, 1 — есть подсветка) или 1 бит информации. С учетом же реальных потребностей (индикации разных градаций яркости, мерцания, цвета и др.) для кодирования одной точки растра может использоваться до 8 бит информации. Отсюда очевиден главный недостаток матрицы яркостей — необходимость большого объема памяти (для хранения одного изображения размером $600 \times 300 \times 8$ требуется более 180 Кбайт памяти). Особенно неэффективны матрицы яркостей при представлении ненасыщенных изображений. Со значительными трудностями и большими затратами времени связана также избирательная обработка изображений — поиск на них отдельных объектов, фрагментов, сравнение их и т. д. Зато визуализация изображения в целом максимально упрощена и требует минимальных затрат времени. Поэтому матрицы яркостей использу-

связи i -го элемента — это начальный адрес $(i+1)$ -го элемента. Строчной структурой данных называется список, все элементы которого являются записями. Строчные структуры данных с определенными выше адресами связи называются однонаправленными, поскольку для последующей обработки в них всегда доступен только один, следующий за данным элемент.

Если в каждом элементе ввести второй адрес связи — начальный адрес предыдущего элемента, то строчная структура данных станет двунаправленной. Если адрес связи последнего элемента указывает на первый элемент структуры, то получается кольцевая строчная структура данных, в которую можно ввести также понятие упорядоченности и различать упорядоченные и неупорядоченные строчные структуры данных.

Сложные списковые структуры данных — это списки, элементами которых могут быть другие списки меньшего объема, называемые подсписками. Подписки сложной списковой структуры данных можно сделать однонаправленными, двунаправленными и кольцевыми.

Элементы древовидных структур данных располагаются на различных уровнях и соединяются с помощью адресов связи. От данного элемента с помощью адресов связи можно обратиться к нескольким элементам следующего уровня. Если при таком переходе всегда становятся доступными не более двух новых элементов, то такие древовидные структуры данных называются бинарными. Для бинарных деревьев определено понятие упорядоченности, и это позволяет производить в них быстрый поиск. Небинарные деревья называются общими.

Сетевые структуры данных представляют собой расширение дерева за счет новых адресов связи на прежнем множестве элементов.

Табличные структуры данных предназначены для хранения информации о ключевых признаках заданного набора элементов. Отсутствие некоторых ключевых признаков приводит к незаполненным позициям в структуре данных. Чтобы устранить их, используют специальные способы уплотнения табличных структур данных.

Гибридные структуры данных содержат фрагменты двух различных структур данных. Например, небольшие по объему последовательные структуры данных соединяются между собой с помощью адресов связи в строчную структуру. Гибридные структуры данных различаются в зависимости от того, какие структуры данных используются при их формировании. Сложные списковые структуры, деревья, сети, табличные и гибридные структуры данных образуют класс нелинейных структур данных.

Последовательная структура данных — структура, элементы которой располагаются в памяти строго один за другим, без каких-либо промежутков, согласно заданному логическому порядку. Логический порядок элементов определяется последовательностью их вызова для обработки. Элементами ПСД являются записи.

ПСД, как правило, соответствует понятию массива. Описание ПСД обычно содержит информацию о количестве записей, размерах полей и их расположении внутри записи и о расположении внутри записи и о расположении ключевого признака в записи.

При обработке записей, объединенных в ПСД, необходимо указывать для данной записи ее длину, которая представляет собой количество символов в записи и обычно выражается в байтах. Записи, составляющие ПСД, с точки зрения способа указания их длины делятся на записи фиксированной, переменной и неопределенной длины. Если длины записей в ПСД неодинаковы, они указываются в самой записи. Такие записи называют записями переменной длины. Вместо явного указания длины записи можно отличать окончание записи специальным символом-разделителем, который не должен встречаться среди информационных символов значения записи. Записи, заканчивающиеся разделителем, называются записями неопределенной длины. Иногда записи переменной и неопределенной длины объединяются одним термином «записи нефиксированной длины».

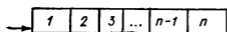
Адреса промежуточных записей фиксированной длины в массиве задаются формулой $A_i = A_0 + (i-1)l$, где A_0 — начальный адрес первой записи; A_i — начальный адрес i -й записи; l — длина одной записи.

ПСД из записей фиксированной длины представляются вектором, каждая компонента которого соответствует той или иной записи. Номер записи в массиве указывается в скобках и называется индексом. Например, обращение к 36-й по порядку записи имеет вид $A.(36).(B, C, D)$. При обращении к любой записи необходимо указание имени массива A и индекса данной записи $A.(I).(B, C, D)$, B, C, D — реквизиты, образующие запись A .

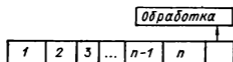
Существует особая разновидность ПСД, называемая очередью, где для обработки доступны только первая и последняя запись. Новые записи также могут поступать только в начало или конец очереди. Сочетанием доступных для поступления и обработки позиций очереди можно образовать девять типов очередей, правда, некоторые из них не применяются на практике. Если для поступления новых записей предназначена первая позиция очереди, то при ее вводе происходит перенумерация остальных элементов очереди. Первый элемент становится вторым, второй — третьим и т. д. Это напоминает заполнение патронами магазина карабина, поэтому такие очереди называются магазинами или стеками. На обработку из магазина может быть вызвана только первая по порядку запись, при этом она, как правило, удаляется из магазина. В других типах очередей можно вызывать на обработку только последнюю запись, либо первую или последнюю запись очереди по желанию.

Очередь занимает ограниченный участок памяти, поэтому при ее переполнении последняя позиция очереди выталкивается и образует новую очередь.

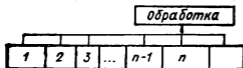
Разновидности очередей:



а) магазин поступления



б) другие типы очередей



в)

Рис. 3.1

Пример переполнения:

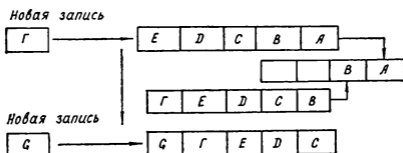


Рис. 3.2

ПСД в форме стека позволяет корректировать любую запись стека. Для этого организуются два списка — основной и дополнительный. Одним из методов, применяемых для ускорения доступа к данным, первоначально хранящимся как ПСД, состоит в образовании на его основе вспомогательного инвертированного массива данных.

В инвертированном массиве значение каждого ключа в обрабатываемых данных сопровождается набором начальных адресов записей, которые содержат это значение. Элемент данных, состоящий из значений ключа и начальных адресов всех содержащих это значение записей, назовем группой. Массив групп, упорядоченный по значениям ключа, есть инвентаризированный массив. Группы имеют неопределенную длину. Основной эффект инвертированного массива проявляется при поиске данных по нескольким условиям.

Списковые структуры данных — это множество физически не связанных элементов, для которых отношение следования определено с помощью специальных адресов связи. В адресе связи указывается адрес хранения элемента, следующего за данным элементом в логической последовательности.

Элементы списковой структуры могут быть двух типов: простые, логически неделимые; сложные, которые представляют собой совокупность простых и сложных элементов меньшего объема.

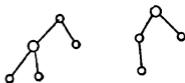
Сложные элементы часто называют подсписками. В зависимости от типа элементов, включенных в списковую структуру, различают простую списковую структуру (куда входят только простые элементы) и сложные списковые структуры (в них могут объединяться как простые, так и сложные элементы). Простые списковые структуры данных часто называются строками или цепями.

Древовидная структура данных (ДСД), отображаемая направленным графом типа дерева, представляется набором элементов СЕИ, распределенных на уровнях следующим образом: 1) на первом уровне расположен только один элемент, который называется корнем дерева; 2) к любому элементу i -го уровня ведет только один адрес связи; 3) к любому элементу i -го уровня ведет адрес связи только от элемента $(i-1)$ -го уровня.

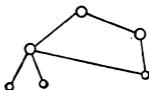
а) древовидная СД;



б) лес (нарушено условие 1);



в) сетевая структура (нарушено условие 2);



г) сетевая структура (нарушены условия 2 и 3);



д) сетевая структура (нарушены условия 1—3).



Рис. 3.3

Количество уровней в древовидной структуре данных называется рангом.

Элементы дерева, которые адресуются от общего элемента 0-го уровня, образуют группу, в случае «а» группами элементов являются множества элементов $\{a\}$; $\{b, c, d\}$; $\{e, f, l, k, p\}$. Пересе-

чение любого числа групп всегда пусто. Максимальное число элементов в группе называется порядком дерева. Деревья с порядком 2 принято называть общими ДСД, а с порядком 2 — двоичными или бинарными деревьями. Дерево порядка 1 есть строчная структура. Вершины дерева разделяются на три типа в зависимости от количества элементов в группе вершины.

Если n — порядок дерева, то вершины с группой из n записей называются полными, вершины, не имеющие группы, — висячими, а остальные — неполными.

Табличные структуры данных. Во многих областях социальной деятельности широко используется таблица или табличная структура данных. При этом в каждом конкретном случае в это понятие вкладывается свой смысл. Наряду со смыслом, таблицы обладают той или иной формой представления. Уточняя сущность таблиц, необходимо выбрать такой уровень конкретизации, чтобы, с одной стороны, можно было получать содержательные результаты, а с другой — такой уровень абстракции, чтобы не вовлекать в рассмотрение несущественные детали.

Посредством таблиц представляется информация (сведения, данные) о совокупности однородных объектов, их свойств, фактов, событий, характерных для этой или иной предметной области. Над таблицами как структурами данных должны задаваться определенные действия, обеспечивающие информационные потребности абонентов АИС. Поскольку таблица может рассматриваться как конечная совокупность строк, имеющих фиксированное количество элементов, то вскрытие сущности таблицы сводится к вскрытию сущности строк. Строка таблицы — это совокупность именованных элементов, т. е. пар, первые компоненты которых понимаются как имена, а вторые — как их значения, причем каждые две такие пары в рамках одной и той же строки различаются по меньшей мере по первым их компонентам. Каждые две строки таблицы различаются не более чем значениями имен.

На основе этого интуитивного представления понятий строк и таблиц естественным образом вводятся формальные уточнения их семантики.

Начнем, следуя [61], детальное рассмотрение этого вопроса.

Пусть A и Σ — недопустимые множества элементов, трактуемых соответственно как имена (реквизиты, более привычно атрибуты) и значения (денотаты). Тогда под семантикой строки понимается конечное множество пар

$$d = \{(a_1, \sigma_1), (a_2, \sigma_2), \dots, (a_n, \sigma_n)\},$$

где $a_i \in A$; $\sigma_i \in \Sigma$; $a_i \neq a_j$ если $i \neq j$; ($1 \leq i, j \leq n$). Условимся такие множества называть атрибутивными множествами или A -множествами. Например, семантика первой строки адекватно задается A -множеством.

Станция назначения	Номер поезда	Фамилия пассажира
Москва	2	Иванов
Львов	19	Бачач

Непосредственно из определения A -множества вытекают следующие его свойства.

1. A -множество представляет собой конечное бинарное функциональное отношение между атрибутами и их значениями.

2. Пусть $at(d)$ и $dep(d)$ означают соответственно множество атрибутов и денотатов A -множества d , тогда: а) из $|at(d_1)| = |at(d_2)|$ следует $|d_1| = |d_2|$ (здесь и далее $|S|$ обозначает количество элементов конечного множества S); б) имеют место отношения $|dep(d)| < |at(d)| = |d|$; в) из $d_1 \subseteq at(d_2)$; $dep(d_1) \subseteq dep(d_2)$.

В последующем нам придется рассматривать A -множества с точностью до атрибутов. Поэтому на множестве A -множеств естественно ввести следующее отношение: два A -множества d_1 и d_2 называются совместимыми, если $at(d_1) = at(d_2)$.

Фамилия пассажира	Номер поезда	Станция назначения
Иванов	2	Москва
Бакаев	19	Львов

Так, первая строка соответствует d_1 , вторая — d_2 .

Семантика таблицы является производной от семантики строки и отношения совместимости. Она уточняется как конечная совокупность попарно совместимых A -множеств. Будем называть эту совокупность табличным множеством или T -множеством. Все атрибуты T -множества в его стандартном представлении выносятся в заголовок таблицы, что обеспечивает компактность такого представления. Связи между атрибутами и их значениями во всех строках задаются через столбцы. Следовательно, понятие столбца как составной части стандартной формы таблицы несет не столько семантическую, сколько синтаксическую нагрузку.

Таблицы как структуры данных используют не только для представления информации об объектах и связях между ними, имеющих место в предметной области применения АИС, но и для выполнения каких-то действий над ними, связанных с решением вполне конкретных задач. Любое действие над таблицами включает две компоненты: 1) правило сопоставления сущностям исходных таблиц сущностей результирующих таблиц; 2) стандартные формы представления результирующих таблиц по таким же формам представления исходных таблиц.

2.3. ОБЩИЕ ПОДХОДЫ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АИС

При разработке АИС различного уровня и назначения главное требование, предъявляемое к ним, заключается в том, что АИС является необходимой компонентой НИТ. Именно АИС обеспечивает необходимыми данными (сведениями) или информацией ЛПР для анализа производственных процессов, подготовки, при-

нятия и разработки плана мероприятий по реализации управленческих решений. Осуществить данную цель можно только тогда, когда разработано эффективное информационно-программное обеспечение АИС, исследованы и хорошо отработаны вопросы эксплуатации данного обеспечения в реальных производственных условиях.

Под ИО понимают [36, 49, 50] совокупность данных, языковых средств описания этих данных, методов организации, хранения, накопления и доступа к ним. В ИО включают все сведения о предметной области применения АИС, которые должны быть предварительно специальным образом структурированы для представления их в памяти ЭВМ. В ИО иногда включают и методы управления экономическими объектами, которые являются объектами автоматизации при проектируемой и создаваемой АИС.

Данные, которые используются в АИС, организованы в специальные информационные массивы или файлы. Эти файлы составляют информационную базу АИС, в состав которой входят: нормативные и справочные данные, составляющие информационный эталон АИС; текущая информация, поступающая в АИС извне и требующая ответной реакции системы: накапливаемые в процессе функционирования учетные и архивные данные, необходимые для планирования и развития не только управляемого объекта, но и собственно АИС.

Информационное обеспечение АИС представляет собой сложный, разнородный и разнотипный комплекс инструментальных средств, обеспечивающий своевременной, точной и актуальной информацией ЛПР соответствующих уровней иерархии управления. Интеграция файлов информации в информационную базу предполагает логическое единство средств ИО как подсистем АИС, так и остальных функциональных подсистем той АСУ, в состав которой может входить АИС в качестве обеспечивающей подсистемы. Таким образом, с помощью информационной базы осуществляется связь по данным между подсистемами АСУ и внутри АИС.

Как сказано выше, ядром информационного обеспечения является база данных или совокупность баз данных, создаваемых для каждой предметной области. И в этой связи основные задачи, стоящие перед информационным обеспечением любой АИС, сводятся к преобразованию входных данных в требуемую выходную информацию путем формирования и преобразования исходных файлов данных в вид, удобный для хранения, поиска и выдачи требуемых пользователю АИС данных. Безусловным требованием является такая организация информационного обеспечения АИС, при которой возможно поэтапное увеличение объема информационной базы и растущего количества пользователей АИС. Информационное обеспечение любой автоматизированной системы обработки данных традиционно реализует следующие основные функции: сбор и хранение данных, вводимых абонентами и обслуживающим персоналом; автономную работу АИС в поисковом и справочном режимах; эксплуатацию информационных массивов

базы данных АСУ или АИС; выдачу информации, которая затребована ЛПР для целей анализа, подготовки и принятия управленческих решений.

Перечисленные функции для своей реализации требуют решения многих сложных задач. В том числе задач по сбору, контролю, хранению, обновлению и передаче данных от источников их возникновения к стокам их потребления; определению совокупности конкретных методов и способов организации входных и выходных файлов данных; разработать схему размещения массивов информации и спроектировать единую информационную базу данных той предметной области, на работу с которой ориентирована создаваемая АИС; определить структуру АСУ или АИС в целом; выбрать основные режимы функционирования системы.

Основные этапы и задачи разработки ИО имеют для всех автоматизированных систем обработки данных много общего. Так, при разработке ТЗ на систему и ее ИО необходимо: однозначно установить и согласовать с заказчиком системы или ее ~~пользователем~~ основные цели создания ИО; выяснить реальные ~~информационные~~ потребности и услуги, которые обязательно должны удовлетворяться в процессе эксплуатации системы, средствами ИО; выявить и обосновать, какие функции и задачи ИО подлежат обязательной автоматизации; выявить и обосновать все требования, предъявляемые к НИТ в проектируемой системе; разработать и обосновать требования, которым должны удовлетворять информационные массивы, а также программное и математическое обеспечения и комплекс технических средств, на котором будет эксплуатироваться разрабатываемая система; определить перечень работ и исполнителей по этапам и срокам выполнения работ; определить этапы создания и перспективу развития как ИО, так и системы в целом.

На основе результатов проводимого предварительного обследования и описания объектов предметной области, в среде которой будет эксплуатироваться создаваемая АИС или АСУ, должны быть выполнены исследования по постановке решаемых задач и выработаны требования к характеристикам проектируемого ИО. Прежде всего должны быть выявлены и тщательно изучены основные связи между частями ИО и решена задача декомпозиции по видам обеспечения АИС.

Источником данных, из которого формируется информация для проектирования как АИС, так и ее ИО, или ~~выходная информация~~, полученная в процессе проектирования, является база данных. Изменение состава и структур данных в процессе проектирования требуют выбора определенной схемы и организации ИО, которая должна обладать системными свойствами гибкости и возможностью модификации и развития. Это обстоятельство обязательно должно учитываться при проектировании именно ИО, так как они оказывают существенное влияние на три основные компоненты АИС: комплекс технических средств, информационную базу и программное обеспечение.

ИО любой системы функционирует на том же комплексе технических средств, что и вся система в целом, поэтому выбор технических средств и внешних запоминающих устройств, средств и систем передачи данных и устройств связи необходимо осуществлять с учетом специфики ИО каждой конкретной системы. Эффективность функционирования любой АИС определяется качеством организации ее базы данных. Организация базы данных любой АИС зависит от следующих факторов: частот обращения абонентов к тем или иным файлам базы данных; времени выполнения информационных задач и запросов; объема памяти; характеристик внешних запоминающих устройств; состава базы данных; форм запросов и макетов входных и выходных документов.

При организации базы данных АИС прежде всего решают задачу распределения данных между файлами, т. е. группировку данных в записи и файлы. Качество решения задачи существенным образом влияет на жизнеспособность АИС, экономию памяти, обеспечение необходимых скоростей поиска данных, улучшения надежных характеристик системы. При больших объемах информации рациональное распределение данных по записям и формирование файлов из записей заметно может сэкономить требуемый для размещения этого файла объем запоминающего устройства и улучшить характеристики поиска данных. Упорядоченность записей в файле проводится по некоторым, заранее известным условиям, например по данному (или реквизиту данного), которое является либо наиболее важным, либо наиболее часто используемым. Физическое размещение записей в файле определяется исходя из возможностей запоминающей среды. При размещении записей на магнитных дисках и лентах необходимо обязательно учитывать ограничения, накладываемые техническими характеристиками и параметрами устройств. В общем случае организация информационного файла на физических устройствах памяти всегда должна обеспечивать как можно более высокую скорость поиска и обновление информации по адресу и содержанию; возможности постоянной корректировки и наращивания файла; экономное расходование памяти. Набор файлов, содержащих ссылки друг на друга, составляет базу данных, в которую включается различная справочная информация, а также необходимые результаты проектирования. Структура базы данных в значительной степени влияет на эффективность функционирования АИС в целом.

В иерархии информационных объектов и понятий база данных занимает более высокий уровень чем файл, запись, данное, реквизит. Файл представляет набор записей, характеризующих класс информационных объектов, который выделяется по информационным классификаторам АИС. Запись-набор данных, описывающих один объект или класс информационных объектов. Если запись характеризует один объект, то каждое данное в ней содержит сведения об одном свойстве этого объекта. Данное — наименьшая семантическая единица информации в структуре файла.

Эффективность проектируемого информационного обеспечения

АИС тем выше, чем шире возможность решения новых функциональных задач. ИО как основная компонента современных автоматизированных систем обработки данных различного функционального назначения имеет на сегодня вполне сложившиеся методологию и методику их разработки. Эти методики находятся в состоянии непрерывного уточнения, развития и совершенствования.

На первой стадии разработки ИО преобладающей была позадачная технология, суть которой заключалась в том, что под каждую отдельную задачу готовили, вводили в ЭВМ и использовали информацию в форме массивов данных или отдельных значений переменных. Фактически отсутствовала структуризация данных.

Она была и не нужна, так как решались в подавляющем большинстве расчетные задачи. При этом достигалась следующая цель — автоматизация рутинных операций при решении одной или нескольких, слабосвязанных между собой, задач расчетного характера. Обработку информации вели в пакетном режиме. При такой организации вычислительного процесса затраты на ввод исходных данных были велики, а эффективность их использования очень мала.

Значительным шагом вперед по пути обработки в первую очередь символьной, а не числовой информации было принятие концепции единой системы сбора и ввода данных, создание в памяти ЭВМ единой информационной базы, которая использовалась при решении больших по объему комплексов различных задач. При этом были разработаны методы структуризации данных, модели данных. Пришлось отказаться от файловой организации данных и перейти к базам данных. При этом были разработаны новые программные средства — СУБД. СУБД предназначались для автоматизации рутинных операций по обработке символьной информации (поиску, хранению, сортировке, внесению изменений) в структурированные файлы.

Стремление к совершенствованию, поиску новых системотехнических решений; концепции баз данных в автоматизированных системах обработки данных и удешевлению проектируемых СУБД и других сложных программных систем способствовало комплексному исследованию [27] типовых формальных структур данных, называемых метаданными. Например, имя БД, объем БД, имя записи, имя массива и т. д., к которым надо обратиться при обработке текущего массива, являются метаданными, а их конкретные значения — экземплярами метаданных. Взаимосвязанные метаданные образуют различного рода паспорта (паспорт документа, паспорт информационного объекта, паспорт задачи и т. п.) или словари-справочники данных, которые в совокупности и составляют базу метаданных (БМД) [33]. В общем виде БМД — это информационная модель системы объектов сферы средств обработки исходных данных или метаобъектов, воплощенная в форму данных и отражающая сведения о данных, носителях, на которых они хранятся, средствах их обработки. В структурном плане БМД аналогична БД. Состав метаданных и их атрибутов, а также об-

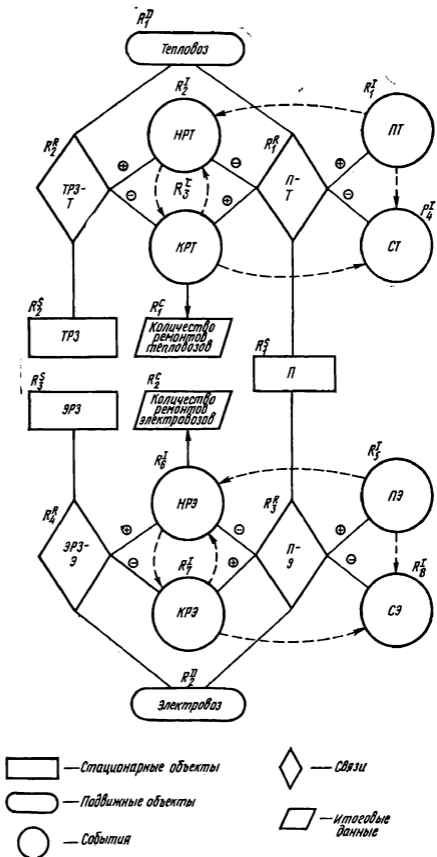


Рис. 3.1.1

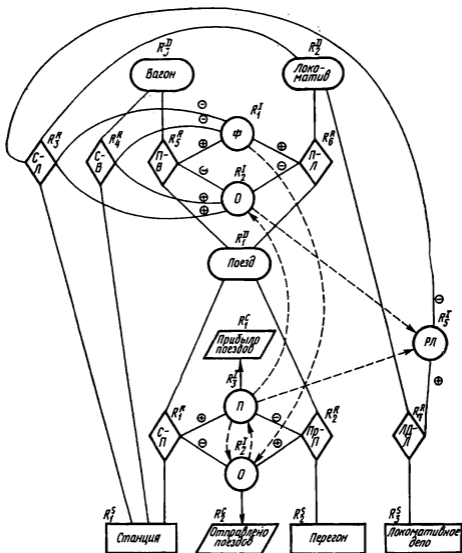


Рис. 3.1.2

атрибутами времени t_{i1} и t_{i2} . Однако при проектировании баз данных для конкретных приложений для обеспечения быстрой и удобной обработки данных необходимо учитывать специфику исторических запросов, с тем чтобы создавать и поддерживать отдельно связи «свойство — значение» только для тех свойств, изменение которых необходимо прослеживать во времени. Если говорить о моделях данных для систем управления железнодорожным транспортом, то это касается в первую очередь связей между разными типами объектов, таких, например, как поезд — станция, поезд — перегон, поезд — вагон, поезд — локомотив, локомотив — депо и т. п. Вместе с тем надо отметить, что при необходимости новая связь может быть введена в модель в любой момент времени.

На рис. 3.1.1 приведены основные типы сущностей, событий и связей базы данных о локомотивах. Стационарными объектами являются предприятия (Π) железнодорожного транспорта (R_1^S), тепловозо-

(ТРЗ) и электровозо-ремонтные (ЭРЗ) заводы (R_2^S и R_3^S). Подвижные объекты — тепловозы (R_1^D) и электровозы (R_2^D). В результате событий приобретение (ПТ, ПЭ) и списание (СТ, СЭ) тепловозов и электровозов (R_1^I и R_4^I , R_5^I и R_6^I); начало (НРТ, НРЭ) и окончание (КРТ, КРЭ) ремонтов тепловозов и электровозов (R_2^I и R_3^I , R_6^I и R_7^I) устанавливаются и разрываются связи предприятие — тепловоз (П — Т) (R_1^R) и тепловозо-ремонтный завод — тепловоз (ТРЗ — Т) (R_2^R) или предприятие — электровоз (П — Э) (R_3^R) и электровозоремонтный завод — электровоз (ТРЗ — Э) (R_4^R). Дуги, соединяющие типы событий и связей, помечены знаком плюс, если данный тип связи устанавливается в результате данного типа события, и знаком минус — если разрушается. Пунктирными линиями показана допустимая очередность событий.

Пример базы данных о перевозках показаны на рис. 3.1.2. Из него видно, что связи между стационарными и подвижными объектами, такие, как станция — поезд (R_1^R), перегон — поезд (R_2^R), станция — локомотив (R_3^R), станция — вагон (R_4^R), поезд — вагон (R_6^R), поезд — локомотив (R_6^R), депо — локомотив (R_7^R), устанавливаются и разрушаются в результате событий: формирование (R_1^I), отправление (R_2^I), прибытие (R_3^I) и расформирование (R_4^I) поезда, а также ремонт локомотива (R_5^I).

Рассмотрим подробнее состав и принципы обработки данных в модели «сущность — событие — связь», выделив три основные компоненты модели данных: собственно структуры данных об объектах, событиях и связях; ограничения целостности, определяющие множества допустимых состояний отдельных объектов, и базы данных в целом, а также разрешенные эволюцию, миграцию и взаимодействие объектов; операции манипулирования данными, обеспечивающие обработку запросов к базе данных.

3.1.1. СТРУКТУРЫ ДАННЫХ

1. *Данные о стационарных объектах* представляются в составе отношений вида $R^S (N^S, A^S)$, где N^S — уникальное имя (идентификатор) стационарного объекта; $A^S = \{A_1^S, \dots, A_n^S\}$ — множество атрибутов, характеризующих N^S . Имя N^S может использоваться в качестве первичного ключа при отсутствии в составе СУБД средств поддержки заменителей.

Пример состава данных о стационарных объектах для базы данных о локомотивах (рис. 3.1.1) приведен в табл. 3.1.1.

2. *Данные о подвижных объектах* представляются в составе отношений вида

$$R^D (N^D, N^I, T^I [, N_A^S, N_F^S, N_T^S, N^S], A^D).$$

Здесь N^D — уникальное имя (идентификатор) подвижного объекта, используемое при необходимости в качестве первичного ключа; N^I

и T^I — код и время последнего по времени события, в котором принял участие N^D ; $A^D = \{A_1^D, \dots, A_m^D\}$ — множество атрибутов, характеризующих другие свойства N^D .

Для многих моделей, в том числе и для базы данных о локомотивах (рис. 3.1.1), такого состава атрибутов может оказаться достаточно для описания подвижных объектов. Пример отношения для этой базы данных показан в табл. 3.1.2.

Однако в ряде случаев, в частности для базы данных о перевозках (см. рис. 3.1.2), целесообразно ввести в состав некоторых R^D ряд дополнительных атрибутов. Так, если подвижный объект приписан к одному из стационарных, который считается его постоянным владельцем (например, локомотивы и локомотивные депо), в R^D имеет смысл ввести определяющий владельца атрибут N_A^S . Для лучшего отображения миграции некоторых объектов (например, поездов) удобно иметь в составе также атрибуты N_F^S , N_T^S и N^S , определяющие соответственно стационарные объекты отправления, назначения и текущего местонахождения N^D .

При моделировании данных о подвижных объектах следует учитывать, что эти объекты могут либо все время находиться в границах отображаемой предметной области, либо периодически уходить за ее пределы и вновь возвращаться, либо, появившись однажды, исчезать

Таблица 3.1.1

R_1^S (предприятия)

Наименование N_1^S	Город A_{11}^S	Вагонооборот A_{12}^S
П1	Киев	250
П2	Киев	1320
П3	Харьков	4100
П4	Одесса	2580
П5	Киев	3400
П6	Харьков	295

R_2^S (тепловозоремонтные заводы)

Наименование N_2^S	Город A_{21}^S
ТРЗ1	Киев
ТРЗ1	Одесса

Таблица 3.1.2

R_1^D (тепловозы)

Номер N_1^D	Событие		Серия A_{11}^D	Год изготовления A_{12}^D
	Код N^I	Дата T^I		
2510	НРТ14	14.08	ТЭМ2	1975
3800	КРТ5	12.04	ТЭМ2	1988
1440	КРТ10	22.07	ТЭМ3	1974
7830	КРТ8	08.06	ТЭМ3	1982
9510	СТ1	05.07	ТЭМ3	1985
1850	НРТ12	17.07	ТГМ6	1976
2470	ПТ6	12.01	ТГМ6	1978
4800	КРТ11	26.08	ТГМ6	1981
7190	ПТ11	14.05	ТГМ6	1988
3010	СТ2	13.08	ТГМ4	1968

через некоторое время навсегда. Например, локомотивы и вагоны могут выходить за пределы отдельной железной дороги или промышленного предприятия и вновь появляться на них через некоторое время, поезд — расформировываться, те же локомотивы и вагоны — списываться и т. п. В любом случае в базе данных должны быть представлены данные как об объектах, находящихся в границах моделируемого региона на текущий момент времени (текущие данные), так и об объектах, находившихся в нем в прошлом (исторические данные). Это обеспечит реализацию широкого спектра исторических запросов и разнообразную статистическую обработку данных. Учитывая, что частота обращения к текущим данным, как правило, всегда гораздо выше, чем к историческим, представляется эффективной двухуровневая организация памяти для представления данных о подвижных объектах с целью отделения относительно небольшой обычно части текущих данных от большого объема исторических. Текущие данные размещаются при этом в основной памяти (отношения R_T^D), а исторические — в архивной (отношения R_A^D), причем при выходе подвижного объекта за границы региона или прекращении его существования вообще данные о нем переписываются из R_T^D в R_A^D , т. е. из основной памяти в архивную.

3. Данные о событиях содержатся в составе отношений, принципиальная схема которых в общем случае выглядит следующим образом:

$$R^I(N^I, T^I, N_1^S, \dots, N_n^S, N_1^D, \dots, N_m^D, A^I).$$

Кортежи R^I для каждого типа событий содержат атрибуты, определяющие код события N^I , время T^I и множество других характеристик этого события, и устанавливают связь между участвовавшими в событии стационарными N_1^S, \dots, N_n^S и подвижными N_1^D, \dots, N_m^D объектами. Для некоторых событий могут быть введены два значения атрибута T^I , соответствующие временам начала и окончания события. Это целесообразно тогда, когда значения остальных атрибутов остаются одинаковыми как в начале, так и в конце события (например, такие события, как выгрузка и погрузка вагонов и др.). Соответствующий событию кортеж в R^I будет формироваться в этом случае на основании двух сообщений — о начале и об окончании события N^I .

Очевидно, что данные о событиях могут описывать не только взаимодействие нескольких объектов, но и обычные эволюционные изменения состояния отдельных стационарных или подвижных объектов. В любом случае с каждым из объектов в базе данных будет связана история его динамики (эволюции, миграции, взаимодействия) в виде множества данных о соответствующих событиях. В конкретных системах данные в R^I могут накапливаться и сохраняться на протяжении принятого технологического цикла или некоторого установленного периода времени. Как будет показано ниже, они позволяют восстановить ретроспективно хронологию происходящих изменений состояния стационарных и подвижных объектов, а также прогнозировать развитие ситуации.

Отношения базы данных о локомотивах, содержащие данные о некоторых событиях, приведены в табл. 3.1.3.

Таблица 3.1.3

 R_1^I (приобретение теплового)

Событие		Предприя- тие N_1^S	Номер теплового N_1^D	Тип A_{11}^I	Серия A_{12}^I
Код N_1^I	Дата T_1^I				
ПТ1	05.01	П1	2510	Тепловоз	ТЭМ2
ПТ2	07.01	П2	3800	»	ТЭМ2
ПТ3	09.01	П3	7830	»	ТЭМ3
ПТ4	11.01	П3	9510	»	ТЭМ3
ПТ5	12.01	П3	1850	»	ТГМ6
ПТ6	12.01	П3	2470	»	ТГМ6
ПТ7	14.01	П4	4800	»	ТГМ6
ПТ8	19.01	П5	3010	»	ТГМ4
ПТ9	15.03	П6	1440	»	ТЭМ3
ПТ10	14.05	П5	7190	»	ТГМ6

 R_2^I (начало ремонта теплового)

Событие		Номер тепло- вого N_1^D	Предприятие N_1^S	Завод N_2^S	Вид ремонта A_{21}^I
Код N_2^I	Дата T_2^I				
НРТ4	21.01	3800	П2	ТР31	КР1
НРТ7	06.04	2510	П1	ТР31	КР1
НРТ8	26.04	7830	П3	ТР32	КР2
НРТ9	03.06	3010	П5	ТР32	КР1
НРТ10	14.06	1440	П6	ТР31	КР2
НРТ11	10.07	4800	П4	ТР31	КР1
НРТ12	17.07	1850	П3	ТР32	КР1
НРТ14	14.08	2510	П1	ТР31	БРП

 R_3^I (конец ремонта теплового)

Событие		Номер тепло- вого N_1^D	Завод N_2^S	Предприятие N_1^S	Стоимость ре- монта A_{31}^I
Код N_3^I	Дата T_3^I				
КРТ5	12.04	3800	ТР31	П2	11.8
КРТ6	10.05	2510	ТР31	П1	22.2
КРТ8	08.06	7830	ТР32	П3	14.3
КРТ9	13.07	3010	ТР32	П5	28.1
КРТ10	22.07	1440	ТР31	П6	17.8
КРТ11	26.08	4800	ТР31	П4	21.9

 R_4^I (спписание)

Событие		Предприятие N_1^S	Номер теплового N_1^D	Тип A_{41}^I
Код N_4^I	Дата T_4^I			
СТ1	05.07	П3	9510	Тепловоз
СТ2	13.08	П5	3010	»

Таблица 3.1.4

 R_1^R (предприятие—тепловоз)

Предприятие N_1^S	Номер тепловоза N_1^D	Событие 1		Событие 2	
		Код N_{1S}^I	Дата T_{1S}^I	Код N_{1P}^I	Дата T_{1P}^I
П1	2510	ПТ1	05.01	НРТ7	06.04
П2	3800	ПТ2	07.01	НРТ4	21.02
П3	7830	ПТ3	09.01	НРТ8	26.04
П3	9510	ПТ4	11.01	СТ1	05.07
П3	1850	ПТ5	12.01	НРТ12	17.07
П3	2470	ПТ6	12.01	—	∞
П4	4800	ПТ7	14.01	НРТ11	10.07
П5	3010	ПТ8	19.01	НРТ9	03.06
П6	1440	ПТ9	15.03	НРТ10	14.06
П2	3810	КРТ5	12.04	—	∞
П1	2510	КРТ6	10.05	НРТ14	14.08
П5	7190	ПТ10	14.05	—	∞
П3	7830	КРТ8	08.06	—	∞
П5	3010	КРТ9	13.07	СТ2	13.08
П6	1440	КРТ10	22.07	—	∞
П4	4800	КРТ11	28.08	—	∞

 R_2^R (завод—тепловоз)

Завод N_2^S	Номер тепловоза N_1^D	Событие 1		Событие 2	
		Код N_{1S}^I	Дата T_{1S}^I	Код N_{1P}^I	Дата T_{1P}^I
ТР31	3800	НРТ4	21.02	КРТ5	12.04
ТР31	2510	НРТ7	06.04	КРТ6	10.05
ТР32	7830	НРТ8	26.04	КРТ8	08.06
ТР32	3010	НРТ9	03.06	КРТ9	13.07
ТР31	1440	НРТ10	14.06	КРТ10	22.07
ТР31	4800	НРТ11	10.07	КРТ11	26.08
ТР32	1850	НРТ12	17.07	—	∞
ТР31	2510	НРТ14	14.08	—	∞

4. Данные о связях представляются в составе отношений вида

$$R^R(N^S, N^D, N_S^I, T_S^I, N_P^I, T_P^I).$$

Как и в модели сущность — связь [19], каждая реализация связи (кортеж) в R^R содержит имена N^S и N^D связываемых объектов (в принципе, возможны пары N^S, N^S и N^D, N^D). Но, кроме того, в рассматриваемой модели каждая связь характеризуется дополнительно кодами N_S^I, N_P^I и временами T_S^I, T_P^I событий, в результате которых эта связь соответственно устанавливается или разрывается. При этом отсутствие значений N_P^I и T_P^I (точнее, T_P^I в этом случае для удобства обработки присваивается значение ∞) означает, что кортеж R^R описывает существующую на данный момент времени связь. Если T_P^I имеет кон-

кретное, отличное от ∞ значение t , то это означает, что связь носит характер исторический, т. е. она существовала на интервале времени T_{ST}^I .

Для ускорения обработки запросов о текущем состоянии объектов данные об исторических связях могут быть вынесены в отдельную, архивную, область памяти и сохраняться там на протяжении требуемого времени.

Отношения базы данных о локомотивах, содержащие данные о некоторых типах связей, приведены в табл. 3.1.4.

Отношения R^R , описывающие связи разных типов объектов, позволяют удобно моделировать структуры характерных для железнодорожного транспорта объектов типа агрегата-покрытия [23], примером которого может служить такой тип объекта, как поезд, представляющий собой совокупность объектов других типов, а именно локомотива и вагонов. Как видно из рис. 3.1.2, формированию поезда соответствует установление в модели связей типа поезд — локомотив и поезд — вагон, т. е. каждая реализация объекта поезд будет состоять из некоторой совокупности реализаций этих связей. Используя операцию естественного соединения всех отношений R^R , относящихся к одному типу агрегата — покрытия, можно получить полный состав каждой реализации объекта такого типа. Наличие же в составе данных о связях атрибутов времени существования связи обеспечивает прослеживание динамики возникновения и исчезновения реализаций объектов — агрегатов (в данном случае — формирования и расформирования поездов).

Наконец, с помощью связей можно моделировать и достаточно сложные иерархические структуры стационарных объектов, также относящихся к типу агрегатов — покрытий. Например, рассматривая отделение дороги как совокупность станций (C) и перегонов (Π) (рис. 3.1.3), можно с помощью связей типа отделение — станция ($O - C$) $R_1^R (N_0^S, N_1^S)$ и отделение — перегон ($O - \Pi$) $R_2^R (N_0^S, N_2^S)$ для каждой реализации объекта отделение дороги поставить в соответствие подмножества реализаций объектов станция и перегон, входящих в состав этого отделения.

При таком подходе создаются предпосылки моделирования сложных структур, используемых в объектных базах данных. О концептуальной

Таблица 3.1.5

Π_1^C (общий объем ремонтов)

Завод N_2^S	Ремонт		
	Вид A_{21}^I	Количество ΣA_{11}^C	Общая стоимость, тыс. руб. ΣA_{31}^S
ТР31	КР1	3	55,9
ТР31	КР2	1	28,1
ТР32	КР2	1	14,3

близости рассматриваемой здесь модели к объектным, например к описанной в [42], свидетельствует простота перехода от одной к другой. Так, если сгруппировать в множестве $\{k_1\}$ и $\{k_2\}$ имена N_1^S и N_2^S или соответствующие заменители кортежей из R_1^S и R_2^S , описывающих входящие в N_0^S реализации, и ввести эти множества как молекулярные атрибуты в кортеж отношения R_0^S , описывающий N_0^S , то рассматриваемая модель трансформируется в модель, предлагаемую в [42] и представленную выражениями (2.4.1) и (2.4.2) в параграфе 2.4.

5. *Итоговые данные* накапливаются в отношениях вида

$$R^C (\{N_1^S, \dots, N_n^S, N_1^D, \dots, N_m^D\} A^C),$$

кортежи которых для каждой совокупности взаимодействующих в процессе отдельного вида событий стационарных и подвижных объектов содержат множество $A^C = \{\Sigma A_1^C, \dots, \Sigma A_R^C\}$ значений некоторых итоговых показателей, характеризующих это взаимодействие за определенный интервал времени. Например, для базы данных о локомотивах это будет общее количество и суммарная стоимость завершённых ремонтов по видам ремонтов и тепловозоремонтным заводам (табл. 3.1.5), полученные в результате суммирования соответствующих данных из R_2^I и R_3^I (см. табл. 3.1.3).

Очевидно, что данные отношений R^C достаточно просто генерируются из данных отношений первых четырех групп, т. е. R^S , R^D , R^I и R^R . Однако в ряде систем, где невозможно обеспечить своевременную обработку данных о событиях, т. е. реализовать пооперационное отслеживание динамики объектов, итоговые данные могут вводиться в базу данных после предварительной ручной подготовки.

В заключение рассмотрения структур данных отметим, что схемы отношений для разных типов объектов в рамках отдельных рассмотренных выше пяти категорий данных могут отличаться друг от друга степенью за счет разного состава атрибутов в A . Значит, в общем случае данные по каждой из категорий будут представлены в модели соответствующими множествами отношений $R^S = \{R_1^S, \dots, R_n^S\}$, $R^D = \{R_1^D, \dots, R_m^D\}$, $R^I = \{R_1^I, \dots, R_l^I\}$, $R^R = \{R_1^R, \dots, R_k^R\}$, $R^C = \{R_1^C, \dots, R_t^C\}$.

3.1.2. ОГРАНИЧЕНИЯ ЦЕЛОСТНОСТИ

Рассматриваемая модель данных содержит четыре основные группы ограничений целостности.

1. *Явные ограничения целостности*, относящиеся к отдельным атрибутам, такие, как ограничения на значения и агрегатные ограничения. Они декларируются обычно с помощью спецификаций языка определения данных используемой СУБД.

2. *Ограничения, относящиеся к структурам объектов*. Они определяют допустимое членство в покрытии, т. е. показывают, какие типы объектов могут входить в реализацию объектов типа агрегата-покрытия. Ограничения описываются с помощью бинарных отношений

RID		
R^D	R_i^I	R_j^I
R_1^D	R_1^I	R_2^I
R_1^D	R_2^I	R_4^I
R_1^D	R_2^I	R_3^I
R_1^D	R_3^I	R_2^I
R_1^D	R_3^I	R_4^I

а

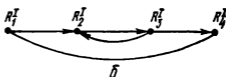


Рис. 3.1.4

RS (R_{AGR}^S, R^S) и RD (R_{AGR}^D, R^D), где R_{AGR}^S и R_{AGR}^D — имена типов агрегатов-покрытий, а R^S и R^D — имена типов объектов, входящих в них в качестве членов. Описывая разрешенные (обычно уже существующие в модели) иерархии стационарных и подвижных объектов, RS и RD , вместе с тем позволяют удобно моделировать вновь возникающие в процессе эволюции предметной области сложные структуры с помощью определения новых абстракций в терминах уже существующих.

Ниже приведен состав RS для базы данных, показанной в табл. 3.1.3, и RD для базы данных — в табл. 3.1.2.

RS		RD	
R_{AGR}^S	R^S	R_{AGR}^D	R^D
R_0^S	R_1^S	R_1^D	R_2^D
R_0^S	R_2^S	R_1^D	R_3^D

3. Ограничения технологической целостности, определяющие разрешенную динамику объектов. Для каждого типа объектов могут быть определены некоторое множество допустимых состояний и правила переходов из одного в другое. Поскольку переходы являются обычно следствием выполнения событий, то динамику объектов можно представлять как некоторую последовательность событий, выходящую схематически в виде вектора, однозначно определяющего очередность их выполнения, либо дерева или ориентированного графа, описывающего возможность альтернативного развития событий. Ограничения на переходы описываются тернарными отношениями RIS (R^S, R_i^I, R_j^I) и RID (R^D, R_i^I, R_j^I), кортежи которого указывают для объекта R^S или R^D возможность выполнения события R_j^I , если ему предшествовало событие R_i^I . Очевидно, что из пар R_i^I, R_j^I для каждого типа объекта R^S или R^D нетрудно установить всю возможную последовательность событий (в виде вектора, дерева или сети), в которых этот тип объекта может участвовать.

Например, допустимую последовательность событий, которая может произойти с объектом тепловоз (она показана на рис. 3.1.1), можно

представить графом (рис. 3.1.4, б), соответствующим фрагменту отношения RID (рис. 3.1.4, а). Интерпретация этой последовательности очевидна — после приобретения локомотива может следовать начало его ремонта или списание, после начала ремонта только конец ремонта, после конца ремонта — начало следующего ремонта или списание.

4. *Ограничения, определяющие возможность участия объектов в событиях*, перечисляются в составе бинарных отношений RTS (R^S, R^I) и RTD (R^D, R^I) и устанавливают соответствие между типами объектов R^S и R^D и видом события R^I , в котором эти объекты могут быть задействованы. Из RTS и RTD несложно определить для каждого типа объекта (R^S или R^D) все множество типов событий, в которых он может участвовать, а также установить все типы объектов, которые могут быть задействованы в отдельном виде события. Для этого достаточно выполнить операцию селекции над RTS и/или RTD , задавая в качестве условия конкретные значения R^S, R^D и R^I . Например, как видно ниже из отношений RTS и RTD для базы данных о локомотивах (см. рис. 3.1.1), стационарный объект R_3^S может участвовать в событиях R_6^I и R_7^I , в событии R_2^I могут участвовать объекты R_1^S, R_2^S и R_1^D и т. п.

Таким образом, RTS и RTD фактически устанавливают разрешенное взаимодействие между разными типами объектов на уровне выполняемых с ними операций, а следовательно, и определяют возможность установления и поддержания в модели соответствующих связей R^R .

RTS		RTD
R^S	R^I	R^D R^I
R_1^S	R_1^I	R_1^D R_1^I
\vdots	\vdots	R_1^D R_2^I
R_1^S	R_8^I	R_1^D R_3^I
R_2^S	R_2^I	R_1^D R_4^I
R_2^S	R_3^I	R_2^D R_5^I
R_3^S	R_6^I	R_2^D R_6^I
R_3^S	R_7^I	R_2^D R_7^I
		R_2^D R_8^I

Следует отдельно сказать еще об одном виде ограничений целостности, а именно, об *ограничениях, специфицирующих разрешенную миграцию подвижных объектов между стационарными и в их границах*, т. е. возможность поступления и нахождения определенного типа подвижного объекта на территории некоторого стационарного. Эти ограничения сознательно не выделены в самостоятельную группу, так как присутствуют неявно в составе RTS и RTD . Действительно, разрешенное взаимодействие стационарного и подвижного объектов в процессе некоторого события определяет само по себе и возможность нахождения последнего на территории первого. Однако, при необ-

ходимости эту группу ограничений можно представить и явно в составе, например, бинарного отношения $RSD (R^S, R^D)$.

Как видно, все атрибуты отношений, описывающих ограничения целостности, определены на одном общем домене, включающем все имена отношений из множеств R^S, R^D, R^I . Рассмотренная система ограничений целостности, во многом аналогичная предлагаемой в расширенной реляционной модели RM/T , существенно усиливает семантику модели, позволяет не только отслеживать, но и контролировать динамику объектов и блокировать выполнение некорректных процедур обработки данных.

3.1.3. ПРИНЦИПЫ МАНИПУЛИРОВАНИЯ ДАННЫМИ

Будем рассматривать процедуры манипулирования данными на примере основных обобщенных типов запросов, для которых приводятся принципиальные схемы их обработки, определяющие в целом стратегию выборки данных. Тексты запросов приведены на языке реляционной алгебры, причем порядок операций достаточно условный и может не соответствовать требованиям оптимизации запросов. Читателю, знакомому с конкретными языками манипулирования данными, не составит труда перевести приводимые ниже запросы на тот или иной язык навигационного или спецификационного типа [19].

1. Запросы о наличии и текущем состоянии стационарных и подвижных объектов обрабатываются обычным образом с использованием операций селекции и проекции, выполняемых над R^S и R^D .

2. Запросы на получение данных о текущей дислокации подвижных объектов относительно стационарных обрабатываются по схеме

$$W \leftarrow \pi_X (\sigma_Q (R^S \bowtie R^R \bowtie R^D)), \quad (3.1.1)$$

т. е. на интегрированном отношении, полученном в результате выполнения операции естественного соединения \bowtie , с помощью селекции σ по условию Q с последующей проекцией π на множество атрибутов X можно получить результирующее отношение W , содержащее ответ на любой запрос указанного типа. Здесь и далее подразумевается, что естественное соединение выполняется на основании значений одноименных атрибутов соединяемых отношений. Примером будет такой запрос.

3.1. «Перечислить номера и серии тепловозов, работающих в настоящее время на предприятиях Харькова». Обработка этого запроса в общем-то тривиальна и определяется выражением

$$W \leftarrow \pi_{N_1^S, N_1^D, A_{11}^D} (\sigma_{A_{11}^S = \text{ХАРЬКОВ} \wedge T_{F=\infty}^I} (R_1^S \bowtie R_1^R \bowtie R_1^D)).$$

В результате получим такое W :

N_1^S	N_1^D	A_{11}^D
ПЗ	2470	ТГМ6
ПЗ	7830	ТЭМ3
П6	1440	ТЭМ3

Следует заметить, что приведенная схема запроса пригодна лишь тогда, когда он касается одного типа стационарных и одного типа подвижных объектов. Если это ограничение снять, то схема запроса трансформируется к виду

$$W \leftarrow \pi_x (\sigma_q (\bar{U} / (R_z^S \times R_z^R \times R_z^D))), \quad (3.1.2)$$

где \bar{U} — операция внешнего объединения (см. параграф 2.1), позволяющая обрабатывать отношение разных структур. Косая черта / означает, что объединение выполняется для всех триад соединений отношений из подмножеств $R_z^S \subseteq R^S$, $R_z^R \subseteq R^R$ и $R_z^D \subseteq R^D$. Состав R_z^S , R_z^R и R_z^D определяется сформулированными в запросе информационными потребностями.

Рассмотрим такой запрос.

3.2. «Перечислить номера тепловозов, работающих в настоящее время на предприятиях с вагонооборотом более 3000 вагонов, а также находящихся в ремонте на заводах Киева»:

$$W \leftarrow \pi_{N_1^D, N_1^S, N_2^S, A_{21}^S} (\sigma_{A_{12}^S > 3000 \wedge T_{P-\infty} \wedge A_{21}^S = \text{КИЕВ}} \times \\ \times ((R_1^S \times R_1^R \times R_1^D) \bar{U} (R_2^S \times R_2^R \times R_2^D))).$$

В данном случае $R_z^S = \{R_1^S, R_2^S\}$, $R_z^R = \{R_1^R, R_2^R\}$, $R_z^D = \{R_1^D, R_2^D\}$. Однако из всех возможных триад соединений отношений из R_z^S , R_z^R и R_z^D в запросе допускаются только те, которые разрешены соответствующими ограничениями целостности RTS и RTD . В этом смысле, как нетрудно проверить, запрос 3. 2 корректен, и результатом его обработки будет отношение W :

N_1^D	N_1^S	N_2^S	N_{21}^S
7190	П5	—	—
2470	П3	—	—
7830	П3	—	—
2510	—	ТР31	Киев

В случае нарушения ограничений целостности RTS и RTD обработка запроса прекращается с выдачей пользователю соответствующего уведомления о некорректности запроса. Таким образом, можно избежать выполнения дорогостоящих операций естественного соединения, когда такая попытка предпринимается только на основании значений атрибутов, но без учета семантики модели. Например, обработка запроса «Какие тепловозы находятся на ремонте на электровозоремонтных заводах», т. е.

$$W \leftarrow \pi_{N^D} (R_3^S \times R_2^R \times R_1^D),$$

была бы заблокирована из-за бессмысленности этого соединения (если тепловозы не могут ремонтироваться на электровозоремонтных заводах).

Очевидно, что в случае отсутствия в составе ЯМД операции внешнего объединения запрос типа (3.1.2) распадается на ряд запросов типа (3.1.1).

Рассмотрим пример еще одного запроса о текущем состоянии объектов предметной области, но требующих обработки данных о событиях.

3.3. «Перечислить номера тепловозов, работающих в настоящее время на предприятиях Харькова после ремонтов КР2 стоимостью более 15 тыс. руб.».

$$W \leftarrow \pi_{N_1^D, A_{21}^I, A_{31}^I} (\sigma_{A_{12}^S = \text{ХАРЬКОВ} \wedge T_F^I = \infty \wedge A_{21}^I = \text{КР2} \wedge A_{31}^I > 15} \times \\ \times (R_1^D \bowtie R_2^I \bowtie R_2^R \bowtie R_3^I \bowtie R_1^S)).$$

Здесь в соединении участвуют еще R_2^I и R_3^I , содержащие атрибуты A_{21}^I — вид ремонта и A_{31}^I — стоимость ремонта. Результатом будет:

N_1^D	A_{21}^I	A_{31}^I
1440	КР2	17.8

3. Запросы об исторической дислокации подвижных объектов, т. е. об их расположении относительно стационарных на некоторый момент времени в прошлом, обрабатываются в целом по схемам, аналогичным (3.1.1) и (3.1.2). Значение времени может указываться явно, как в следующих двух запросах.

3.4. «Перечислить номера тепловозов и города, на заводах которых они находились в ремонте КР1 1 марта»:

$$W \leftarrow \pi_{N_1^D, A_{21}^S} (\sigma_{A_{21}^I = \text{КР1} \wedge T_S^I \leq 01.03 < T_F^I} (R_2^S \bowtie R_2^D \bowtie R_1^D \bowtie R_2^I)),$$

В результате получим

N_1^D	A_{21}^S
3800	Киев

3.5. «Перечислить предприятия, на которых работали, заводы, на которых ремонтировались, и виды ремонтов для тепловозов серии ТЭМ3 на 15 мая».

$$W \leftarrow \pi_{N_1^S, N_1^D, N_2^S, A_{21}^I} (\sigma_{A_{11}^D = \text{ТЭМ3} \wedge T_S^I \leq 15.05 < T_F^I} \times \\ \times ((R_1^R \bowtie R_1^D) \bar{\cup} (R_2^S \bowtie R_2^D \bowtie R_1^D \bowtie R_2^I))).$$

Результатом будет

N_1^S	N_1^D	N_2^S	A_{21}^I
П3	9510	—	—
П6	1440	—	—
—	7830	ТР32	КР2

В некоторых исторических запросах значение времени может указываться неявно, как, например, в таком запросе:

3.6. «Перечислить тепловозы серии ТЭМ3, остававшиеся в работе на предприятии ПЗ в то время, когда хотя бы один тепловоз этого же предприятия и этой же серии был отправлен в ремонт КР2». Такой вопрос можно разбить на два следующих.

3. 7. «Определить время, когда был отправлен в ремонт КР2 тепловоз серии ТЭМ3 предприятия ПЗ»:

$$W \leftarrow \pi_{T_2^I} (\sigma_{N_1^S = \text{ПЗ} \wedge A_{11}^D = \text{ТЭМ3} \wedge A_{21}^I = \text{КР2}} (R_1^R \times_{(N_2^I = N_2^I)} R_2^I \times R_1^D)).$$

Полученное в результате значение времени $T_2^I = 26.04$ подставляется в составе условия Q в запрос 3. 8.

3. 8. «Перечислить номера тепловозов серии ТЭМ3, находившихся в работе на предприятии ПЗ 26 апреля»:

$$W \leftarrow \pi_{N_1^D} (\sigma_{N_1^S = \text{ПЗ} \wedge A_{11}^D = \text{ТЭМ3} \wedge T_{S \leq 26.04}^I < T_F^I} (R_1^R \times R_1^D)).$$

Результат:

$$\begin{array}{c} N_1^D \\ 9510 \end{array}$$

4. Запросы на получение данных об эволюции (траектории динамики) объектов, состоящей из перечня событий, в которых участвовал этот объект на протяжении некоторого интервала времени или же всего периода своего существования, обрабатываются по следующей обобщенной схеме:

$$W \leftarrow \pi_X (\sigma_Q (\overline{U} / (R_2^S \times R_2^I))).$$

или

$$W \leftarrow \pi_X (\sigma_Q (\overline{U} / R_2^D \times R_2^I)). \quad (3.1.3)$$

Указывая в условии Q значение интервала времени $t_1 \leq T^I \leq t_2$, можно проследить пооперационно упорядоченную во времени динамику изменения состояния интересующего объекта за период с t_1 до t_2 .

Приведем в качестве примера такой запрос.

3. 9. «Перечислить даты и типы событий, в которых участвовал тепловоз № 3010, за период с 1 февраля по 1 августа»:

$$W \leftarrow \pi_{N^I, T^I} (\sigma_{N_1^D = 3010 \wedge T^I \geq 01.02 \wedge T^I < 01.08} \times \\ \times ((R_1^D \times R_1^I) \overline{U} (R_1^D \times R_2^I) \overline{U} (R_1^D \times R_3^I) \overline{U} (R_1^D \times R_4^I))).$$

В результате обработки получим

N^I	T^I
ПТ8	19.01
НРТ9	03.06
КРТ9	13.07
СТ2	13.08

5. Запросы о взаимодействии объектов за некоторый период времени обрабатываются по схеме

$$W \leftarrow \pi_X (\sigma_Q (R^S \times R^R \times R^D \times R^I)) \quad (3.1.4)$$

и позволяют получить данные о том, какие операции и с какими подвижными объектами выполнялись на некоторых стационарных,

или — на каких стационарных объектах, когда и в каких операциях участвовали определенные подвижные объекты и т. п.

Рассмотрим два примера наиболее характерных запросов такого типа.

3. 10. «Перечислить номера и серии локомотивов предприятий Киева, а также даты их поступления в ремонт КР1 на заводы Одессы за период с 1 апреля по 1 августа»:

$$W \leftarrow \pi_{N_1^D, A_{11}^D, N_1^S, A_{21}^I} (\sigma_{A_{11}^S = \text{КИЕВ} \wedge A_{21}^I = \text{КР1} \wedge T_2^I \geq 01.04 \wedge T_2^I < 01.08} \times \\ \times (R_1^S \bowtie R_2^I \bowtie R_2^S \bowtie R_1^D)).$$

Ответом на этот запрос будет отношение

N_1^D	A_{11}^D	N_1^S	A_{21}^I
3010	ТГМ4	П5	КР1

3. 11. «Перечислить виды и стоимость ремонтов, выполненных на заводах Киева для тепловозов постройки до 1980 г., за период с 1 апреля по 1 июня»:

$$W \leftarrow \pi_{A_{21}^I, A_{31}^I, N_1^D, A_{12}^D} (\sigma_{A_{21}^S = \text{КИЕВ} \wedge A_{12}^D < 1980 \wedge T^I \geq 01.04 \wedge T^I < 01.06} \times \\ \times (R_2^S \bowtie R_2^I \bowtie R_2^R \bowtie R_3^I \bowtie R_1^D)).$$

$(N_1^S = N_2^I) (N_1^R = N_3^I)$

В результате обработки получаем

A_{21}^I	A_{31}^I	N_1^D	A_{12}^D
КР1	22.15	2510	1975

6. Запросы на получение итоговых данных просто реализуются на отношениях R^c или, если последние не материализуются в базе данных, выполняются с помощью использования встроенных арифметических и агрегатных функций типа *SUM*, *COUNT* и др. в запросах (3.1.1) — (3.1.4). Выбор конкретного варианта реализации зависит от временных ограничений на выполнение запросов.

7. Запросы на ввод и обновление данных. Принципиальной особенностью предлагаемой модели данных является то, что обычному пользователю возможность обновления базы данных доступна только через обращение к специальным программным процедурам обработки данных о событиях. Эти процедуры программируются разработчиками базы данных в конкретной предметной области и для каждого типа событий выполняют соответствующие функции контроля ограничений целостности, а также реализацию необходимых запросов на модификацию отношений R^S , R^D , R^I , R^R и R^C в соответствии с принятыми технологическими схемами.

Как показывает анализ, при информационном моделировании любой предметной области, в том числе и транспортных систем, все множество событий можно разделить на четыре основных типа — возникновение,

изменение состояния, исчезновение и перемещение объектов. Причем в первых трех типах могут участвовать как стационарные, так и подвижные объекты, а в последнем — только подвижные. В зависимости от типа события различаются состав атрибутов и интерпретация их значений в кортежах отношений R^I , кроме атрибутов N^I и T^I , трактуемых всегда однозначно. Соответственно различаются и схемы процедур обработки данных о событиях, хотя каждая из них в обязательном порядке включает как минимум две такие операции.

Перед внесением изменений в базу данных проверяется в соответствии с ограничениями целостности RIS и RID возможность наступления события типа R^I в зависимости от того, какое событие ему предшествовало. Проверяется также согласно RTS и RTD допустимость участия каждого из объектов в событии типа R^I , а следовательно, и их взаимодействие в рамках этого события. При нарушении ограничений целостности данные о событии не обрабатываются, а пользователю выдается соответствующее уведомление.

Помимо внесения изменений в отношения R^S , R^D , R^R и R^C кортеж с данными о событии включается в отношение R^I , т. е.

$$\downarrow R^I_{N^I, T^I, A^I_1, \dots, A^I_l} (n, t, a_1, \dots, a_l),$$

где N^I , T^I , A^I_1 , ..., A^I_l имена всех или некоторых атрибутов отношения R^I ; n , t , a_1 , ..., a_l — их значения в новом кортеже. Атрибутам, не перечисленным в составе A^I_1 , ..., A^I_l , присваиваются значения «не определено».

Рассмотрим несколько подробнее состав данных и особенности процедур их обработки для каждого из типов событий.

Возникновение объекта. Для стационарного объекта этот тип события характеризуется следующими атрибутами: $R^I (N^I, T^I, N^S, A^I)$. Атрибут N^S обозначает имя самого объекта. Атрибуты множества A^I определяют свойства нового объекта. Примером такого события может служить постройка локомотивного депо, открытие нового перегона и др.

Несколько иной состав атрибутов будет характеризовать возникновение подвижного объекта: $R^I (N^I, T^I, N^S, N^D_1 [, N^D_2, \dots, N^D_m], A^I)$. В этом случае N^S обозначает имя стационарного объекта, на территории которого возникает подвижный объект N^D_1 . Причем если N^D_1 объект-агрегат (т. е. создается реализация типа агрегата-покрытия), то данные о событии могут включать имена его членов — N^D_2, \dots, N^D_m . Таким событием является, например, формирование поезда N^D_1 на станции N^S , в котором участвуют локомотив N^D_2 и вагоны N^D_3, \dots, N^D_m .

При обработке данных о событиях такого типа в отношении R^S или R^D записывается кортеж, компонентами которого являются атрибуты N^S или N^D_1 и A^I . Кроме того, формируется кортеж в отношении R^R , связывающем N^S с N^D_1 , а также если создается объект-агрегат,

кортежи в отношениях R^R , связывающих N_1^D с N_2^D , N_1^D с N_3^D и т. д., причем значению T'_F в R^R присваивается значение ∞ .

Изменение состояния стационарного или подвижного объекта.

Этот тип события характеризуется таким составом атрибутов: $R^I(N^I, T^I, \{N^S, N^D\}, A^I)$, N^S или N^D обозначает имя стационарного или подвижного объекта, а A^I — множество атрибутов, приобретающих в результате события новые значения. Примером события такого типа являются реконструкция станций, погрузка или выгрузка вагонов и др. Обработка данных о таких событиях сводится к обновлению значений атрибутов A^I в кортежах отношений R^S или R^D , описывающих соответствующий объект.

Исчезновение объекта. Для этого типа сообщений состав атрибутов такой: $R^I(N^I, T^I, \{N^S, N^D\}, A^I)$. Атрибуты N^S или N^D обозначают имя исчезающего объекта, а A^I — обстоятельства исчезновения. Примерами событий этого типа являются закрытие станций, списание локомотивов, расформирование поездов и т. п. Их обработка предусматривает в первую очередь перезапись данных об исчезнувшем объекте из основной памяти (отношений R_T^S или R_T^D) в архивную (R_A^S или R_A^D). Затем в кортежах всех отношений R^R , описывающих связи исчезающего объекта, формируются значения $N'_F = N^I$ и $T'_F = T^I$, характеризующие код и время события, в результате которого эти связи разрушаются.

Перемещение объекта. Этот тип события характеризуется такими атрибутами: $R^I(N^I, T^I, N_1^S, N_2^S, N^D, A^I)$. Они обозначают имя подвижного объекта N^D , перемещающегося с одного стационарного объекта N_1^S на другой N_2^S . Таким событием является, например, отправление поезда N^D со станции N_1^S на перегон N_2^S . При обработке данных о событиях этого типа в кортеже отношения R^D , описывающего объект N^D , атрибуту N^S , определяющему текущее местонахождение N^D , присваивается значение атрибута N_2^S . Если N^D является объектом-агрегатом, то это же значение N_2^S присваивается атрибуту N^S всех кортежей отношений R^D , описывающих объекты-члены N^D . Кроме того, корректируются данные о связях таким образом, что в кортеже R^R , описывающем связь N_1^S с N^D , формируются значения $N'_F = N^I$ и $T'_F = T^I$, фиксирующие разрыв этой связи, в R^R , описывающем связь N_2^S с N^D , добавляется новый кортеж с $N'_S = N^I$, $T'_S = T^I$ и $T'_F = \infty$, фиксирующий установление новой связи. Разновидностью перемещения можно считать такое событие, как выход подвижного объекта за границы моделируемого региона (например, сдача поезда на соседнюю железную дорогу или на подъездной путь). В этом случае

в схему процедуры обработки включаются операции по перезаписи кортежа, описывающего N^D (а также кортежей отношений R_i^D , описывающих объекты-члены N^D , если N^D — объект-агрегат), из основной области памяти (R_T^D) в архивную (R_A^D).

Организация доступа обычных пользователей к обновлению базы данных только через процедуры обработки данных о событиях имеет два положительных свойства. Во-первых, обеспечивается автоматический контроль ограничений целостности, описывающих разрешенную динамику и взаимодействие объектов. Во-вторых, упрощается с точки зрения пользователей сам процесс внесения изменений в базу данных, так как ему (пользователю) для обработки данных о некотором событии достаточно инициировать выполнение соответствующей процедуры. Вместе с тем администратор базы данных, а также привилегированные пользователи имеют возможность выполнять при необходимости принудительное (без контроля ограничений целостности) обновление данных посредством реализации запросов непосредственно на языке манипулирования данными СУБД, неся, однако, за него полную ответственность.

Проведем в заключение краткий сопоставительный анализ предложенной здесь модели с рассмотренными в параграфе 2.2 моделями временных баз данных, коснувшись двух основных аспектов — отображения динамики объектов моделируемой предметной области и обеспечения при этом целостности базы данных.

Для отображения динамики в обоих случаях при изменении значений атрибута старое его значение сохраняется, а новое фиксируется вместе со временем изменения. Но если во временных базах данных для этого предусмотрено создание так называемых исторических копий состояния объекта в определенные моменты времени, то в модели «сущность — событие — связь» все данные об изменениях состояния объектов хранятся в виде записей о соответствующих событиях. Принципиальность этого различия состоит в том, что для модели сущность — событие — связь не требуется разработка специальных средств ЯОД и ЯМД для спецификации динамических атрибутов или объектов в целом и обработки исторических запросов. Для обеспечения обработки любого запроса о значении отдельного атрибута или состояния объекта в целом на некоторый момент времени t в прошлом необходимо лишь, чтобы для каждого динамического атрибута существовал соответствующий тип события, в результате которого изменяется значение этого атрибута. При этом необязательно, чтобы каждому динамическому атрибуту соответствовал отдельный тип события, т. е. в результате события одного типа могут изменяться значения не только одного, но и нескольких или даже всех динамических атрибутов. Обязательно, чтобы всякое изменение значения динамического атрибута было следствием обработки данных о событии, а не принудительного обновления. Только в этом случае можно восстановить значение любого атрибута или состояние объекта в целом на время t , обработав совместно данные об этом объекте и всех типах событий, в которых он участвовал и которые были последними, произошедшими с ним до наступления ука-

ванного времени t . Все это делает модель сущность — событие — связь более гибкой и независимой в том смысле, что она не требует переопределения схемы базы данных, когда, например, некоторые атрибуты становятся динамическими. Иначе говоря, динамическим подразумевается любой атрибут, который фигурирует в схемах отношений R' , описывающих события. При этом появление нового типа события фактически соответствует автоматическому присвоению статуса динамических всем входящим в его схему атрибутам и не требует их специального переопределения, как, например в [27].

Рядом преимуществ обладает, на наш взгляд, модель сущность — событие — связь и с точки зрения обеспечения целостности базы данных. Во-первых, динамика объектов не просто отображается, но и контролируется с помощью ограничений RIS и RID , определяющих разрешенную последовательность событий, а следовательно, и допустимость перехода базы данных из состояния D_i в состояние D_j при обработке данных об этих событиях. Во-вторых, что особенно важно, отображается не просто история эволюционного развития каждого объекта в отдельности, а и динамика взаимодействия (в том числе и миграции) разных объектов в рамках разных событий, причем взаимодействия не произвольного, а регламентированного и контролируемого с помощью специальных ограничений целостности RTS и RTD .

Таким образом, модель сущность — событие — связь можно рассматривать как многоцелевое универсальное средство организации баз данных в системах проектирования, моделирования и управления, ориентированных на железнодорожный транспорт. Вполне возможно, что рассмотренные принципы моделирования данных могут оказаться полезными и при разработке базы данных в других предметных областях, для которых характерны в большей или меньшей мере перечисленные в начале этого параграфа специфические особенности. Вместе с тем необходимо отметить, что реализация некоторых концепций может столкнуться с определенными трудностями (в первую очередь это сложность обеспечения обработки данных о событиях в реальном масштабе времени), которые необходимо учитывать при разработке моделей конкретных баз данных.

3.2. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ И ОБРАБОТКА СХЕМ ТРАНСПОРТНЫХ ОБЪЕКТОВ

Транспорт вообще и железнодорожный в частности является одной из сфер, наиболее перспективных с точки зрения применения систем баз видеоданных. На их основе могут быть реализованы высокопроизводительные системы проектирования транспортных объектов, эффективные системы моделирования и управления, широко использующие средства и устройства машинной графики. В этом параграфе рассмотрим модель данных для графических приложений, ориентированную на такую предметную область, как железнодорожный транспорт.

Принципиальные концепции построения баз данных в графических системах — независимость и интерпретация графических данных — были изложены еще в [37] и дальнейшее их развитие (напри-

$r_h, r_f, r_i) \times (a, b)$ — это более общая формулировка определения множества отношений на заданной области, применяемая при реляционном подходе к описанию данных. Пара величин (a, b) в отношении $r_i(a, b)$ выступает областью определения отношений, а отношения r_c, r_d, r_h, r_f, r_i в совокупности — множеством отношений, определенных на этой области.

Для чисто бинарного отношения характерно то, что оно определено на паре величин (их значений). В отличие от бинарного групповое отношение определяется на двух множествах величин, например, $r_i(A, B)$.

В основе групповых отношений остаются, как видно из рассмотрения, бинарные отношения, которые считаются экземплярами групповых отношений.

От бинарных и групповых отношений следует отличать k -арные отношения типа $r_i(a, b, c, d, \dots, k)$, где отношение r_i присуще всем элементам множества, заданного перечислением a, b, c, d, \dots, k . Существуют отношения теоретико-множественного характера: принадлежность одному множеству, иерархическое отношение, отношение эквивалентности элементов; логической природы: предикатные отношения операндов логического выражения или аргументов логической функции, в том числе отношение эквивалентности, отношения предопределения, характеризующие причинно-следственной связью, и др.;

арифметического типа: сравнение чисел, упорядоченности на основе арифметических отношений, функциональной зависимости, и др., лексикографической упорядоченности и другие отношения самого разнообразного типа, природа которых подчас не формализуема на данном этапе или требует для формализации слишком сложного аппарата (алгоритма).

В ряде случаев, особенно при классификации, когда устанавливаются сравнительно постоянные отношения между элементами множества, весьма важно разбить массив M на такие подмассивы M_1, M_2, \dots, M_n , чтобы $\bigcup_{i=1}^n M_i = M$ и $\bigcap_{i=1}^n M_i = \emptyset$, т. е. массив M расчленяется на подмассивы весь без остатка и ни один из них не пересекается с другим. Такой процесс называется РАЗБИЕНИЕМ множества (или массива). Разбиением обычно устанавливается принадлежность элементов арифметического типа: сравнение чисел, упорядоченности на основе арифметических отношений, функциональной зависимости и др; лексикографической упорядоченности и другие отношения разнообразного типа, природа которых подчас не формализуема на данном этапе или требует для формализации слишком сложного аппарата (алгоритма). Также разбиением устанавливается принадлежность элементов одному какому-либо подмножеству, т. е. базовые элементы (подмассивы) подразделяются на классы подобных друг другу, имеющих одинаковые свойства, и тем самым определяются отношения: эквивалентности, тождественности, равнозначности.

Полученные разбиением подмассивы могут быть в свою оче-

редь подвергнуты разбиению и т. д., возможно, вплоть до базовых элементов, и тогда образуется некоторый относительный порядок элементов внутри массива, характеризуемый отношением включения и отображаемый графом типа дерева.

Отношение включения (вхождения) определяет разбиение элементов на классы. При этом два класса элементов либо не пересекаются, либо один класс включает другой по объему понятия.

При устанавливаемых иерархических отношениях включающие массивы и подмассивы часто называют родительскими, а включаемые подмассивы и базовые элементы — зависимыми от них.

Рассмотрим аспект пересекающихся подмножеств и базовых элементов.

В рамках одной СЕИ множество реквизитов $\bigcap_{i=1}^n P_i = \emptyset$, т. е. в составе СЕИ отсутствуют одинаковые реквизиты.

Если рассмотреть некоторое множество СЕИ (S_1, S_2, \dots, S_n), то оказывается, что один и тот же реквизит P_i , встречаясь во многих СЕИ, является элементом пересечения для них, обладая отношением множественного вхождения, называемого встречаемостью реквизита. Матрица встречаемости представлена табл. 3.1.

Для любой информационной системы можно составить полную номенклатуру (перечень) ее реквизитов.

Показатель $B=R/H$, где $R = \sum_{j=1}^n r_j$; r_j — встречаемость j -го реквизита; H — номенклатура (перечень) реквизитов; B — средняя встречаемость реквизитов в системе.

Разные СЕИ, в которых встречаются одинаковые реквизиты (т. е. $P_j \in S_i$; $j=1, n$; $i=1, m$), назовем родственными по форме. Чем выше показатель встречаемости, тем больше имеется родственных по форме СЕИ и тем больше полнота родственности (Π) — число реквизитов, по которым родственны по форме две отдельно взятые СЕИ. Чем выше Π для двух СЕИ, тем выше возможности их взаимной обработки.

Трактовка бинарных логических операций для двух составляющих a_i и a_j (в простейшем случае — для двух реквизитов) такова.

Дизъюнкция — допускается в структуре присутствие a_i без a_j и a_j без a_i ; a_i вместе с a_j . Не допускается совместное отсутствие a_i и a_j . Это бинарная дизъюнктивная связь.

Операция Пирса (отрицание дизъюнкции) — допускается только совместное отсутствие a_i и a_j .

Т а б л и ц а 3.1. Встречаемость реквизитов

P	S_1	S_2		S_j		S_m
P_1		1				1
\vdots						1
P_i		1		1		1
P_n	1	1		1		

Конъюнкция — должны быть обязательно a_i и a_j . Недопустимо, когда присутствует только одно из них или когда отсутствуют оба.

Операция Шеффера (отрицание конъюнкции) — не допускается только совместное присутствие в структуре a_i и a_j .

Эквивалентность — допускается только совместное присутствие в структуре a_i и a_j или их совместное отсутствие.

Неэквивалентность — допустимо только наличие в структуре a_j без a_i или a_i без a_j , а их совместное присутствие или отсутствие недопустимо.

Импликация — недопустим только случай, когда a_i присутствует в структуре, а a_j — отсутствует.

Заметим, что между импликацией и обратной импликацией существует следующая связь: $a_i \rightarrow a_j = a_j \leftarrow a_i$.

Операция запрета — допустим только случай присутствия a_i при отсутствии a_j . Остальные случаи неправомерны.

Обратная импликация — не допускается только наличие a_j при отсутствии a_i . Остальные случаи допустимы.

Обратная операция запрета — допустимо только наличие в структуре a_j при одновременном отсутствии a_i . Остальные случаи не допускаются.

Рассмотрение логической взаимосвязи составляющим СЕИ позволяет ввести некоторые новые определения по призначному составу показателей.

Пусть дан показатель $\Pi_c(q_1, q_2, \dots, q_n, P_1)$, где q_i — признак; P_1 — основание и логическая функция F_1 , значение истинности (I) которой соответствует наборам значений аргументов (соответствующих утверждениям о наличии определенных реквизитов в форме показателя), обуславливающим возможность существования показателя.

Реквизиты показателя, связанные конъюнкцией, назовем **обязательными**. Такие реквизиты образуют так называемый **реквизитный минимум** показателя. Минимум признаков следует считать такое их число, сокращение которого хотя бы на один признак приводит к возможности подмены одного факта другим, к полному искажению показателя.

Один из основных назначений признаков — конкретизация изучаемого факта, такая индивидуализация показателя, при которой его нельзя спутать, смешать с другим фактом, подменить другим показателем. Следовательно, индивидуализация достигается легче большим числом признаков и затруднена при их малом количестве. Другими словами, с уменьшением числа признаков возрастает энтропия. Минимум признаков — это предел, после которого наступает относительно полная энтропия. Приведем описания арифметических отношений.

Арифметические отношения. Рассмотренные отношения между различными единицами информации характерны прежде всего тем, что касались главным образом форм единиц информации, а не их значений.

При изучении отношений информационных единиц на уровне

их значений рассматриваемые совокупности чаще выступают в виде кортежей — специальных конечных множеств, в которых имеется существенное значение порядка элементов и допустимо их повторение. В кортеже (иногда его называют вектором или набором) фиксировано местоположение каждой его компоненты, причем часто определяем, что компонента a_i предшествует компоненте a_{i+1} , или $a_i < a_{i+1}$.

Поэтому кортежи $\langle a, b \rangle \neq \langle b, a \rangle$, тогда как для множеств $\{a, b\} = \{b, a\}$.

Такой подход позволяет ввести в рассмотрение соответствие между элементами двух множеств, в том числе взаимно однозначное соответствие, когда каждому элементу множества A поставлен в соответствие один элемент множества B .

Для элементов со значениями числового типа арифметические отношения ($=$; \neq ; $<$; $<$; $>$; $>$) вполне естественны вне зависимости от представления величин. У элементов текстового типа лексикографические отношения часто заменяются арифметическими после приписывания определенных числовых весов символам алфавита (например, А — 01, Б — 02 и т. д.). Для логических величин $true = 1$; $false = 0$, что позволяет вводить арифметические отношения для логических переменных и векторов (кстати, по типу значения арифметическое отношение является, как известно, логическим).

К арифметическим отношениям в результате числового кодирования могут быть сведены отношения соответствия и величин других типов.

3.2. ИНФОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

В последние годы получило широкое развитие применение СВТ в самых различных сферах человеческой деятельности. Основным потребителем СВТ является сфера управленческой деятельности народным хозяйством и его отраслями.

Такое положение объясняется рядом объективных причин. Среди этих причин на первое место следует поставить развитие СВТ и НИТ, которые позволили эффективно решать многие задачи автоматизации, связанные с функционированием и управлением как отдельными производственными процессами, так и всем предприятием в целом, обработкой, касающейся практически всех функций и подфункций управления производством. Вторая причина связана с постоянным совершенствованием, развитием и качественным усложнением не только самих производственных процессов, но и выпускаемой продукции, которые сопровождаются гигантским ростом объектов информации, сопровождающих процессы.

В условиях используемой НИТ повышение качества и интенсивности процедур управления является следствием не эволюционно-го совершенствования технологии, материально-технической базы и схем документооборота, а революционных изменений, которые

порождают качественно новую материально-техническую базу и безбумажный документооборот.

При решении совокупности задач управления и информационного обмена между объектами, которые информационно и технологически взаимосвязаны между собой на основе единой информационной базы АИС, принципиально важным элементом, способствующим интегрированной обработке информации, является этап исследований и разработки инфологической модели той предметной области, информация об объектах которой составляет суть информационной базы АИС. Именно эта информация и требуется для обеспечения целенаправленного функционирования информационных объектов в предметной области и решения задач автоматизации управления этими объектами.

Под ИЛМ предметной области АИС понимается совокупность исходных данных и отношений между ними, которая должна быть отображена в базе данных. Под качеством ИЛМ в дальнейшем по тексту понимаются структурные возможности ИЛМ адекватно отображать состояние информационных объектов и информационных процессов, подлежащих автоматизации.

Качество АИС самым непосредственным образом зависит от качества ИЛМ и совершенства используемой системы управления базами данных. При этом ведущим принципом при проектировании АИС является обеспечение структурного баланса ИЛМ и функциональные возможности используемой СУБД, т. е. проектирование и организация процессов функционирования АИС должны вестись с единых позиций, которые реализуются как в концепции построения баз данных (информационной базы АИС), так и в концепции построения прикладного программного и информационного обеспечения данной АИС.

Для эффективной и качественной передачи информации в ИЛМ предметная область должна быть формализована и описана в виде структур и моделей данных, содержащих все необходимые сведения об объектах управления. Поддержание ИЛМ в состоянии, отражающем реальное протекание производственных и информационных процессов, в соответствии с запросами пользователей, как правило, требует разработки дополнительных средств, которые обеспечивают доступ к данным, их актуализацию и обработку.

Так как объекты предметной области меняют свои характеристики, местоположение и связи между собой, то любое такое изменение будем называть событием. Каждое новое событие в данном случае приводит к изменению общего состояния предметной области. Факт свершения события, перечень объектов и их новых состояний должны быть переданы в ИЛМ для корректировки ее состояния. В связи с этим самой динамичной компонентной гибкой АИС будет ее информационное обеспечение.

Термин «инфологическая модель» акцентирует внимание на том, что разрабатываемая модель должна отражать общие закономерности, присущие информации, описывающей предметную область, и включает в себя описания типов данных, отношений между ними,

а также задач (или приложений), при решении которых используются эти данные и отношения между ними. Описание типов данных и отношений между ними характеризует: структуру данных, определяемую свойствами объектов описываемой предметной области; интегральные характеристики данных (тип, формат, количество экземпляров). Структура отношений характеризует связи между неструктурируемыми в рамках ИЛМ данными, которые рассматриваются как атрибуты — свойства некоторых объектов (модель типа *properties-relation*) или связи между самими объектами — сущностями (модель типа *entities-relation*) [67].

Следуя схемам разработки ИЛМ, изложенной в [52, 60, 62, 63], рассмотрим этапы разработки инфологической модели, в качестве предметной области которой выступает перевозочный процесс в части задач учета, слежения и контроля за состоянием подвижных объектов на полигоне железной дороги.

3.2.1. ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

Руководство всей деятельностью железнодорожного транспорта МПС осуществляет через Управления железных дорог.

ДОРОГА — основное хозяйственное подразделение железнодорожного транспорта. При создании дорог учитываются, кроме протяженности линий и объема перевозок, территориальное деление страны и, в частности, границы союзных республик. Так, на территории Украины расположены 6 дорог: Южная, Донецкая, Приднепровская, Юго-Западная, Львовская и Одесская.

Основными задачами Управления железной дороги являются: обеспечение выполнения планов перевозок грузов и пассажиров; руководство движением поездов и выполнением графика; план формирования и технических норм эксплуатационной работы; организация грузовой и коммерческой работы; содержание в исправном состоянии технических устройств и подвижного состава; разработка и осуществление комплекса мероприятий, обеспечивающих безопасность движения и охрану труда; реализация основных планов МПС по модернизации и развитию путевого хозяйства на полигоне железной дороги и обновлению парка подвижного состава; разработка и осуществление плана социального развития региона, по территории которого проходит железная дорога; разработка и осуществление мер по развитию пропускной и провозной способности железнодорожных участков и станций.

Полигон железной дороги представляет собой часть сети железных дорог СССР. Полигон граничит с соседними дорогами, с которыми происходит взаимодействие в процессе осуществления транспортного (перевозочного) процесса. Основная задача дороги состоит не просто в перевозке пассажиров и грузов, а в перевозках по кратчайшему пути и в минимальное время. Для осуществления перевозок дорога располагает определенным ресурсом вагонов и локомотивов.

Железная дорога осуществляет прием и передачу поездов с соседними железными дорогами через расположенные по периметру полигона станции, так называемые стыковые пункты. Стыковая станция принадлежит нашей дороге либо соседней, но все равно входит в учитываемые стыковые пункты. То же самое можно сказать и о соседней дороге с той лишь разницей, что поезд для нашей дороги, зарегистрированный как «сданный», для соседней дороги регистрируется как «принятый». Таким образом, стыковая станция передает информацию всегда для двух соседних дорог.

Существуют и более сложные случаи, когда одна стыковая станция обслуживает три соседних дороги, полигоны которых соприкасаются в работе этой станции. Для улучшения оперативного управления перевозочным процессом дорогу разбивают на несколько отделений. На отделение железной дороги возлагаются задачи руководства оперативной работой всех низовых хозяйственных подразделений: станций; механизированных дистанций погрузочно-разгрузочных работ; локомотивных и вагонных депо; дистанций пути, зданий и сооружений; сигнализации и связи; участков энергоснабжения; путевых машинных станций и др. Передача поездов между отделениями тоже осуществляется через стыковые станции. В отличие от междорожных стыковых пунктов или станций они называются межотделенческими или внутрисктыковыми пунктами.

Транспортная сеть железной дороги. Перевозочный процесс на железной дороге может осуществляться только в условиях транспортной сети. В это понятие входит совокупность неподвижных объектов дороги, которые обеспечивают и регламентируют работу по погрузке вагонов, приему и передаче поездов, перевозке и сортировке поездов, подготовке и ремонту локомотивов и т.д. В рамках данной работы нас интересуют не все объекты транспортной сети, а наиболее существенные для перевозочного процесса, а именно: регион, станция, участок, депо.

РЕГИОН. Прежде всего это сама дорога. Необходимо знать ее местоположение на сети МПС, т. е. перечень соседних дорог, перечень административных областей СССР и другие данные. В объект РЕГИОН входят все отделения железных дорог и их технические данные. Каждой дороге на сети МПС присвоен двузначный код.

СТАНЦИЯ. Наиболее важный объект транспортной сети. Вся работа с грузами выполняется на станциях. В зависимости от основного назначения и характера работы станции делятся на промежуточные, участковые, грузовые, сортировочные, пассажирские. На практике станция может совмещать несколько функций, например сортировку, погрузку, выгрузку.

По своему местоположению и выполняемой работе не все станции равнозначны. Наиболее важны из них те, которые расположены на разветвлении транспортной сети. Такие станции находятся под особым вниманием и называются выделенными. Существуют перевалочные станции, международные стыковые пункты, но это предмет более детального анализа.

Промежуточные станции — самый распространенный тип станций. Их устраивают на всех линиях железных дорог. Они выполняют операции по пропуску, скрещению и обходу поездов, посадке и высадке пассажиров, погрузке и выгрузке грузов и багажа, обработке сборных поездов (прицепка и отцепка вагонов).

Участковые станции являются пунктами смены локомотивов или поездных бригад. Здесь выполняют технический и коммерческий осмотр и ремонт вагонов в поездах, расформируют сборные и участковые поезда.

Грузовые станции устраивают в крупных промышленных и административных центрах, в пунктах расположения морских и речных портов, в местах массовой погрузки или выгрузки грузов, а также при крупных промышленных предприятиях и стройках. На этих станциях, кроме операций погрузки и выгрузки, выполняют обработку поступающих составов и формируют отправительские маршруты. На грузовую станцию распространяются все действия по регулировке порожняка.

Пассажирские станции предназначены для обслуживания пассажирских перевозок. Их сооружают в крупных населенных пунктах с большим транзитным, местным или пригородным пассажирским движением.

Сортировочные станции располагают обычно в пунктах соединения нескольких железнодорожных линий (узлах), в местах размещения крупных промышленных предприятий, административных центров или в районах погрузки массовых грузов. На сортировочных станциях формируют главным образом сквозные, следующие на дальние расстояния, а также участковые, сборные, вывозные и передаточные поезда. Кроме того, здесь обрабатывают транзитные грузовые поезда (смена локомотивов, бригад, технический осмотр и т. д.), а также выполняют грузовые и пассажирские операции.

Сортировочная станция формирует поезда на определенные направления и на нее распространяются все действия по регулировке локомотивов. Сортировочная станция, как правило, является начальным или конечным пунктом движения поезда, т. е., начиная с появления на сортировочной станции, поезд становится объектом проводки по полигону дороги.

Стыковая станция осуществляет прием и передачу поездов между регионами. Принятый поезд с момента приема его на стыке становится объектом проводки по полигону дороги. Каждая станция имеет код в единой сетевой разметке МПС.

УЧАСТОК. Часть транспортной сети, расположенная между двумя выделенными станциями. Различаются участки поездные, диспетчерские и локомотивные. Поездной участок расположен между двумя соседними выделенными станциями и представляет собой основную единицу в учете движущихся поездов. Диспетчерский участок может включать один или несколько поездных и является объектом контроля со стороны диспетчера. Локомотивный участок или локомотивное плечо включает один или несколько

поездных участков и определяет петлю возврата локомотива к основному депо.

ДЕПО. Место базирования и технического осмотра локомотивов. Различают депо основные и оборотные. Основное депо осуществляет ремонт, подготовку и учет всех локомотивов своей зоны и служит местом их постоянного базирования. К станции, на которой расположено основное депо, примыкает группа локомотивных плеч, обслуживаемых этим депо. Оборотное депо расположено на другом конце плеча и ведет только технический осмотр локомотивов.

Подвижные объекты на полигоне дороги. ВАГОН — основная единица погрузки, перевозки и учета грузов. Вагоны строятся с учетом специфики грузов и разделяются по РПС. Основными характеристиками объекта ВАГОН являются грузоподъемность вагона, его осноть, вес и другие технические данные.

Ниже приведен список РПС для вагонов и их сокращенные обозначения, принятые в МПС:

1. Крытый	кр	20
2. Платформа	пф	40
3. Полувагон	пв	60
4. Цистерна	цс	70
5. Битумный	бт	74
6. Ледник	лд	81
7. Рефрижераторный	рф	87
8. Прочие	пр	90
9. Цементовоз	цм	93
10. Контейнеровоз	кт	94
11. Зерновоз	зв	95

Группа вагонов, следующая по одному маршруту, называется маршрутной группой. Вагоны имеют нумерацию и являются собственностью МПС. За свою «жизнь» вагон «бегает» по всему Советскому Союзу и на полигоне дороги может появляться эпизодически. Пассажирские вагоны приписываются к дороге и имеют бортовое обозначение дороги приписки.

ЛОКОМОТИВ — тяговая единица. Локомотивы приписаны к дороге и имеют бортовое обозначение дороги, например Юго-Западная. Локомотивы различаются по сериям, видам тяги, мощности, депо приписки. В депо приписки локомотив находится под постоянным техническим наблюдением.

Локомотивная бригада — профессионально подготовленная группа специалистов, состоящая из машиниста и его помощника, в задачу которых входит вождение локомотива. Локомотивные бригады в депо представляют собой кадровый ресурс, обеспечивающий эксплуатацию локомотивов.

Состав с прицепленным локомотивом — это уже поезд (основная единица движения). Поезд имеет станцию формирования и станцию назначения, которые могут находиться как на одной, так и на разных дорогах. Достигнув своей станции назначения, поезд

расформировывают и он перестает существовать. Все движение осуществляется по составленному заранее графику движения поездов. В интервале одних суток каждому поезду присвоен некоторый номер, который привязан к «нитке» графика. Под этим номером осуществляется проводка поезда по полигону. На следующий день под таким же номером будет двигаться другой поезд. Кроме того, в момент формирования ему присваивается уникальный код — индекс поезда, который состоит из кода станции формирования, порядкового номера формирования поезда на сортировочной станции и кода станции назначения. Основные виды поездов: грузовые, пассажирские, пригородные, остальные.

ПОЕЗД. Вагоны перемещаются по транспортной сети не по одному, а объединенными в группы по 50—60 единиц. Такая группа вагонов, подготовленная к движению, но не снабженная локомотивом, называется составом.

ГРУЗ — объект перевозок по железной дороге. Точнее, необходимо говорить о партии груза как об учитываемой единице. Партия груза может занимать один или несколько вагонов. В последнем случае он представляет собой маршрутную группу. Грузы различаются по родам. Существует, конечно, полный спецификатор родов грузов. Но для целей оперативной отчетности пользуются укороченным списком или группами, такими, как нефть, лесоматериалы, зерно и т. д.

В наиболее общей постановке задачу управления перевозочным процессом на полигоне железной дороги можно сформировать следующим образом.

1. Грузы, готовые к перевозке, должны обеспечиваться за минимальное время порожними, готовыми к погрузке вагонами.
2. Грузные вагоны должны за минимальное время формироваться в поезда.
3. Поезда, готовые к отправлению, должны обеспечиваться за минимальное время готовыми к движению локомотивами.

Однако осуществить на практике эту идеальную ситуацию чрезвычайно сложно. Для правила 1 характерно, что каждому роду груза соответствует вполне определенный тип вагона. Для нефти нужны цистерны, для угля — полувагоны и т. д. Часто возникают и такие ситуации, когда порожние вагоны есть, но не того типа, который нужен. Вопрос учета порожняка в разрезе РПС чрезвычайно важен. Существуют, естественно, и специальные планы по регулировке порожняка, но детальное обеспечение работы требует высокого профессионального мастерства.

Для правил 2 и 3 характерно, что далеко не каждый вагон, как только он погружен, нужно обеспечивать локомотивом и немедленно отправлять по назначению. Для эффективного использования локомотива необходимо, чтобы тяговая мощность локомотива была использована полностью. Поэтому готовые к отправке вагоны komponуются в составы общим весом 3—4 тыс. т и отправляются по маршруту. Здесь тоже возможны ситуации, при которых ло-

комотив есть на станции, но состав еще не укомплектован или наоборот — состав готов, а локомотива нет. Для того чтобы сбалансировать потребное число локомотивов, необходимо обладать опережающей информацией о готовящихся к отправлению составах, а также опережающей информацией о подходах поездов. Любой поезд, который пересекает границу дороги в направлении к изучаемому нами полигону, требует обеспечения локомотивами на всем пути следования по полигону. Если станция назначения поезда находится на «нашей» дороге, то необходимо учитывать и предстоящую работу с вагонами — либо сортировку, либо выгрузку. Совершенно ясно, что чем раньше получим информацию о подходах поездов, тем больший резерв времени имеем для планирования и перемещения локомотивов.

С другой стороны, передача поездов от «нашей» дороги на соседнюю нагружает работой соседнюю дорогу, и чем раньше будет передана информация о выходе поездов, тем лучше будет выполнена работа у соседа. При этом возможны четыре варианта работы с поездом.

1. **Транзитный.** Поезд принят через стыковой пункт на нашу дорогу, транзитом проводится по полигону и передается через стыковой пункт.
2. **Местный.** Поезд сформирован на одной из станций нашей дороги, проводится по нашему полигону без вывода за его границы и расформируется на другой станции нашей дороги.
3. **Входной.** Поезд принят через стыковой пункт от соседней дороги, проводится и расформируется на одной из станций нашей дороги.
4. **Выходной.** Поезд сформирован на одной из станций нашей дороги, проводится до границы полигона и передается через стыковой пункт на соседнюю дорогу.

Что же необходимо знать для оперативного управления перевозочным процессом на железной дороге?

1. **ЧТО** есть **ГДЕ?** Для конкретно и однозначно определенного подвижного объекта необходимо знать его местоположение, т. е. на какой **СТАНЦИИ, УЧАСТКЕ, ОТДЕЛЕНИИ** он находится. Для основных типов подвижных объектов нас интересует дислокация поездов, вагонов, локомотивов и грузов.

Относительно подвижных объектов необходимо знать все поезда, находящиеся на некоторой станции или на участке, или на отделении.

2. **КОГДА** было **ЧТО?** Любой подвижной объект от момента своего появления на полигоне дороги через стыковой пункт или на сортировочной станции и до момента ухода за пределы дороги участвует во многих событиях, происходящих хронологически последовательно. Все эти события представляют собой «историю жизни» объекта. Часто бывает необходимо знать, в какое время конкретный поезд проследовал некоторую станцию. Ответ на этот вопрос можно получить,

решая задачу служения за объектами Поезд, Вагон, Локомотив, Груз.

3. Количественная оценка: СКОЛЬКО за ПЕРИОД? СКОЛЬКО на МОМЕНТ? Эта группа данных представляет собой учетные сведения по каждому типу объектов, а именно учет: поездов на дороге; вагонов в поездах и на дороге; локомотивов на дороге.

Чтобы активно управлять перевозочным процессом на дороге, необходимо иметь полную и своевременную информацию обо всем, что происходит на полигоне дороги. Такая информация собирается оперативно во всех характерных точках полигона и отражается в первичных документах. Это прежде всего документ о формировании поезда на сортировочной станции — ТГНЛ. Затем документы о приеме и сдаче поезда на внешнем стыковом пункте дороги; группа документов о прибытии поезда на станцию; документы об отправлении поезда со станции и о проследовании станции без остановки; документы о погрузке и выгрузке вагонов; о прицепке и отцепке локомотива; об изменении индекса поезда, объединении или разъединении поезда. Кроме того, существует большая группа отчетных документов, в которых содержатся итоги работы, выполняемой по СТАНЦИИ, ОТДЕЛЕНИЯМИ и ДОРОГЕ в целом за различные периоды времени.

Из всего сказанного видно, что полигон железной дороги, со всеми подвижными объектами, представляет собой динамичную систему, для обеспечения нормального функционирования которой получение точной, а главное своевременной информации о событиях на дороге является вопросом ее жизнеспособности.

3.2.2. ФОРМАЛИЗОВАННОЕ ОПИСАНИЕ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

В работах [82, 83] выделяются три вида наиболее общих объектов природы и общества: «отдельный предмет» — «целостная система» — «совокупная разнообъектная действительность». Этому разделению по типам объектов соответствуют и определенные типологические формы теоретического познания.

Первая из них в центр своего рассмотрения ставит отдельный «предмет»; вторая — «вид», «род», составляющие систему, в которой отдельный предмет выступает как компонент системы; третья — сложную действительность, представленную множеством разнотипных систем («полицентрическое сверхсистемное единство»).

Обычно под системой понимается некоторое множество элементов или объектов, взаимодействующих тем или иным образом между собой. Более строго [4] система — это целостное образование, обладающее новыми качественными характеристиками, несодержащимися в образующих его компонентах. Связь между элементами системы настолько существенна, что изменение одной из

них вызывает изменения других, а нередко и системы в целом. Наличие связей между элементами системы служит основанием того, что во взаимодействии со средой система всегда выступает как нечто единое, обладающее качественной определенностью. Данное определение подчеркивает, что всякая функциональная система устроена и действует прежде всего, в соответствии с определенной целью.

В метасистеме ДОРОГА в соответствии с автоматизированным решением задач учета, слежения за подвижными объектами перевозочного процесса на железной дороге можно выделить функциональные системы более низкого уровня: Поезд, Вагон, Локомотив, Груз, которые существуют в среде транспортной сети, характеризуемой системами Регион, Участок, Станция. Каждая из перечисленных выше систем призвана реализовать свою основную функциональную направленность.

Так, система Поезд призвана группировать вагоны (и грузы) одного направления, система Вагон призвана обеспечить мобильность и сохранность груза, а система Локомотив обеспечивает движение поезда. Опираясь на понятие системы, выделяем новые понятия-атрибуты, которые, являясь элементами системы, представляют собой абстрактные объекты. В табл. 3.2 приведен список элементов, характеризующих систему Поезд. Проведем лингвистический анализ описания этой системы. 1. Все элементы относятся к системе Поезд, так как слово поезд присутствует в каждой фразе. 2. Каждая фраза представляет собой некоторое суждение о системе в целом и определяет одну из ее характеристик. 3. Каждое суждение, не изменяя его смысла, можно записать в формате, представленном в табл. 3.3, 3.4. Каждое суждение пред-

Таблица 3.2. Перечень элементов, характеризующих систему Поезд

Номер п/п	Наименование элемента
1	Индекс поезда
2	Номер поезда
3	Род поезда
4	Вес поезда
5	Длина поезда
6	Осноть поезда
7	Грузовое состояние поезда
8	Транзитное состояние поезда
9	Станция формирования поезда
10	Стык приема поезда
11	Станция назначения поезда
12	Стык сдачи поезда
13	Регион назначения поезда
14	Станция дислокации поезда
15	Участок дислокации поезда
16	Регион дислокации поезда

Таблица 3.3. Форматы суждений о системе Поезд

Система	Тип отношения	Объект
Поезд	имеет	индекс
Поезд	имеет	номер
Поезд	имеет	род
Поезд	имеет	вес
Поезд	имеет	длину
Поезд	имеет	осноть
Поезд	имеет	груз
Поезд	имеет	транзит
Поезд	следует от	станции
Поезд	следует от	стыка
Поезд	следует на	станцию
Поезд	следует на	стык
Поезд	следует на	регион
Поезд	находится на	станции
Поезд	находится на	участке
Поезд	находится на	регионе

ставляет собой триаду: отношение, система, объект. 5. Все отношения разделяются на группы по используемому глаголу. 6. В системе ПОЕЗД выделяем три группы объектов, которые определяют: состояние системы (отношение «имеет»), слежение за системой (отношение «следует от» или «следует на») и дислокацию системы (отношение «находится на»). В живом языке фраза «поезд 41 следует на станцию Дарница» может быть проанализирована следующим образом: поезд — имя класса системы: 41 — идентификатор системы в классе; станция — имя класса объектов; Дарница — идентификатор объекта в классе; следует на — тип, отношения между объектами. Аналогично — «Поезд 41 следует от станции Дарница» — определяет другой тип отношений между теми же объектами. Эти два отношения представлены в табл. 3.4. Отношения, выведенные из живого языка, представляют собой отношения бинарные.

7. Класс объектов СТАНЦИЯ распадается на абстрактные понятия станция назначения и станция формирования, которые существуют как объекты нашего мышления и, вместе с тем, играют существенную роль в отражении связей реального мира.

8. Один и тот же материальный объект, однозначно определенный некоторым идентификатором, может выступать в роли разных абстрактных объектов — станция формирования или станция назначения в зависимости от типа отношения.

9. Отношения определяют связи между объектами и дают количественную или качественную оценку их сравнения. «Поезд 41 имеет 240 осей» дает количественную оценку отношения поезд, оси. «Поезд 41 имеет груз» определяет качественное отношение между объектами ПОЕЗД и ГРУЗ и говорит о том, что поезд не порожний.

Важно отметить, что список, приведенный в табл. 3.2, представляет собой группу системообразующих отношений [63]. Это наиболее устойчивые отношения, которые характеризуют форму движения объектов данного типа. Система ПОЕЗД может существовать только тогда, когда определены ее системообразующие отношения. Под словом «существовать» понимается возможность выполнять свое функциональное назначение, а не просто «быть».

Таблица 3.4. Возможные виды отношений объектов инфологической модели (на примере объектов СТАНЦИЯ, ПОЕЗД) и форматы их записи

СТАНЦИЯ формирования ПОЕЗДА		СТАНЦИЯ назначения ПОЕЗДА		СТАНЦИЯ дислокации ПОЕЗДА	
№ поезда (NT)	Станция формирования (T09)	№ поезда (NT)	Станция назначения (T11)	№ поезда (NT)	Станция дислокации (T14)
41	Дарница	41	Дарница	41	Дарница
TRFORM (NT, 09)		TRNAZN (NT, T11)		RTDISL (NT, T14)	

«Существовать» — значит действовать в рамках метасистемы и взаимодействовать с другими системами.

В нашем анализе отбрасываем ряд второстепенных отношений, которые объективно существуют, но не представляют интереса. Например, связи <основность поезда, вес поезда> или <вес поезда, длина поезда>.

Каждый объект (см. табл. 3.2) в предметной области представлен своим конкретным содержанием. Например, «поезд 41 находится на станции Дарница». Дарница представляет собой значение имени — станция дислокации. В табл. 3.5 приведены списки значений некоторых абстрактных объектов. Одни списки представляют собой абстрактные объекты — атрибуты системы и указывают на отношение <система — атрибут>. Все отношения этой группы объединяются типом отношения «имеет» и образуют группу «состояние». Другие списки представляют собой абстрактные объекты, которые указывают на отношение <система — система>. Именно в этом случае абстрактный объект рассматривается как новый образ или понятие, хотя и указывает на уже существующую материальную систему. Список значений абстрактных объектов — станция дислокации, представленный в табл. 3.5, указывает на материальные объекты системы транспортной сети СТАНЦИЯ.

Все отношения, объединенные глаголом — находятся на, — образуют группу дислокаций. Объекты СТАНЦИЯ, УЧАСТОК, РЕГИОН представляют собой различные формы квалификации места дислокации.

Отношения, объединенные глаголом — следует от — или — следует на, — определяют направление движения объекта. В табл. 3.4 приведены примеры, иллюстрирующие отношение этой группы слежения *TRFORM, TRNAZN*.

Подводя итоги по лингвистическому анализу, видим, что объект ПОЕЗД представляет собой функциональную систему, которая распадается на три группы абстрактных объектов: группа «состояние» определяет связи внутри объекта ПОЕЗД с его атрибутами; группа «дислокация» определяет связи между системами и характеризует местонахождение поезда на транспортной сети; группа «слежения» — определяет связи между системами и характеризует передвижение объекта ПОЕЗД.

Т а б л и ц а 3.5. Отношения элементов информационных объектов предметной области инфологической модели

Регион дислокации	Род поезда	Регион дислокации	Станция дислокации
3401	Скорый	3401	Киев
3403	Пассажирский	3403	Фастов
3405	Багажный	3405	Жмеринка
3704	Почтовый	3704	Дарница
3800	Грузовой	3800	Чернигов
4500	Сборный	4500	Конотоп

Важно отметить, что первая группа содержит статистическую информацию, вторая — динамическую информацию «на момент». Третья группа содержит информацию, которую можно использовать для прогнозирования ситуаций движения.

Строго говоря, приведенное в табл. 3.2 имя системы ПОЕЗД представляет собой имя класса объектов. Каждый класс объектов определяется полным списком входящих в него конкретных одноподтиповых объектов. Примеры некоторых классов приведены в табл. 3.4.

Чтобы избежать путаницы в квалификации объектов, условимся в дальнейшем сложные функциональные объекты типа ПОЕЗД определять термином система, а абстрактные объекты — термином объект.

Каждый объект идентифицируется своим конкретным значением. Любая система включает набор абстрактных объектов, каждый из которых можно рассматривать как дескриптор системы. Дескриптор группирует системы своего класса по некоторому признаку. Например, «Пассажирские поезда или поезда направлением на Одессу». Аналогичная группировка может быть получена по нескольким дескрипторам с помощью дескрипторного выражения — «поезда, груженные, направлением на Одессу». Однако имя класса не может служить идентификатором конкретной системы.

В качестве идентификатора системы представляется целесообразным использовать идентификатор одного из объектов. Но такое соответствие возможно не для каждого класса систем. Так, для класса ВАГОН идентификатор объекта «номер вагона» является и идентификатором системы, т. е. однозначно указывает на конкретный вагон. Для класса СТАНЦИЯ идентификатор объекта «код станции» однозначно выделяет единственную станцию из класса станций.

Однако для некоторых систем выбрать такой идентификатор не представляется возможным. Так, для системы ПОЕЗД номер поезда является уникальным именем только в течение одних суток [44]. На вторые сутки на полигоне дороги появляется новая система ПОЕЗД с таким же номером. Специально с целью однозначного определения системы ПОЕЗД, технологами введена искусственная характеристика — индекс поезда, которую рассмотрим как объект идентификации системы ПОЕЗД.

В соответствии с рекомендациями ANTI/X3/SPARC [122] в качестве идентификатора можно использовать произвольно назначенный знак. Поэтому, в общем случае, для идентификации систем в классе можно просто ввести их порядковую нумерацию, так называемый метод инвентаризации, и присвоенный таким способом номер использовать для идентификации системы в классе.

Аналогичным образом, анализируя систему ВАГОН, можем проследить ряд отношений и форматировать их в табл. 3.6. В этих отношениях явно просматриваются те же самые три группы. Это и естественно, так как и ПОЕЗД, и ВАГОН представляют собой

Т а б л и ц а 3.6. Перечень состояний системы ВАГОН

Система	Тип отношения	Объект
ВАГОН	Имеет	Номер
ВАГОН	Имеет	Род
ВАГОН	Имеет	Вес
ВАГОН	Имеет	Длину
ВАГОН	Имеет	Осноть
ВАГОН	Имеет	Груз
ВАГОН	Имеет	Транзит
ВАГОН	Следует от	Станции
ВАГОН	Следует от	Стыка
ВАГОН	Следует на	Станцию
ВАГОН	Следует на	Стык
ВАГОН	Следует на	Регион
ВАГОН	Находится на	Станции
ВАГОН	Находится на	Участке
ВАГОН	Находится на	Регионе
ВАГОН	Находится в	Поезде

подвижные объекты одной и той же предметной области, характеризующий перевозочный процесс. И та, и другая системы могут оказаться в любой точке транспортной сети. Но есть и некоторые отличия. ВАГОН как самостоятельная единица не может перемещаться по сети, а может быть только включен в состав поезда. Поэтому фраза «Вагон находится в поезде» (см. табл. 3.6) и определяет связь между системами ВАГОН и ПОЕЗД. Отношения группы дислокации \llcorner находится на \gg или \llcorner находится в \gg совершенно идентичны с формальной точки зрения. В случае, если ВАГОН и ПОЕЗД связаны, то дислокацию

любого из вагонов можно и нужно определять по дислокации более крупной системы ПОЕЗД.

Все перемещения систем в предметной области, описывающей перевозочный процесс на железной дороге, происходят не только в пространстве, но и во времени, а значит время можно рассматривать как объект объективной реальности. Но нас интересуют далеко не произвольные значения времени на временной шкале, а только те из них, в которых происходят изменения отношений между объектами. Внешним проявлением таких изменений в предметной области выступают события. Перечень некоторых возможных событий приведен в табл. 3.7. Каждое событие вызывает изменение вполне определенных отношений — одного или нескольких. В этом случае можно установить однозначное соответствие между событием и группой отношений, на которые оно влияет. Напри-

Т а б л и ц а 3.7. Возможные события в предметной области

Номер п/п	Наименование событий
1.	Поезд проследовал станцию Дарница
2.	Поезд прибыл на станцию Боярка
3.	Поезд прибыл на территорию ЮЗЖД
4.	Поезд слан на территории ЮЗЖД
5.	Вагон прицеплен к поезду
6.	Поезд расформирован на станции Казатин
7.	Вагон погружен на станции Киев
8.	Вагон прицеплен к поезду
9.	Локомотив прицеплен к поезду
10.	Поезд отправлен со станции Конотоп

мер, событие «вагон прицеплен к поезду» вызывает изменения значений объектов: вес поезда, длина поезда, осьность поезда. Или событие «поезд прибыл на станцию Киев» изменяет значение объекта «станция дислокации». Каждая конкретная функциональная система проходит через целый ряд событий, которые могут быть выстроены в строгом хронологическом порядке. Например, «поезд сформирован», «локомотив прицеплен к поезду», «поезд отправлен со станции», «поезд проследовал станцию», «поезд сдан за пределы дороги». Такая последовательность событий тоже представляет функцию слежения за поездом. Это «история жизни» поезда. События выступают характерными точками на временной оси жизни поезда.

До сих пор фиксировались отношения на последний момент времени, а теперь необходимо ввести хронологию поведения системы во все предыдущие моменты ее существования. Это осуществляется регистрацией факта происходящих событий в специальном журнале-регистраторе. Поскольку наиболее значимой характеристикой такого журнала есть время совершения события, то введем новый класс регистрирующих записей и присвоим ему имя, время или регистратор.

Номер регистрирующей записи выступает как система сведений о некотором событии и всех связанных с ним объектов. В табл. 3.8 приведена группа отношений системы ВРЕМЯ. Фраза — «регистрационная запись № 274 содержит сведения о поезде № 62» фиксирует связь событие — объект — время. Из структуры, представленной в табл. 3.8, видно, что система ВРЕМЯ также фиксирует связи между системами предметной области в пространстве и времени. Номер регистрационной записи выступает как идентификатор такой системной связи. Резюмируя изложенное выше, можем представить объектную часть описания предметной области.

Формально-структурное описание предметной области в виде отображающих элементов в соответствии с [62] можно представить следующим образом. На первом этапе декомпозиции предметной области табл. 3.8 определим включенные в нее классы систем. Сразу же каждому классу системы присвоим идентификатор

Таблица 3.8. Декомпозиция предметной области инфологической модели перевозочного процесса на железнодорожном транспорте

Регистрационная запись	Содержит сведения о событии
Регистрационная запись	Содержит сведения о поездке
Регистрационная запись	Содержит сведения о вагоне
Регистрационная запись	Содержит сведения о грузе
Регистрационная запись	Содержит сведения о станции
Регистрационная запись	Содержит сведения о локомотиве
Регистрационная запись	Содержит сведения о регионе
Регистрационная запись	Содержит сведения о времени

Таблица 3.9. Перечень отношений к классу объектов 01 инфологической модели

T01	> <список значений регионов сдачи поезда>
T02	> <список значений номеров поезда>
T03	> <список значений родов поезда>
T04	> <список значений веса поезда>
T05	> <список значений длины поезда>
T06	> <список значений осности поезда>
T07	> <список значений грузового состояния поезда>
T08	> <список значений станций назначения поезда>
T09	> <список значений станций формирования поезда>
T10	> <список значений стыков приема поезда>
T11	> <список значений транзитности поезда>
T12	> <список значений стыков сдачи поезда>
T13	> <список значений стыков сдачи поезда>
T14	> <список значений участков дислокации поезда>
T15	> <список значений регионов дислокации поезда>
T16	> <список значений индексов поезда>

Таблица 3.10. Форматы отношений элементов системы ПО-ЕЗД инфологической модели

RT01	(T01, T01)
RT02	(T02, T01)
RT03	(T03, T01)
RT04	(T04, T01)
RT05	(T05, T01)
RT06	(T06, T01)
RT07	(T07, T01)
RT08	(T08, T01)
RT09	(T09, T01)
RT10	(T10, T01)
RT11	(T11, T01)
RT12	(T12, T01)
RT13	(T13, T01)
RT14	(T14, T01)
RT15	(T15, T01)
RT16	(T16, T01)

класса. На втором этапе каждую систему разложим пообъектно, как уже отмечалось выше, и введем идентификаторы классов объектов. Для наглядности идентификатор класс объекта будет начинаться с символа-идентификатора своей системы, а далее просто порядковый номер класса объекта.

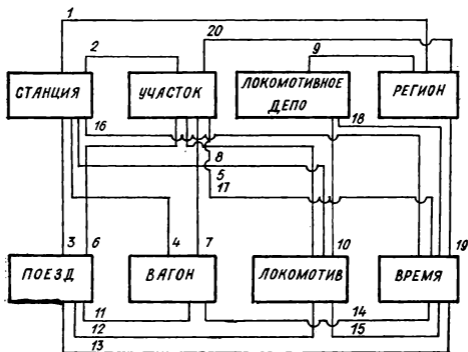


Рис. 3.4

В основе реляционной части описания предметной области лежит набор суждений о системах. Существенно, что в качестве идентификатора системы используем идентификатор одного из абстрактных объектов, включенных в эту систему. Для наглядности именно этот класс объектов инфологической модели поставлен первым и имеет имя: *T01, S01; V01* и т. д. В этом случае весь набор отношений в рамках своей системы (или, вернее, выделенного в предметной области информационного объекта) можно определить как отношение к объекту класса *O1*. Имя отношения префиксируется соответствующим символом, например *T* — поезд, *L* — локомотив; *S* — станция и т. д. Для системы Поезд получим следующий набор отношений, который представлен табл. 3.9. Возможная и реализованная формы форматов отношений, представленных в табл. 3.9, размещены в табл. 3.10. Схема связей между сегментами информационной базы АИС контроля и слежения за состоянием подвижных объектов перевозочного процесса на полигоне железной дороги представлена на рис. 3.4, где

- | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| 1. Станция — регион | 11. Поезд — вагон |
| 2. Станция — участок | 12. Поезд — локомотив |
| 3. Станция — поезд | 13. Поезд — время |
| 4. Станция — вагон | 14. Вагон — время |
| 5. Станция — локомотив | 15. Локомотив — время |
| 6. Участок — поезд | 16. Станция — время |
| 7. Участок — вагон | 17. Участок — время |
| 8. Участок — локомотив | 18. Локомотивное депо — время |
| 9. Локомотивн. депо — регион | 19. Регион — время |
| 10. Локомотивное депо — локомотив | 20. Регион — участок |

Табл. 3.11 дает представление, каким образом можно декомпозировать предметную область инфологической модели, присваивая соответствующие префиксы тому или иному информационному объекту. Табл. 3.12 содержит перечень отношений, касающихся

Таблица 3.11. Декомпозиция предметной области

Предметная область		
Отношение	Объект	Префикс
Включает	Станцию	<i>S</i>
Включает	Участок	<i>S</i>
Включает	Регион	<i>R</i>
Включает	Поезд	<i>T</i>
Включает	Вагон	<i>V</i>
Включает	Локомотив	<i>L</i>
Включает	Груз	<i>W</i>
Включает	Регистратор	<i>E</i>

Таблица 3.12. Отношения, касающиеся информационных объектов
УЧАСТОК, СТАНЦИЯ, РЕГИОН и т. д.

Номер п/п	Наименование объекта	Вид отношения	Атрибуט	Код
1.	УЧАСТОК	включает	код участка	S01
2.	УЧАСТОК	включает	длину участка	S02
3.	УЧАСТОК	включает	код региона принадлежности	S03
4.	СТАНЦИЯ		код станции	C01
5.	СТАНЦИЯ	включает	наименование станции	C02
6.	СТАНЦИЯ	включает	тип станции	C03
7.	СТАНЦИЯ	включает	код региона принадлежности	C04
8.	РЕГИОН	включает	код региона	R01
9.	РЕГИОН	включает	наименование региона	R02
10.	ПОЕЗД	включает	индекс	T01
11.	ПОЕЗД	включает	номер	T02
12.	ПОЕЗД	включает	род	T03
13.	ПОЕЗД	включает	вес	T04
14.	ПОЕЗД	включает	длину	T05
15.	ПОЕЗД	включает	осность	T06
16.	ПОЕЗД	включает	груз	T07
17.	ПОЕЗД	включает	транзит	T08
18.	ПОЕЗД	включает	станцию формирования	T09
19.	ПОЕЗД	включает	стык приёма	T10
20.	ПОЕЗД	включает	станцию назначения	T11
21.	ПОЕЗД	включает	стык сдачи	T12
22.	ПОЕЗД	включает	регион сдачи	T13
23.	ПОЕЗД	включает	станцию дислокации	T14
24.	ПОЕЗД	включает	участок дислокации	T15
25.	ПОЕЗД	включает	регион дислокации	T16
26.	ВАГОН	включает	номер	V01
27.	ВАГОН	включает	род	V02
28.	ВАГОН	включает	вес	V03
29.	ВАГОН	включает	длину	V04
30.	ВАГОН	включает	осность	V05
31.	ВАГОН	включает	груз	V06
32.	ВАГОН	включает	транзит	V07
33.	ВАГОН	включает	станцию погрузки	V08
34.	ВАГОН	включает	станцию приёма	V09
35.	ВАГОН	включает	станцию назначения	V10
36.	ВАГОН	включает	станцию сдачи	V11
37.	ВАГОН	включает	регион назначения	V12
38.	ВАГОН	включает	станцию дислокации	V13
39.	ВАГОН	включает	участок дислокации	V14
40.	ВАГОН	включает	регион дислокации	V15
41.	ВАГОН	включает	поезд дислокации	V16
42.	ЛОКОМОТИВ	включает	номер	L01
43.	ЛОКОМОТИВ	включает	вид тяги	L02
44.	ЛОКОМОТИВ	включает	станцию дислокации	L03
45.	ЛОКОМОТИВ	включает	участок дислокации	L04
46.	ЛОКОМОТИВ	включает	регион дислокации	L05
47.	ЛОКОМОТИВ	включает	поезд дислокации	L06
48.	ГРУЗ	включает	номер партии	W01
49.	ГРУЗ	включает	код груза	W02
50.	ГРУЗ	включает	код грузоотправителя	W03
51.	ГРУЗ	включает	вес	W04
52.	ГРУЗ	включает	грузополучателя	W05

Номер п/п	Наименование объекта	Вид отношения	Атрибут	Код
53.	ГРУЗ	включает	номер вагона погрузки	W06
54.	РЕГИСТРАТОР	включает	номер записи	E01
55.	РЕГИСТРАТОР	включает	код события	E02
56.	РЕГИСТРАТОР	включает	индекс поезда	E03
57.	РЕГИСТРАТОР	включает	номер вагона	E04
58.	РЕГИСТРАТОР	включает	номер партии груза	E05
59.	РЕГИСТРАТОР	включает	код станции	E06
60.	РЕГИСТРАТОР	включает	код участка	E07
61.	РЕГИСТРАТОР	включает	номер локомотива	E08
62.	РЕГИСТРАТОР	включает	регион	E09
63.	РЕГИСТРАТОР	включает	время события	E10

информационных объектов УЧАСТОК, СТАНЦИЯ, РЕГИОН, ПОЕЗД, ВАГОН, ГРУЗ, ЛОКОМОТИВ, РЕГИСТРАТОР исследуемой инфологической модели предметной области.

Разработанная инфологическая модель как раз и содержит аналогичные (см. табл. 3.9 и 3.10) группы отношений для других информационных объектов (или систем). Полный набор отношений информационных объектов представлен табл. 3.13. Отношения

Таблица 3.13. Группы отношений инфологической модели

<p><i>RT</i> RT01 (T01, T01) RT02 (T02, T01) RT03 (T03, T01) RT04 (T04, T01) RT05 (T05, T01) RT06 (T06, T01) RT07 (T07, T01) RT08 (T08, T01) RT09 (T09, T01) RT10 (T10, T01) RT11 (T11, T01) RT12 (T12, T01) RT13 (T13, T01) RT14 (T14, T01) RT15 (T15, T01) RT16 (T16, T01)</p>	<p><i>PV</i> RV01 (V01, V01) RV02 (V02, V01) RV03 (V03, V01) RV04 (V04, V01) RV05 (V05, V01) RV06 (V06, V01) RV07 (V07, V01) RV08 (V08, V01) RV09 (V09, V01) RV10 (V10, V01) RV11 (V11, V01) RV12 (V12, V01) RV13 (V13, V01) RV14 (V14, V01) RV15 (V15, V01) RV16 (V16, V01)</p>
<p><i>RS</i> RS01 (S01, S01) RS02 (S02, S01) RS03 (S03, S01)</p>	<p><i>RR</i> RR01 (R01, R01) RR02 (R02, R01)</p>

RE
 RE01 (E01, E01)
 RE02 (E02, E01)
 RE03 (E03, E01)
 RE04 (E04, E01)
 RE05 (E05, E01)
 RE06 (E06, E01)
 RE07 (E07, E01)
 RE08 (E08, E01)
 RE09 (E09, E01)
 RE10 (E10, E01)

RL
 RL01 (L01, L01)
 RL02 (L02, L01)
 RL03 (L03, L01)
 RL04 (L04, L01)
 RL05 (L05, L01)
 RL06 (L06, L01)

RW
 RW01 (W01, W01)
 RW02 (W02, W01)
 RW03 (W03, W01)
 RW04 (W04, W01)
 RW05 (W05, W01)
 RW06 (W06, W01)

RC
 RC01 (C01, C01)
 RC02 (C02, C01)
 RC03 (C03, C01)
 RC04 (C04, C01)

Таблица 3.14. Отношения RT09, RT11, RT14

RT09		RT11		RT14	
Станция формирования	Индекс поезда	Станция назначения	Индекс поезда	Станция дислокации	Индекс поезда
09510	0041	09180	0151	34120	0247
09510	0839	18170	0839	34120	1591
09510	1418	18210	0054	34120	1636
09510	1591	18210	1418	34170	1421
09510	1635	34120	0035	34510	0054
18170	0035	34120	1526	34510	0249
18170	0247	34170	0231	34510	1418
18170	0567	34510	0247	34510	1635
18170	1354	34510	1354	35260	0041
18170	1636	34510	1591	35260	0231
34120	0054	34670	1241	35260	1354
34120	0151	35260	0041	35510	1241
34120	0249	35280	1421		
34120	0231	35510	0567		
34120	0345	41100	0245		
34120	1241	35280	1636		
34120	1421	41210	0345		
34120	1526	41210	1635		

класса 01 записаны формально для полноты картины, а на самом деле являются тождествами. В качестве примера отношения RT09; RT11; RT14 представлены в табл. 3.14.

3.2.3. СТРУКТУРА И ОПИСАНИЕ ДАННЫХ

Все сведения об объектах предметной области поступают в память ЭВМ в виде данных. Описать эти данные — значит назвать для каждого из них ряд структурных характеристик, таких, например, как длина, тип, вес, количество осей, а также определить их взаимоотношения. Отметим, что любое данное обладает одинаковым фиксированным набором характеристик и поэтому в области описания данных, т. е. в области метаданных, можно выделить элемент описания со стандартным набором 8 байт, в котором определяются следующие параметры: тип данного, внутренняя длина данного, адрес данного в памяти ЭВМ, имя данного в базе данных, внешняя длина данного, число элементов (координат или составляющих) для векторного данного.

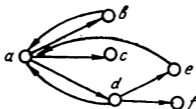
Табл. 3.15 изображает область описания данных АИС контроля и слежения за состоянием подвижных объектов перевозочного процесса на полигоне железной дороги. В области описания выделены четыре зоны: *RS* — зона определения систем; *DT* — зона определения данных; *DS* — зона определения отношений; *FT* — зона алгоритмов обработки.

Для древовидной структуры данных можно определить ее двунаправленный и кольцевой варианты.

Если в однонаправленном дереве некоторая вершина *A* имеет адрес связи на вершину *b*, то в двунаправленном дереве дополнительно появится адрес связи от *b* к *a*.

Это преобразование выполняется для всех пар вершин в однонаправленном дереве, которые соединены адресом связи.

Если все концевые вершины дерева имеют адрес связи на вершину-корень, то *dcd* называется кольцевой



Взаимоподчиненность вершин бинарного дерева задается адресами связи. Каждая вершина *i*-го уровня содержит два адреса связи на вершины *i*-го уровня, которые делятся на правый и левый,

Т а б л и ц а 3.15. Области описания данных АИС

Описание системы Поезд	<i>RS</i>
Описание системы Вагон	
Описание данных системы Поезд	<i>DT</i>
Описание данных системы Вагон	
Описание отношений системы Поезд	<i>DS</i>
Описание отношений системы Вагон	
Алгоритмы обработки данных системы Поезд	
Алгоритмы обработки данных системы Вагон	<i>FT</i>

и один адрес на вершину ($i - 1$)-го уровня, который называется обратным. Множество вершин, связанных с данной вершиной через левый адрес связи, образует левую ветвь этой вершины. Аналогично определяется правая ветвь элемента. Вершины левой и правой ветви данной записи вместе с нею составляют полную ветвь вершины. Наиболее распространенным условием организации бинарных деревьев является упорядоченность. Элементы дерева в этом случае снабжаются ключевыми признаками с числовыми значениями. Каждый элемент в упорядоченном бинарном дереве имеет на своей левой ветви элементы с меньшим, чем у него, значением ключа, а на правой ветви — элементы с большим значением ключа.

В зоне *RS* определяются имя системы, параметры доступа к данным и адреса детальных описаний данных. В зоне *DT* сосредоточены все восьмибайтные элементы описания данных. В зоне *DS* хранится набор отношений, которые определяются и не изменяются в процессе работы с данными. В зоне *FT* хранятся алгоритмы работы с данными.

Данные из внешнего мира поступают в ЭВМ, агрегированные в структуры, удобные для передачи. Это входные документы, которые на входе в АИС должны быть проконтролированы, «разрезаны» на элементы и помещены в базу данных. Аналогично результатом запроса в базу данных служит выходной документ, структура которого организуется на выходе из базы данных. В базе данных, поскольку заранее неизвестен характер запроса к данным, отношение целесообразно хранить и в прямом, и в инвертированном виде, как предлагается в [63].

Данные агрегированы во входные и выходные структуры с целью удобства подачи их пользователю или на основе традиционно сложившихся документов. Все это составляет немашинную информационную базу. Внутри машины данные хранятся в виде наборов отношений и концептуальная схема их представления в виде бинарных отношений создает состояние, изоморфное объектам предметной области, а следовательно, и наиболее наглядное и понятное для манипулирования этими данными.

В данной работе не рассматриваются способы хранения значений данных на дисковой памяти, а также средства доступа к ним, так как они связаны с функционированием систем управления базами данных.

Однако в процессе работы с данными они, т. е. данные, неизбежно «перекачиваются» через зону оперативной памяти. Поэтому описанная выше область метаданных (см. табл. 3.15), через которую осуществляется вся работа с данными, тоже должна быть изоморфна объектам предметной области.

Глава 4

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГИБКОСТИ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АИС

4.1. ГИБКОСТЬ СИСТЕМЫ АКТУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АИС

Все сведения об объектах предметной области и событиях, с ними происходящими, поступают в память ЭВМ АИС в виде данных. Физически эти данные представляют сплошной поток символов. Для того чтобы требуемые данные выделить во входном потоке в целях соответствующей обработки, необходимо иметь информацию о входном потоке.

Как правило, входные данные агрегатированы в документы, каждый из которых содержит в себе информацию о некотором событии, происшедшем в предметной области АИС. Документ или агрегат данных логически объединяет данные, которые используются для корректировки состояния информационной базы АИС, и приведение ее баз данных в состояние, адекватное последним во времени событиям, происшедшим в предметной области. Одни данные из документа содержат новые значения атрибутов информационных объектов предметной области и подлежат записи в соответствующую базу данных, другие необходимы для адресования места корректировок информационной базы, третьи несут структурную информацию.

Таким образом, входной поток данных имеет собственную структуру, характеризуется сложными логическими связями, о которых необходимо иметь четкое представление. Наиболее подходящим аппаратом для анализа, по нашему мнению, является предикатно-актантное представление о логической структуре данных. Следуя [57], суть данного представления состоит в следующем.

За основу предикатно-актантной логической структуры данных берется **многоместный предикат** (многоместное отношение) вида $F(X_1, X_2, \dots, X_n)$, где F — имя высказывания, сообщения или ситуации из предметной области, обозначающее предикат; X_1, X_2, \dots, X_n — имена понятий, обозначающие объекты, участвующие в той или иной ситуации.

От такой структуры можно перейти к виду конкатенции (сочетания) двусоставных признаков. В $F(X_1, X_2, \dots, X_n)$ синтагматические (ситуационные) связи между понятиями выражаются позиционными средствами, путем контактного расположения кодов этих понятий и закрепления за их позициями определенной функциональной роли. В формализованных информационных языках

[58, 67] в качестве минимальной единицы информации выступает элементарное высказывание, в котором обозначается принадлежность объекту одного из его атрибутов (реквизитов, признаков). Признак обычно состоит из двух частей: наименования признака и значения.

Таким образом, элементарное высказывание может быть представлено в виде триады, состоящей из идентификатора объекта, наименования признака и его значения. Обозначив через L указатель связи между признаками, через R — наименование признака, а через X — значение признака, высказывание $F(X_1, X_2, \dots, X_n)$ можно представить в следующем виде:

$$F(L_1R_1X_1, L_2R_2X_2, \dots, L_nR_nX_n).$$

Понятие (актант) X_i выступает в функциональной роли R_i в высказывании X_i . Высказывание L_i представляет собой связь (сочетание) понятий, выраженных парами R_iX_i . Бинарное отношение и признак сходны друг с другом и характеризуют свойство объекта либо находиться в определенном отношении к другому объекту (связь между объектами), либо соотноситься с определенной качественной или количественной категорией.

Проиллюстрируем предикатно-актантную логическую структуру данных на объектах предметной области, инфологические модели которой представлены в гл. 3. В табл. 4.1 приведены данные о наличии вагонов по НОД (отделениям железной дороги) в разрезе РПС. Каждое цифровое данное — это значение некоторого понятия, функциональная роль которого определяется названием соответствующего столбца табл. 4.1 (дорога, НОД1, НОД2 и т. д.). Каждая строка этой таблицы определяет свою связь, которая обозначается названием или кодом РПС.

Представим теперь предикатно-актантную логическую структуру данных из [64] в следующем виде. На вход АИС поступает поток данных в виде документов, строк, реквизитов. Программное обеспечение АИС, точнее, та его часть, которая ответственна за ввод и которая в дальнейшем будет называться ЯР, призвана распознавать структуру входного потока данных и преобразовать ее

Т а б л и ц а 4.1. Наличие вагонов по отделениям дороги

Название вагона	Код РПС	Дорога	НОД-1	НОД-2	НОД-3	НОД-4
Всего	99	1245	405	245	241	354
Крытые	20	205	73	41	34	57
Платформы	40	158	51	28	31	48
Полувагоны	60	100	38	15	18	29
Цистерны	70	211	44	40	53	74
Рефрижераторы	87	56	12	6	17	21
Цементовозы	93	41	9	12	8	12
Зерновозы	95	53	13	15	13	12
Контейнеровозы	94	124	26	13	74	11
Прочие	90	515	187	115	88	125

во внутреннюю структуру данной АИС. Именно поэтому ЯР должен содержать информацию о том, каким образом организован входной поток.

Во входном потоке наряду с информационными символами присутствуют символы структуризации данных, а ЯР должен иметь доступ к управляющей информации, которая и представляет собой описание структуры входного потока и алгоритма обработки этой структуры. В данном параграфе рассматривается только организация данных, организация алгоритмов будет рассмотрена ниже.

Способность однозначно и точно распознавать содержание входного потока данных в дальнейшем назовем структурным потенциалом, который определяется минимально необходимым количеством управляющей информации о структуре входного потока. Структурный потенциал как минимальное количество управляющей информации о структуре входного потока может содержаться в самом ЯР, во входном потоке данных и в независимом от ЯР информационном обеспечении АИС. Таким образом, структурный потенциал состоит из трех частей $P_S = P_{S1} + P_{S2} + P_{S3}$, где P_S — структурный потенциал; P_{S1} — структурный потенциал входного потока данных в АИС; P_{S2} — структурный потенциал языкового редактора общесистемного математического обеспечения АИС; P_{S3} — структурный потенциал информационного обеспечения АИС.

Ясно, что чем сложнее организация входного потока данных в АИС, тем большим структурным потенциалом должна обладать система математического обеспечения АИС для распознавания входного потока. Наиболее простой пример — ввод в АИС потока целых чисел, имеющих один и тот же тип и разрядность. В данном примере в качестве символов-ограничителей используются только символ начало потока (НП) и символ конец потока (КП). Символы НП и КП производят включение и выключение соответствующих технических устройств ЭВМ и не предназначены для ЯР. Поэтому можно считать, что в этом примере $P_{S1} = 0$, т. е. во входном потоке символы структуризации отсутствуют. Управляющая информация о типе и разрядности чисел входного потока данных заложена в ЯР. Более сложный пример представляет собой поток данных, состоящий из групп документов, каждый из которых имеет разные типы и длины строк, а реквизиты содержат данные в символьном и цифровом форматах, могут быть как целыми, так и дробными. В этом случае множество символов структуризации входного потока данных как минимум должны содержать: символы начала и конца группы документов; символы начала и конца документа; символ-разделитель строк; символ-разделитель реквизитов; символ-разделитель дробной части цифрового данного.

Проведем анализ структуры входного потока. Обозначим алфавит символов, присутствующих в потоке через A_T . Алфавит включает буквы, цифры и знаки. В дальнейшем будем называть A_T — алфавитом терминальных символов [67]. Аналогично понятию

функциональной роли объекта в функциональной предметной области можно пользоваться понятием структурной роли символа в структурированном потоке данных.

Все символы делятся на три группы. Информационные символы — это те, что составляют слова или реквизиты, несущие информацию об объектах предметной области; символы структуризации расчлняют сплошной поток символов на информационные элементы и несут информацию о структуре потока; символы идентификации элементов структуры позволяют однозначно различать элементы структуры одного и того же типа, несут информацию о семантике или связях в предметной области.

Соответственно образуются три словаря символов, которые не пересекаются между собой: A_I — словарь информационных символов; A_S — словарь символов структуризации; A_D — словарь символов идентификации. Причем $A_I \cap A_S = \emptyset$; $A_S \cap A_D = \emptyset$; $A_D \cap A_I = \emptyset$. Рассмотрим схему структуризации последовательности символов входного потока данных в ЭВМ АИС.

Пусть первым символом структуризации будет — или «пробел», который условно обозначим через BL и разделим весь входной поток на элементы от «пробела» до «пробела». Каждый такой элемент будем называть «данным» или «словом», включенным в состав словаря A_N . В соответствии с предикатно-актантным представлением логической структуры данных каждое слово может относиться к одному из трех элементов триады — L , R или X , т. е. слово может выступать в разной структурной роли. Возникает вопрос — как их различать?

Метод разделенных словарей. Все слова одной структурной роли включены в один и тот же словарь. Другие слова — другой структурной роли включаются в другой словарь и т. д.

Метод контактного размещения элементов триады. Все слова во входном потоке данных рассматриваются как тройки данных, каждая из которых есть последовательность L , R , X элементов.

Метод ролевых символов. Все слова одной структурной роли вместо символа-разделителя B префиксируются некоторым символом. Таким образом, имеем три структурные роли и три символа структуризации во входном потоке данных, поступающих в АИС: SX — символ структурной роли значения данного X ; SR — символ структурной роли признака данного X ; SL — символ структурной роли связи данных L .

Символ BL может присутствовать во входном потоке данных как символ SX . За всеми символами SX ; SR ; SL по-прежнему сохраняется функция разделителя слов или данных во входном потоке.

Конечно же это не перечень всех существующих методов, а скорее иллюстрация существующего разнообразия подходов к решению вопросов, связанных со структуризацией входного потока данных поступающего из внешней среды на вход ЭВМ АИС. На практике, как правило, применяются различные комбинации этих методов.

Рациональная схема формирования входного потока информации может выглядеть следующим образом. Поскольку символы структуризации сохраняют функцию разделения данных, они должны составлять отдельный словарь A_S , не пересекающийся ни с каким другим. Для символов идентификации и информационных символов можно пользоваться общим словарем, а функцию их ролевого отличия возложить на структурную компоновку входного потока.

Из приведенного выше анализа следует весьма существенный вывод, что поток информации на входе в АИС представляет собой самостоятельную предметную область, в которой данные выступают в качестве объектов и между ними существуют ролевые отношения. И самое главное, для анализа этой предметной области может быть применен тот же аппарат, что и при анализе функциональной предметной области [60, 63].

Таким образом, рассматриваем входной поток информации как структурную предметную область, в которой в качестве объектов выступают данные или слова, несущие информацию о функциональной предметной области. В соответствии с триадным представлением функциональная предметная область содержит сведения о событиях или объектах и связях L , о признаках объектов или их функциональной роли R , о значениях качественных или количественных X . Из-за наличия в функциональной предметной области сильно развитых связей между объектами параметр L может дифференцироваться на подпараметры по различным признакам связи, например по родам подвижного состава L' и по дорогам назначения вагонов L'' . Создается ситуация, при которой данные выступают в самых разнообразных функциональных ролях и поскольку используют один и тот же словарь, то становятся неразличимы между собой, если не принять специальных мер. Для точной передачи в АИС содержательной стороны функциональной предметной области нужно иметь механизм строгой структуризации данных во входном потоке. К предметной области входного потока применимо то же самое триадное представление.

Содержательная сторона этой предметной области состоит в том, что строится некоторая система структурных признаков, в которую погружаются данные о функциональной области.

Налицо бинарные отношения «Указатель структурной роли-значения», в качестве которых выступают структурный символ-данное. Это уже названные выше символы SL , SR , SX , которые являются именами структурной роли R_S , а данные, следующие за ними, представляют собой их значения X_S в потоке.

Поскольку во входном потоке передается информация о группах объектов или многомерных признаках, то естественно присутствие в потоке структурных символов связи между элементами потока. Это ограничители документов, указатели типов строк, ограничители строк. Каждый из этих символов рассматривается как имя структурной связи L_S .

Итак, имеем структуру символов, опирающуюся на свой словарь A_S . Каждый структурный символ — это имя или код: L_S — код структурной связи; R_S — код структурной роли; X_S — код значения.

За каждым из этих символов следует информация о функциональной предметной области — данные, опирающиеся на независимый словарь A_I , которые имеют свое триадное представление в виде: L — имя функциональной связи; R — имя функциональной роли; X — значение объекта.

Рассмотрим пример, табл. 4.2. Входной поток содержит информацию о наличии вагонов на дороге и отделениях.

Здесь явно просматривается использование двух словарей. $A_S(:)$ — терминальный словарь символов структуризации; A_I — (натуральный ряд чисел) — нетерминальный словарь, опирающийся на цифровой алфавит (0 1 2 3 4 5 6 7 8 9). Все числовые символы относятся к функциональной информации и логически распределяются по своим ролям L, R, X . Но возможность распознавания их роли существует благодаря наличию структурных символов L_S, R_S, X_S . Так же явно просматриваются бинарные связи между группами $L_S L; R_S R; X_S X$.

Для этого документа, содержание которого можно определить как наличие вагонов в разрезе отделений дороги и родов подвижного состава, представленная схема структуризации (см. табл. 4.2) является полной и гибкой. Любая пара данных $L_S L$ вместе со своими структурными символами может быть перемещена на любое аналогичное место в своей строке, т. е. в зоне действия признака связи L . Здесь интересно отметить так называемый триггерный эффект признака L , который состоит в том, что факт появления признака в потоке (триггер включен) сохраняет влияние этого признака на все дальнейшие триады и поэтому они могут быть усеченными до тех пор, пока признак не изменит своего значения. Часть информации от одного знака L_S до следующего L^S называется зоной действия признака связи L и определяется как строка документа. Любая строка документа может быть переставлена на

Таблица 4.2. Структура входного потока информации о наличии вагонов на отделении

L_S	L	R_S	RX_S	X	R_S	RX_S	X	R_S	RX_S	X	R_S	RX_S	X	R_S	RX_S	X
99	.	34	1245	.	01	405	.	02	245	03	241	.	04	354		
20	.	34	205	.	01	73	.	02	41	03	34	.	04	57		
40	.	34	158	.	01	51	.	02	28	03	31	.	04	48		
60	.	34	100	.	01	38	.	02	15	03	18	.	04	29		
70	.	34	211	.	01	44	.	44	40	03	53	.	04	74		
87	.	34	56	.	01	12	.	02	6	03	17	.	04	21		
90	.	34	515	.	01	187	.	02	115	03	88	.	04	125		
93	.	34	41	.	01	9	.	02	12	03	8	.	04	12		
94	.	34	124	.	01	26	.	02	13	03	74	.	04	11		

другое место в документе, если не нарушается целостность зоны действия на одного признака связи.

Аналогично «триггерный эффект» может быть применен и к указателю роли R . Зона действия этого знака от символа R_S до R_B . В зоне действия R могут размещаться несколько данных X подряд. На каждый из них распространяется значение R . Указатель роли R часто называют координатой, а зону действия R — координатной группой. Приведенная схема структуризации входного потока для данного содержания является полной в том смысле, что вся управляющая информация о структуре потока находится в самом потоке. Для любой полной схемы языковый редактор может обладать минимальной структурной информацией о потоке, в данном случае значением символов L_S ; R_S ; X_S . На практике часто применяются неполные схемы, когда часть структурной информации фиксируется «по умолчанию». Например, в табл. 4.2 в каждой строке можно принять условие $R_S = X_S = BL$. Тогда все реквизиты строки разделяются символом «пробел», и значения R и X становятся неразличимы, если не договориться, что выборка данных в строке производится парами, первый элемент которой — R , второй — X . Эта управляющая информация должна быть заложена в языковом редакторе или в управляющих таблицах АИС, с которыми работает ЯР при обработке входного потока.

Отсюда делаем вывод, что управляющая информация о структуре потока может перераспределяться между потоком и АИС. Любая усеченная схема структуризации потока приводит к необходимости появления дополнительной управляющей информации в языковом редакторе.

На рис. 4.1 показана схема обработки информации на входе АИС. Во входном потоке присутствует множество документов разнообразных структур. Порядок их появления в потоке — произвольный. Задача языкового редактора состоит в распознавании структуры потока и выделении из него данных о функциональной предметной области. Эти данные размещаются в рабочей зоне для дальнейшей обработки последующими блоками АИС. Для того чтобы ЯР был независим от структуры входного потока, необходимо всю управляющую информацию вынести в независимый от языкового редактора блок информационного обеспечения. Множество типов структур входных документов составляет структурный потенциал входного потока. Каждый из этих типов должен быть строго описан в АИС. Кроме того, необходимо определить правила включения документов во входной поток данных. Вся эта управляющая информация и образует модель структуры входного потока данных — MS , которую использует ЯР для своей работы.

В приведенной схеме реализована основная идея гибкости системы актуализации данных: расслоение функций первичной обработки данных входного потока на два уровня. Первый — исполнительский — или уровень языкового редактора, на котором ЯР по единому алгоритму сканирует одну из ветвей (трасс) модели структуры входного потока MS ; второй уровень — управляющий,



Рис. 4.1

образованный блоками модели структуры входного потока. Каждый управляющий блок представляет собой описание структуры входного документа и образует трассу его дешифровки. Такая компоновка процесса обработки входного потока придает очень большую гибкость программному обеспечению АИС на входе, так как любые изменения структуры входного потока данных отражаются только на трассе модели структуры входного потока M и совершенно не затрагивают языковой редактор АИС.

4.2. ГИБКОСТЬ СТРУКТУРЫ МОДЕЛИ ДАННЫХ

Совокупность всех данных, используемых при эксплуатации АИС, составляет ее информационную базу. Информационная база разделяется на внешнюю и внутреннюю.

Внешняя информационная база состоит из всех тех документов, в которых регистрируется и регламентируется производственная деятельность в данной предметной области. Материальные объекты предметной области взаимодействуют между собой, реализуют те или иные производственные процессы. В предметной области транспортного типа такой процесс называется перевозочным процессом. Таким образом, внешняя информационная база отражает в формализованной форме как состояния материальных объектов, так и их взаимные отношения на различных фазах или в различных состояниях перевозочного процесса.

Все данные внешней информационной базы возникли в результате стремления человека сделать производственный (перевозочный процесс) как можно более эффективным. В процессе решения этой задачи возникла и поэтапно совершенствуется система документации, сопровождающая перевозочный процесс.

Система документов представляет собой информационную модель производственного процесса, а каждое данное фиксирует некоторый признак, относящийся к тому или иному информационному или материальному объекту. Такой признак, как уже отмечалось, определяет отношение к качественной или количественной категории либо бинарное отношение между парой материальных

объектов. Иначе говоря, внешняя информационная база — это совокупность абстрактных объектов, созданных человеком для повышения эффективности управления производственными процессами. Следуя выказанной схеме, в предметной области функционирования АИС можно выделить слой материальных объектов, которые и реализуют тот или иной производственный процесс, и слой абстрактных объектов, назначение которых более или менее эффективно управлять производственным процессом.

Однако внешняя информационная база, развиваясь эволюционно по мере усложнения производственных процессов, оказывается очень слабо структурирована с логической точки зрения, т. е. содержит в себе неоднозначные толкования абстрактных объектов, дублирование одних и тех же реквизитов в различных документах. Кроме того, весь документооборот тесно связан с производственным (материальным) процессом и поэтому очень слабо подвергается каким-либо изменениям, а такая модель рано или поздно начинает тормозить развитие самого материального процесса и снижает эффективность управления им.

Из сказанного становится понятным целесообразность создания именно АИС, которые, во-первых, взяли на себя функции моделирования предметной области, регистрации и транспортировки данных в базы данных АИС, и, во-вторых, отделили машинные данные как элементы структуры модели данных от производственной сферы, создавая тем самым объективные предпосылки для их гибкой перекомпоновки. Но вопрос — каким образом повысить эффективность управления производственным процессом и соответственно улучшить показатели функционирования АИС — остался открытым. Теперь, правда, основной акцент начал смещаться на рассмотрение комплекса вопросов, связанных с внутренней информационной базой АИС. Эффективность эксплуатации АИС во многом зависит от того, насколько эффективной является концепция структуры модели данных, положенная в основу проекта конкретной АИС.

Необходимо сразу же заметить, что проблема анализа предметной области с целью выделения необходимых для моделирования материальных и абстрактных объектов представляет довольно сложную задачу и не имеет однозначного решения. Современный подход к решению этой задачи состоит в поэтапной декомпозиции множества абстрактных объектов с целью выявления структурных зависимостей, существующих между ними.

Поскольку внешняя информационная база отражает содержательную сторону производственного процесса, то можно сказать, что абстрактные объекты несут в себе достаточно информации для построения модели процесса. В соответствии с выбранной концепцией моделирования методом поэтапной декомпозиции множество абстрактных данных переводится в многослойную модель. Для точной идентификации конкретного объекта на каждом слое модели реализуется уменьшение неопределенности среди множества абстрактных объектов.

Для предметной области транспортного типа можно выделить четыре слоя абстрагирования: лингвистический, концептуальный, логический, реализации. Информация из предметной области поступает в АИС в любом случае в виде потока символов. Этот поток несет в себе некоторое содержание и структурно может быть оформлен самым разным образом. Но все способы структуризации входного потока можно разделить на жесткоструктурированные и слабоструктурированные. Примером первого можно назвать входной документ, примером второго — естественный язык общения. О жесткоструктурированном потоке говорилось в предыдущем параграфе. Здесь рассматривается общий подход к проблеме распознавания содержательной стороны данных, поступающих на вход АИС.

Входной блок АИС — языковой редактор воспринимает поток символов и, пользуясь правилами его дешифровки, взятыми из структуры модели входного потока, приводит данные к канонической структуре для дальнейшего анализа. Вся эта работа осуществляется в рамках лингвистического слоя и называется синтезом формального образа. Естественно, что для жесткоструктурированного и слабоструктурированного потока используются разные алгоритмы, но и в том, и в другом случае языковой редактор лингвистического слоя должен построить строго формальный образ предиката и точно сохранить его содержание.

Для слабоструктурированного входного потока, каким обычно является диалоговый режим запросной системы в АИС, нагрузка на лингвистический слой возрастает. В задачу этого слоя входят и синтаксический контроль входного сообщения или запроса, и устранение синонимов, но и в том, и в другом случае языковой редактор лингвистического слоя остается тот же — приведенная к внутреннему стандарту (каноническая) форма входного сообщения.

На уровне концептуального слоя производится дальнейшая работа со стандартными формами предикатов. Смысловой контроль сообщения — основная задача. Проводится контроль непротиворечивости содержания, а также смысловая целостность данных информационной базы. Основой для этой работы служит семантическая сеть фреймов, которая и составляет структуру концептуального слоя.

Если число материальных объектов, как правило, стабильно и невелико, то число абстрактных объектов в процессе проектирования модели весьма подвижно, а в окончательном варианте их набор и количество как отражение процесса управления соответствуют концепции моделирования, принятой проектантом.

Каким же образом определить список абстрактных объектов, достаточный для построения информационно-логической модели? Каждый объект этого списка представляет собой одну из бинарных связей предметной области, а модель в целом определяется целевой установкой. Иначе говоря, ответив на вопрос — для чего нам нужна модель — можем перечислить минимальное число абстрактных объектов. Приведем несколько примеров.

Необходимо моделировать состояние подвижных объектов железнодорожного транспорта. К подвижным объектам относятся: ПОЕЗД, ВАГОН, ЛОКОМОТИВ. Для объекта ВАГОН состояние включает: длину, осьность, вес, номер вагона, транзитность, род вагона. Этот список может быть расширен или ограничен по желанию пользователя. Аналогичный список существует и для объектов ПОЕЗД и ЛОКОМОТИВ. Совершенно очевидно, что каждый конкретный список абстрактных объектов относится только к одному «своему» материальному объекту и характеризует его с той полнотой, которая достаточна для пользователя. При моделировании состояния материальных объектов список абстрактных объектов представляет собой набор качественно-количественных характеристик или признаков объекта. Любой из этих признаков определяет «какой» объект и выражается предикатом «имеет», в котором реализуется бинарная связь «объект — признак». Поезд имеет вес. Вагон имеет транзитность.

Другая целевая установка: моделировать дислокацию подвижных объектов. Список материальных объектов первого примера может быть дополнен объектами транспортной сети: станция, участок, отделение, депо. Дислокация подвижного объекта — это его нахождение в данный момент в точке некоторой системы координат. В качестве этой системы может быть выбрана система объектов транспортной сети. Из самого определения дислокации следует, что это образ связи пары объектов предметной области, из которых один подвижный, другой неподвижный.

Но такое определение явно неполно, ведь существуют связи и между подвижными объектами, например «поезд — вагон».

Если в качестве системы координат взять все материальные объекты предметной области, то дислокацию можно трактовать как связь между парой любых объектов, подвижных или неподвижных, а предикат «дислокация» является именем этой связи.

Вся совокупность связей типа дислокация моделируется в ЛИС квадратной матрицей с размерностью, равной числу материальных объектов. Если в этой матрице разрешенные связи обозначить через 1, то получим матрицу инцидентий для предиката дислокации, которая изображена в табл. 4.3.

Дислокация представляет собой направленную связь, т. е. вагон может быть размещен в поезде, но поезд в вагоне — нет. Такие недопустимые варианты в матрице помечены нулем. Нулями также помечены запрещенные по смыслу варианты: груз не может быть перевезен в локомотиве, вагон не может быть связан напрямую с локомотивом, а только через поезд. Интересен такой вариант. Поезд представляет собой группу объектов: локомотив плюс N вагонов плюс M грузов. Дислокация каждого из объектов этой группы по отношению к неподвижному объектам транспортной сети в каждый момент времени одна и та же и соответствует дислокации поезда в целом. Поэтому нет смысла отслеживать в модели дислокации все включенные объекты. Для каждого из них фиксируется связь на объект ПОЕЗД. Эта связь постоянна до тех

Т а б л и ц а 4.3. Матрица связей типа ДИСЛОКАЦИЯ

Объект	T	V	L	G	C	S	K
ПОЕЗД	—				1	1	
ВАГОН	1	—			1	1	
ЛОКОМОТИВ	1		—		1	1	
ГРУЗ		1		—	1	1	
СТАНЦИЯ					—		1
УЧАСТОК						—	1
ОТДЕЛЕНИЕ							—

пор, пока поезд не расформирован, за исключением отдельных корректировок по смене локомотива или отцепке вагона. Такой подход уменьшает число корректировок в базе данных по параметру дислокации. Правда, местоположение вагона определяется в два шага, сначала находится его дислокация в поезде, а затем дислокация поезда на транспортной сети. Эти рассуждения справедливы только для объектов в составе поезда. Если вагон, локомотив или груз представляют несвязанную единицу, то их дислокация фиксируется обычным образом.

Конечно, изобразить связи можно не только в виде матрицы, но и другим способом, либо в виде дерева, либо направленного графа. Но во всех этих случаях оперируем образом связи, а поскольку связь — это образ или абстрактный объект мышления, то ее можно поставить в один ряд наравне с любым другим абстрактным объектом и в дальнейшем понятие связь исключить из формального анализа предметной области. Такой подход дает нам простой и наглядный механизм для анализа предметной области, где проанализируем объекты, а не объекты и связи. При этом, естественно, сохраняется деление объектов на материальные и абстрактные.

Итак, поместим содержание связи между материальными объектами в значение абстрактного объекта, подтвердив тезис об универсальности бинарного отношения. В общей совокупности абстрактных объектов, кроме названной группы объектов-признаков, можем выделить группу объектов-дислокаций.

Предикат дислокации является одним из нескольких типов связей между материальными объектами предметной области транспортного типа. Для построения концептуальной схемы информационной базы необходимо определить достаточный для этого набор типов связей. Такой набор, очевидно, определяется целевой установкой производственного процесса. Каждый объект транспортной предметной области может быть охарактеризован: набором признаков, определяющих состояние объекта; местоположением в пространстве (в системе координат транспортной сети); целью движения на транспортной сети; временем регистрации характерных точек движения объекта.

Если опереться на падежную грамматику, то можно сказать, что модель информационной базы в отношении каждого материального объекта должна отвечать на вопросы

<i>КАКОЙ</i>	<i>ГДЕ</i>	<i>КУДА</i>	<i>КОГДА</i>
--------------	------------	-------------	--------------

Такая грамматическая постановка вопроса соответствует предикатной форме:

<i>СОСТОЯНИЕ</i>	<i>ДИСЛОКАЦИЯ</i>	<i>НАЗНАЧЕНИЕ</i>	<i>ВРЕМЯ</i>
------------------	-------------------	-------------------	--------------

Каждый из предикатов определяет группу бинарных отношений. Для предиката «дислокация» в табл. 4.3 одна строка, относящаяся к некоторому объекту в клетках, помеченных единицами, определяет состав группы бинарных отношений указанного типа.

Предикат назначение определяет траекторию движения объекта, ее начальную, конечную и промежуточные точки. В общем случае в качестве таких точек может выступать материальный объект одного и того же типа, но в разных функциональных ролях. А это значит, что между парой материальных объектов существуют множественные связи.

Итак, построение концептуальной схемы начинается с определения списка материальных объектов, участвующих в производственном процессе. Материальные объекты отображаются в модели в виде наборов данных или файлов. Записи файлов образуют в модели данных уровень реализации всего множества значений аналогично тому, как материальные объекты предметной области образуют уровень реализации перевозочного процесса. При этом выдерживается соотношение: один тип или класс объектов моделируется одним файлом. Слои модели, расположенные выше по уровням абстракции, обеспечивают управление значениями в файлах и содержат описания структурных данных. При этом неукоснительно должно соблюдаться правило: доступ к данным слоя реализации возможен только через вышестоящие управляющие слои модели.

Нижний слой, слой реализации, представляет собой базу данных, все вышестоящие слои модели образуют базу знаний модели о предметной области. Структура файлов Поезд и Вагон приведена на рис. 4.2 и 4.3 соответственно.

Если модель учитывает не только текущее состояние объектов предметной области, но и динамику процесса, предысторию состояний объектов, что необходимо для целей прогнозирования развития перевозочного процесса, то значение фактора времени существенно возрастает. Время рассматривается как системный реги-

Состояние	Индекс	Номер	ОСИ	Дли- на	Вес	Тран- зит	Груз	Род	Количес- тво ваго- нов

Дислокация	Станция	Участок
------------	---------	---------

Назначение	Станция форми- рования	Станция назначе- ния	Стык вхо- да	Стык выхо- да	Дорога назна- чения

Время	Время форми- рования	Время входа в регион	Время текуще- го состояния
-------	-------------------------	-------------------------	-------------------------------

Рис. 4.2

Состояние	Номер ва- гона	Состояние движения	учетное состо- яние	Грузовое и тран- зитное состо- яние	особое состо- яние	рпс	ОСИ	Длина	Тара

Дислокация	Индекс поезда	Станция	Регион	Участок
------------	------------------	---------	--------	---------

Назначение	Стык приема	Стык сдачи	Стан- ция	Регион назначе- ния	Стан- ция назна- чения	Реги- он назна- чения	Стан- ция при- цепки

Время	Время погрузки	Время прицепки
-------	-------------------	-------------------

Рис. 4.3

стратор событий и на слое реализации моделируется самостоятельным файлом.

Управляющие слои модели представляют собой набор простых фреймов, которые содержат описания структур данных и процедур обработки. В качестве структурного элемента описания данного принята схема, изложенная в [64].

4.3. СТРУКТУРА МОДЕЛИ ДАННЫХ ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА

Как уже отмечалось, предметная область рассматривается как набор сложных материальных объектов-систем, взаимодействующих между собой. Каждая из этих систем обладает связанной группой

абстрактных объектов-атрибутов. Считая, что основное назначение и цель создания модели данных состоят в отражении предметной области, в памяти ЭВМ создается качественная модель, которая поддерживается в реальном масштабе времени на основе информационно-логического представления об объектах и связях во внешнем мире. Модель данных, о которой идет речь в настоящей работе, ограничена функциями слежения, контроля за состоянием подвижных объектов на полигоне железной дороги. Поскольку модель фиксирует мгновенное состояние предметной области, то будем в дальнейшем качественную ее модель называть *M*-моделью.

Информационно-логическая схема *M*-модели представляет собой три группы соотношений. *RK*-отношения качественных оценок объектов; *RL*-отношения дислокации объектов; *RS*-отношения слежения за объектами. Каждая группа отражает свою функциональную грань перевозочного процесса.

RK-отношения группируют данные типа «какой объект». Например, «номер поезда», «род поезда», «грузовое состояние поезда», «транзитное состояние поезда». Такие атрибуты системы ПОЕЗД статичны и очень редко изменяются за время наблюдения. Как правило, изменения связаны с физическими характеристиками материального объекта. Изменение длины, оснастки поезда, числа включенных вагонов.

RL-отношения группируют данные типа где объект. Например, «поезд находится на станции Киев». *RL*-отношения определяют связи между материальными объектами. В приведенном примере между поездом и станцией, между объектом подвижным и неподвижным. Связи могут быть и между подвижными объектами. Например, «вагон находится в составе поезда». Здесь необходимо отметить, что поскольку перемещение объектов и предметной области происходит весьма интенсивно, то и дислокационные характеристики *M*-модели должны быть динамичны. Этого требует режим реального времени, и чем выше точность моделирования, тем выше динамика изменений.

Следует отметить еще одну особенность моделирования, которая состоит в том, что если объект включен в состав другого материального объекта, то дислокационные характеристики у них будут общие на все время объединения и поэтому изменения дислокации производятся только для включающего объекта, например ВАГОН в составе поезда. Местоположение вагона на дороге определяется по дислокации поезда.

RS-отношения группируют данные «куда следует», например «поезд назначением на станцию Брянск». Эти данные также не изменяются за весь цикл наблюдения за объектом и используются как плановые данные для контроля за движением. Данные *RS*-группы имеют большое значение при прогнозировании ситуаций движения на дороге. Во внешней среде происходит множество событий, которые так или иначе влияют на состояние объектов.

Модель чувствительна далеко не ко всем событиям, а только к некоторому фиксированному перечню событий, который и определяет глубину моделирования. На каждое событие из этого перечня из внешней среды, точнее, из места свершения события, передается в ДВЦ некоторый документ, в котором в формализованном виде отражается суть происшедшего.

Один документ может содержать информацию об одном или нескольких событиях. Любое событие немедленно фиксируется в файле регистрации событий (РС) с указанием даты и времени свершения события.

События происходят с одним или несколькими объектами и, как правило, изменяют состояние этих объектов. Например, событие ПОГРУЗКА изменяет состояние объекта ВАГОН из ПОРОЖНИЙ на ГРУЖЕНЫЙ. Факт передачи поезда через стыковой пункт изменяет состояние объекта ПОЕЗД из НАХОДИТСЯ НА ПОЛИГОНЕ СВОЕЙ ДОРОГИ на состояние НАХОДИТСЯ ЗА ПРЕДЕЛАМИ СВОЕЙ ДОРОГИ или наоборот в зависимости от направления передачи. Однако событие может и не менять состояния объекта. Факт проследования поездом некоторой станции регистрируется в РС как событие ПРОСЛЕДОВАЛ, но не изменяет состояния поезда — НАХОДИТСЯ В ДВИЖЕНИИ (табл. 4.4).

Цель количественной модели — отображение существующих в предметной области соотношений между объектами. Количественная модель хранит данные типа «сколько» и группирует эти данные по объектам, видам учета и т. д. Эту модель будем называть *N*-моделью. На рис. 4.4 представлена схема функционирования ЛИС, где *D* — входной документ; *M* — модель, отображающая объекты предметной области; *N* — модель количественных соотношений в предметной области; *P1* — программный блок контроля входных документов; *P2* — программный блок преобразования качественных данных *M*-модели в количественные оценки *N*-модели; *P3* — программный блок структуризации выходных форм. Входные документы содержат информацию о всех изменениях во внешней среде и служат источником для изменений в *M*-модели. Формы оперативной отчетности komponуются на основе данных *N*-мо-

Таблица 4.4. Некоторые события среды и состояния объекта ПОЕЗД

Номер п/п	Состояние объекта	Состояние среды	
		старое	новое
1	Сформирован	—	Находится без локомотива
2	Принят	Нет на полигоне дороги	На полигоне дороги
3	Расформирован	Находится без локомотива	—
4	Сдан	На полигоне дороги	За пределами дороги
5	Прибыл на станцию	Находится на участке	Находится на станции
6	Убыл со станция	Находится на станции	Находится на участке

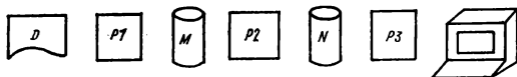


Рис. 4.4

дели. На рис. 4.4 изображены три программных блока. Блок $P1$ содержит алгоритмы контроля входных документов и заносит данные в M -модель. Блок $P3$ содержит алгоритмы структуризации выходных форм и выбирает данные для этих форм из N -модели. Наиболее сложен блок $P2$, который содержит алгоритмы переработки информации отношений M -модели в количественные оценки N -модели.

В табл. 4.5 приведен пример отношений для объекта Поезд. Отношение Качество, одно из группы RK -отношений, содержит данные о номерах поездов, находящихся под наблюдением АИС, и роде каждого из этих поездов. Отношение Дислокация, из группы RL -отношений, содержит данные о номерах поездов, находящихся под наблюдением в АИС, и роде каждого из этих поездов. Отношение Дислокация, из группы RS -отношений, содержит данные о местонахождении каждого поезда. Третье отношение Сложение, из группы RS -отношений, связывает номер поезда и станцию назначения этого поезда. Все отношения M -модели — отношения бинарные. В каждом из них домен с левой стороны можно назвать характеризующим доменом, а его идентификатор использовать как идентификатор отношения. Такие отношения можно рассматривать, как табличную функцию поиска со входом по характеризующему домену и выходом по номеру объекта.

Если, например, нужно выбрать все скорые поезда, то получим следующую запись:

аргумент $ROD = \text{скор}$;
 функция $TN = (0017, 0042)$.

Таблица 4.5. Отношения объекта Поезд

Качество		Дислокация		Сложение	
ROD	TN	$STAN$	TN	$NAZN$	TN
Скорый	0017	Киев	0017	Адлер	0017
Пассажи́рский	0121	Киев	0121	Минск	0121
Бага́жный	0516	Фастов	0516	Львов	0516
Грузовой	2654	Киев	2654	Минск	2654
Скорый	0042	Киев	0042	Москва	0042
Грузовой	1398	Мироновка	1398	Чернигов	1398
Пассажи́рский	0312	Знаменка	0312	Минск	0312
Грузовой	1751	Фастов	1751	Одесса	1751
Грузово-пассажи́рский	0123	Киев	0123	Барнаул	0123
Скорый	0020	Киев	0020	Луганск	0020

Поле	содержит значение данных СИМ
E T	тип информации, дата события
P1; P2; P3	Параметры учета
объект	Источник информации
LID	Ведущий элемент (функция роли)
INFOR	Информация

Рис. 4.5

Прежде всего необходимо отметить, что подсчет количественных данных всегда проводится в строго определенной области учета. В роли такой области выступает либо регион дороги, либо станция (депо). Это территориальное определение области, но оно может быть и функциональным. Например, учет разных вагонов в составе поезда или учет специального подвижного состава среди всех подвижных единиц. Здесь областью учета является поезд и множество единиц-вагонов.

N-модель представляет собой базу данных, в которой каждый файл — это область учета. В АИС поддерживается учет по региону, станции, участку, депо, поезду, вагону. Каждый файл *N*-модели состоит из структурно идентичных записей. Одна запись — это СИМ, который хранит одну смысловую единицу информации. Важно отметить, что это заверченный модуль или то, что в системах учета называют разрезом по некоторому признаку. Например, число поездов в разрезе их рода, представленное в виде СИМ, будет иметь вид в соответствии с табл. 4.5. Такой модуль используется либо для дальнейшего накопления данных, что делается достаточно легко, так как это обычный вектор значений, либо как смысловая единица для компоновки выходной формы средствами программного обеспечения *P3* (рис. 4.4). На рис. 4.5 изображен СИМ. Он разделяется на дескрипторную и информационную части.

Назначение дескрипторной части — однозначно идентифицировать СИМ. Структура дескриптора позиционно-кодированная, включает восемь параметров.

Первый параметр *E* определяет тип информации. В качестве типов выделены данные оперативные, плановые, накопительные и др. Вторым параметром *T* определяется дата свершения события или временной интервал, за который подсчитаны показатели учета. АИС, как система оперативная, имеет период наблюдения одни сутки, которые разбиты на восемь трехчасовых интервалов. Если $T \neq 0$, то СИМ содержит данные на момент учета.

Параметр *P1* кодирует виды событий, такие, как погрузка, выгрузка вагонов, формирование, прием, передача поездов на стыковых пунктах. Параметр *P2* определяет единицу измерения. Работа на транспорте учитывается в тоннах и вагонах. Единицей учета

В реляционной алгебре это эквивалентно операции соединения отношения *ROD*, константы *ROD* (скор.) и проекции результата на домен *TN*.

Таким образом, для алгоритмов блока *P2* мы обрисовали исходные данные и механизм доступа к ним. Теперь необходимо рассмотреть структуру *N*-модели, что служит выходом для *P2*.

может быть и поезд. Параметр *P3* квалифицирует состояние объекта слежения в момент совершения события, названного в параметре *P1*. Основными состояниями подвижных объектов на транспорте являются: местный, транзитный, груженный, порожний. Параметр *P4* кодирует код разложения (код разреза) элементов СИМ по некоторому признаку: местный груз в разрезе родов подвижного состава, транзитный груз в разрезе дорог назначения и т. д. Параметр *object* определяет код источника информации и идентифицирует область учета. Параметр *LID* используется для разрезов учета — матрица значений, т. е. в базе данных он представляется в двух измерениях, например в разрезе дорог назначения и в разрезе родов подвижного состава.

4.4. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА

Одним из наиболее эффективных средств информационного моделирования перевозочного процесса является язык манипулирования данными. Структурно он содержит несколько функциональных групп: арифметические операции структурного преобразования; логические операции; табличные функции; операции доступа к данным, организованным в виде базы данных.

Язык манипулирования данными RADA ориентирован на работу с реляционной базой данных, организация которой может быть приведена к концептуальной схеме, рассмотренной выше. Выборка данных из отношения ведется по значению любого домена, которое будем называть критерием поиска. Результатом выборки всегда является один или несколько кортежей системы. Критерии поиска произвольно объединяются по обычным правилам булевой алгебры и образуют дескрипторные списки поиска данных.

Формат оператора обращения к данным имеет следующий вид: RADA (*FN*, *NAME*; *DS*), где *FN* — функция обращения к данным; *NAME* — класс объектов, в котором ведется поиск; *DS* — дескрипторный список поиска. Самая простая и наиболее распространенная функция обращения к данным — это выборка значений $FN = T$.

Формат оператора представляет минимально-компактную форму записи. Левая часть оператора до двоеточия указывает область поиска данных и определяет, что нужно найти. Правая часть оператора после двоеточия квалифицирует поиск данных и определяет, какие нужны данные.

В табл. 4.6 показаны три отношения объекта ВРЕМЯ: индекс поезда — *RE03*, событие — *RE02*, время совершения события — *RE10*. Сформулируем запрос для этой системы. «Выбрать индексы поездов, принятых на дорогу за интервал времени $12^{30} - 12^{40}$ ».

На языке RADA запрос выглядит так: RADA (*T*, *E03*; $E02 = 0,7 \wedge E10 > 1230 \wedge E10 < 1240$), где *T* — функция выборки значений; 07 — код события «принят». Язык RADA — это непроцедурный язык, построенный по схеме языка реляционного исчисления. Сама процедура поиска реализована в программных модулях до-

Таблица 4.6 Отношение объекта ВРЕМЯ

Индекс RE03		Событие RE02		Время RE10	
E03	E01	E02	E01	E10	E01
/1	7	07	1	12.30	1
/1	9	07	4	12.30	2
/1	13	07	5	12.31	3
/4	2	07	8	12.36	4
/4	4	07	12	12.36	5
/6	5	08	3	12.40	6
/6	11	08	7	12.42	7
/7	7	08	9	12.45	12

ступа к данным. Вначале обрабатывается квалификационная часть оператора. В результате чего получаем список значений номеров регистрационных записей E01. Для данного примера $E01' \subset \langle 1, 4, 5 \rangle$. По полученному списку из отношения E03 находим значения индексов поездов: $E03' \supset \langle 14, 15 \rangle$.

В данном примере все три элемента дескрипторного списка квалифицируют поиск в одной системе ВРЕМЯ. Но это совсем необязательно. Критерии поиска могут относиться к различным системам. В этом случае в дескрипторном списке должен присутствовать среди критериев элемент связи между системами.

В табл. 4.7 приведены три отношения объекта ВАГОН: индекс поезда — RV16, осьность вагона — RV05, назначение вагона — RV10. Сформулируем более сложный запрос, объединяющий системы ВАГОН и РЕГИСТРАТОР. Выбрать номера четырехосных вагонов назначением на Одессу, находящихся в поездах, принятых на дорогу за интервал времени $12^{30}—12^{40}$. На языке RADA запрос выглядит следующим образом: $RADA (T, V16 : E02 = 0,7 \wedge E10 > 1230 \wedge E10 < 1240 \wedge E03 = V16 \wedge V05 = 4 \wedge V10 = \text{Одесса})$.

Объединение двух систем реализуется выражением $RE03 = V16$ по объекту «индекс поезда», который содержится в отношениях RE03 и V16. В результате обработки этого запроса видим, что вагонов, отвечающих указанным критериям поиска, в системе не содержится.

В процессе работы с M-моделью для получения количественных оценок и формирования данных N-модели необходимо обрабатывать запросы типа «сколько». Если такой запрос касается материальных объектов или систем, сколько вагонов или сколько по-

Таблица 4.7. Отношение объекта ВАГОН

Индекс RV16		Оснсть RV05		Назначение RV10	
V16	V01	V05	V01	V10	V01
/1	2011	2	2011	Одесса	2010
/1	2021	2	2010	Одесса	2030
/1	2030	2	2050	Одесса	2021
/4	2040	4	2030	Киев	2040
/4	2010	4	2040	Киев	2011
/4	2009	6	2009	Киев	2050
/4	2007	6	2007	Киев	2007
/6	2050	6	2001	Киев	2047
/7	2042	7	2001	Львов	2015
/7	2044	7	2005	Львов	2017

ездов, то обработка запроса так или иначе сводится к подсчету количества строк в некотором отношении. В языке RADA этом формате запрос реализуется функцией обращения к данным $FN=F$. Рассмотрим запрос: «Подсчитать количество порожних цистерн, принятых на дорогу через станцию Мироновка». Запрос описывается так: RADA ($F, V16 : E02=07 \wedge E03=V16 \wedge V06=0 \wedge V02=ЦС \wedge V09=Мироновка$), где F — функция подсчета количества; ЦС — мнемокод цистерн; $V06=0$ — признак порожнего вагона.

При обработке количественных запросов встречаются более сложные случаи, когда необходимо подсчитать сумму значений по домену некоторого отношения, например, вес груза в вагонах или суммарное количество осей. Запросы этого типа на языке RADA реализуются функцией обращения к данным $FN=S$.

Рассмотрим запрос: «Подсчитать суммарный вес груженых цистерн, принятых на дорогу через станцию Мироновка». Запрос имеет вид: RADA ($S, V03 : E02=0,7 \wedge E03=V16 \wedge V06=1 \wedge V02=ЦС \wedge V09=Мироновка$), где S — функция подсчета суммы; $V06=1$ — признак груженого вагона.

В рассмотренных случаях запросов F и S результатом обращения к данным M -модели является некоторое число, которое выдается пользователю либо помещается в модель как элемент учета. Однако требования к учетным данным гораздо шире и прежде всего это касается учета объектов по группам учета или в разрезах по значениям данных, например, поездов по дорогам назначе-

ния или локомотивов по видам тяги. Результатом такого запроса будет вектор значений, структура которого точно соответствует информационному элементу N -модели. Для обслуживания таких запросов в языке RADA введем специальный параметр VAR. Использование запроса этого типа проиллюстрируем на следующем примере. Подсчитать число порожних вагонов, находящихся на станции Дарница, в разрезе типов вагонов. RADA ($F, V01 : V06 = 0 V02 = VAR V13 = \text{Дарница}$). В ответ будет выдан список значений V02 и вектор числа вагонов по каждому типу.

Реализация языка RADA может быть ориентирована на конкретные СУБД, такие как, СПЕКТР или ПАЛЬМА.

Методы структурной обработки информации. Процесс информационного обмена с внешней средой связан с разной структурой организацией данных на входе и выходе системы. Ряд последовательных преобразований структур, которые производятся от входа до выхода из системы, будем называть фазами структурной обработки.

В АИС основными фазами обработки являются: контроль входных данных; первичная технологическая обработка данных; структуризация по схеме базы данных; размещение и выборка данных; структуризация выходных форм.

Среди методов, используемых в пофазной обработке структур, можно выделить следующие: метод трассирования управляющей структуры; метод построчной обработки данных; методы групповой обработки структур данных; метод структурной организации хранения данных.

Метод трассирования управляющей структуры. Архитектурное решение АИС состоит в том, что программное обеспечение не содержит алгоритмов обработки документов в явном виде. Алгоритмы описаны и структурно оформлены в паспортах на каждый документ или вид обработки. Программные модули при любой обработке всегда сканируют структуру паспорта и таким образом получают слепок алгоритма. При обработке другого документа происходит то же самое, но с иным паспортом. В предложенной схеме паспорт обработки в оперативном режиме можно рассматривать как управляющий информационный модуль. Такой подход представляет собой метод трассирования управляющей структуры информационного модуля, что и позволяет получить полную независимость программного обеспечения от данных и алгоритмов.

Метод построчной обработки данных. Этот метод используется для преобразования данных в операциях обмена с внешней средой. Входной поток символов обрабатывается входным редактором и в нем выделяются структурные группы символов: документы, строки, реквизиты (информационные единицы). Каждая информационная единица через редактор инициирует процесс обработки этой единицы. В системах реального времени, как правило, в качестве информационной единицы принимается документ и тогда время реакции системы является суммой времени ввода документа и времени его обработки. В АИС информационная единица — это стро-

ка при подокументном вводе. Такой метод построчной обработки позволяет начать обработку первой строки документа, не ожидая окончания ввода всего документа, в идеале во время ввода второй строки, что существенно сокращает время реакции системы. Кроме того, уменьшается размер буфера ввода и снимаются любые ограничения на длину документа.

Методы групповой обработки структур данных. Все информационные потоки, независимо от применяемых методов обработки, проходят через операционную среду. Они дискретны и неравномерны по времени, разнообразны по структурам и алгоритмам обработки.

Операционная среда может быть представлена как некоторый программный процессор переработки структур. Как всякий процессор он управляется набором методов, в этом случае методами групповой обработки структур данных. Поскольку здесь мы акцентируем внимание на прикладном характере АИС, в дальнейшем используем термин «процедура», который рассматриваем как прикладной эквивалент понятия метода. Для увеличения перерабатывающей способности процессора определим, что все процедуры построены как процедуры групповой обработки. Среди таких процедур можно выделить следующие: арифметические операции; пересылка данных; сравнение данных; ранжирование данных; селекция данных.

Арифметические операции реализованы как процедуры обработки матричных данных. Векторное представление структур данных, которое широко используется в АИС, рассматривается как частный случай представления матрицы вектор-строкой или вектор-столбцом. Процедура имеет вид: *FUNC (PARM, M1, M2)*, где *FUNC* принимает значения: *SUM* — сложение; *MOD* — вычитание; *MULT* — умножение; *DEL* — деление; *M1, M2* — имена матриц, над которыми производится операция, результат операции размещается в *M1*; *PARM* — управляющий параметр-вектор *PARM (P1, P2, ..., PN)*. Здесь *P1* — длина строки матрицы; *P2* — число элементов, участвующих в операции; *P3, P6* — номера строк матрицы *M1* и матрицы *M2*; *P4, P7* — номера столбцов матрицы *M2* и матрицы *M1*; *P5, P8* — шаг сканирования (в матрицах *M1* и *M2*).

Пересылка данных реализуется процедурой *MOVE (PARM, M1, M2)*. Пример циклической рассылки строк входного документа (*S1*) по строкам матрицы (*M1*). Входная строка в своем первом элементе содержит код источника информации. Строки матрицы нужно упорядочить по кодам источников. Порядок входных строк — произвольный. Применим настройку параметра пересылки:

MOVE (0, S1, PARM (6));

MOVE (PARM, S1, M1).

Первая процедура *MOVE* пересылает код источника в шестой элемент управляющего параметра (номер строки матрицы). Вторая процедура *MOVE* заполняет строку, на которую указывает код источника.

Сравнение данных реализуется процедурой *COMP (PARM, M1 M2)*. Процедура осуществляет такие действия, как: сравнение последовательно всех элементов двух векторов на равно, больше, меньше; проверка соответствия некоторого данного одной из компонент вектора; проверка вхождения данного в один из интервалов, определяемых двумя столбцами матрицы.

Ранжирование данных реализуется процедурой *RANG (PARM, SCALE, V1, V2)*,

где *SCALE* — шкала кодов ранжирования; *V1* — вектор данных в координатной форме; *V2* — вектор данных в позиционной форме.

Компонента-значение вектора *V1* занимает свою позицию среди компонента вектора *V2* в зависимости от положения кода координаты вектора *V1* в векторе *SCALE*. Процедура используется для преобразования строки данных из координатной формы в позиционную по заданной шкале кодов.

Селекция данных реализуется процедурой *REPL (PARM, SCALE, V1)*.

Процедура осуществляет отбор данных из вектора *V1* в соответствии со значением элементов вектора *SCALE*. Эта операция используется для сжатия матриц (вычеркивание ненужных значений) и последующей выдачи в канал строки кодов.

Метод структурной организации хранения данных. Концептуальная модель АИС содержит два типа моделей: *M*-модель отражает качественное состояние предметной области на момент времени, а *N*-модель является количественной моделью, в которой накапливаются итоговые данные за установленные периоды времени.

Единицей хранения информации *N*-модели является структурная единица учета. Каждая такая единица учета состоит из дескрипторной и информационной частей. Структура дескрипторной части стандарта для всех единиц учета *CUM*. По форме представления данных в информационной части единицы учета АИС классифицированы следующим образом: вектор значений; матрица значений; вектор кодов; вектор повторяющихся структур; матрица повторяющихся структур.

Фаза «структуризация по схеме базы данных» должна обеспечить представление информационной части единиц учета *N*-модели по одному из приведенных типов структур. Вся последующая обработка информации *N*-модели и структуризация выходных форм связаны только со структурами данных.

4.5. СИСТЕМНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГИБКОСТИ ИНФОРМАЦИОННО-ЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

АИС, которая функционирует в режим информационного обмена с предметной областью, находится в состоянии непрерывного обмена информацией с внешней средой и содержит данные о внешней

среде, структурированные в виде базы данных. В таком случае, говорят, что АИС работает в реальном масштабе времени. Под реальным временем понимается режим немедленного отображения в инфологической модели тех событий в предметной области, которые определены целевыми функциями данной АИС. База данных АИС поддерживается в актуальном состоянии с дискретностью совершения событий во внешней среде.

Для понимания архитектуры АИС можно предложить следующую смысловую модель. Суть этой модели состоит в том, что предметная область АИС — это материальная среда функционирующих физических объектов. Эти физические объекты материальной среды, выполняя свое функциональное назначение, могут реализовать свою основную задачу — перевозку пассажиров и грузов — только благодаря параллельному существованию информационной среды и соответствующих информационных процессов, протекающих в ней, которая в формализованном виде содержит отражение перевозочного процесса.

Единство материальной и информационной среды — необходимое условие функционирования системы. Но если говорить об эффективности функционирования, то она зависит от человека, который принимает решения на основе созданной им модели системы. Качество информационно-логической модели определяет качество управленческих решений, а, следовательно, и эффективность системы. Одну и ту же задачу можно решать в ЭВМ на разных концептуальных основах, что неизбежно сказывается на ее результатах.

Информация на входе в ЭВМ средствами программного обеспечения подвергается целому ряду структурных преобразований, в результате чего формируется схема базы данных — информационно-логическая модель предметной области.

В общем можно выделить три характерные среды существования информации: внешняя информационная среда; операционная среда; среда хранения данных (база данных).

Первая — существует вне зависимости от какой-либо автоматизированной системы обработки данных, хотя и может для конкретной системы дополняться новыми документами.

Вторая среда — это информационно-программное обеспечение АИС. Его задача может быть определена как преобразование структуры внешней информационной среды в структуру базы данных. Объектами преобразований операционной среды являются структуры данных, а элементами среды служат программные модули. Информационный поток из внешней среды в базу данных будем называть прямым потоком данных. Операционная среда выполняет и обратное преобразование структуры базы, и выходные документы, а также реализует внутривазовые операции над данными, такие, как накопление количественных оценок. Информационный поток из базы данных во внешнюю среду будем называть отображающим потоком или зеркальным потоком, подчеркивая этим его логическое соответствие внешней среде. Соответ-

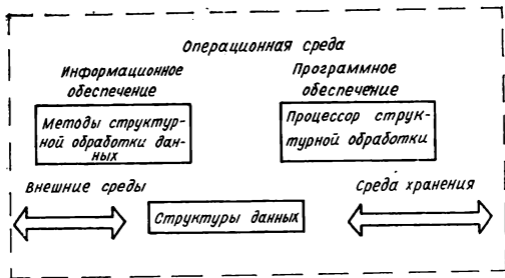


Рис. 4.6

ственно выделим и внутренний для базы поток данных, который возникает как результат вторичной обработки структур базы.

Третья среда содержит базу данных в ее физической организации и представляет собой среду хранения. На рис. 4.6 представлена схема структурного взаимодействия данных.

Логическая организация данных как отражение внешней информационной среды для четкости анализа и манипулирования данными представляется концептуальной схемой. Следует отметить, что информационные потоки, проходящие через операционную среду, дискретны и неравномерны по времени. Кроме того, они разнообразны по структурам и требуемым алгоритмам для обработки. АИС как система обработки данных содержит все необходимые компоненты, такие, как подсистема телекоммуникации, подсистема контроля входных документов, подсистема обращения к базе данных.

Подсистема телекоммуникации *TENET* предназначена для сбора и передачи в ЭВМ первичных данных о происходящих во внешней среде событиях. Подсистема *TENET* обслуживает телеграфные и телефонные каналы связи, прямые или коммутируемые. Каждому типу канала в *TENET* соответствует свой программный модуль-обработчик, задача которого установить и поддерживать обмен данных с абонентским пунктом. Абонентские пункты могут передавать информацию в различных кодах: *KOU7*; *DKOU*; *MTK-2*; в зависимости от типа устройства. В задачу *TENET* входит перекодировка принятой информации во внутренний код системы. Такой подход позволяет считать все внутренние системы инвариантными по отношению к коду передачи данных и типу устройства.

TENET — это телекоммуникационный монитор, который поддерживает связь между внешней средой и одной из внутренних

систем. Это единственный и стандартизованный вход в вычислительную установку. *TENET* — это оболочка, которая разделяет внешнюю информационную среду.

В АИС введена самостоятельная система подготовки паспортов. Любая подсистема АИС работает по управляющим таблицам-паспортам, которые готовятся и сохраняются в системе *PASPORT*. Такое архитектурное решение позволяет полностью сосредоточить управление работой в одном функциональном блоке. Это дает целый ряд преимуществ, основные из которых следующие. С позиции пользователя системы: явная обзорность всех режимов, которые реализуются в момент работы, структур данных и алгоритмов обработки; возможность сознательного вмешательства в функционирование системы с минимальной опасностью внесения ошибок; гибкость системы в смысле достаточно быстрого реагирования на структурные и функциональные изменения во внешней среде.

С позиции программного обеспечения системы: четкое описание функций и обозначение блоков системы, которые их реализуют; независимость программного обеспечения от структур данных.

Все паспорта, используемые в системе, хранятся в библиотеке, которая как единое целое с системой управления включена в технологический процесс обработки данных.

Архитектурное решение АИС состоит в том, что ПО не содержит алгоритмов обработки документов в явном виде. Алгоритмы описаны и структурно оформлены в паспортах на каждый документ или вид обработки. Программные модули при любой обработке всегда сканируют структуру паспорта и таким образом получают слепок алгоритма. При обработке другого документа происходит то же самое, но с иным паспортом. Строго говоря, в такой схеме паспорт обработки в оперативном режиме представляет собой ИУМ, оформленный в виде таблицы стандартной структуры для данной системы.

Система *RADA* реализует все обращения к базе данных, независимо от того, из какого источника такое обращение поступило. В качестве абонентов системы *RADA* выступают другие подсистемы АИС, каждая из которых ориентирована и реализует свой метод общения с базой данных. *RADA* — это единый и универсальный канал доступа к данным в базе. В качестве внутренних систем следует назвать *CHECKER*; *DIAGOG*; *SIGNAL*. Все они согласуются с системой *RADA* через стандартизованный в АСК информационный интерфейс, так что *RADA* не чувствует различий внешних методик, а имеет дело с единой структурно-однородной очередью заявок. Такой архитектурный подход позволяет рассматривать систему *RADA* как функционально заверченный блок со своим ритмом функционирования.

Подсистема *CHECKER* предназначена для контроля документов, поступающих из внешней среды в базу данных. Эти документы должны быть форматированы в соответствии со своим паспортом.

Подсистема *DIALOG* предназначена для интерактивного общения с базой данных через дисплейный терминал. Это метод пошагового уточнения характеристик объектов модели или метод диалога.

Подсистема *SIGNAL* предназначена для внутрисистемного наблюдения за состоянием объектов модели. Если значение контролируемого данного достигает своего триггерного уровня, подсистема выдает сигнальный документ пользователю.

4.6. ГИБКОСТЬ УПРАВЛЕНИЯ МОДЕЛЬЮ ДАННЫХ

Система *PASPORT*, о которой говорилось выше, представляет собой самостоятельный программный комплекс, предназначенный для подготовки текстов управляющих паспортов и создания на их основе информационных управляющих модулей. Система *PASPORT* является частью пакета информационного обеспечения гибкой АИС.

Пакет информационного обеспечения — это инструментальное средство информационной службы АИС, в задачу которой входит сопровождение и внесение изменений в технологию работы автоматизированной информационной системы контроля за состоянием подвижных объектов на железной дороге. На рис. 4.7 представлена содержательная диаграмма пакета информационного обеспечения. Как следует из рис. 4.7, пакет включает в себя: набор исходных текстов паспортов; набор информационных управляющих модулей; программные средства генерации; языковые средства подготовки паспортов; сервис (программы обслуживания).

Схематично состав информационной базы представлен на рис. 4.8.

Набор текстов паспортов содержит описание структур всех документов, находящихся под наблюдением системы. На каждый документ составляется один паспорт. Паспорта составляются также на структуры базы данных, на выходные формы отчетов и алгоритмы обработки. Каждый паспорт из исходного текста должен быть преобразован в информационный управляющий модуль, который представляет собой компактную таблицу, содержащую последовательность трасс обработки.

Процедуру создания информационного управляющего модуля будем называть генерацией. Генерация проводится в режиме *off line*, т. е. не в процессе оперативной работы АИС.

Программы генерации информационного модуля представляют собой средства обработки текстовой информации и ориентированы на вполне определенную структуру текста, подготовленного в соответствии с требованиями языка описания паспорта. Для генерации паспорта подготавливается текст, в котором описываются структуры документов, структуры базы данных, нормативно-спра-

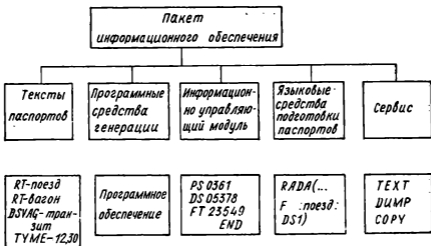


Рис. 4.7

вочная информация, алгоритмы обработки данных, формы выходных документов, режимы их выдачи.

Паспорт представляет собой последовательность блоков, каждый из которых ориентирован на описание своей функциональной части. *PS* — идентификация и назначение паспорта; *RT* — блок описания структур данных; *LS* — блок описания внешних данных; *DS* — блок дескрипторов базы данных; *FT* — блок описания алгоритмов обработки; *BT* — блок вывода данных; *RL* — блок формирования внешних данных.

Каждый блок — это последовательность строк на экране дисплея. Первая строка блока идентифицирует блок в первых двух символах и далее содержит управляющую информацию. Последняя строка блока содержит в первых трех позициях символы *END*. Поскольку система паспортизации охватывает паспортами все внутренние подсистемы АИС, пользователь в процессе подготовки паспорта должен указать название системы, для которой

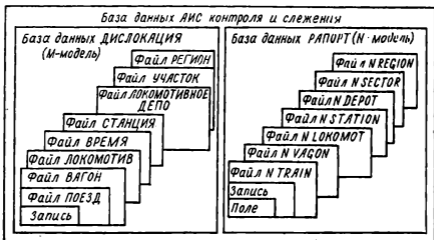


Рис. 4.8

готовится паспорт. Это не значит, что структура паспорта для разных систем будет отличаться одна от другой. Структура любого паспорта для любой внутренней системы стандартизована для АИС. Различие заключается в присвоенных значениях. Естественно, что для подготовки паспортов используются единые средства генерации.

PS-оператор. Оператор открывает блок *PS*, в котором находится информация, идентифицирующая паспорт. В блоке указываются код паспорта, имя системы, для которой составляется паспорт, и управляющие параметры паспорта.

Каждая система имеет свой внутренний алгоритм функционирования и через управляющие параметры блока *PS* этот алгоритм может получать разные режимы работы. Например, система контроля входных документов *CHECKER*. На вход системы поступает поток символов, который должен быть разложен на структурные элементы: документы, строки, реквизиты. Для такой структуризации система *CHECKER* должна получить через паспорт шкалу управляющих символов-разделителей. Такая шкала и формируется в управляющих параметрах паспорта. Существенно, что такая шкала символов для разных документов может быть различной и система контроля входных документов к этому инвариантна. Такой подход создает определенную гибкость в обработке входной информации.

Для других систем возможны режимы обработки позиционных или координатных структур, определения каналов выдачи информации из базы данных, обработки неполных строк документов, минимального и максимального числа строк в документе.

RT-оператор. Оператор открывает блок и группирует описание всех данных одной структуры.

Система *PASPORT* предоставляет пользователю язык описания данных, который реализован как набор операторов позиционного типа. Поскольку работник информационной службы имеет дело с форматизацией документов и данных для машинной обработки, наиболее естественным для него может быть позиционная или табличная форма представления информации.

В системе *PASPORT* реализованы дисплейный формат длиной 80 знаков. Одна строка описания характеризует одно данное.

Любое данное должно быть поименовано и должны быть определены его основные характеристики. *T* — тип данного, который может принимать следующие значения: *A* — алфавитно-цифровое; *U* — цифровое распакованное; *P* — цифровое упакованное; *F* — шестнадцатиричное; *B* — бинарное.

Этот параметр определяет тип данного на внешнем носителе, во входных документах или на магнитном носителе базы данных. В оперативной памяти, в зоне обработки любые данные преобразовываются к внутреннему стандарту. Символьные данные хранятся в формате *A*; цифровые — в формате *P*; *L* — длина целой части данного. Определяют длину данного на внешнем носителе.

В процессе преобразования типа данного к внутреннему стандарту автоматически производится корректировка длины.

D — длина дробной части данного; *N* — число элементов векторного данного. Векторное данное содержит последовательность элементов данных одного размера.

A — альтернативное имя. В целях свободной идентификации данных система предлагает для каждого данного до трех альтернативных имен, которые могут использоваться каждое для своей цели: для идентификации на концептуальном уровне; для идентификации данных в соответствии с пользовательскими представлениями; для идентификации данных в базе данных, так как конкретная СУБД может налагать на имена данных жесткие ограничения.

Например, для СУБД СПЕКТР имя данного может быть не более, чем два символа. В частном случае все три имени могут совпадать. *NBD* — имя в базе данных; *Z* — значение данного.

Любому данному на уровне его определения в паспорте может быть присвоено при необходимости конкретное значение. Для векторных (или множественных) данных необходимо определять весь список значений.

В реальной жизни данные агрегируются по своему функциональному назначению в некоторые структуры. Ранее в функциональном описании предметной области использовалось понятие материальных объектов или систем. Простым примером агрегирования данных является документ, каждая строка которого объединяет группу данных по принципу их смысловой принадлежности либо для удобства передачи их на ВЦ. Каждому типу строки документа соответствует один вид структуры в описании документа. Структура также должна быть поименована. В памяти ЭВМ информация о таких системах может храниться в виде структур данных либо в виде отношений.

В любом случае это есть списковая последовательность значений данных, которая должна быть описана в системе *PASPORT*.

LS-оператор. Открывает блок описания внешних данных. Внешними данными по отношению к генерируемому паспорту будем называть такие данные, которые описаны в другом паспорте. Архитектурно система позволяет разработать с несколькими паспортами, которые ориентированы на различные управляющие функции. Например, описание файлов базы данных, описание структур документов, описание алгоритмов обработки. Пользователь может выбирать и задавать степень агрегирования таких описаний — либо в одном паспорте, либо в нескольких. Такая организация бывает полезна в том случае, если одни и те же структуры, а следовательно, и их описание используются в разных процедурах обработки. Типичным примером такого режима может служить НСИ. Для описания таких данных генерируется стандартный паспорт, содержащий структуры НСИ, которые во всех других паспортах рассматриваются как внешние данные и описываются в блоке *LS*. Блок *LS* содержит просто перечень имен данных без детализации их характеристик. В процессе оперативной обработки обрабаты-

вающая процедура произведет стыковку между паспортами и обеспечит работу.

Для создания паспортов описания данных по типу НСИ используется оператор *RL*, который по структуре точно соответствует оператору *RT* и по окончании формирования немедленно производит запись паспорта на внешний носитель.

DS-оператор. *DS* блок открывает описания дескрипторных списков для доступа к базе данных. Каждому дескрипторному списку присваивается имя, которое используется в функциях обращения к базе данных. Имя — это произвольная текстовая комбинация, начинающаяся с буквы. Удобно имена дескрипторных списков начинать с символов *DS*, чтобы избежать путаницы среди имен, используемых в базе данных. Список состоит из группы имен данных, которые входят в отношения одной системы. Все элементы в дескрипторном списке объединяются между собой конъюнктивно и, поскольку другие объединения недопустимы, то знак конъюнкции можно опускать.

При определении критерия поиска данных в базе могут возникнуть различные варианты задания конкретных значений. В блоке предусмотрено десять различных способов задания данных. Самые простые из них — указание имени данного и получение его текущего значения через блок *RT*, а также литеральная форма, которая задает значение непосредственно после имени данного. Более сложный способ, когда необходимо связать два имени данных, что происходит в том случае, если имя данного в документе и имя данного в базе не совпадают. Способы 7—10, перечисленные ниже, обрабатывают этот вариант.

В табл. 4.8 приведены типы дескрипторов и способы задания данных.

Т а б л и ц а 4.8. Типы дескрипторов

Номер п/п	Способ задания	Примечание
1	Имя данного	Простое данное
2	Имя данного (номер элемента)	Элемент вектора
3	Имя данного (N_1, N_2)	Часть простого данного: N_1 — номер первого символа; N_2 — номер второго символа
4	Имя данного (P)	Параметрическое данное
5	Имя данного = значение 1, значение 2	Литеральное десятичное значение
6	Имя данного = VAR	Значение варьируется
7	Имя данного 1 = имя данного 2	Первое данное принимает значение второго
8	Имя данного 1 = имя данного 2 (номер элемента)	Первое данное принимает значение элемента вектора
9	Имя данного 1 = имя данного 2 (N_1, N_2)	N_1 и N_2 — номер первого и последнего символа
10	Имя данного 1 = имя данного 2	Параметрическое данное

1. Данное — простое. Это значит, что данное принимает значение, определенное блоком *RT*.

2. Данное — множественное. При обращении к базе данных используется значение одного элемента вектора. Номер этого элемента указывается в скобках.

3. Данное — простое. Выборка идет по части данного. Номер первого и последнего символа указывается в скобках. Например, индекс поезда состоит из двенадцати символов. Последние четыре символа обозначают код станции назначения. Выбор необходимо произвести по станции назначения: индекс (9, 12). Этот способ реализует доступ в режиме субдескриптора.

4. Данное — множественное. Выбирают одно значение из вектора. Номер элемента настраивается параметрически.

5. Литеральный способ определения значения. При таком способе задания можно указать конкретные значения, по которым нужно вести поиск в базе данных. Конкретные значения данного задаются после знака (=) и разделяются запятой. Можно указать одно или несколько значений. Значения задаются в десятичном виде. Все значения рассматриваются как объединенные логической функцией «или».

6. Выбираются все возможные значения данного, которые хранятся в ассоциаторе базы данных.

7. Два простых данных. Первое данное принимает значение второго. Этот способ связывает имя данного в базе (первое данное) и текущее значение второго.

8. Первое данное простое, а второе множественное. Первое данное принимает определенное значение второго. Порядковый номер элемента вектора указывается в скобках.

9. Первое и второе данные — простые. Длина первого данного меньше длины второго. Для определения значения используется часть второго данного.

10. Первое данное простое, а второе множественное. Первому данному присваивается определенное значение второго. Номер элемента вектора вычисляется параметрически по текущему значению указателя *P*.

В одном дескрипторном списке можно задавать данные разных типов.

Пример:

<i>RT</i>	ВАГОН			
	ИНДЕКС	A	012	
	СТАНЦИЯ	A	004	
	КПП	A	005	
	ЧАС	A	004	
	ВРЕМЯ	P	004	
<i>END</i>	СТЫК	A	005	0033
<i>DS</i>	БЛОК ДЕСКРИПТОРОВ			
<i>DS1</i>	СТАНЦИЯ			
<i>DS2</i>	СТЫК (10)			

DS3 ИНДЕКС (9, 12)
 DS4 СТЫК (P)
 DS5 СТЫК=34140, 36240
 DS6 СТЫК=VAR
 DS7 ЧАС=ВРЕМЯ
 DS8 КПП=СТЫК (5)
 DS9 СТАНЦИЯ=ИНДЕКС (9, 12)
 DS10 КПП=СТЫК (P)
 END

Приведенный пример носит чисто иллюстративный характер и показывает, что: в дескрипторном списке могут появиться только те данные, которые описаны в блоке *RT*; структура оператора, описывающего дескрипторный список, носит позиционный характер и может объединять критерии поиска по логическим схемам «и», «или»; символ связи «и» в дескрипторном списке заменяется пробелом, символ связи «или» в одном дескрипторе заменяется запятой; структура дескриптора позволяет свободно выбирать любые значения данных для формирования критерия поиска.

FT-оператор открывает блок описания алгоритмов обработки данных. Блок представляет собой линейную последовательность оператора, среди которых разрешаются действия, приведенные в табл. 4.9.

Все действия объединяются в три группы: арифметика, логика, сравнение. Группа арифметики включает четыре арифметических действия. Группа логики — основные логические операции. В группу сравнения наряду с простыми операциями (<; =; >) входят сложные операции циклического сравнения, которые позволяют работать с табличными функциями.

Т а б л и ц а 4.9. Типы разрешенных действий

Номер п/п	Действие	Символ	Примечание
1	Сложение	+	Арифметика
2	Вычитание	-	
3	Умножение	*	
4	Деление	/	
5	Сцепление	#	Логика
6	Логическое И	S	
7	Логическое ИЛИ	:	Сравнение
8	Пересылка	→	
9	Равно	=	
10	Не равно	≠	
11	Больше	>	
12	Меньше	<	
13	Циклическое сравнение	= #	
14	Сравнение в интервале	< >	

С целью работы с данными в базе данных в блоке *FT* предусмотрен специальный оператор доступа *RADA*. Структура оператора описывалась выше.

Работа блока *FT* организована следующим образом. Вся последовательность операторов блока выполняется один раз сверху вниз. Каждому оператору блока предшествуют цифровая метка и некоторое условие выполнения. Условие проверяется системой перед каждым оператором и, если результат проверки истина — оператор выполняется, если ложь — оператор пропускается.

По результату выполнения операторов сравнения вырабатывается код условия: 0 или 1, которые в дальнейшем могут быть проверены для принятия решения.

BT-оператор открывает блок вывода данных и определяет каналы вывода и структуры выводимой информации. Информация может быть выведена на четыре различных типа каналов. *A* — локальные устройства; *C* — специальный вывод; *D* — удаленный вывод; *F* — вывод в набор данных.

Структура выводимой информации описывается одним из блоков *RT*, на который в блоке *BT* делается ссылка.

Таким образом, в паспортах сосредоточены все необходимые пользователю описания структур данных и алгоритмов их обработки. Каждый блок паспорта функционально ориентирован и завершен, т. е. представляет собой структурную единицу алгоритма. Такой механизм дает возможность достаточно гибко и рационально организовывать процедуру обработки данных.

Возможные ошибки технологии актуализации данных. Для того чтобы модель адекватно отражала состояние предметной области, необходимо учитывать, что событие во внешней среде происходит в некоторой последовательности и информация о нем физически транспортируется на ВЦ и занимает некоторое время. Введем обозначения: *S* — последовательность событий в предметной области; *S_i* — событие с очередным порядковым номером *i*; *t_iⁿ* — время совершения события *S_i*; *t_i¹* — время начала передачи информации на ВЦ о событиях *S*; *t_i²* — время конца передачи на ВЦ информации о событии *S_i*; *t_i⁰* — время ожидания в очереди на передачу информации о событии *S_i*; *t²* — время запроса в базу данных о состоянии модели.

В процессе актуализации данных в модели необходимо следить за тем, чтобы последовательность корректировок данных точно соответствовала последовательности событий в предметной области. В результате нарушения этого условия может сложиться такая ситуация, что информация об отправлении поезда со станции поступает в модель раньше, чем информация о прибытии этого поезда на станцию. Это создает неопределенность корректировки данных и резко снижает адекватность функционирования модели. На рис. 4.9 приведена схема нарушения последовательности передачи информации.

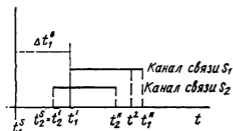


Рис. 4.9

Событие S_1 произошло раньше события S_2 , но начало его передачи в ВЦ задержано на время Δt_1^S . За это время произошло событие S_2 и немедленно начата передача информации о нем по другому каналу связи. Задержка может произойти по неготовности устройства или по занятости канала связи.

Опасность такой ситуации можно показать на примере. Диспетчер дал распоряжение отцепить дефектный вагон от поезда, находящегося на некоторой станции. Его указание было в точности выполнено, после чего поезд отправился по маршруту. Событие S_1 — факт отцепки вагона, событие S_2 — факт отправления поезда:

$$t_2^S > t_1^S, \text{ но } t_2^S < t_1^S.$$

Следовательно, поезд ушел со станции без неисправного вагона. Информация о событиях S_2 и S_1 была передана на ВЦ.

Диспетчер на дисплейном терминале запрашивает ВЦ о состоянии поезда в момент запроса t^2 . В результате из модели будет получена информация, что поезд действительно отправлен со станции по маршруту, но дефектный вагон находится в его составе. Диспетчер будет вынужден принять меры безопасности. Адекватность модели будет восстановлена в момент времени t_1^S , в ЭВМ будет обработано сообщение о событии S_1 .

Для устранения таких ситуаций любой входной документ должен содержать реквизит «дата и время события». В свою очередь программное обеспечение должно иметь средства размещения информации в модели в хронологическом порядке. А рецепт гласит: сообщение S_2 необходимо задержать на входе ЭВМ и обработать его после сообщения S_1 . Исправить ситуацию, описанную в приведенном выше примере, средствами программного обеспечения чрезвычайно сложно. При этом возможны два варианта. В первом варианте сообщение о событии S_1 начинает передаваться на ВЦ до окончания передачи сообщения о событии S_2 . При таком положении средствами программного обеспечения можно получить информацию о хронологии принимающихся сообщений. Для этого необходимо, чтобы обработка сообщения в ЭВМ начиналась не после полного приема, а как возможно раньше с момента начала приема и начиналась с анализа даты и времени события. А процедура корректировки данных в модели, естественно, возможна только после приема сообщения о событии. В этом варианте возможно принять программные меры защиты против нарушения последовательности поступления информации о событиях внешней

Во втором варианте после окончания приема сообщения S_2 в ВЦ нет никакой информации о том, было или нет событие S_1 и для исправления ситуации нужны меры технологического поряд-

ка. Интервал $t'_2 - t'_1$ является интервалом времени нарушения адекватности модели.

В ы в о д ы. Для режима реального времени любое сообщение должно содержать в своей головной строке дату и время свершения события. Программное обеспечение должно иметь средства для устранения обнаруженного нарушения хронологической последовательности событий.

Основные причины нарушения работы модели можно свести к следующим трем группам: нарушена последовательность событий при корректировке данных модели; отсутствует информация о некоторых событиях во внешней среде; искажена информация о первичных документах на входе в ЭВМ.

Часть ошибок, относящихся к третьей группе, может быть обнаружена на этапе логического контроля входного документа. Однако обнаружение недостоверного сообщения приводит к задержке информации на входе в ЭВМ в ожидании корректуры на него. Это в свою очередь приводит к возрастанию степени риска нарушения последовательности корректировок, так как следующее сообщение не должно быть обработано в модели раньше предыдущего.

В таких условиях весьма существенна роль программного обеспечения, которое кроме своего прямого и основного назначения — внесение изменений в данные модели — должно содержать специальные блоки: диагностики ошибок; регистрации и анализа возникшей ситуации; принятия решений, если возможно, исправления ошибок.

Модель должна выжить при любых искажениях информации о внешней среде. С этим тесно связан вопрос о той цене, которую приходится платить за выживаемость модели.

В идеале модель должна синхронно отслеживать события внешней среды. Реально существует некоторый промежуток времени между моментом свершения события и моментом, когда это событие и изменения состояний объектов зафиксированы в модели. Время можно разложить на три составляющие $\Delta T = \Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3$, где Δt_1 — время, необходимое для фиксации события на некоторый машинный носитель информации (перфоленду, магнитную ленту, экран дисплея); Δt_2 — время на физическую транспортировку сообщения от места регистрации до вычислительного центра с использованием телеграфных, прямых или коммутируемых каналов связи; Δt_3 — время на обработку сообщения средствами программного обеспечения и внесения изменений в данные модели.

Время Δt_1 зависит от технологии работы на пунктах регистрации событий и не является предметом рассмотрения данной работы. С внедрением устройств автоматизированной подготовки и регистрации информации время Δt_1 стремится к нулю.

Время Δt_2 зависит от типа используемого канала связи и может существенно различаться. Скорость передачи по телефонному каналу связи — 1200 двоичных знаков в секунду, по телеграфному

каналу — 50 двоичных знаков в секунду. Время зависит и от длины передаваемого сообщения.

Время Δt_3 зависит от архитектуры программного обеспечения, от выбранной структуры базы данных и от физического расположения информации базы данных на внешней памяти ЭВМ.

Любое из этих времен состоит из времени ожидания в очереди к устройству и собственно времени обработки информации на устройстве (либо передачи на аппаратуре связи, либо обработки на ЭВМ):

$$\Delta t = \Delta t_{\text{ож}} + \Delta t_{\text{проц}},$$

где $\Delta t_{\text{ож}}$ — время ожидания; $\Delta t_{\text{проц}}$ — время процедуры обработки.

Наиболее критична ситуация для интервала Δt_3 , так как на входе в ЭВМ концентрируются все сообщения из внешней среды и возрастает вероятность ожидания в очереди.

**ТЕХНОЛОГИЯ РЕАЛИЗАЦИИ
СИСТЕМОТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ
В ГИБКОМ ИНФОРМАЦИОННОМ
ОБЕСПЕЧЕНИИ АИС**

**5.1. МЕТОДЫ И АЛГОРИТМЫ РЕАЛИЗАЦИИ
ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗАДАЧ**

Как уже отмечалось, информационная база АИС хранит информацию об объектах перевозочного процесса и событиях, происходящих в предметной области. Информация из внешней среды отражает текущее состояние предметной области и структурирована в памяти ЭВМ в виде базы данных.

В соответствии с поставленными целями при создании АИС, обладающей общесистемными свойствами гибкости, база данных и инфологическая модель моделируют предметную область, в которой выделены следующие подвижные объекты перевозочного процесса: Поезд, Вагон, Локомотив. Любое изменение в состоянии этих объектов сразу же отражается в ИЛМ. Кроме того, все события внешней среды фиксируются в специальном файле ВРЕМЯ, который практически является журналом учета изменений, происходящих в предметной области.

Все эти данные представляют содержание *M*-модели перевозочного процесса, которая функционирует в режиме реального времени. Моделирование осуществляется с некоторым запаздыванием. Время запаздывания определяется технологией сбора и передачи информации в память ЭВМ АИС.

Для получения количественных оценок о перевозочном процессе и его характеристиках в ЭВМ ведется *N*-модель предметной области, в которой организуются и накапливаются количественные данные о каждом объекте предметной области в строгом соответствии с целевой функцией и предметной ориентацией создаваемой АИС. Данные *N*-модели сгруппированы в виде структурных единиц, каждая из которых — это разрез некоторого показателя по включающим признакам. Данные *N*-модели формируют их на основе первичной информации *M*-модели каждые три часа. Процедурный механизм АИС учитывает состояние объектов в *M*-модели по всем определенным в паспорте параметрам и образует группу записей, относящихся к текущему интервалу времени. Еще через три часа формируется новая группа записей по таким же параметрам. За сутки накапливается информация по восьми периодам, которая доступна для пользователя. Таким образом, абонент АИС имеет доступ к информации качественного и количественного

венного характера, отражающей суточное состояние перевозочного процесса на полигоне железной дороги.

Все средства управления функционирующей АИС, согласно представленной в гл. 2-й концепции гибкой АИС, сосредоточены в системе паспортизации в виде информационных модулей, которые в структурированном, стандартном для АИС виде содержат описание объектов и ситуаций предметной области. Паспорта также содержат алгоритмы обработки данных. Алгоритмы обработки данных, в общем смысле, определяют способы и последовательности переработки данных входного потока, структурированные в виде входных документов предметной области, в выходной поток данных и документов (выходных форм), которые тоже структурированы в соответствии с требованиями и запросами абонентов АИС. При детальном рассмотрении эти последовательности распадаются на целый ряд процедур обработки данных, каждая из которых имеет свое функциональное выражение. Кроме того, конкретные события, происходящие в предметной области функционирующей АИС, могут и должны активизировать различные внутренние процедуры обработки данных в АИС. Из этого, естественно, следует, что существует не один, а несколько способов получения требуемого конечного результата.

Прикладной или функциональный алгоритм как конечный результат формируется из фрагментов пооперационной обработки данных. Каждый из этих фрагментов строго описан в соответствующем паспорте и полностью контролируется абонентом АИС в целях управления процессом функционирования АИС, необходимости модификации или учета развития в предметной области.

Процедуры обработки данных можно классифицировать по используемым методам и среди них выделить методы: структурной обработки; доступа к базе данных АИС.

Структурная обработка данных производится на этапах контроля входных данных, первичной обработки данных, структуризации по схеме базы данных, структуризации выходных форм. Данные входного потока проходят синтаксический и семантический контроль. Смысловое соответствие данных области допустимых значений проверяется по таблицам нормативно-справочной информации (НСИ). Табличная организация данных широко применяется в АИС, а методы работы с табличными функциями составляют основу структурной обработки. Среди них следует назвать: соответствие данного некоторому значению таблицы-вектора; вхождение данного в интервал значений, определяемый таблицей допустимых интервалов; работу с многоводными таблицами и вычисление результата по функциям булевой алгебры.

Первичная обработка данных связана с тем, что во входных документах информация о некоторых атрибутах объекта содержится в косвенном виде. Например, номер вагона — это позиционно-кодированное данное, в котором в виде допустимых позиционных интервалов содержатся сведения о длине, весе и типе вагона. В базе данных логично хранить эти данные в явном виде, как

этого требует концептуальная схема. Это и производится на фазе первичной обработки методами работы с таблицами НСИ.

Методы структуризации опираются на сканирование некоторого шаблона описания структуры. Это описание файла базы данных или описание вида выходной формы, в зависимости от фазы обработки потока данных. Все описания-шаблоны хранятся в паспортах и очень просто модифицируются, если это необходимо, например для форматизации документа и вывода его на экран дисплея или АЦПУ.

Методы доступа к базе данных затрагивают фазы размещения и выборки данных в базе данных и вторичной обработки. Пользователь может запросить из базы данных либо качественные характеристики объектов (текстовую информацию), либо количественные характеристики оценки ситуации перевозочного процесса.

Текстовая информация может быть получена только из *M*-модели. *N*-модель хранит количественную информацию, дифференцированную по трехчасовым временным периодам. Поскольку *M*-модель отражает мгновенное состояние объектов, то пользователь может получить из этой модели и количественную оценку на момент запроса.

Таким образом, база данных содержит информацию оценки предметной области в двух аспектах — оценка ситуации на момент и оценка работы за период. Для базы данных *N*-модели это соответствует получению информации о дислокации объектов и информации слежения за объектами. Например, пользователь хочет знать дислокацию всех поездов на Киевском отделении дороги. Другой пример — пользователь запрашивает хронологический перечень станций, через которые проследовал поезд за последние три часа. Для базы данных *N*-модели это соответствует получению информации по количественному учету объектов (на момент запроса) или отчетности о выполненной работе за период времени.

Итак, методы доступа определяют четыре варианта работы с базой данных. **Дислокация** — выборка характеристик группы объектов одного типа на момент запроса. **Слежение** — выборка характеристик одного объекта за интервал времени. **Учет** — подсчет количества объектов одного типа на момент запроса. **Отчетность** — подсчет количества объектов одного типа за интервал времени.

В алгоритмах получения количественных оценок по объектам слежения существенным моментом является выбор методики подсчета количества подвижных единиц, т. е. четкое определение функциональных ограничений для выборки данных. Например, подсчет числа вагонов типа крытый, четырехосный, находящийся в поездах, которые следуют на Одессу. Группа ограничений: крытый, четырехосный, Одесса — представляет собой дескриптор выборки данных из базы. Функциональные алгоритмы определяют прикладное назначение информации по внешней среде для принятия решений пользователем.

В настоящее время в АИС реализованы следующие функциональные комплексы задач. Контроль передачи поездов, вагонов и контейнеров по междорожным стыковым пунктам. Эта группа алгоритмов обрабатывает события тип приема и сдачи подвижных объектов перечисленных типов на двадцати двух стыковых пунктах ЮЗЖД. Выходные формы содержат количественную информацию, дифференцированную по типам поездов (пассажирский, грузовой, почтовый, сборный), типам контейнеров (крупнотоннажные и среднетоннажные). Дислокация, передача по стыковым пунктам и подход единиц рефрижераторного подвижного состава, вагонов с контейнерами и локомотивов, пересылаемых в недействующем состоянии. Этот комплекс наиболее емкий по выходным формам, так как содержит три вида объектов и три вида событий. Выдача информации производится как в текстовой, так и в количественной формах.

Учет вагонного парка поездов по дорогам назначения и выходным пунктам, местного груза по отделениям и станциям выгрузки. Эта группа алгоритмов содержит количественную информацию о повагонном разложении транзитных и местных поездов. Каждый транзитный поезд представлен разрядом по дорогам назначения или разрезом по выходным пунктам, что необходимо для прогнозирования объемов работы на соседних дорогах. Каждый из местных поездов представлен разрезом по отделениям дороги и станциям выгрузки, что необходимо для планирования объемов работ на полигоне ЮЗЖД.

Из вышесказанного следует, что пользователь АИС обладает всеми средствами управления процессом обработки данных. Все средства формирования алгоритмов сосредоточены в системе паспортизации и находятся под контролем пользователя. Такой метод позволяет легко и гибко модифицировать функциональные алгоритмы вслед за изменениями информационных потребностей пользователя.

Автоматизированная информационная система контроля за подвижными объектами перевозочного процесса на железной дороге осуществляет: оперативное слежение за дислокацией и состоянием вагонного парка поездов на полигоне дороги; учет перехода поездов, вагонов и контейнеров на уровне междорожных стыковых пунктов; слежение за специализированным подвижным составом (на основе номерного учета рефрижераторных поездов и секций, недействующих локомотивов, вагонов с контейнерами и в других разрезах).

Высокая динамичность подвижных объектов перевозочного процесса на железной дороге предъявляет также высокие требования к реакции такой системы контроля при обслуживании запросов пользователей. В целях обеспечения требующейся оперативности по актуализации данных и удовлетворению запросов пользователей реализован подход, основанный на неприменяющихся ранее в отрасли решениях: использование системы управления базами

данных; использование паспортов настройки режимов обработки данных; использование специальных средств разработки алгоритмов — системы *PASPORT*.

Уровень средств системы *PASPORT* обеспечивает простоту и наглядность в использовании языка; эффективное участие технологий системы в подготовке алгоритмов; гибкость на всех этапах сопровождения системы (в изменениях структур хранения данных; в изменениях алгоритмов обработки информации; в изменениях форматов представления резульативной информации).

Настройка на конкретное функциональное содержание осуществляется специалистами службы управления движением, т. е. конечными пользователями АИС. Состав средств системы *PASPORT* учитывает специфику структур хранения данных, характер функций контроля и применяемой технологии обработки информации.

Структуры хранения данных. Информационная база АИС состоит из баз данных ДИСЛОКАЦИЯ И РАПОРТ. База данных ДИСЛОКАЦИЯ фиксирует состояние объектов контроля на момент времени, а также позволяет отслеживать в хронологическом порядке все события на полигоне дороги. Ее информация хранится в файлах ПОВЕЗД, ВАГОН, ЛОКОМОТИВ, СОСТАВ, ВРЕМЯ.

Дислокация объектов ВАГОН и ЛОКОМОТИВ, находящихся в составе поезда, определяется дислокацией поезда и хранится только в файле ПОВЕЗД. Такой способ фиксирования дислокации подвижного состава значительно сокращает процесс отслеживания дислокации объектов базы данных ДИСЛОКАЦИЯ, но вносит некоторые особенности в технологии обработки информации.

База данных РАПОРТ хранит резульативную информацию по отдельным областям учета. Области учета являются вагоны поезда, спецсоставы, стыковые пункты (станция), регионы (отделения и дорога). Эти области учета представлены файлами *NTRAIN*, *NVAGON*.

Основным типом структурных единиц учета в базе данных РАПОРТ являются вектор и матрица, т. е. структуры хранения с позиционным способом представления данных. Если вектор представляет собой разложение некоторых элементов по одному признаку, то матрица — также разложение, но по двум признакам. Например, по столбцам — учет вагонов по родам подвижного состава, а по строкам — то же, но по отдельным дорогам назначения. Применяемая в АИС система идентификации данных позволяет однозначно идентифицировать структурные единицы учета и закладывать определенную информацию об их семантике.

Состав операторов системы *PASPORT*. По своему назначению средства системы *PASPORT* подразделяются на операторы: доступа к базе данных; структурного преобразования; логического контроля; вычислительного типа.

Рассмотрим структуру операторов доступа к данным, представляющих собой управляющую информацию функциональной части АИС. Элементом выборки информации из базы данных служит значение одного из полей файла, отражающего структуру объекта.

Это значение поля **выборки** будем называть критерием поиска. Критерии поиска произвольно объединяются по обычным правилам булевой алгебры и образуют дескрипторные списки поиска данных *DS*. Дескрипторный список рассматривается как квалифицирующий оператор отбора данных.

Выборка данных производится из одного файла или нескольких, причем каждый файл может использоваться как источник требуемых значений либо источник квалификации. В случае подсчета количества реализаций по всем значениям критерия поиска можно задавать режим неопределенности для поля данного, т. е. оператор *VAR*.

Типы критериев поиска данных. В системе *PASPORT* предложены следующие типы критериев поиска данных.

1. Элементарный. Содержит группу условий, которая представляет ограничения поиска. Структура формата:

DS (ПОЛЕ=ЗНАЧЕНИЕ
ПОЛЕ=СПИСОК ЗНАЧЕНИЙ).

2. С условиями поиска в режиме с одной неопределенностью. Структура формата:

DS (ПОЛЕ=ЗНАЧЕНИЕ
ПОЛЕ=СПИСОК ЗНАЧЕНИЙ
ПОЛЕ=VAR),

где ПОЛЕ=VAR — оператор варьирования.

3. С условиями поиска в режиме с двумя неопределенностями. Структура формата:

DS (ПОЛЕ=СПИСОК ЗНАЧЕНИЙ
ПОЛЕ=СПИСОК ЗНАЧЕНИЙ
ПОЛЕ=VAR
ПОЛЕ=VAR).

В терминах базы данных **ДИСЛОКАЦИЯ** критерии поиска данных для запроса о приеме транзитных вагонов по каждому междорожному стыковому пункту в разрезе РПС будут описаны таким образом: *DS* (*VGFLAG3*=4; *V6STYKP*=VAR; *VGRPS*=VAR),

где

VGFLAG3 — состояние вагона (грузовое и транзитное),
V6STYKP — стыковой пункт приема вагона на свою дорогу,
VGRPS — род подвижного состава.

Функции доступа к данным. В системе *PASPORT* реализованы следующие функции доступа к данным:

1) *T0* — функция поиска значений. Функция обеспечивает предоставление текстовой информации группы записей, отвечающей одному критерию поиска. Тип критерия поиска — элементарный.

2) *T1* — функция поиска значений для списка объектов. Функция обеспечивает предоставление текстовой информации. Тип критерия поиска — с условиями поиска в режиме с одной неопределенностью.

3) *K1* — функция подсчета количества реализаций объекта для

структуры хранения данных — вектор. Функция обеспечивает предоставление количественной информации. Тип критерия поиска — с условиями поиска в режиме с одной неопределенностью;

4) *K2* — функция подсчета количества реализаций объекта для структуры хранения данных — матрица. Функция обеспечивает предоставление количественной информации. Тип критерия поиска — с условиями поиска в режиме с двумя неопределенностями.

5) *W* — функция записи данных.

Конструкции оператора RADA. Оператор обращения к базе данных RADA предоставляет возможность работать с одним или двумя файлами.

Конструкции оператора RADA при обращении к одному файлу:

1) поиск группы записей и выборка значений списка полей

RADA (TO, NAME, P1, P2, ..., PN : DSN),

где *TO* — функция поиска текстовой информации; *NAME* — имя файла, в котором будет производиться поиск; *P1, P2, ..., PN* — список читаемых полей; *DSN* — критерий поиска в файле *NAME*.

Пример.

RADA (TO, ПОЕЗД, TRCOD, TRVD, TRDL, TRBR : DS1),

где *DS1 (TRN, TRDSL=1,2)*; *TRN* — номер поезда; *TRDSL* — признак дислокации поезда.

Оператор RADA для группы поездов, удовлетворяющих условиям *DS1*, читает, из файла ПОЕЗД значение полей *TRCOD* (индекс поезда), *TRVG* (количество физических вагонов) и т. д.;

2) поиск значений списка полей по критерию поиска в режиме с одной неопределенностью. Оператор RADA обеспечивает чтение списка полей для варьируемых значений объекта

RADA (T1, NAME, P1, P2, ..., PN : DSN)

Пример.

RADA (T1, ПОЕЗД, TRCOD, TRVG, TRNET : DS2),

где *DS2 (TRDSL=1,2 TRN=VAR)*; ПОЕЗД — имя файла; *TRCOD, TRVG, TRNET* — список читаемых полей; *TRN* — номер поезда (варьируемый показатель);

3) подсчет количества реализаций объекта в заданном файле по критерию поиска в режиме с одной неопределенностью.

Оператор RADA обеспечивает формирование структуры хранения данных — вектора с разрезом по значениям некоторого признака, заданного оператором варьирования

RADA (K1, NAME : DSN).

Пример. Для запроса «Наличие в поезде груженых местных вагонов по отделениям назначения» оператор RADA запишется так: *RADA (K1, ВАГОН : DS3)*, где *DS3 (TRCOD; VGFLAG3=5; VGNASN=VAR)*; *TRCOD* — индекс поезда; *VGFLAG3* — состояние вагона (грузовое и транзитное); *VGNASN* — регион назначения вагона; *ВАГОН* — имя файла;

4) подсчет количества реализаций объекта по критерию поиска в режиме с двумя неопределенностями. Оператор RADA обеспечи-

вает формирование структуры хранения данных — матрицы. Матричное разложение задается двумя варьируемыми показателями в описании критериев поиска

RADA (K2, NAME : DSN);

5) запись в базу данных RADA (W, INFOR : NAME), где W — функции записи данных; INFOR — информация для записи; NAME — дескриптор, определяющий область учета.

При работе с двумя файлами в операторах RADA используются те же функции доступа к данным, что и при обращении к одному файлу. Конструкция оператора RADA при работе с двумя файлами в режиме чтения текстовой информации

RADA (R, NAME1, P1, P2, ..., PN,
NAME2, PL1, PL2, ..., PLN : DS1,
LINK = FLD1, DS2, LINK = FLD2),

где R — принимает значение T0 или T1; NAME1, NAME2 — дескрипторы, определяющие области учета; P1, P2, ..., PN, PL1, ..., PLN — список читаемых полей; DS1, DS2 — задают критерии поиска соответственно в NAME1 и NAME2; FLD1, FLD2 — имена полей связи в NAME1 и NAME2.

Конструкция оператора RADA при работе с двумя файлами в режиме подсчета количественной информации

RADA (R, NAME1, NAME2:
DS1, LINK = FLD1, DS2, LINK = FLD2),

где R — принимает значение K1 или K2.

Подсчет количества реализацией объекта производится в файле NAME1 по квалификации, устанавливаемой информацией файла NAME2.

5.2. РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМОТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ АИС КОНТРОЛЯ И СЛЕЖЕНИЯ ЗА СОСТОЯНИЕМ ПОДВИЖНЫХ ОБЪЕКТОВ НА ПОЛИГОНЕ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

Разработанная на основе изложенных выше принципов, в системном плане учитывающих модификацию, развитие и изменчивость предметной области, АИС функционально ориентирована и призвана обеспечить слежение за дислокацией и состоянием подвижных объектов и ведение оперативного учета объектов работ перевозочного процесса на ЮЗЖД.

Данная АИС включает три функциональные подсистемы: учет перехода поездов, вагонов и контейнеров; слежение за специализированным подвижным составом; слежение за дислокацией и состоянием вагонного парка поездов.

Подсистема «Учет перехода поездов, вагонов и контейнеров» обеспечивает накопление и обработку данных о приеме и сдаче подвижного состава на уровне междорожных стыковых пунктов.

По каждому стыковому пункту подсистемой ведется учет принятых и сданных поездов с разложением по категориям; принятых и сданных вагонов по родам подвижного состава; принятых и сданных вагонов по грузовому (груженный, порожний) и транзитному (местный, транзитный) состояниям; принятых и сданных вагонов рабочего и нерабочего парка; передачи контейнеров по типам тоннажности и грузовому состоянию.

Подсистема «Слежение за специализированным подвижным составом» осуществляет наблюдение за рефрижераторным подвижным составом, вагонами с контейнерами и локомотивами, пересылаемыми в недействующем состоянии в составе поездов.

В подсистеме реализованы следующие уровни наблюдения за подвижным составом, а именно: дислокация и состояния каждой единицы отслеживаемых объектов на основе номерного учета; наличие отслеживаемых объектов в разрезе групп учета рефрижеративного подвижного состава вагонов с контейнерами и локомотивов в недействующем состоянии по каждому отделению дороги; наличие отслеживаемых объектов в разрезе групп учета по дороге в целом; междорожная передача каждой единицы отслеживаемых объектов по каждому отделению; передача отслеживаемых объектов в разрезе групп учета по каждому междорожному стыковому пункту; передача отслеживаемых объектов в разрезе групп учета по каждому отделению дороги; передача отслеживаемых объектов в разрезе групп учета по дороге в целом; подход и состояние каждой единицы отслеживаемых объектов для каждого отделения назначения (на основе номерного учета).

По рефрижераторному подвижному составу выделены следующие группы учета: рефрижераторные поезда — РЕ-П;

рефрижераторные секции из 12 вагонов — РЕ-12;

рефрижераторные секции из 5 вагонов — РЕ-5;

рефрижераторные секции из 3 вагонов — РЕ-3;

рефрижераторные секции из 2 вагонов — РЕ-2;

автономные рефрижераторные вагоны — АРВ.

По состоянию рефрижераторного подвижного состава ведется отдельный учет рабочего и нерабочего парка, грузового (груженный, порожний) и транзитного (местный, транзитный) состояний. По вагонам с контейнерами ведется отдельный учет по типам тоннажности — вагонам с крупнотоннажными и вагонам со среднетоннажными контейнерами. По каждому типу тоннажности учитывается транзитное состояние.

Учет недействующих локомотивов, пересылаемых в составе поездов, ведется по видам тяги и транзитному состоянию.

Подсистема «Слежение за дислокацией и состоянием вагонного парка поездов» ведет обработку данных на уровне каждого поезда, находящегося на полигоне дороги. Она следит за формированием и дислокацией поездов, ведет оперативный учет вагонного парка поездов: распределения транзитных груженных вагонов по дорогам назначения и выходным пунктам дороги; распределения местных груженных вагонов по отделениям выгрузки и станциям

расформирования поезда, распределения вагонного парка по родам подвижного состава и осности; наличия в составе поезда порожних вагонов, вагонов рабочего и нерабочего парка.

По вагонам с контейнерами ведется раздельный учет наличия крупнотоннажных и среднетоннажных контейнеров по каждому поезду. Анализ функций каждой из выделенных подсистем позволил определить АИС как систему с высокой динамичностью ее объектов и с особыми требованиями к скорости реакции на запросы пользователей.

Поэтому и инфологическая модель АИС разрабатывалась как информационная динамическая модель процесса слежения за объектами перевозочного процесса. На этом этапе разработки по каждой из подсистем и по АИС в целом были определены состав подвижных единиц перевозочного процесса и состав элементов полигона дороги — мест дислокации подвижного состава и различных операций с ним. Были проанализированы также существующие взаимоотношения выделенной совокупности подвижных и неподвижных объектов и определены отношения между ними. Исследование инфомационных потребностей позволило выделить области учета потоков входной и выходной информации, определить структуру базы данных и структуры хранения единиц информации, установить необходимые информационные связи. На основе изучения технологии обработки информации в подсистемах АСК были выявлены функциональные потребности системы, что дало возможность разработать режимы доступа к базе данных и типы критериев поиска данных.

5.2.1. РЕАЛИЗАЦИЯ М-МОДЕЛИ

В состав инфологической модели АИС входят *М*-модель и *Н*-модель, каждая из которых имеет свою функциональную направленность. Функциональное назначение *М*-модели: представление состояний и дислокации всех отслеживаемых подвижных объектов АИС на последний момент времени; описание технических данных стационарных объектов транспортной сети; хранение данных из «истории жизни» подвижных объектов на полигоне дороги.

М-модель содержит результирующую информацию по отдельным областям и видам учета. Подвижными объектами, состояние и дислокацию которых отражает *М*-модель, являются: ПОЕЗД, ВАГОН, ЛОКОМОТИВ, СПСОСТАВ. В рамках АИС выделенные подвижные объекты поддерживают связь со следующими типами неподвижных объектов: СТАНЦИЯ, УЧАСТОК, РЕГИОН, ЛОКОМОТИВНОЕ ДЕПО.

Подразделения железной дороги ОТДЕЛЕНИЕ и ДОРОГА в АИС представлены одним типом объекта — РЕГИОН, поскольку по этим подразделениям требуется пользователю идентичная информация. Отличаются они кодовыми представлениями. Объект СТАНЦИЯ может иметь различные функциональные назначения: 1) стыковой пункт (междорожный или межотделенческий) с боль-

шим удельным весом операций по приему и сдаче подвижного состава из одного региона в другой; 2) нестыковой пункт, для которого отсутствуют операции по передаче подвижного состава.

Характер информации, предоставляемой пользователем в отмеченных случаях, различен. Но с точки зрения объекта связей в системе и эффективности ее функционирования весьма важным является ограничение числа типов объектов в системе. Поэтому, чтобы не выделять в АСК новых объектов, при определении состава информации соответствующих файлов введены некоторые отметки, указывающие на принадлежность объекта к стыковому пункту.

Объект СПСОСТАВ представляет рефрижераторный подвижной состав (рефрижераторные поезда, секции и автономные рефрижераторные вагоны). Внутримашинная информационная база АИС логически разделена на две базы данных: база данных ДИСЛОКАЦИЯ реализует М-модель; база данных РАПОРТ реализует N-модель.

База данных ДИСЛОКАЦИЯ состоит из четырех файлов, содержащих технические характеристики транспортной сети ЮЗЖД — СТАНЦИЯ, УЧАСТОК, ДЕПО, РЕГИОН и четырех файлов, описывающих дислокацию и состояние подвижных объектов — ПОЕЗД, ВАГОН, ЛОКОМОТИВ, СПСОСТАВ.

Информация о таком специализированном подвижном составе, как рефрижераторный, в базе данных АИС представлена отдельным файлом СПСОСТАВ из следующих соображений. Учетной единицей рефрижераторного подвижного состава в подсистеме «Слежение за специализированным подвижным составом» выступает целая группа вагонов поезда или секции, которой присваивается отдельный учетный номер. Слежение ведется только на основании учетных номеров таких групп. Учетные единицы спецсостава находятся под усиленным контролем управленческих служб железной дороги и поэтому целесообразно иметь их под рукой, т. е. собрать все единицы спецсостава вместе в одном файле. В этом же файле имеет смысл отслеживать и дислокацию его единиц учета. Во-первых, в общем объеме вагонопотока на дороге удельный вес спецсостава невелик, а во-вторых, дислокация отслеживается не по каждому вагону, а сразу по группе, представленной в подавляющем большинстве секцией из 12-ти или 6-ти вагонов и даже целым поездом.

В состав базы данных ДИСЛОКАЦИЯ входит также файл ВРЕМЯ, в котором регистрируются все события, происходящие на полигоне дороги с подвижными объектами. Файл ВРЕМЯ обеспечивает связь между любыми объектами, участвующими в некотором событии на дороге. Это видно из структуры записи файла ВРЕМЯ, элементами которой являются код события и дата совершения события, индекс поезда, номер локомотива, номер вагона (для операций с одиночными вагонами), код станции совершения события, регионы совершения события, приема и сдачи подвижного состава. На каждое событие во внешней среде в файле ВРЕМЯ

организуется одна запись, в которой зафиксированы время совершения события, место события и коды подвижных объектов. Все записи файла ВРЕМЯ охвачены вертикальными связями по каждому объекту, что позволяет получать хронологическую картину жизни подвижного объекта на полигоне дороги за определенный интервал времени.

Записи файлов Поезд, Вагон, Локомотив, СПСОСТАВ формируются на этапе первичной технологической обработки входных сообщений АИС: телеграмм-натурных листов на сформированные поезда; сведения о прицепке и отцепке вагонов от транзитных поездов; сообщений-корректировок данных телеграмм-натурных листов; сообщений о прибытии, отправлении и проследовании поездов; сообщений о разъединении одного состава на два и больше организованных поездов; сообщений об объединении поездов и изменении индексов поездов; сведений о грузовой работе; сведений о локомотивах.

Каждая запись файлов Поезд, СПСОСТАВ, Вагон, Локомотив содержит сведения о состоянии и дислокации конкретного подвижного состава, которые оперативно корректируются после свершения каждого события с объектом. Запись файла сохраняется в базе данных в течение всего времени существования соответствующего объекта. Так, запись Поезд создается в базе данных при поступлении сообщения о формировании нового поезда и удаляется из нее после окончания отчетного периода при условии поступления сообщения о расформировании поезда или о его передаче по стыковому пункту другой дороге. Каждая запись одного файла может быть связана с одной или несколькими записями другого файла. Такая связь поддерживается с помощью идентичности значений полей связи в каждом файле. Имена полей связи задаются в качестве входных параметров операторов доступа к базе данных. При этом поля связи в разных файлах могут быть разноименными, но обязательно с идентичными значениями.

Между выделенными объектами в АИС существуют связи трех видов:

- 1) связи между неподвижными объектами;
СТАНЦИЯ — УЧАСТОК,
СТАНЦИЯ — РЕГИОН.

Эти связи статичны и определяют транспортную сеть;

- 2) связи между подвижными объектами:
Поезд — Вагон,
Поезд — Локомотив.

Условно названы они динамическими связями первого уровня;

- 3) связи между подвижными и неподвижными объектами:
Поезд — Станция,
СПСОСТАВ — Станция.

Эти связи изменяются значительно быстрее. Они были отнесены к динамическим связям второго уровня. Связи первого и вто-

Таблица 5.1. Структура записи файла ВАГОН

Имя поля	Длина поля, байт	Тип информации поля	Наименование поля
Идентификатор			
TRCOD	12	DS	Индекс поезда: станция формирования поезда, номер состава по порядку, станция назначения поезда
VGCOD	8	DS	Номер вагона (инвентарный)
Группа полей состояния			
VGFLAG1	1	DS	Состояние движения: 1 — в составе поезда 2 — прицеплен к поезду 3 — нет в составе поезда
VGFLAG2	1	DS	Учетное состояние: 1 — рабочий парк 2 — контейнеры 3 — пассажирский парк 4 — груз на своих осях 5 — нерабочий парк 6 — машины и механизмы на рельсовом ходу 7 — недействующие локомотивы-тепловозы 8 — недействующие локомотивы-электровозы 9 — недействующие локомотивы-паровозы
VGFLAG3	1	DS	Грузовое и транзитное состояния: 1 — порожний в регулировку 2 — порожний транзитный 3 — порожний местный, 4 — груженный транзитный 5 — груженный местный 6 — с экспортным грузом
VGFLAG4	1	DS	Состояние одиночных вагонов на станции: 1 — занятый 2 — погруженный 3 — освобожденный 4 — выгруженный
VFLAG1	1		Признаки особого состояния: Прикрытие
VFLAG2	1		Негабаритность верхняя
VFLAG3	1		Негабаритность боковая
VFLAG4	1		Живность
VFLAG5	1		Маршрутная отправка
VFLAG6	1		Сцеп
VGFLAG6	1	DS	Признак распределения под сортировку 1 — груженный местный под сортировку мелких отправок 2 — груженный местный под сортировку контейнеров

Имя поля	Длина поля, байт	Тип информации поля	Наименование поля
Прем на дорогу			
<i>VGSTYKP</i>	5	<i>DS</i>	Стык приема
Назначение			
<i>VGCTN</i>	5	<i>DS</i>	Станция назначения
<i>VGRPS</i>	4	<i>DS</i>	Регион назначения
<i>VGMPF</i>	5	<i>DS</i>	Назначение по плану формирования
Сдача на соседние дороги			
<i>VGSTYKP</i>	5	<i>DS</i>	Стык сдачи
Грузовая информация			
<i>VGGR</i>	5	<i>DS</i>	Код груза
<i>VGWAGE</i>	2		Вес груза в тоннах
<i>VGCTR</i>	5	<i>DS</i>	Станция погрузки вагона
<i>VGRGP</i>	4	<i>DS</i>	Регион погрузки
<i>VGPOL</i>	4	<i>DS</i>	Код грузополучателя
<i>VGOTP</i>	4	<i>DS</i>	Код грузоотправителя
Технико-эксплуатационные характеристики			
<i>NGNOM</i>	2		Номер вагона по порядку
<i>VGTR ROD</i>	2	<i>DS</i>	Учетный род поезда
<i>VGRPS</i>	2	<i>DS</i>	Учетный род вагона (РПС)
<i>VGWID</i>	3	<i>DS</i>	Код вида вагона
<i>VGOS</i>	2		Количество осей
<i>VGDL</i>	2		Условная длина вагона
<i>VGARA</i>	2		Вес тары вагона
<i>VGNAPRF</i>	1	<i>DS</i>	Признак следования с нарушением плана формирования
<i>VGCTPR</i>	5	<i>DS</i>	Станция прицепки (отцепки)
<i>VGTDPR</i>	4		Дата прицепки (отцепки)
<i>VGLTRP</i>	4		Время прицепки (отцепки)
<i>VGROL</i>	1		Признак роликовых подшипников
Контейнеры			
<i>VGCONT</i>	2		Количество контейнеров груженых
<i>VGCONTP</i>	2		Количество контейнеров порожних
<i>VGKMNEM</i>	3		Код контейнера
<i>VGKONT</i>	1	<i>DS</i>	Признак тоннажности контейнеров: 1 — среднетоннажные, 2 — крупнотоннажные
Дислокация одиночных вагонов			
<i>VGCTOD</i>	5	<i>DS</i>	Станция дислокации
<i>VGRGCOB</i>	4	<i>DS</i>	Регион дислокации

рого уровня отражают дислокацию подвижного состава на последний момент времени (в идеальном случае на момент запроса).

Так, динамическими связями первого уровня определяется дислокация объектов ВАГОН и ЛОКОМОТИВ, находящихся в составе поездов. В записи по этим объектам вносятся сведения об их дислокации. Дислокация объектов ВАГОН и ЛОКОМОТИВ определяется через дислокацию поезда и хранится только в файле Поезд. Такой способ фиксирования дислокации подвижного состава значительно сокращает процесс отслеживания дислокации объектов базы данных ДИСЛОКАЦИЯ.

Вся информация базы данных ДИСЛОКАЦИЯ может быть классифицирована следующим образом: 1) специальная информация, по которой система ведет инвертированные списки, используемые при поиске. Это дескрипторные данные. К ним относятся значения различного рода кодов и признаков — код рода подвижного состава, код грузополучателя, код груза и т. д. Все поля, являющиеся дескрипторами, в табл. 5.1, иллюстрирующей логическую структуру записи файла ВАГОН базы данных ДИСЛОКАЦИЯ, отмечены через код *DS*; 2) количественная информация. Сведения о tare и длине вагона, о весе груза и т. д. Удельный вес информации этого типа в общем объеме информации базы данных ДИСЛОКАЦИЯ небольшой; 3) информация о связях. Наличие полей связи в структуре записей позволяет конкретизировать дислокацию подвижных объектов. Так, поля *TRCTCOD* и *TRRGCOD* записи в файле Поезд информируют о местонахождении поезда на последний момент времени — на какой станции и в каком регионе была произведена последняя операция с поездом. По этой же причине для локомотива, находящегося в составе поезда, полем связи является только поле (индекс поезда), остальная информация о дислокации локомотива уточняется через файл Поезд. Для локомотивов, дислоцирующихся в момент запроса в депо (ТО-2 и др. причины) в структуре записи файла ЛОКОМОТИВ, предусмотрено поле *LCGRCOD* — депо дислокации.

Все поля связей являются дескрипторными;

4) информация о состоянии объекта.

Так, по объекту ВАГОН выделены следующие виды состояний: движущее; учетное; грузовое и транзитное; признаки особого состояния (прикрытие, негабаритность и др.); состояние одиночных вагонов на станции (не в составе поезда); состояние единиц спецслежения.

В табл. 5.1 представлен состав элементов записи файла ВАГОН и там же описана допустимая специфика выделенных состояний объекта ВАГОН.

Все поля состояний являются также дескрипторными. Имя каждого элемента любой записи содержит префикс, который определяет его принадлежность к определенному файлу базы данных ДИСЛОКАЦИЯ. Для имен элементов файла ВАГОН таким префиксом является *VG*.

Функциональное назначение *N*-модели состоит в: отслеживании поездов положения и обобщенных характеристик вагонного парка поездов на последний момент времени; хранении накопительной информации за фиксированные интервалы времени по отдельным областям и видам учета; обеспечении информацией прогнозного характера — о подходе единиц специализированного подвижного состава к станциям и регионам назначения; контроле местоположения и состояния выделенного специализированного подвижного состава на основе номерного учета. *N*-модель представлена во внутримашинной информационной базе АСК базой данных РАПОРТ.

Эта база данных состоит из семи файлов, определенных по объектам (областям), по которым отслеживается местоположение, ведется учет состояния или объемов выполненной работы.

Областями учета для базы данных РАПОРТ являются поезда, спецсоставы, стыковые пункты (станции), локомотивы, депо, участки, регионы (отделения и дороги). Эти области учета представлены файлами: *NTRAIN*, *NVAGON*, *NSTATION*, *NREGION*.

Записи файлов базы данных РАПОРТ содержат показатели, которые используются при формировании отчетных справок и ответов на запросы. Эти показатели делятся на базовые и вычисляемые. Базовые показатели получают непосредственно пересылкой информации базы данных ДИСЛОКАЦИЯ, а вычисляемые — подключением процедур преобразования базовых показателей.

Обращение к базе данных РАПОРТ происходит по запросам, детерминированным по содержанию и регламентированным по времени или случайным. Последний вид запросов появляется при поступлении сообщений, инициирующих выдачу сведений пользователям.

Объектом информации базы данных РАПОРТ и ее многоаспектность привели к необходимости решения вопроса о ее дифференциации с точки зрения пользователя, т. е. обеспечения его простой и понятной идентификацией информации базы данных РАПОРТ.

В результате изучения всего состава информации базы данных РАПОРТ и проведенного затем расчленения на более однородные комплексы показателей в аспекте областей и периодов учета, видов событий и состояний объектов, типов подвижного состава и т. д. была разработана логическая структура базы данных РАПОРТ и введено понятие разреза учета.

Разрез учета, или структурная единица учета, — это запись или группа однотипных записей. Любая запись из множества однотипных записей идентифицируется одним и тем же кодом. Одним запросом производится выборка всех записей заказанного разреза учета. Число записей одного разреза учета — величина переменная. Так, например, разрез учета «Прием груженых вагонов по каждому стыковому пункту в разрезе родов подвижного состава»

Таблица 5.2. Структурные единицы учета в базе данных РАПОРТ

Файл	Событие	Состояние	Разрез
<i>NTRAIN</i>	Наличие вагонов в момент запроса	Груженный местный	По родам подвижного состава (РПС)
<i>NTRAIN</i>	Наличие вагонов в момент запроса	Транзит	По дорогам назначения
<i>NTRAIN</i>	Наличие вагонов в момент запроса	Груженный местный	По отделениям дороги, по родам подвижного состава
<i>NSTATION</i>	Погружено вагонов в момент запроса	—	По родам груза
<i>NREGION</i>	Сдано вагонов за период учета	Транзит	По выходным стыковым пунктам
<i>NVAGON</i>	Дислокация в состоянии единиц РЕ и АРВ (на основе учета номерного)	Местный	Фиксированный набор показателей позиционного типа

содержит группу записей, число которых соответствует количеству стыковых пунктов, принимавших груженные вагоны с других дорог в запрашиваемом периоде.

Все записи базы данных РАПОРТ хранятся в виде структурных единиц учета.

Структура разреза учета следующая: 1) идентификатор разреза учета; 2) тип структуры; 3) ведущий элемент; 4) собственно данное.

Для идентификации разрезов учета базы данных РАПОРТ используется двадцатибайтный код, который состоит из семи полей. Предложенная структура кода позволяет вкладывать определенную информацию о семантике показателей разреза учета и является очень удобной для пользователей.

Структура идентификатора на примере первой структурной единицы учета из табл. 5.2 показана на рис. 5.1. Назначение полей кода (слева направо) следующее:

Единица учета — кодовое представление разновидности объектов, отслеживаемых в АИС; односимвольный признак. Код также отражает принадлежность разреза учета к одному из файлов базы данных. Например, значение этого признака *D* указывает на то, что разрез учета содержит сведения о файле ПОЕЗД, которые накапливаются в файле *NTRAIN*. Признак может принимать значения, которые перечислены в табл. 5.3.

Номер периода учета — кодовое представление интервала времени, за который накапливаются сведения. Однозначный цифровой код. Код прини-

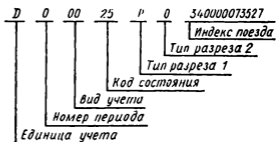


Рис. 5.1

Т а б л и ц а 5.3. Коды единиц учета базы данных РАПОРТ

Код	Определения
<i>D</i>	Признак, отражающий принадлежность информации к файлу <i>NTRAIN</i>
<i>T</i>	Признак, отражающий принадлежность информации к файлу <i>NLOCOMOT</i>
<i>S</i>	Признак, отражающий принадлежность информации к файлу <i>NSTATION</i>
<i>P, K, L</i>	Признаки, отражающие принадлежность информации к файлу <i>NVAGON</i> (рефрижераторный подвижной состав, вагоны с контейнерами, недействующие локомотивы соответственно)
<i>G</i>	Признак, отражающий принадлежность информации к файлу <i>NDEPO</i>
<i>C</i>	Признак, отражающий принадлежность информации к файлу <i>NSECTOR</i>
<i>R, J</i>	Признаки, отражающие принадлежность информации к файлу <i>NREGION</i> (<i>J</i> — по отделению, <i>R</i> — по дороге)

маст значение, равное нулю, при получении сведений на момент запроса.

Вид учета — кодовое представление событий с подвижным составом (формирование, установление наличия, прием, сдача, прибытие, отправление и т. д.) и различных видов учета состояния перевозочного процесса (табл. 5.4). Записи, содержащие общие сведения по объекту в виде фиксированного набора показателей, имеют код вида учета, равный 99. Код состояния — двухзначный цифровой код, первая цифра которого отражает парковое состояние (груженный, порожний), рабочий (нерабочий парк вагонов, спецсостав, локомотивы и др.), вторая цифра — транзитное состояние (местный, транзитный, экспортный).

Т а б л и ц а 5.4. Коды видов учета

Вид учета	Код	Вид учета	Код
Наличие	00	б) занято	82
Прибытие	01	Выгрузка:	
Отправление	02	а) выгружено;	85
Проследование	03	б) освобождено	86
Расформирование	04	Подход подвижного состава	94
Формирование	05	Выполнение регулировочных заданий:	
Бросание	06	а) по регулировке;	95
Прием	07	б) в комплексную регулировку	96
Сдача	08	Наличие на станции груженных вагонов, принятых к отпращиванию	97
Поступление ТГНЛ на поезд	70	Учет поездной работы	98
Погрузка:		Учет общих сведений о поездах	99
а) погружено;	81		

Таблица 5.5. Коды состояний объектов предметной области АИС

Тип парка	Грузовое и транзитное состояния	Код	
		учетное и грузовое состояние	транзитное состояние
1. Вагоны	1.1. Порожние вагоны		
	1.1.1. Всего	1	0
	1.1.2. в регулировку	1	1
	1.1.3. транзитные	1	3
	1.1.4. местные	1	5
	1.2. Грузёные вагоны:		
	1.2.1. Всего	2	0
	1.2.3. транзитные	2	3
	1.2.3. местные	2	5
	1.2.4. с экспортным грузом	2	7
2. Нерабочий парк	—	3	0
3. Выделяемый специальный состав	—	4	0
4. Негрузовой парк	4.1. Недействующие локомотивы и механизмы на рельсовом ходу	5	(0, 3, 5)
	4.2. Груз на своих осях	8	0
5. Контейнеры	4.3. Вагоны пассажирского парка	9	0
	5.1. Порожние контейнеры:		
	5.1.1. Всего	6	0
	5.1.2. транзитные	6	3
	5.1.3. местные	6	5
	5.2. Грузёные контейнеры		
	5.2.1. Всего	7	0
	5.2.2. транзитные	7	3
	5.2.3. местные	7	5

Коды состояний объектов представлены в табл. 5.5.

Из табл. 5.5 следует, что код состояния может принимать также значения: 00 — для всех вагонов (грузёные + порожние); 03 — для всех транзитных вагонов (грузёные + порожние); 05 — для всех местных вагонов (грузёные + порожние).

Тип разреза 1. Односимвольный код, указывающий, что запись является вектором однотипных показателей: местный груз в разрезе РПС; транзитный груз в разрезе дорог назначения и т. д. Код типа разреза служит признаком, по которому производится разложение показателей по столбцам (табл. 5.6). Одновременно он указывает идентификатор таблицы, которая содержит последовательность расположения показателей в векторе.

Тип разреза 2. Односимвольный код. Служит указателем типа разреза по второму параметру, т. е. определяет признак построчного разложения в матрице (табл. 5.7). Так, показатель «Транзитные вагоны по дорогам назначения по каждому РПС» представляет собой матрицу, столбцы которой являются разложением по РПС (тип разреза 1), а строки — разложением по дорогам назначения (тип разреза 2).

Т а б л и ц а 5.6. Типы разрезов 1

Признак разложения по столбцам

Коды дорог назначения
 Коды дорог комплексной регулировки
 Коды внешних выходных пунктов дороги
 Коды отделений своей дороги
 Коды станций отделения
 Род подвижного состава
 Тип тоннажности контейнеров
 Род выделенного специализированного подвижного состава
 Род грузов экспортной номенклатуры
 Род грузов
 Направления движения поезда (номера участков, например, для записи «Наличие поездов по каждому направлению»)
 Виды тяги локомотивов
 Номера плеч обслуживания локомотивов
 Коды депо приписки локомотивов
 Виды следования локомотивов
 Род поезда (грузовой, пассажирский, пригородный, остоальной)
 Группа учета рефрижераторного подвижного состава

Т а б л и ц а 5.7. Тип разрезов 2

Тип разреза 2	Признак разложения по строкам
<i>D</i>	Коды дорог назначения
<i>F</i>	Коды дорог комплексной регулировки
<i>B</i>	Коды внешних выходных пунктов дороги
<i>Q</i>	Род грузов экспортной номенклатуры
<i>U</i>	Род грузов
<i>O</i>	Вид осности выгонов расформирования поезда (для разложения 1 по станциям)
<i>S</i>	Признак распределения под сортировку
<i>H</i>	Коды отделений своей дороги

В некоторых случаях в данной позиции указывается дополнительная информация для разрезов учета с типом 1. Например, код в данной позиции указывает только, что вагоны распределяются по РПС под сортировку (структурная единица учета базы данных РАПОРТ — вектор, а не матрица).

Код объекта учета — двенадцатизначный цифровой код.

Тип структуры. Служит для определения типа структуры разреза учета — сведения общего характера, вектор, матрица, сведения с координатным способом представления.

Ведущий элемент. Указывает на то, что разрез учета представлен в двух сечениях, т. е. является матрицей. Ведущий элемент может быть кодом дороги назначения, кодом отделения, стыковым пунктом, кодом осности.

Таблица 5.8. Структура разреза учета базы данных РАПОРТ

Номер поля	Содержание разреза учета	Форма представления	Длина поля байт
1	Единица учета	Буквенный код	1
2	Номер временного интервала	Цифровой код	1
3	Вид учета	Цифровой код	2
4	Код состояния (учетное, грузовое и транзитное)	Цифровой код	2
5	Тип разреза 2 (по строкам)	Буквенный код	1
6	Тип разреза 1 (по столбцам)	»	1
7	Код участка учета	Цифровой код	12
8	Управляющий элемент	»	2
9	Ведущий элемент	»	5
10	Собственно данные (сумма значений элементов вектора, вектор значений)	Количественные данные	

Общая структура разреза учета базы данных РАПОРТ приведена в табл. 5.8. Первые двадцать байтов являются идентификатором разреза учета.

Применение структурных единиц, использованных в базе данных РАПОРТ, позволяет хранить их независимо от использования в выходных документах. Такая организация отделяет прикладные программы от физической организации данных и позволяет легко их перестраивать. Все файлы физически поддерживаются СУБД СПЕКТР, которая обеспечивает доступ к данным на физическом уровне хранения и реорганизацию файлов с помощью прилагаемых сервисных средств.

5.3. ПАСПОРТА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ

Предложенный принципиально новый подход к проектированию алгоритмического обеспечения был реализован при разработке паспорта функциональной обработки информации во всех трех подсистемах АИС контроля и слежения за состоянием подвижных объектов на железной дороге. Исходный текст каждого паспорта функциональной обработки средствами системы *PASPORT* в неоперативном режиме работы АИС генерируется в информационный управляющий модуль. Такой модуль определяет последовательность трасс обработки данных и подготовки структурных единиц информации для базы данных РАПОРТ.

В паспортах функциональной обработки используются операции доступа к базе данных, структурного преобразования вычислительного типа и логические операции. Основная нагрузка по выполнению любого алгоритма возлагается на операции поиска и выборки информации из базы данных по заданным запросам. Для этих целей используется разработанный язык манипулирования данными RADA.

Во всех конструкциях оператора RADA используются дескрипторные списки *DS*. Дескрипторные списки определяют критерии поиска информации при отслеживании запросов (квалифицирующий оператор отбора данных).

Поэтому комплекс паспортов функциональной обработки каждой из подсистем АИС комплектуется детерминированным составом запросов к базе данных и соответствующим составом дескрипторных списков поиска данных.

Классом объектов, в которых ведется поиск данных, являются файлы базы данных **ДИСЛОКАЦИЯ**.

Выборка данных, запрашиваемых в паспорте, может быть организована как из одного, так и из двух файлов. Связь двух файлов поддерживается с помощью параметра *LINK*, который задает имя поля связи в файле. В первом параметре *LINK*, записанном в операторе RADA, указывается имя поля связи в первом файле, во втором параметре *LINK* — имя поля связи во втором файле. Имена полей связи двух файлов могут не совпадать. Весь набор элементов дескрипторного списка, квалифицирующих запрос, может быть рассеян по одному или нескольким файлам. Когда все квалифицирующие элементы находятся в одном файле, то запрос сводится к простому случаю. Если же элементы квалификации находятся в разных файлах, то такой запрос косвенно содержит неопределенность, которая должна быть устранена в самой процедуре обращения. Поэтому, если оператору RADA предстоит работа с двумя файлами, то вначале производится сканирование записей и отбор квалифицирующей информации в файле, указанном вторым в левой части оператора RADA до двоеточия. Затем согласно дескрипторному списку, стоящему первым в правой части оператора после двоеточия, осуществляется поиск требуемых значений информации в первом файле. Для каждой структурной единицы информации в паспорте описывается формирование ключа единицы учета, кода объекта учета, управляющих полей и собственно данных.

Ключ единицы учета состоит из таких дескрипторных полей: *MARK* — единица учета; *TIME* — временной интервал; *EVENT* — вид учета; *STATUS* — состояние объекта учета. Отражает тип, учетное, грузовое и транзитное состояние подвижного состава; *LINE* — тип разреза 1. Служит признаком, по которому производится разложение по строкам; *COLOMN* — тип разреза 2. Служит признаком, по которому производится разложение элементов выборки по столбцам. Может также содержать порядковый номер разреза учета при учете общих сведений по отдельным объектам; *OBJECT* — область учета.

Управляющие поля включают информацию: *TYPE* — тип структуры информации разреза учета; *LID* — ведущий элемент, который при наличии в ключе признака содержит код объекта. Например, в каждой записи разреза учета «Количество вагонов, сданных дорогой по стыковому пункту в разрезе дорог назначения

и родов подвижного состава» поле будет хранить свой код дороги назначения; *SUM* — суммарное количество по строке.

Собственно данные помещаются в информационное поле *INFOR*.

Рассмотрим применение средств системы *PASPORT* к проектированию алгоритмического обеспечения подсистем АИС. На и-

Т а б л и ц а 5.9. Примеры паспортов обработки в АИС

Код паспорта Идентифика- тор учета	Объект учета	Управляющие операторы	Комментарии
<i>PVN1</i> <i>SN070000</i>		<i>FILD</i> → <i>MARK 07</i> → <i>EVENT</i> <i>INT</i> → <i>TIME</i>	Общий блок к паспор- там обработки инфор- мации по приему на дорогу
<i>PVO2</i>	Код стыково- го пункта	<i>90</i> → <i>STATUS 00</i> → <i>LINE</i> <i>01</i> → <i>TYPE 02</i> → <i>COLOMN</i> <i>RADA (TO, ВРЕМЯ, TI</i> <i>TRCOD, TMDATA, IMTIA</i> <i>TMOP, TMNAPR, CTCO</i> <i>DS103)</i> <i>TRN</i> → <i>INFOR (1)</i> <i>TRCOD</i> → <i>INFOR (1.2)</i> <i>TMDATA</i> → <i>INFOR (5)</i> <i>TMTIME</i> → <i>INFOR (6)</i> <i>TMOR</i> → <i>INFOR (7)</i> <i>TMNAPR</i> → <i>INFOR (8)</i> <i>O</i> → <i>LID O</i> → <i>SUM</i> <i>RADA (W, NSTATION)</i>	Учет перехода поез- дов Номер поезда Индекс поезда Дата прибытия Время прибытия Код операции Направление прибы- тия Запись в базу
<i>SN07200P</i> <i>PV105</i>	Код стыко- вого пункта	<i>20</i> → <i>STATUS O</i> → <i>LINE</i> <i>RAZL</i> → <i>COLOMN 2</i> → <i>TYPE</i> <i>RADA (K1, ВАГОН, ВРЕМЯ:</i> <i>DS105, LINK=TRCOD,</i> <i>DS101, LINK=TRCOD)</i> <i>LID</i> → <i>OBJECT</i> <i>RADA (W, NSTATION)</i>	Код стыкового пункта
<i>PV10</i> <i>SN0705HP</i>	Код стыко- вого пункта	<i>05</i> → <i>STATUS RAZL</i> → <i>LINE</i> <i>4</i> → <i>TYPE</i> <i>RADA (K2, ВАГОН, ВРЕМЯ:</i> <i>DS110, LINK=TRCOD, DS101,</i> <i>LINK=TRCOD)</i> <i>LID</i> → <i>OBJECT NOD1=NOD</i> <i>RADA (W, NSTATION)</i>	Прем местных ваго- нов на НОД1 ПО РПС
<i>PVN2</i>		<i>FILD</i> → <i>MARK</i> <i>INT</i> → <i>TIME 08</i> → <i>EVENT</i>	Общий блок паспор- тов сдачи за пределы дороги
<i>PV20</i> <i>SN08000P</i>	Код стыко- вого пункта	<i>10</i> → <i>STATUS O</i> → <i>LINE</i> <i>RAZL</i> → <i>COLOMN 2</i> → <i>TYPE</i> <i>RADA (K2, ВАГОН, ВРЕМЯ:</i> <i>DS136, LINK=TRCOD, DSS131,</i> <i>LINK=TRCOD) LID</i> → <i>OBJECT</i> <i>RADA (W, NSTATION)</i>	

пичных примерах представим состав управляющих операторов паспортов функциональной обработки.

Комплекс паспортов подсистемы «Учет перехода поездов, вагонов и контейнеров» состоит из паспортов обработки информации по приему подвижного состава на свою дорогу и паспортов обработки информации по сдаче подвижного состава на соседние дороги.

Данная подсистема использует три типа функций доступа к данным: *Т0* — функцию поиска текстовой информации; *К2* — функцию подсчета количества реализаций объекта; для структуры хранения — матрицы; *W* — функция записи в базу данных.

В дескрипторных списках применяются два типа критериев поиска данных; элементарный; с условиями поиска в режиме с двумя неопределенностями.

В табл. 5.9 приведены управляющие операторы трех паспортов функциональной обработки информации по приему на свою дорогу. В табл. 5.10 дано описание дескрипторных списков поиска, используемых в паспортах табл. 5.9.

Приведем краткое описание и функциональное назначение некоторых паспортов из пакета информационного обеспечения АИС контроля и слежения за состоянием подвижных объектов на полигоне железной дороги.

Паспорт *PV02*. Учет перехода поездов.

Идентификатор формируемого разреза учета базы данных РАПОРТ в пользовательском представлении *SN079002*, где *S* — признак, отражающий принадлежность данного разреза учета

Таблица 5.10. Дискреторные списки поиска данных в АИС

Дескрипторные списки	Содержание запроса
<i>DS101 (TMINT TMCOD=07 CTCOD=VAR)</i>	О приеме поездов в заданном интервале времени в разрезе внешних стыковых пунктов
<i>DS103 (TMINT TMCOD=07 TRN≠0)</i>	О приеме поездов в заданном интервале времени без учета передачи локомотивов
<i>DS105 (VGFLAG3≥4 VGFLAG1≠2 VGRPS=VAR)</i>	О груженных вагонах в разрезе РПС (без признака прицепки)
<i>DS110 (VGNAZN=01 VGFLAG3=3, 5 VGFLAG1≠2 VGRPS=VAR).</i>	О местных вагонах назначением на НОД1 в разрезе РПС
<i>DS131 (TMINT TMCOD=08 CTCOD=VAR)</i>	О сдаче поездов в заданном интервале времени в разрезе внешних стыковых пунктов
<i>DS136 (VGFLAG3≤3 VGFLAG1≠1 VGRPS=VAR)</i>	О порожних вагонах в составе поезда на момент сдачи по стыку

в данном случае служит внешней стыковой пункт; N — номер временного интервала; 07 — вид учета: «Прием на дорогу»; 90 — тип подвижного состава «Поезд»; 0 — отсутствует разложение элементов выборки по строкам; 2 — порядковый номер разреза учета по учету общих сведений о поездах в файле.

В двенадцатизначном коде объекта младшие пять разрядов используются под код стыкового пункта, для которого составляется отчетная справка. Используемые файлы базы данных: ВРЕМЯ, *NSTATION*. Левая часть оператора RADA до двоеточия указывает, что областью поиска данных является файл ВРЕМЯ базы данных ДИСЛОКАЦИЯ, функцией доступа к данным служит *TO* — функция поиска текстовой информации. Текст выбирается из полей, поименованных как *TRN* — номер поезда; *TRCOD* — индекс поезда; *TMTIME* — время совершения событий и др.

Дескрипторный список *DS103* формирует запрос на поезда, принятые по внешним стыковым пунктам в заданный интервал времени. Тип критерия поиска — элементный.

Оператор RADA с функцией доступа *W* предписывает поместить формируемую единицу информации в файл *NSTATION*. Тип структуры хранения в базе данных — фиксированный набор показателей позиционного типа, *TYPE=1*. Паспорт представляет собой порядок заполнения каждой позиции информационного поля.

Паспорт *PV05*. Прием на дорогу груженых вагонов по родам подвижного состава. Идентификатор данного разреза учета в пользовательском представлении *SN07200P*, где S ; N ; 07 — элементы идентификатора с теми же значениями, что и в паспорте *PV02*; 20 — род подвижного состава ВАГОН в состоянии «груженный»; P — признак разложения элементов строки по родам подвижного состава. Одновременно это имя таблицы, содержащей последовательность данного разложения. Код объекта — код стыкового пункта. Используются файлы базы данных ВАГОН, ВРЕМЯ, *STATION*. Функция доступа к данным *K2* — функция подсчета количества реализаций объекта для структуры хранения данных — матрица. Тип критерия поиска — с условиями поиска в режиме с двумя неопределенностями. Квалифицирующие элементы отбора данных описаны уже двумя дескрипторными списками *DS105* и *DS101*, что свидетельствует о расположении квалифицирующей информации в двух файлах.

Файл ВРЕМЯ, второй файл в операторе RADA, выступит только как источник квалификации поиска в файле ВАГОН. По условиям *DS101* в файле ВРЕМЯ должен быть выделен квалификационный список поездов, который позволит изучить область поиска в файле ВАГОН. При последующем обращении к файлу ВАГОН проверка на соответствие требованиям *DS105* осуществляется только для тех вагонов, которые входят в состав поездов квалификационного состава поездов. Тип структуры хранения создаваемого разреза учета — матрица, элемент которой a_{ij} показывает количество груженых вагонов j -го рода подвижного состава.

принятых по *i*-му стыковому пункту. Файл хранения разреза учета NSTATION.

Паспорт PV10. Прием местных вагонов на каждое отделение дороги по родам подвижного состава. Идентификатор данного разреза учета в пользовательском представлении SN0705 HP, где *S*, *N* 07 — элементы идентификатора с теми же значениями, что и в паспортах PV02 и PV05; 05 — тип подвижного состава ВАГОН в состоянии «местный» (включает как груженые, так и порожние вагоны); *H* — признак построчного разложения по отделениям дороги; *P* — признак разложения элементов строки по РПС. Используемые файлы базы данных ВАГОН, ВРЕМЯ, NSTATION. Структура оператора RADA аналогична его структуре в паспорте PV05. Процедура обращения к базе данных и раскрытие неопределенностей, обусловленных разбросом квалифицирующих элементов отбора по двум файлам, повторяют схему обращения в паспорте PV05. Так же по условию дескрипторного списка DS101 и по информации файла ВРЕМЯ предписывается составить квалификационный список поездов, принятых на дорогу в *N*-ом интервале времени, затем с учетом ограничений DS110 произвести в файле ВАГОН подсчет количества вагонов в тех поездах, которые войдут в квалификационный список поездов. Для паспорта PV10 в обращении оператора RADA в качестве полей связи в файле ВАГОН и в файле ВРЕМЯ используется одно и то же поле TRCOD, содержащее индекс поезда. Поскольку в идентификаторе разреза учета признак LINE является ненулевым, то ведущий элемент LID каждой из структурных единиц учета также должен быть ненулем, в частности, должен содержать отделение назначения принятых вагонов.

Паспорт PV20. Сдача порожних вагонов по родам подвижного состава. Идентификатор разреза учета в пользовательском представлении SN08100 P, где *S*, *N* — элементы, имеющие то же значение, что и в паспортах PV02, PV05, PV10; 08 — вид учета «сдача на соседние дороги», 10 — тип подвижного состава «вагон» в состоянии «порожний»; *P* — признак разложения элементов сборки по РПС.

Паспорта PV20 и PV05 имеют одинаковый состав управляющих операторов. Только в операторе RADA изменены номера дескрипторных списков в связи с заменой в запросе вида учета «прием на дорогу» на «сдача на соседние дороги» и состояние вагона «груженный» на «порожний», также в поле STATUS состояние объекта учета «порожний».

Паспорта обработки данных автоматизированной информационной системы контроля за подвижными объектами на ЮЗЖД представляют собой *M*-модель перевозочного процесса и содержат данные по эксплуатационной деятельности дороги.

Эксплуатацию разработанного информационного и программного обеспечения АИС ведут на ЭВМ ЕС-1045 с использованием мультимплекса передачи данных ЕС-8410 для непосредственного ввода данных в ЭВМ. Ввод данных осуществляется в диалоговом

режиме. По каждому переданному сообщению оформляются квитанция о факте приема сообщения и диагностический список содержащихся в этом сообщении ошибок, если они были в переданном документе. Документы на содержание ошибок проходят структуризацию по форматам файлов базы данных и записываются в виде единиц учета в *N*-модель.

Программное обеспечение АИС реализовано как полностью независимое от структур данных и алгоритмов их обработки. Это программное обеспечение занимает в оперативной памяти ЭВМ 120 Кбайт. Библиотека программных модулей содержит 156 разделов. Время реакции АИС на ввод и контроль одного документа составляет 2 с.

Информационное обеспечение реализовано также в соответствии с концепцией гибкости как пакет паспортов, в которых описаны структуры данных и алгоритмы обработки, а также структуры выходных форм. Пакет информационного обеспечения состоит из 180 блоков управляющих таблиц. Выходная форма может быть выведена из ЭВМ на АЦПУ, на дисплей, на перфоленту или в канал связи. Любой из этих возможных вариантов указывается пользователем в паспорте и может быть изменен в любой момент оперативной работы.

Глава 6

ТЕХНОЛОГИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ РАЗРАБОТАННОГО ГИБКОГО ИНФОРМАЦИОННО-ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АИС

6.1. НАЗНАЧЕНИЕ И УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ

Разработанная в ДВЦ ЮЗЖД информационная система контроля (ДИСКОР-ЮЗ) представляет собой комплекс информационных и программных средств, ориентированных на эксплуатацию на ЭВМ ЕС и предназначенных для ввода, обработки и выдачи отчетных документов по контролю эксплуатационной деятельности ЮЗЖД. Особенностью версии ДИСКОР-ЮЗ является использование системотехнических решений, обеспечивающих различные возможности гибкого и быстрого изменения режимов работы программно-обеспеченной системы. Гибкость достигнута за счет разработки специальных средств информационного обеспечения, структурно оформленных пакетом информационного обеспечения. Эти средства позволяют учитывать изменения во внешних условиях, возникающие в процессе функционирования объектов управления, такие, как изменение структур данных и выходных документов, введение новых документов в АИС, изменение алгоритмов контроля и обработки данных.

Степень завершенности разработки и опыт эксплуатации информационно-программного комплекса АИС ДИСКОР-ЮЗ говорит, что АИС с гибким управлением может быть использована при обработке отчетной информации на других ДВЦ сети железных дорог МПС при минимальных затратах по привязке комплекса к условиям конкретной дороги.

Система ДИСКОР-ЮЗ, в составе которой функционирует разработанный информационно-программный комплекс, требует для нормальной эксплуатации: 1) ЭВМ ЕС с объемом оперативной памяти не менее 1 Мбайт;

2) внешнюю дисковую память: один пакет МД для размещения программ и информационных массивов общим объемом до 10 Мбайт, один пакет МД для размещения операционной системы (ОС) ЭВМ ЕС, один пакет МД — рабочий том;

3) мультиплексор передачи данных ЕС-8410 с восемью телеграфными адапторами; 4) дисплейную станцию ЕС-7970; 5) стандартную конфигурацию периферийных устройств ЭВМ ЕС-1040 и последующих моделей.

Архитектура информационно-программного комплекса включает следующие системные компоненты, а именно подсистемы: под-

готовки паспортов (*PASPORT*); телекоммуникационного доступа — *TENET*; контроля входных документов (*CHECKER*); накопления информации о состоянии перевозочного процесса (*NAKOP*); расчета и выдачи выходных форм (*PRINTER*).

Подсистема подготовки паспортов работает в режиме *offline* и предназначена для подготовки управляющих паспортов, описывающих структуры данных и алгоритмы их обработки.

Подсистема телекоммуникационного доступа обеспечивает связь абонентов с системой обработки данных на ДВЦ, передачи и последующей перекодировки во внутримашинный код.

Подсистема контроля входных документов обеспечивает почтовую проверку правильности содержания входных документов на соответствие заданным форматам и логическим условиям.

Подсистема накопления информации о состоянии перевозочного процесса обеспечивает суммирование данных, принятых в течение одного сеанса, в файле базы данных АИС.

Подсистема расчета и выдачи выходных форм обеспечивает обработку данных из баз данных АИС в соответствии с запросами пользователей и их требованиями к виду и структуре выходных форм и формирует выходной массив для печати или выдачи на перфоленту.

6.2. УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

Основной особенностью программного обеспечения является тот факт, что оно разрабатывалось независимо от документов и алгоритмов функциональной обработки. Такое системотехническое решение позволило использовать данное ПО не только в ДИСКОР-ЮЗ для обработки соответствующих документов, но и в любых других системах обработки данных. Указанная независимость ПО достигнута за счет введения в состав информационного обеспечения АИС специализированного управляющего слоя, который реализуется подсистемой *PASPORT*.

Информационно-управляющий слой — пакет агрегатов паспортов или управляющих таблиц, в которых содержится вся необходимая информация для описания структур документов и алгоритмов их обработки. Эта информация организована в виде последовательности управляющих элементов, которая стандартна для любого блока ПО и называется трассой обработки. Таких трасс несколько: трасса данных, трасса функций и трасса вывода. Любой блок ПО в своей работе не содержит алгоритмов функциональной обработки, а сканирует (обрабатывает) трассу паспорта. Сам функциональный алгоритм в данном случае представляется в виде значений элементов стандартной трассы.

Реализованный подход обработки данных представляет интересующую систему, в которой есть два слоя; управляющий — агрегаты паспортов и исполнительный — программное обеспече-

ние. Для обеспечения работы АИС необходимо установить однозначное соответствие между информационным документом на входе и агрегатом паспорта, после чего управление передается подсистеме *CHECKER*.

Входной поток данных инициирует работу подсистемы *CHECKER*, т. е. на вход *CHECKER* из канала связи поступает поток документов, каждый из которых распознается в потоке с помощью символов, (; . ,,), после чего первые четыре цифровых символа рассматриваются подсистемой *CHECKER* как код документа, этому коду *CHECKER* ставит в соответствие один из агрегатов в библиотеке паспортов, производит его загрузку и начинает обработку документа.

Инициатором обработки документов подсистемой *PRINTER* является управляющий список, который устанавливает связь между входным блоком данных (разделом набора данных *DIS1. MIDDLE* или *DISCOR, BANK*) и паспортом обработки.

Вся принятая за один сеанс информация системой *CHECKER* в стандартном формате помещается в наборе данных *DIS1. MIDDLE*, каждому входному документу соответствует один раздел набора, имя раздела формируется по следующему правилу.

Первый символ имени (табл. 6.1) определяет функциональное назначение документа и принимает следующие значения: *D* — описание группы документов ДО; *G* — описание группы документов ГО; *P* — описание группы документов, необходимых для получения плановых данных; *F* — описание любых других документов.

Второй символ внутреннего кода документа (см. табл. 6.1) определяет тип документа в группе и принимает следующие значения.

Третий и четвертый символы имени раздела данных *DIS1. MIDDLE* определяют внутримашинный код источника информации и принимают значения согласно табл. 6.2.

Рассмотрим несколько примеров формирования имени раздела набора данных *DIS1. MIDDLE* или *DISCOR. BANK*.

Таблица 6.1. Внутренняя кодировка документа в АИС

Имя		Имя	
раздела	документа	раздела	документа
<i>D1</i>	1294	<i>F1</i>	1244
<i>D4</i>	1190	<i>F2</i>	1245
<i>GO</i>	ГДО	<i>F3</i>	1246
<i>G1</i>	1185	<i>F4</i>	1250
<i>G2</i>	1186	<i>F5</i>	1251
<i>G3</i>	1187	<i>F6</i>	1252
<i>G4</i>	1188		

Таблица 6.2. Внутренняя кодировка источника информации

Код		Код	
источника информации	раздела	источника информации	раздела
стык-1	01	НОД-1	50
стык-2	02	НОД-2	51
стык-3	03	НОД-3	52
стык-4	04	НОД-4	53
....	НОД-4	53
стык-33	33	НОД-5	54

Пример 6.1. Документ 1190 имеет внутренний код раздела набора данных *DIS1. MIDDLE — D4* (см. табл. 6.1). Источник информации — стык-3 имеет внутренний код раздела до набора данных *DIS1. MIDDLE — 03* (см. табл. 6.2). Таким образом, Документ 1190 ОТ СТЫКОВОГО ПУНКТА стык-3 имеет внутренний код раздела набора данных *DIS1. MIDDLE — D403*.

Пример 6.2. Документ 1187 имеет внутренний код *G3* (см. табл. 6.1), код источника информации НОД-5 имеет значение 54 (см. табл. 6.2).

Таким образом, документ 1187 из НОД-5 имеет ИМЯ РАЗДЕЛА набора данных *DIS1. MIDDLE — G354*.

Все разделы библиотеки набора данных *DIS1. MIDDLE* или *DISCOR. BANK* могут быть обработаны подсистемой *PRINTER*. В случае вывода выходного документа на устройство печати подсистема *PRINTER* выбирает информацию из одного или нескольких разделов набора данных *DIS1. MIDDLE*. Как правило, эта группа раздела набора данных относится к документации общего для них функционального назначения. Возможности групповой выборки информации из библиотеки *DIS1. MIDDLE* реализованы с помощью управляющего символа *V*. В имени раздела набора данных при обращении к этому набору, в случае групповой выборки информации, символ *V* может быть поставлен на любую из четырех позиций имени раздела данных.

Пример 6.3. При обращении к имени раздела набора данных в виде *G15V* будут прочитаны разделы *ГР-1* (документ 1185, см. табл. 6.1), поступившие из всех отделений железной дороги (от НОД-1 до НОД-5, см. табл. 6.2).

Пример 6.4. При обращении к имени раздела данных набора *DIS1. MIDDLE* в виде *GVVV* будут прочитаны все хранящиеся в наборе *DIS1. MIDDLE* документы грузовой отчетности.

Пример 6.5. При обращении к имени раздела набора данных в виде *VVVV* — будут прочитаны все разделы набора данных *DIS1. MIDDLE*.

Управляющие списки подсистемы *PRINTER* расположены в библиотеке *DIS1. PARMLIB*. Каждый из разделов библиотеки

представляет собой один список, который используется при начальной разгрузке подсистемы *PRINTER*.

Каждый управляющий список состоит из записей следующих типов: *MN* — определяет количество зон обработки, количество таблиц, размер общей области задачи, размер зоны обработки; *LD* — размер отдельных полей общей области; *FD* — размер отдельных полей в зоне обработки; *MD* — количество исполнительных модулей подсистемы *PRINTER*, список этих модулей; *TB* — имена таблиц; *FM* — последовательность цепочки обработки, состоящая из 86 элементов, максимальное количество которых равно 24.

Наборы данных АИС. Автоматизированная информационная система контроля и слежения за состоянием подвижных объектов на полигоне ЮЗЖД использует часть данных ДИСКОР-ЮЗ. В табл. 6.3 приведен список используемых наборов данных.

Нормативно-справочная информация. В целях решения конкретных задач АИС используются классификаторы: железных до-

Таблица 6.3. Используемые наборы данных

Номер п/п	Имя		Наименование подсистемы	Назначение набора	Тип организации
	набора	тома			
1	<i>VHOD, PASSTEXT</i>	<i>SCHETA</i>	<i>PASPORT</i>	Исходные тексты входных паспортов	<i>PO</i>
2	<i>DOC, PASSTEXT</i>	<i>SCHETA</i>	<i>PASPORT</i>	Исходные тексты выходных паспортов	<i>PO</i>
3	<i>PERFO, PASSTEXT</i>	<i>SCHETA</i>	<i>PASPORT</i>	Исходные тексты выходных паспортов	<i>PO</i>
4	<i>CKAI, PASSAGP</i>	<i>SCHETA</i>	<i>CHECKER</i>	Агрегаты входных паспортов	<i>PO</i>
5	<i>DISCOR, PASSAGP</i>	<i>SCHETA</i>	<i>PRINTER</i>	Агрегаты выходных паспортов	<i>PO</i>
6	<i>DISI, PROCLIB</i>	<i>SCHETA</i>	<i>CNCTEMA</i>	Списки процедур	<i>PO</i>
7	<i>DISI, PAMMLIB</i>	<i>SCHETA</i>	<i>PRINTER</i>	Входная очередь документов	<i>PO</i>
8	<i>TENET, CHEK</i>	<i>SYSWRK</i>	<i>TENET, CHECKER</i>	Диагностические сообщения	<i>PS</i>
9	<i>TENET XXX</i>	<i>SYSWRK</i>	<i>CHECKER</i>	Сообщение абоненту	<i>PS</i>
10	<i>TENET, NVVV OUT</i>	<i>SYSWRK</i>	<i>CHECKER</i>	Входная очередь в базу данных	<i>PO</i>
11	<i>DISI, MIDDLE</i>	<i>SCHETA</i>	<i>NAKOR, CHECKER</i>		<i>PO</i>
12	<i>DISI BANK</i>	<i>SCHETA</i>	<i>NAKOR, PRINTER, CHECKER</i>	Входная очередь в базу данных	<i>PO</i>
13	<i>OUTDDA</i>	<i>SYSWRK</i>	<i>PRINTER</i>	Промежуточная информация подсистемы	<i>PS</i>
14	<i>OUTDOB</i>	<i>SYSWRK</i>	<i>PRINTER</i>	Выходная информация для АЦПУ	<i>PS</i>
15	<i>OUTDOB1</i>	<i>SYSWRK</i>	<i>PRINTER</i>	Выходная информация для перфоленды	<i>PS</i>

рог МПС; родов грузов; родов подвижного состава; отделений ЮЗЖД; стыковых пунктов ЮЗЖД. Для формирования дескрипторных признаков в файлах АИС и соответствующих паспортам и управляющим таблицам используются спецификаторы: зон учета, видов учета информации; единиц учета; технологических операций над объектами учета; состояний объектов учета; признаков разложения информации; кодов диагностики подсистемы.

В Приложениях 1—17 приведены структуры перечисленных классификаторов и спецификаторов. В Приложении 17 приведен перечень стандартных ошибок, которые может выдавать (на экран дисплея или АЦПУ) разработанный информационно-программный комплекс, входящий в состав ДИСКОР-ЮЗ по макетам всех решаемых им задач.

Входные и выходные данные АИС. В технологическом процессе обработки данных входная информация проходит несколько последовательных этапов, на каждом из которых состояние информации фиксируется в одном из наборов данных. Рассмотрим структуры этих массивов и последовательности действий при работе с ними.

1. Набор данных *TENET. СНЕК. DXXXXXX, TYYYYYY* — входная очередь документов, где *DXXXXXX* — ДАТА (число, месяц, год).

TYYYYYY — ВРЕМЯ (часы, минуты, секунды).

В этом наборе данных фиксируется и по-символьно размещается каждый документ из входного потока данных в виде: 1190 3400 27 11 : . Причем каждый входной документ фиксируется в своем, согласно функциональному назначению, разделе набора данных, которому присваивается уникальное имя. Уникальность достигается за счет регистрации даты и времени приема, взятых из таймера ЭВМ.

2. Набор данных *TENET. LXXX. OUT* — диагностическое сообщение. Здесь *LXX* — номер линии. Этот набор данных создается при работе АИС в диалоговом режиме, без отклонения абонента от линии.

3. Набор данных *TENET. XXXXXXXX. NYYY* — сообщение абоненту. Здесь *XXXXXXXX* — имя выходного назначения (от 1 до 8 символов).

YYY — 001 — 999 — нумерация последовательных сообщений.

4. Набор *DIS1. MIDDLE* — входная очередь в базу данных.

Набор данных имеет библиотечную организацию. Каждый раздел содержит информацию по одному входному сообщению и форматирован блоками по 800 байт. Информация организована в формате базы данных. Каждый блок емкостью 800 байт содержит целое число записей переменной длины. Длина записи определяется фиксированными размерами: *NX* 80 байт, где *NX* — число от 1 до 10.

Записи в наборах данных, используемых в АИС, могут быть трех типов (11, 21, 41). Тип записи (цифровой шестнадцатеричный код) указан в первом байте записи и имеет следующую структуру.

Структура записи типа 11 — управляющая информация загрузки в базу данных

Префикс записи				
11	<i>N</i>	<i>L</i>	<i>INF</i>	<i>FF...F, ,</i>
16	16	26		

где *N* — код структуры; *L* — длина записи; *INF* — служебная информация, определяемая пользователем для управления последующими этапами обработки. Каждая запись после информационной части дополняется символами «*FF...FF*» до размера *L*.

Структура записи типа 41 — список форматов

Префикс записи				
41	<i>N</i>	<i>L</i>	<i>INF</i>	<i>F...F</i>
16	16	26		

Информационная часть (*INF*) состоит из последовательности элементов, каждый из которых описывает форматные характеристики данного. Структура элемента точно соответствует элементу каталога данных в паспорте.

Структура записи типа 21 — информационная запись

Префикс записи				
21	<i>N</i>	<i>L</i>	<i>INF</i>	<i>F...F</i>
16	16	26		

Информационная часть (*INF*) состоит из последовательности данных, которые размещаются без разделителей друг за другом.

5. Набор данных *DISCOR. BANK* — база данных. По структуре точно соответствует *DIS1. MIDDLE* и содержит информацию, накопленную в базах данных АИС с начала месяца в виде суммы данных за предшествующие дни.

6. Набор данных *OUTDDA* — промежуточная информация подсистемы *PRINTER*.

8. Набор данных *OUTDDB1* — символьная информация для выдачи формы выходного документа на АЦПУ после выполнения с ней всех действий в подсистеме *PRINTER*.

8. Набор данных *OUTDB1* — символьная информация для выдачи на перфоленду после выполнения с ней всех действий в подсистеме *PRINTER*.

Информационно-программным комплексом в ДИСКОР-ЮЗ для решения функциональных задач обрабатываются следующие входные документы (табл. 6.4).

Перечень выходных форм, выдаваемых на АЦПУ АИС при решении функциональных задач.

ДО-1 — суточные данные: внутрಿದорожный обмен; регулировка, выполнение за сутки, отчет о переходе вагонов по дороге, прием; отчет о переходе вагонов по дороге, сдача; анализ формы ДО-1

Т а б л и ц а 6.4. Перечень входных документов

Код документа	Условное обозначение	Наименование документа
1190	ДО-1	О переходе поездов, вагонов и контейнеров по стыкам
1294	ДО-1	Об учете приема-передачи цистерн
1193	ДО-2	О наличии и рабочем парке по балансу
1244	ДО-15 (I раздел)	О приеме груженых вагонов в местном сообщении и за выходные пункты дороги
1245	ДО-15 (II раздел)	О занятых вагонах в местном сообщении и за выходные пункты дороги
1246	ДО-15 (III раздел)	О наличии груженых вагонов в местном сообщении и за выходные пункты дороги
1185	ГО-1	О грузовой работе отделения
1186	ГО-2	О породовой погрузке по отделению
1187	ГО-3	О породовой погрузке по дорогам назначения
1188	ГО-4	О погрузке экспортных грузов
1251	ГДО-1	О породовой погрузке и причинах недогрузки
2111		Справка начальнику дороги
2112		Информация о справке начальнику дороги
1262		Плановые данные
6260		Плановые данные (Госплан, ГО-2)
6261		Плановые данные (Техплан, ГО2)
6278		Плановые данные (Техплан, ГО2)

(по дороге и отделениям); отчет о переходе вагонов по НОД (5 форм); отчет о переходе цистерн по НОД (5 форм).

По ДО-1 — месячные (накопленные) данные — 18 форм.

Суточный доклад об эксплуатационной работе ЮЗЖД: анализ регулировки и работа подвижного состава по РПС (15 форм).

По ГО-1 — суточные данные: справка о погруженных, занятых, выгруженных и освобожденных вагонах.

По ГО-2 — суточные данные: анализ выполнения государственного плана о породовой погрузке; справка о породовой погрузке (анализ и выполнение статистической нагрузки дорогой и отделениями).

По ГО-2 — месячные данные: анализ выполнения породовой погрузки; выполнение плана погрузки по дорогам назначения по РПС (14 форм); отчет о погрузке и наличии загруженных вагонов, прием загруженных вагонов.

По ГДО-1 — суточные данные: породовая нагрузка и причины недогрузов.

6.3. ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В АИС

Технологический процесс обработки информационных документов включает два режима: подготовительный и оперативный.

Подготовительный режим предназначен для составления и вво-

да в базы данных АИС наборов управляющих таблиц или паспортов, в которых даны описания структур входных документов, алгоритмов их обработки и выходных форм.

Подготовка паспортов входных документов. Все управляющие паспорта существуют в виде исходных текстов и в виде агрегатов. Исходный текст паспорта готовится технологом информационной службы на основании документа описания языка RADA, который входит в комплект документации. Агрегат паспорта получается в результате обработки исходного текста системой *PASPORT*. Исходные тексты паспортов хранятся в наборах *VHOD. PASSTEXT; DOC PASSTEXT; PERFO. PASSTEXT*. Агрегаты паспортов хранятся соответственно в наборах *СКА1. PASSAGR; DISCOR. PASSAGR*. Оперативный режим, который обеспечивается специально разработанным программным обеспечением, позволяет осуществлять: прием документов по каналам связи; контроль достоверности входных документов; запись достоверных данных в базу данных; накопление данных; выполнение расчетов и решение функциональных задач; компоновку выходных форм.

Все фазы оперативного режима функционируют под управлением паспортов, подготовленных подсистемой *PASPORT* для документов и выходных форм отчетности. Прием первичных документов осуществляется по каналам связи (телеграфные линии). Все макеты входных документов 1190, 1294, 1244 передаются с внутренних и внешних стыковых пунктов дороги и образуют входной поток данных, который воспринимается подсистемой *TENET* по протоколу. Подсистема *SYSWRK* каждый принятый документ фиксирует на рабочем томе *SYSWRK* в отдельном наборе, которому присваивается составное имя *TENET. CHEK. DXXXXXX, TYYYYYY*.

Все наборы имеют последовательную организацию, содержимое каждого набора может быть выведено на экран дисплея с помощью систем *STAK* или *PRIMUS* и при необходимости может быть откорректировано. Так как имя набора не содержит кода стыкового пункта, то полная идентификация входного документа может быть осуществлена с помощью информации о времени приема документа, взятого из протокола работы. Контроль достоверности по факту приема очередного первичного документа и записи его в набор на рабочем томе инициируется работой системы *CHECKER*, которая должна быть загружена в оперативную память ЭВМ.

Система *CHECKER* во входном потоке данных выбирает символы, (: ; .) и первые четыре символа до пробела воспринимает как ход макета первичного документа. Из библиотеки *СКА1. PASSAGR* загружается в оперативную память агрегат паспорта контроля и обработки принятого макета. В автоматизированной информационной системе контроля и слежения за состоянием подвижных объектов на железной дороге каждый документ подвергается нескольким видам контроля.

Форматный контроль производится для всех входных документов на основании заказанных в паспорте режимах форматирования (*PARM* в операторах *PS* и *RT*), проверяются значность каждого реквизита на входе, контроль на цифру для данных типа *U*, наличие символа указателя типа строки, минимальное и максимальное число данных в строке, в случае приема могут быть заполнены нулями или пробелами в зависимости от типа данного, либо заполнены данными из предыдущей строки.

Логический контроль строки документа производится по алгоритму, который описан в блоке *FT* паспорта документа. При логическом контроле могут быть использованы данные, описанные в любом блоке *RT* паспорта, кроме того, могут быть использованы данные, организованные как нормативно-справочная информация в отдельно сгенерированной таблице, которая присоединяется к паспорту обработки через блок *LS*, таких таблиц может быть одна или несколько. Система *CHECKER* использует одну таблицу *DIS3*. Система *PRINTER* — таблицы *SWR1*, *SWR2*, *SWR3*, *SWR4*, *SWR6*.

Необходимо помнить, что при логическом контроле строки документа в обработку включаются только одна строка и один блок *LS* паспорта, между которыми установлено жесткое соответствие по номеру указателя типа строки. Логический контроль документа в целом производится по окончании обработки последней строки документа. Следует отметить в этом смысле одну особенность системы *CHECKER*. *CHECKER* не обеспечивает доступ одновременно ко всем строкам документа, поэтому для проведения вертикального контроля по некоторому реквизиту (вертикальная сумма) необходимо использовать оператор накопления значений данных в рабочих полях.

Междокументный контроль производится с обязательным использованием полей таблицы *DIS3*, значения данных одного документа могут записываться в поля этой таблицы и сохраняться на МД, а значения контролируемых данных другого документа — сверяться с соответствующими полями таблицы *DIS3*.

Подсистема *CHECKER* реализует вариант межмакетного контроля следующих документов АИС (табл. 6.5).

Таблица 6.5. Перечень вариантов межмакетного обмена в АИС

Макет 1	Макет 2	Контролируемые реквизиты
1190	1244	Прием груженых
1190	1294	Прием порожних цистерн
1186	1185	Всего погружено вагонов
1187	1245	Погружена на 32 дорогу (свою)
1193	1246	Всего в наличии груженых
1186	1251	Погружено по каждому роду груза

Контроль полноты передачи документов в сеансе связи, факт приема каждого документа системой *CHECKER* регистрируются в полях контроля полноты таблицы *DIS3* в виде признака $_$.

Любой документ идентифицируется по двум признакам (код макета и код пункта передачи), при попытке абонента передать документ с уже зафиксированными признаками в таблице *DIS3* система *CHECKER* обнаруживает факт повторной передачи и повторно поступивший документ системой не воспринимается и возвращается обратно. При этом абоненту выдается диагностическое сообщение с кодом 2600.

Абонент может удалить ранее принятое сообщение из системы *CHECKER* передачей специального сообщения 777. После этого первичный документ может быть передан повторно.

Оператор ЭВМ может вести визуальный контроль через экран дисплея (в системе *STAK*, режим *MASTER*) за полнотой приема по каждому документу и по каждой группе пунктов передачи (стыков или отделений). Кроме того, таблица, регистрирующая полноту приема с указанием даты и времени регистрации, может быть выведена на АЦПУ. Для этого оператору на запрос **ВЫДАТЬ ПОЛНОТУ** ПО ответить:

RXX — ВЫДАЧА ТАБЛИЦЫ ПОЛНОТЫ НА ПЕЧАТЬ ПО СТРОКАМ,

XX, НОД — ПО НОДАМ, где *XX* — номер запроса.

По каждому первичному документу подсистема *CHECKER* выдает абоненту диагностическое сообщение, в котором указываются код макета, время приема, список ошибок в виде цифровых кодов и результат обработки каждого документа подсистемой *CHECKER*.

При этом может возникнуть одна из следующих ситуаций:

1. **Документ принят.** Это означает, что информация признана достоверной, структурирована в виде форматов базы данных АИС и записана в набор *TENET. CHEK. D* $_$.
2. **Документ отменен.** Это означает, что подсистемой *CHECKER* обнаружены ошибки. Абоненту выдается список диагностических сообщений с указанием кодов ошибок. Документ в АИС не сохраняется.
3. **Накопление.** В наборе *TENET CHEK* содержится информация за одни отчетные сутки, по окончании полного сеанса приема документов информация из набора *DIS1. MIDDLE* должна быть «сброшена» в базу данных АИС в набор *DISCOR. BANK* на томе *SCHETA*. В каждом разделе набора *DISCOR. BANK* содержится оперативная информация за отчетные сутки, накопленная информация по состоянию на день расчета с начала месяца и накопленная информация по состоянию на день, предшествующий расчетному, начиная с последнего дня предыдущего месяца. Эта процедура выполняется с использованием программного обеспечения подсистемы.
4. **Расчет функциональных задач.** Этот этап технологии обработки данных в АИС осуществляется с помощью программного обеспе-

чения подсистемы *PRINTER*, для которой исходной информацией может быть набор *DIS1. MIDDLE* для выходных форм документов без накопления или набор *DISCOR. BANK* для выходных форм документов с накоплением информации.

5. **Компановка выходных форм.** При этом агрегаты всех выходных паспортов находятся в наборе *DISCOR. PASSAGR* на томе *SCHETA*. Расчет как функциональных задач, так и компоновка выходных форм производится по алгоритму *FT* и *BT* блоков из паспорта. Ввод паспорта в работу определяется последовательностью элементов списка одного из разделов библиотеки *DIS1. PARMLIB*.

Подсистема *PRINTER* использует управляющие таблицы *SWR1*, *SWR2*, *SWR3*, *SWR4*, *SWR6* в следующих случаях: *SWR6* — для плановых данных; *SWR4* — для накопления данных; *SWR2* — для суточной информации; *SWR1*, *SWR2* — для рабочих полей.

Для получения одной выходной формы или группы форм одного документа, «Функция начального назначения», необходимо подготовить списки, содержащие нужную последовательность паспортов, которые инициируют ввод данных из набора *DISCOR. BANK* или *DISCOR. MIDDLE*, формализацию данных в таблицах, расчет и обработку данных, компоновку форм выходных документов.

В табл. 6.6 приведены данные, с помощью которых устанавливается однозначное соответствие между формой выходного документа и необходимой последовательностью паспортов для ее получения.

В качестве примера рассмотрим технологическую последовательность составления выходных форм следующих документов: «Суточный доклад *N*» и «Анализ регулировки».

Для подготовки вышеуказанных форм необходимо 18 паспортов:

SPRN — заполнение матриц суточной и накопленной информации; заполнение матриц плановой информации; *SPRW* — подготовка расчетных данных для справки «Суточный доклад *N*»; *SP01* — *SP14* — выдача форм анализа регулировки по РПС соответственно.

В библиотеке *NEW. FORMPASS* хранятся исходные тесты паспортов под указанными выше именами. Под этими же именами в наборе *DISCOR. PASSAGR* хранятся агрегаты паспортов.

В паспортах указываются и заполняются четыре матрицы: *SWR2* — суточная информация; *SWR5* — накопленная информация; *SWR4* — накопленная, а затем среднесуточная; *SWR6* — плановая информация. Информация по расположению в текстовых паспортах и агрегатах паспортов идентична.

Паспорт *SPRN* читает весь набор данных из *DIS1. MIDDLE* или *DISCOR. BANK*. Паспорт *SPRN* читает весь набор данных из *DISCOR. BANK* по параметру *VVVV SPRN*, а плановые данные читаются по параметру *PVVVPLAN*. Основное назначение паспор-

Т а б л и ц а 6.6. Список паспортов АИС (ДО-1 суточная)

№ п/п	Назначение паспорта	Имя		Дескриптор выполнения
		паспорта	агрегата	
1.	Переход ЦС по внешним стыкам	N129 4	1294	D1VV1294
2.	Переход ЦС по НОД-1	N129 4	1295	D1VV1295
3.	Переход ЦС по НОД-2	N21294	1296	D1VV1296
4.	Переход ЦС по НОД-3	N31294	1297	D1VV1297
5.	Переход ЦС по НОД-4	N41294	1298	D1VV1298
6.	Переход ЦС по НОД-5	N51294	1299	D1VV1299
7.	Переход ВАГОН матриц	M000	M000	D1VVM000
8.	Переход ВАГОН по НОД-1 приём—сдача	M001	M001	0000M001
9.	Переход ВАГОН по НОД-2 приём—сдача	M002	M002	0000M001
10.	Переход ВАГОН по НОД-2 приём—сдача	M002	M002	0000M002
11.	Переход ВАГОН по НОД-3 прием—сдача	M003	M003	0000M003
12.	Переход ВАГОН по НОД-4 прием—сдача	M004	M004	0000M004
13.	Переход ВАГОН по НОД-5 прием—сдача	M005	M005	0000M005
14.	Переход ВАГОН по дороге прием	M007	M007	0000M007
15.	Переход ВАГОН по дороге сдача	M008	M008	0000M008
16.	Анализ форм ДО-1	M009	M009	0000M009
17.	Внутридорожный обмен	FFM100	M100	D4VVM100
18.	Регулировка, выполнение за сутки	FFM102	M102	D4VVM102
19.	Выполнение за сутки	FFM103	M103	D4VVM103
20.	Переход ВАГОН заполнение матриц	N003	000	000N000
21.	Переход ВАГОН по НОД-1 прием—сдача	N001	N001	0000N001
.....				
27.	Переход ВАГОН по дороге сдача	N007	N007	0000N007
28.	Переход ВАГОН по дороге прием	N008	N008	0000N008
29.	Анализ форм ДО-1	N009	N009	0000N009
30.	Загрузка таблиц SWR2; SWR4	SPRN		VVVVSPRN
31.	Загрузка таблицы SWR6	FFPN00	PN00	0000SPRS
32.	Вычисление по формулам	SPRS	SPRS	0000SPRS
33.	Выдача суточного доклада	SPRS	SP01	0000SP01
34.	Выдача анализа регулировки РПС-20	SP01	SP01	0000SP01
.....				
47.	Прем груженых вагонов	0501	0501	F1VV0501
48.	Погрузка. Наличие вагонов на дороге	0502	0502	FVVV0502
49.	Погрузка и выгрузка вагонов	FF1185	1185	G1VV1185
50.	Породовая погрузка	FF1186	1186	G1VV1186

№ п/п	Назначение паспорта	Имя		Дескриптор выполнения
		паспорта	агрегата	
51.	Погрузка с нарастающим итогом	FF1186	G202	G2VV201
68.	План по грузовой отчетности (ГО-1)	G1P1	G1P1	G1VVG1P1

та *SPRN* состоит в заполнении матриц *SWR2* суточной информацией и матрицы *SWR4* плановой информацией.

Паспорт *SPRN* содержит два блока алгоритмов вида *FT*: *FTDISCOR* и *FTПУСТО*. Блок алгоритмов *FTDISCOR* предназначен для заполнения матриц *SWR2* и *SWR4* (соответственно) суточной информацией при $P1(1.1)=00$ и накопленной при $P1(1.1)=02$ так, чтобы каждый столбец соответствовал номеру отделения железной дороги, т. е. *OBJECT (3.4)=N НОД=N СТОЛБЦА*, а последний — *ДОРОГА*. *N СТРОКИ* соответствует показателю из *PS*; в случае разложения по РПС используются для идентификации строки *LID (3.4)* и *N СТРОКИ*.

Блок алгоритмов *FTПУСТО* предназначен для суммирования информации из пяти столбцов, соответствующих пяти отделениям железной дороги, и заполнения шестого столбца.

Паспорт *SPRN* — паспорт подготовки расчетных данных для выдачи «Справка *N*» и «Анализ регулировки». Этот паспорт состоит из трех блоков алгоритмов типа *FT*.

Блок *FTОБЩЕЕ* предназначен для расчета показателей, описанных в рекомендации к паспорту *ОБЩЕЕ*, а каждая формула для расчета разбита на отдельные действия. Перечень действий закодирован: пересылка — 1; суммирование — 2; вычитание — 3; деление на 100 — 4; деление — 5; этот перечень указан в векторе *FUNG*. Количество элементов, над которыми производятся действия, указывается в векторе *КОЛ*. Номера строк в матрице, над которыми производятся действия, указываются в векторах *NCTR1* и *NCTR2*. В векторе *PRP* хранятся значения признаков, с какой из матриц необходимо работать в текущий момент. Все значения этих признаков непосредственно подставляются в *PARM* функции.

Блок алгоритмов *FTCYT* предназначен для получения матрицы *REZM31* из матрицы *REZM41*, а затем путем деления на текущий день получаем среднесуточную информацию в плановых данных в матрице *REZM6*. Блок алгоритмов *FTВЫСВ* предназначен для подсчета показателей: *ВЫСВОБОЖДЕНО ОТ ОБОРОТА* и *ВЫСВОБОЖДЕНО ОТ СТАТНАГРУЗКИ*.

Паспорт *SPRS* предназначен для выдачи справки «Анализ регулировки», он содержит два блока алгоритмов типа *FT*: *FTЗАГЛ* и *FTВЫЧИСЛ*. Блок *FTЗАГЛ* предназначен для заполнения шап-

ки выдачи. Блок *FTВЫЧИСЛ* предназначен для заполнения в цикле содержания выводных на печать строк справок из соответствующих матриц *PR1*; *PR3*; *PR5*.

6.4. ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ОБ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ УКРАИНЫ

На территории 26-ти областей Украины расположены шесть железных дорог МПС, СМ УССР поручил ДВЦ ЮЗЖД разработать и представить в установленном порядке совокупность форм, характеризующих эксплуатационную деятельность этих дорог в суточном разрезе и итога за месяц. Используя разработанный информационно-программный комплекс, группа в количестве двух человек выполнила в течение 9-ти недель работы по формализации новой постановки задачи и выполнила технологическую проработку. В течение 3-х недель два программиста ДВЦ выполнили комплексную отладку и привязку программного комплекса.

Сущность дополнений по сравнению с имеющимся в работе информационно-программным комплексом на ДВЦ состояла в дополнении массивов новых классификаторов (классификаторов министерств и ведомств; областей Украины; стыковых пунктов железных дорог Украины), в расширении и дополнении классификатора рода грузов, в подготовке паспортов нового вида выходных форм.

Основные затраты времени были связаны с организацией технологии передачи по арендуемым и ведомственным каналам связи наборов исходных данных в ДВЦ ЮЗЖД. Если бы на ДВЦ ЮЗЖД не находился в эксплуатации разработанный на основе принципов гибкого информационного обеспечения (см. гл. 4) программный комплекс, для выполнения данного поручения потребовалось бы создать специальный отдел численностью 20 человек и вся работа длилась бы не менее 4-х кварталов.

Технологический процесс обработки данных полностью идентичен процессу, который описан в 7.3, причем нет необходимости вводить новые файлы, новые наборы данных. Так как алгоритмы обработки поступающей информации остались неизменными, то изменения, вернее дополнения коснулись только описания содержания паспортов новых информационных объектов. В результате выполненной работы ДВЦ ЮЗЖД ежедневно передает в СМ Украины комплект следующих документов, характеризующих эксплуатационную деятельность железных дорог МПС, расположенных на территории Украины: справка о погрузке (в вагонах и тоннах) по родам грузов; справка о погрузке по важнейшим родам грузов; справка о погрузке (в вагонах и тоннах) по родам грузов; справка о рабочем парке, выгрузке, транзите и регулировке; справка о регулировке полувагонов на любую из дорог; месячные (накопленные) данные; суточный (итоговый) отчет об эксплуатационной работе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Совершенствование структуры и процессов функционирования такой сложной и многосвязной отрасли народного хозяйства, каким является транспорт, возможно только на основе информационно-компьютерных технологий. Проблемы создания таких технологий чрезвычайно сложны и их разрешение требует колоссальных материальных, финансовых и человеческих ресурсов.

К настоящему времени задачи автоматизации информационных процессов, которые существуют и протекают в неразрывном единстве с производственными процессами, нашли свое организационное воплощение в форме АИС и АСУ различного уровня и назначения. К сожалению, при создании этих систем далеко не всегда учитывается на общесистемном уровне специализация по видам производства.

Таким образом, основным методом должен стать метод системного анализа процессов единого функционирования как объектов предметной области, так и взаимодействующей с этой предметной областью соответствующей АИС.

Особенностью НИТ является технология обработки данных, основанная на расслоении слоя информационного обеспечения АИС на два подслоя. Главным из которых является информационный, управляющий работой АИС подслой. Такой подход позволил исследовать и предложить новую архитектуру системы обработки документов в АИС, которая при работе в оперативном режиме не зависит от потока входных данных, а в процессе эволюции структур объектов предметной области и алгоритмов их обработки обладает механизмом гибкой перестройки управляющих блоков информационного обеспечения.

Данный подход отвечает высокому уровню унификации и специализации, основой которого являются предложенные в работе стандартные структуры информационного управляющего модуля и соответствующих программных модулей.

Используя системную методологию, выполнен анализ функционирования объектов предметных областей железнодорожного и речного видов транспорта. Данный анализ показал, что уровень изменений, которые характеризуют динамику и развитие данных предметных областей, таков, что данные факторы должны быть

учтены на начальных стадиях проектирования не только всей системы в целом, но и ее соответствующих обеспечений, в первую очередь, программного и информационного.

В форме пакета информационного обеспечения разработана система управляющих блоков, позволяющая преобразовывать функциональные алгоритмы обработки данных в стандартную для АИС структуру, которая рассматривается как трасса для сканирования (обработки) исполнительским блоком.

Хочется надеяться, что разработанные средства НИТ помогут читателю сориентироваться среди многообразия имеющихся сегодня СВТ, а предложенная методология создания гибкого информационно-программного обеспечения АИС найдет своих сторонников и последователей. В свою очередь, авторы не собираются прекращать работу в данном направлении и сами намерены развивать изложенные в книге вопросы.

ПРИЛОЖЕНИЯ

1. Классификатор железных дорог МПС

Код дороги	Наименование железной дороги
01	Октябрьская
13	Белорусская
17	Московская
28	Северная
32	Юго-Западная
35	Львовская
39	Молдавская
40	Одесская
43	Южная
45	Приднепровская
48	Донецкая
51	Северо-Кавказская
55	Азербайджанская
90	БАМ
94	Забайкальская
96	Дальневосточная

2. Классификатор родов грузов

Код груза	Наименование грузов
99	Общая погрузка
01	Каменный уголь
02	Кокс
03	Нефть
04	Торф
06	Флюсы
11	Металлоконструкции
07	Черная руда
08	Цветная руда
09	Черные металлы
13	Металлолом
16	Цветные металлы
.
.
20	Строительные материалы

Код груза	Наименование груза
25	Сахар
26	Мясо
27	Рыба
28	Овощи
32	Хлопок
33	Свекла
34	Зерно
35	Мука
• • • • •	• • • • •
42	Грузы в контейнерах
76	Уголь
87	Минеральные удобрения
37	Живность
30	Продовольственные товары

3. Классификатор родов подвижного состава

Код подвижного состава	Назначение
20	Крытые
40	Платформы
42	Фитинги
60	Полувагоны
70	Цистерны
74	Битумные
87	Рефрижераторы
83	АРВ
90	Прочие
93	Цементовозы
94	Контейнеровозы
95	Зерновозы

4. Классификатор отделений ЮЗЖД

Код отделения	Название отделения
01	Киевское
02	Казатинское
03	Жмеринское
04	Коростыньское
05	Ковтопское

5. Классификатор внешних стыковых пунктов ЮЗЖД

Код стыка	Название	Принадлежность НОД
328780	Хутор-Михайловский	НОД-5
328795	Хутор-Михайловский (УН)	НОД-5
329389	Ворожба (НСК)	НОД-5
150706	Тереховка	НОД-5
15Р206	Лисички (Гомель)	НОД-1
346806	Овруч	НОД-4
348905	Олевск	НОД-4
350002	Здолбунов	НОД-2
360305	Лановцы	НОД-2
363407	Гусятин	НОД-3
361308	Подволочиск	НОД-3
408504	Вапнярка	НОД-3
344404	Мироновка	НОД-2
428387	Гребенки	НОД-1
325903	Бахмач (Прилуки)	НОД-5
326107	Бахмач (Ромны)	НОД-5
324008	Нежин (Южный)	НОД-1

6. Классификатор внутренних стыковых пунктов отделений ЮЗЖД

Код пункта	Наименование	Принадлежность НОД
323908	Нежин (Киев)	НОД-1
347103	Янов	НОД-1
321508	Тетерев	НОД-1
342716	Казатин	НОД-2
344302	Мироновка (Киев)	НОД-1

7. Спецификаторы зон учета LID и ОБЪЕКТ

Специфи- катор	Зона учета	Зона учета
01	ДОРОГА	ДОРОГА
02	НОД	НОД
03	ДС	ДС
04	ВНЕШНИЙ СТЫК	ВНЕШНИЙ СТЫК
05	ВНУТРЕННИЙ СТЫК	ВНУТРЕННИЙ СТЫК
06	ПОРТ	ПОРТ
07	ГРУЗ	
08	РПС	
09	СОРТИРОВОЧНАЯ СТАНЦИЯ	
10		
11		
12		
13	СЦЕЦРПС (цистерны, фитинги, зерновозы)	

8. Спецификатор периода учета P1(1)

Код	Период учета
00	Факт
01	План
02	Накопление
10	Плановые задания в среднем за сутки
11	Плановые данные по статнагрузке

9. Спецификатор операций P3(1)

Код операции	Операция	Код операции	Операция
01	ПОГРУЖЕНО	13	СТАТНАГРУЗКА
02	ВЫГРУЖЕНО	14	ПЕРЕВАЛКА
03	ЗАНЯТО	15	БАЛАНС
04	ОСВОБОЖДЕНО	16	РЕГУЛИРОВКА
05	ПРИНЯТО	18	ОТПРАВЛЕНО
06	СДАНО	19	ОТПРАВЛЕНО со станции своего формирования
07	НАЛИЧИЕ	20	ПРОСЛЕДОВАЛО
08	РЕ	21	ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ
09	ВЕС	22	ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ РАБОТА
10	ОБОРОТ	24	ПРОЧИЕ СВЕДЕНИЯ ПО ДОРОГЕ
11	СКОРОСТЬ	27	ОБМЕН С РЕЧНЫМИ ПОРТАМИ
12	ПРОБЕГ		

10. Спецификатор единиц учета P3(2)

Код	Единица учета	Код	Единица учета
01	ВАГОН	05	ТОННА
02	ПОЕЗД	06	РУБЛЬ
03	ЛОКОМОТИВ	07	ШТУКА
04	КОНТЕЙНЕР	11	РАЗНЫЕ

11. Спецификатор состояний единиц учета P3(3)

Код	Состояние единиц учета
00	ЛЮБЫЕ
01	ГРУЖЕННЫЕ
02	ГРУЖЕННЫЕ ТРАНЗИТ

Код	Состояние единиц учета
03	ГРУЖЕННЫЕ МЕСТНЫЕ
04	ПОРОЖНИЕ ТРАНЗИТ
05	ПОРОЖНИЕ МЕСТНЫЕ
06	НАЛИЧИЕ
07	РАБОТА В ТОННО-КИЛОМЕТРАХ
08	РАБОТА В ЛОКОМОТИВО-СУТКАХ
09	ПОД СЛИВОМ
10	АРЕНДА ПО ДОГОВОРАМ МПС
11	АРЕНДА ПО СОБСТВЕННОМУ ПАРКУ И ДРУГИМ МИНИСТЕРСТВАМ
13	РАБОЧИЙ ПАРК
14	РАБОЧИЙ ПАРК
16	РЕЗЕРВ
17	РЕЗЕРВ МПС
19	ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЗЕРВ
21	ОСТАТОК ПОД ВЫГРУЗКОЙ
30	СПЕЦИАЛЬНЫЕ ЦИСТЕРНЫ
33	ЗЕРНОВОЗЫ
34	ПЛАТФОРМЫ ФИТИНГОВЫЕ
35	ЗЕРНО
40	ПО ГРАФИКУ

12. Спецификатор способов разложения РЗ (4)

Код	Способ разложения	Код	Способ разложения
01	По НОД	07	По дорогам назначения
02	По РПС	09	По работе сортировочных станций
03	По роду груза	11	Любые
04	По стыкам внешним	12	По роду поезда
05	По стыкам внутренним	13	По РПС ЦС (цистерны)
06	По портам	14	По роду экспортных грузов

13. Спецификатор разложений РЗ(4)

Код разложения	Способ разложения
01	по НОД
02	по РПС
03	по роду груза
04	по стыкам (внешним)
05	по стыкам (внутренним)
06	по портам
07	по дорогам назначения
09	по работе сортировочных станций
11	любые
12	по роду поезда
13	по РПС ЦС (цистерны)
14	по роду экспортных грузов

14. Перечень стандартных ошибок и их кодов, выдаваемых при работе АИС

№ п/п	Описание ошибки	Код ошибки
0	Повторная передача документа	2600
1	Ошибочный код пункта передачи	3000
2	Ошибка в дате документа	3001
3	Неверна дата документа	3002
5	В информационной строке отсутствует разложение по роду груза (при нулевой информации необходимо по любому роду груза передать «0»)	3005
6	Отсутствует обязательная информационная строка	3006
10	Ошибочный код фразы (код операции)	3010
11	Повторение номера строки	3011
17	Реквизит ВСЕГО ГРУЖЕННЫХ по коду 99 2-й строки меньше суммы значений реквизитов по кодам РПС (20+40+ +60+70)	3017
18	Реквизит ВСЕГО ТРАНЗИТНЫХ по строке ЮЗ не равен сумме значений реквизитов по всем стыкам данной строки	3018
19	Отсутствует признак ИТОГО ПО ДОКУМЕНТУ с кодом 39	3019
20	Отсутствует признак горизонтальной суммы по коду 99	3020
21	Несовпадение суммы по строке (горизонтальной)	3021
22	Несовпадение по строке значения реквизита ВСЕГО по коду 99 с суммой значений основных реквизитов (кроме «В ТОМ ЧИСЛЕ»)	3022
23	Реквизит ВСЕГО ПОГРУЖЕНО (фраза 1) не равен сумме кр+пл+пв+контв (фраза 1) и цист+ледн+рфр+проч+ +контв (фраза 3)	3023
24	Реквизит ВСЕГО ВЫГРУЖЕНО (фраза 2) не равен сумме кр+пл+пв+контв (фраза 2) и цист+ледн+рфр+проч— —контв (фраза 4)	3024
25	Неверен признак контрольной суммы по строке	3025
26	Неверна контрольная сумма по строке	3026
27	Не равно значение реквизита ВСЕГО сумме значений реквизитов по основным родам подвижного состава по строке	3027
28	Значение реквизита ВСЕГО по строке больше допустимого	3028
29	Значение реквизита ВСЕГО не равно сумме значений основных реквизитов с кодами 20, 40, 60, 70, 81, 87, 90	3029
30	Значение реквизита ВСЕГО меньше суммы значений реквизитов КРЫТ, ПЛ, ПВ, В ТОМ ЧИСЛЕ КОНТ (с кодами 20, 40, 60, 94) по строкам 1 и 2	3030
31	Значение реквизита ЦИСТЕРНЫ с кодом 70 меньше значения реквизита В ТОМ ЧИСЛЕ БПВ (с кодом 74)	3031
32	Значение: реквизита РЕФ с кодом 87 меньше значения реквизита В ТОМ ЧИСЛЕ АРВ (с кодом 83)	3032
33	Значение реквизита ПРОЧИЕ с кодом 90 меньше суммы значений реквизитов В ТОМ ЧИСЛЕ (с кодами 93, 94, 95, +?)	3033
34	Значение реквизита ВСЕГО меньше значения реквизита ЦИСТЕРНЫ по 7-ой строке	3034
35	Значение реквизита ЦИСТЕРНЫ с кодом 70 меньше значения реквизита В ТОМ ЧИСЛЕ ЦИСТЕРНЫ У ФРОНТОВ СЛИВА с кодом 76 по 7-ой строке	3035
36	Значение реквизита ПЛАТФОРМЫ с кодом 40 меньше значения реквизита В ТОМ ЧИСЛЕ, ФИТИНГИ с кодом 42	3036
40	Статнагрузка больше максимально допустимой	3040
41	Статнагрузка меньше минимально допустимой	3041

№ п/п	Описание ошибки	Код ошибки
42	Значение реквизита с кодом 01 меньше значения реквизита В ТОМ ЧИСЛЕ с кодом 51 в вагонах	3042
43	Значение реквизита с кодом 03 меньше значения реквизита В ТОМ ЧИСЛЕ с кодом 53 в вагонах	3043
44	Значение реквизита с кодом 17 меньше значения реквизита В ТОМ ЧИСЛЕ с кодом 8 в вагонах	3044
45	Значение реквизита с кодом 17 меньше значения реквизита В ТОМ ЧИСЛЕ с кодом 88 в вагонах	3045
46	Значение реквизита с кодом 24 меньше суммы значений реквизитов В ТОМ ЧИСЛЕ с кодами 74 и 75 в вагонах	3046
47	Значение реквизита с кодом 28 меньше значения реквизита В ТОМ ЧИСЛЕ с кодом 50 в вагонах	3047
48	Значение реквизита с кодом 40 меньше суммы значений реквизитов В ТОМ ЧИСЛЕ с кодами 76, 77, 78, 79 в вагонах	3048
49	Значение реквизита с кодом 43 меньше значения реквизита В ТОМ ЧИСЛЕ с кодом 45 в вагонах	3049
52	Значение реквизита с кодом 01 меньше значения реквизита В ТОМ ЧИСЛЕ с кодом 51 в тоннах	3052
53	Значение реквизита с кодом 03 меньше значения реквизита В ТОМ ЧИСЛЕ с кодом 53 в тоннах	3053
54	Значение реквизита с кодом 17 меньше значения реквизита В ТОМ ЧИСЛЕ с кодом 87 в тоннах	3054
55	Значение реквизита с кодом 17 меньше значения реквизита В ТОМ ЧИСЛЕ с кодом 88 в тоннах	3055
56	Значение реквизита с кодом 24 меньше суммы значений реквизита В ТОМ ЧИСЛЕ с кодами 74 и 75 в тоннах	3056
57	Значение реквизита с кодом 28 меньше значения реквизита В ТОМ ЧИСЛЕ с кодом 50 в тоннах	3057
58	Значение реквизита с кодом 40 меньше суммы значений реквизитов В ТОМ ЧИСЛЕ с кодами 76, 77, 78, 79 в тоннах	3058
59	Значение реквизита с кодом 43 меньше значения реквизита В ТОМ ЧИСЛЕ с кодом 45 в тоннах	3059
60	Значение реквизита по 80-й дороге (0 строка типа Ю1) меньше суммы реквизитов по 1-му и 2-му отделениям для 0 строки фраз типа Ю2	3060
61	Значение реквизита по 80-й дороге меньше разложения по выделенным станциям этой дороги (30780+83240+83000)	3061
62	Значение реквизита по 87-й дороге меньше разложения по выделенным станциям этой дороги (87060+88080+88740)	3062
63	Значение реквизита по 91-й дороге меньше разложения по выделенным станциям этой дороги (92950+91000)	3063
64	Значение реквизита по 94-й дороге меньше значения реквизита по выделенной станции этой дороги (95370)	3064
65	Значение реквизита по 96-й дороге меньше разложения по выделенным станциям этой дороги (96880+98010+98380+96020)	3065
66	Значение реквизита ПОДАНО ВАГОНОВ меньше значения реквизита ПОГРУЖЕНО ВАГОНОВ	3066
67	Значение реквизита ЗАЯВЛЕНО ВАГОНОВ меньше значения реквизита ПОДАНО ВАГОНОВ	3067
68	Значение реквизита НЕДОГРУЗ ПО ВИНЕ КЛИЕНТУРЫ не равно реальному значению, вычисленному по реквизитам документа	3068

№ п/п	Описание ошибки	Код ошибки
70	Значение реквизита ОТПРАВЛЕНО ПОЕЗДОВ СО СТАНЦИИ меньше значения реквизита ОТПРАВЛЕНО ПОЕЗДОВ СО СТАНЦИИ СВОЕГО ФОРМИРОВАНИЯ	3070
71	Значение реквизита РАБОЧИЙ ПАРК ВАГОНОВ больше значения реквизита ВАГОНООБОРОТ	3071
72	Значение реквизита ПРОСТОЙ ТРАНЗИТНЫХ ВАГОНОВ БЕЗ ПЕРЕРАБОТКИ больше значения реквизита ПРОСТОЙ ТРАНЗИТНЫХ ВАГОНОВ С ПЕРЕРАБОТКОЙ	3072
73	Значение реквизита КОЛИЧЕСТВО ОТЦЕПОК ОТ ПОЕЗДОВ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ БРАКУ больше значения реквизита ОТПРАВЛЕНО ПОЕЗДОВ СО СТАНЦИИ	3073
74	Значение реквизита КОЛИЧЕСТВО ОТЦЕПОК ОТ ПОЕЗДОВ ПО КОММЕРЧЕСКОМУ БРАКУ больше значения реквизита ОТПРАВЛЕНО ПОЕЗДОВ СО СТАНЦИИ	3074
75	Значение реквизита ЧИСЛО ПОЕЗДОВ, ЗАДЕРЖАННЫХ НА ПОДХОДАХ ПО НЕПРИЕМУ больше значения реквизита ПРИБЫЛО ПОЕЗДОВ НА СТАНЦИЮ	3075
76	Значение реквизита КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ ЗАДЕРЖКИ больше значения реквизита ЧИСЛО ПОЕЗДОВ, ЗАДЕРЖАННЫХ НА ДОРОГАХ ПО НЕПРИЕМУ 24 ч	3076
77	Значение реквизита ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ОТМЕНЕННЫХ И СОРВАННЫХ ПОЕЗДОВ меньше их разложения по службам	3077
78	Значение реквизита ВАГОНООБОРОТ меньше суммы значений реквизитов ПЕРЕРАБОТАНО ВАГОНОВ НА ГОРКЕ ЧЕТНОЙ и ПЕРЕРАБОТАНО ВАГОНОВ НА ГОРКЕ НЕЧЕТНОЙ	3078
80	Значение реквизита ТОННО-КИЛОМЕТРЫ НЕТТО по шифру 55 больше значения реквизита ТОННО-КИЛОМЕТРЫ БРУТТО по шифру 56	3080
81	Значение реквизита ТОННО-КИЛОМЕТРЫ БРУТТО по шифру 56 меньше суммы значения реквизитов ТОННО-КИЛОМЕТРЫ БРУТТО ПО ЭЛЕКТРОВОЗАМ по шифру 57 и ТОННО-КИЛОМЕТРЫ БРУТТО ПО ТЕПЛОВОЗАМ по шифру 58	3081
82	Значение реквизита ЛОКОМОТИВО-СУТКИ ОБЩИЕ по шифру 59 меньше суммы значений реквизитов ЛОКОМОТИВО-СУТКИ ЭЛЕКТРОВОЗОВ по шифру 60 и ЛОКОМОТИВО-СУТКИ ТЕПЛОВОЗОВ по шифру 61	3082
83	Значение реквизита ЦИСТЕРНЫ меньше значения реквизита В ТОМ ЧИСЛЕ БИТУМНЫЕ ПОЛУВАГОНЫ	3083
84	Значение реквизита РЕФРИЖЕРАТОРЫ меньше значения реквизита В ТОМ ЧИСЛЕ АРВ	3084
85	Значение реквизита ПРОЧИЕ меньше суммы значений реквизитов В ТОМ ЧИСЛЕ (цементовозы+контейнеровозы+зерновозы+фитинги)	3085
86	Значение ПРИНЯТО ГРУЖЕННЫХ по реквизиту КОНТЕЙНЕРОВ меньше значения ПРИНЯТО ГРУЖЕННЫХ по реквизиту В ТОМ ЧИСЛЕ БОЛЬШЕГРУЗНЫХ по строке 5	3086
87	Значение ПРИНЯТО ПОРОЖНИХ по реквизиту КОНТЕЙНЕРОВ меньше значения ПРИНЯТО ПОРОЖНИХ по реквизиту В ТОМ ЧИСЛЕ БОЛЬШЕГРУЗНЫХ по строке 5	3087
88	Значение СДАНО ГРУЖЕННЫХ по реквизиту КОНТЕЙНЕРОВ меньше значения СДАНО ГРУЖЕННЫХ по реквизиту В ТОМ ЧИСЛЕ БОЛЬШЕГРУЗНЫХ по строке 10	3088

№ п/п	Описание ошибки	Код ошибки
89	Значение СДАНО ПОРОЖНИХ по реквизиту КОНТЕЙНЕРОВ меньше значения СДАНО ПОРОЖНИХ по реквизиту В ТОМ ЧИСЛЕ БОЛЬШЕГРУЗНЫХ по строке 10	3089
90	Номер строки типа Ю2 не равен 07 или 7	3090
91	Значение реквизита ВСЕГО ОСТАТОК ПОД ВЫГРУЗКОЙ (с кодом 99) меньше значения реквизита ОСТАТОК ЦИСТЕРН ПОД ВЫГРУЗКОЙ (с кодом 70)	3091
92	Значение реквизита ОСТАТОК ЦИСТЕРН ПОД ВЫГРУЗКОЙ (с кодом 70) меньше значения реквизита ОСТАТОК ПОД ВЫГРУЗКОЙ ЦИСТЕРН У ФРОНТОВ СЛИВА (с кодом 76)	3092
93	Реквизит ВСЕГО ПОЕЗДОВ меньше реквизита ГРУЗОВЫХ ПОЕЗДОВ по строкам типа Ю1	3100
94	Реквизит КОЛИЧЕСТВО ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ больше 10 при отсутствии грузовых поездов	3101
97	Реквизит ПОДАНО по коду 02 меньше реквизита ПОГРУЖЕНО по коду 03	3104
98	Реквизит НЕДОГРУЖЕНО КЛИЕНТОМ по коду 05 не равен сумме реквизитов НЕДОЗАЯВЛЕНО КЛИЕНТОМ, ОТКАЗОВ ОТ ПОГРУЗКИ, НЕОСВОЕНО КЛИЕНТОМ с кодами 06, 07, 08	3105
100	Несоответствие контрольной суммы по строке	3412
101	Значение реквизита РАБОЧИЙ ПАРК ФИТИНГОВЫХ ПЛАТФОРМ не равно сумме значений реквизитов ГРУЖЕННЫХ ФИТИНГОВЫХ ПЛАТФОРМ и ПОРОЖНИХ ФИТИНГОВЫХ ПЛАТФОРМ	3414
102	Значение реквизита ПРИНЯТО ГРУЖЕННЫХ БОЛЬШЕГРУЗНЫХ больше значения реквизита ПРИНЯТО ГРУЖЕННЫХ ВСЕГО	3441
103	Значение реквизита ПРИНЯТО ПОРОЖНИХ БОЛЬШЕГРУЗНЫХ больше значения реквизита ПРИНЯТО ПОРОЖНИХ ВСЕГО	3442
104	Значение реквизита СДАНО ГРУЖЕННЫХ БОЛЬШЕГРУЗНЫХ больше значения реквизита СДАНО ГРУЖЕННЫХ ВСЕГО	3443
105	Значение реквизита СДАНО ПОРОЖНИХ БОЛЬШЕГРУЗНЫХ БОЛЬШЕ ЗНАЧЕНИЯ реквизита СДАНО ПОРОЖНИХ ВСЕГО	3444
111	В паспорте 2059 в итоговой фразе (код 99) погрузка ВСЕГО ВАГОНОВ не совпадает с ГО-2	3501
112	Неверна вертикальная сумма по реквизиту 2	3502
113	Неверна вертикальная сумма по реквизиту 3	3503
114	Неверна вертикальная сумма по реквизиту 4	3504
115	Неверна вертикальная сумма по реквизиту 5	3505
120	Количество реквизитов в строках ФИТИНГОВЫЕ ПЛАТФОРМЫ И ЗЕРНОВОЗЫ больше допустимого (больше 3-х)	3510
200	Неопознан код РПС	6030
201	Неопознан код груза	6032
202	Неопознан код отделения	6033
203	Неопознан внешний стык	6034
204	Неопознан внутренний стык	6035
206	Неопознан код направления	6036
208	Неопознан код дороги назначения	6037
207	Неопознан код дороги соседа	6038

№ п/п	Описание ошибки	Код ошибки
208	Неопознан код станции	6039.
209	Неопознан код порта	6040
210	Неопознан код стыка	6041
220	Неопознан код операции	6050
300	Значение реквизита ВСЕГО ПОГРУЖЕНО по 1-й строке больше значений реквизита ВСЕГО ЗАНЯТО по 3-й строке	7000
301	Значение реквизита ВСЕГО ВЫГРУЖЕНО по 2-й строке больше значения реквизита ВСЕГО ОСВОБОЖДЕНО по 4-й строке	7001
302	Значения реквизитов ПОГРУЖЕНО КРЫТ, ПЛАТ, ПВ по 1-й строке больше значений тех же реквизитов по 3-й строке ЗАНЯТО КРЫТ, ПЛАТ, ПВ	7002
303	Значения реквизитов ВЫГРУЖЕНО КРЫТ, ПЛАТ, ПВ по 2-й строке больше значений тех же реквизитов по 4-й строке ОСВОБОЖДЕНО КРЫТ, ПЛАТ, ПВ	7003
305	Значения реквизитов по всем 33-м дорогам (0 строка) не равны соответствующим этим дорогам значений реквизитов по сумме строк с кодами 20, 40, 60, 70, 87, 98	7005
306	Значения реквизитов по всем 33-ём дорогам для строки с кодом 90 меньше соответствующих этим дорогам реквизит по сумме строк с кодами 93, 94, 95	7006
310	Реквизит ПРИНЯТО ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ ВСЕГО по строке 1 не равен сумме реквизитов ПРИНЯТО ГРУЖЕННЫХ ВАГОНОВ по строке 2+ПРИНЯТО ПОРОЖНИХ ВАГОНОВ по строке 3	7010
311	Реквизит СДАНО ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ ВСЕГО по строке 6 не равен сумме реквизитов СДАНО ГРУЖЕННЫХ ВАГОНОВ по строке 7 + СДАНО ПОРОЖНИХ ВАГОНОВ по строке 8	7011
312	Значение реквизита ПРИЕМ ПОРОЖНИХ по строке 3 меньше значения реквизита ПРИЕМ НЕРАБОЧЕГО ПАРКА по строке 4 по соответствующим родам подвижного состава	7012
313	Значение реквизита СДАНО ПОРОЖНИХ по строке 8 меньше значения реквизита СДАНО НЕРАБОЧЕГО ПАРКА по строке 9 по соответствующим родам подвижного состава	7013
316	Значение реквизита ВСЕГО по коду 99 для 1-й строки (итоговой) меньше значения соответствующего реквизита для 7-й строки (в том числе чистых)	7016
317	Значение реквизита ЦИСТЕРНЫ для 1-й строки меньше значения соответствующего реквизита для 7-й строки (в том числе цистерн)	7017
320	Значение реквизита с кодом 39 ИТОГО ГРУЖЕННЫХ по 1-й строке не равно сумме значений реквизитов с кодом 99 ВСЕГО ГРУЖЕННЫХ НА СВОЮ ДОРОГУ по 1-й строке и ГРУЖЕННЫХ НА ВЫХОДНЫЕ ПУНКТЫ ДОРОГИ по 3-й строке	7020
321	Значение реквизита ВСЕГО ГРУЖЕННЫХ по коду 99 1-й строки не равно значению реквизитов по коду 99 2-й строки	7021
323	Значение реквизита ИТОГО ЗАНЯТО по коду 39 по 2-й строке не равно сумме значений реквизитов ВСЕГО ЗАНЯТО МЕСТНЫХ по коду 99 1-й строки и ВСЕГО ЗАНЯТО ТРАНЗИТНЫХ по коду 99 3-й строки	7023
324	Значение реквизита ПОД СОРТИРОВКУ по коду 9 больше значения НАЛИЧИЕ по соответствующему отделению	7024

№ п/п	Описание ошибки	Код ошибки
325	Значение реквизита ИТОГО НАЛИЧИЕ ГРУЖЕВЫХ по коду 39 не равно сумме значений реквизита ВСЕГО НАЛИЧИЕ МЕСТНЫХ по коду 99 1-й строки и ВСЕГО НАЛИЧИЕ ТРАНЗИТНЫХ по коду 99 3-й строки	7025
330	Значение реквизита ОБЩЕЕ НАЛИЧИЕ ПО ДОРОГЕ (0 строка) меньше реквизита ОБЩЕЕ НАЛИЧИЕ ЗЕРНА ПО ДОРОГЕ (21 строка)	7030
335	Количество строк в документе больше допустимого	7035
340	Значение реквизитов по строке 01 ВСЕГО ОТПРАВЛЕНО меньше значения реквизитов по строке 02 ВСЕГО ОТПРАВЛЕНО ПО РАСПИСАНИЮ	7040
341	Значение реквизитов по строке 03 ВСЕГО ПРОСЛЕДОВАЛО меньше значения реквизитов по строке 04 ВСЕГО ПРОСЛЕДОВАЛО ПО РАСПИСАНИЮ	7041
342	Значение реквизита ЛОКОМОТИВОВ меньше суммы значений реквизитов ЭЛЕКТРОВОЗОВ и ТЕПЛОВОЗОВ для строк типа Ю2	7042
343	Значения реквизитов по строке 07 ТОННО-КИЛОМЕТРЫ БРУТТО меньше значений реквизитов по отправке 08 ТОННО-КИЛОМЕТРЫ БРУТТО БЕЗ ОДИНОЧНОГО СЛЕДОВАНИЯ	7045
344	Значения реквизитов по строке 09 ЭКСПЛУАТАЦИОННОМ ПАРКЕ С ТОЛКАЧАМИ меньше значений реквизитов по строке 18 ЭКСПЛУАТАЦИОННОМ ПАРКЕ БЕЗ ТОЛКАЧЕЙ	7044
345	Значение реквизита ЛОКОМОТИВЫ по строке Ю2 с кодом 7 ТОННО-КИЛОМЕТРЫ БРУТТО меньше или равно значению реквизита ЛОКОМОТИВЫ по строке Ю3 с кодом 11 ТОННО-КИЛОМЕТРЫ НЕТТО	7045
346	Значения реквизитов по строке 06 ЛОКОМОТИВО-КИЛОМЕТРЫ ЛИНЕЙНОГО ПРОБЕГА меньше значений соответственных реквизитов по строке 05 ПОЕЗДО-КИЛОМЕТР	7046
350	Отсутствуют реквизиты РАЗВОЗ МЕСТНОГО ГРУЗА и ПЕРЕДАНО МЕСТНОГО ГРУЗА	7050
400	Реквизит ПРИЕМ ПОРОЖНИХ ЦИСТЕРН В МАКЕТЕ 1294 не равен этому реквизиту в макете 1190 или макет 1190 отсутствует	9190
401	Реквизит СДАЧА ПОРОЖНИХ ЦИСТЕРН в макете 1294 не равен этому реквизиту в макете 1190 или макет 1190 отсутствует	9290
402	Реквизит ПРИЕМ ГРУЖЕНЫХ в макете 1244 не равен этому реквизиту в макете 1198 или макет 1190 отсутствует	9390
403	Реквизит ВСЕГО НАЛИЧИЕ ГРУЖЕВЫХ в макете 1246 не равен реквизиту РАБОЧИЙ ПАРК ГРУЖЕНЫХ в макете 1193 или макет 1193 отсутствует	9000
404	Реквизит ПОГРУЖЕНО на отделении по данному роду груза в макете 1251 не равен реквизиту ПОГРУЖЕНО по тому же роду груза на этом отделении в макете 1186 или макет 1186 отсутствует	9586
405	Реквизит ВСЕГО ПОГРУЖЕНО в макете 1185 не равен этому реквизиту в макете 1186 или макет 1186 отсутствует	9086
406	Реквизит ВСЕГО ПОГРУЖЕНО в макете 1187 не равен этому реквизиту в макете 1186 или макет 1186 отсутствует	9186

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глушков В. М. Социально-экономическое управление в эпоху научно-технической революции.— Киев, 1979.— 54 с.— (Препр./ИК АН УССР, 79—2).
2. Глушков В. М., Каныгин Ю. М. Что же такое современная НТР?— Киев, 1980.— 68 с.— (Препр./ИК АН УССР, 80—5).
3. Глушков В. М. Основы безбумажной информатики.— М.: Наука, 1982.— 552 с.
4. Советский энциклопедический словарь.— М.: Сов. энцикл., 1981.— 1600 с.
5. Энциклопедия кибернетики: В 2 т.— Киев: Укр. сов. энцикл., 1974.— Т. 1.— 606 с.
6. Дородницын А. А. Информатика: предмет и задачи / Вестн. АН СССР.— 1985.— № 2.— 3—12.
7. Петров А. П. Перспективы создания АСУ транспортом страны // Упр. и строит. машины.— 1978.— № 3.— С. 3—6.
8. Проблемы развития транспорта СССР. Единая транспортная сеть // Под ред. С. С. Ушакова и др.— М.: Транспорт, 1981.— 253 с.
9. Статистический ежегодник стран-членов Совета Экономической Взаимопомощи. 1986 / Секретариат СЭВ.— М.: Финансы и статистика, 1986.— 462 с.
10. Циркун А. Д., Ловецкий С. Е. Автоматизированные системы управления производством на железнодорожном транспорте // Организация управления транспортом.— М.: Транспорт, 1982.— № 3.— 117 с.
11. Хандкаров Ю. С. Основные направления развития автоматизированных систем управления на железнодорожном транспорте // Автоматизир. система упр.— 1985.— Вып. 6.— 27 с.
12. Угрюмов Г. А. Опыт и перспективы автоматизации управления перевозочным процессом на базе ЕС ЭВМ // Там же.— 1982.— Вып. 3.— 24 с.
13. Автоматизированные системы управления на железных дорогах США и Канады // Там же.— 1981.— Вып. 22.— 35 с.
14. Автоматизированные системы диспетчерского управления движением поездов на железнодорожном транспорте США // Там же.— Вып. 25.— 29 с.
15. Системы обработки данных на государственных железных дорогах ФРГ // Там же.— Вып. 7.— 23 с.
16. Управление перевозочным процессом на государственных дорогах ФРГ с помощью ЭВМ // Там же.— 1986.— Вып. 7.— 25 с.
17. Писарев А. П. Типовая автоматизированная система управления эксплуатационной работой железной дороги // Там же.— 1982.— Вып. 3.
18. Осипов В. Т. Применение ЭВМ на железных дорогах.— М.: Наука, 1984.— 264 с.
19. Угрюмов Г. А. Основные принципы организации информационного обеспечения АСУ на железнодорожном транспорте // Автоматизир. системы упр.— 1985.— Вып. 1.— 37 с.
20. Кузьмин А. С., Митюхин В. Б., Одинцов В. Н., Рамин Д. Г. Внедрение в дорожных вычислительных центрах автоматизированной информационно-справочной системы ДИСКОР-Д // Там же.— 1983.— Вып. 3.— 17 с.
21. Наумов Б. И., Савельева Г. Г. Диалоговая информационная система оперативной обработки данных ДИС-2 // Там же.— 19 с.
22. Автоматизированная система сбора и обработки информации ГОС на японских национальных железных дорогах // Там же.— 1985.— Вып. 33.— 41 с.

23. Автоматизированная система управления движением поездов СОМТРАС для высокоскоростных магистралей ТОХОКУ и ОЗЕЭЦУ в Японии // Там же.— 1982.— Вып. 34.— 29 с.
24. Осипов В. П., Резер С. М. Информационно-управляющие системы на железнодорожном и промышленном транспорте за рубежом.— М.: Наука, 1979.— 287.
25. Соколов А. В. Информационно-поисковые системы.— М.: Радио и связь, 1981.— 152 с.
26. Королев М. А., Кleshko Г. Н., Мишенин А. И. Информационные системы и структуры данных.— М.: Статистика, 1977.— 183 с.
27. Ханенко В. Н. Информационные системы.— Л.: Машиностроение. 1988.— 127 с.
28. *Общепромышленные* руководящие материалы по созданию автоматизированных систем управления предприятиями и производственными объединениями.— М.: Статистика, 1974.— 264 с.
29. *Общепромышленные* руководящие методические материалы по созданию интегрированных автоматизированных систем управления (включая АСУП).— М.: ГКНТ СССР, 1982.— 217 с.
30. *Общепромышленные* руководящие методические материалы по созданию банков данных в автоматизированных системах различного назначения.— М.: ГКИИТ СССР, 1982.— № 334.— 41 с.
31. Патон Б. Е. Наука и технический прогресс // Ком. правда. 1980.— 22 марта.
32. Гриценко В. И., Паньшин Б. М. Методологические проблемы анализа развития информационной технологии.— Киев, 1984.— 67 с.— (Препр. / АН УССР. Ин-т кибернетики; № 84—53).
33. Гриценко В. И., Паньшин Б. Н. Информационная технология: вопросы развития и применения.— Киев: Наук. думка, 1988.— 272 с.
34. Диалоговые системы в АСУ // Под ред. Ф. А. Поспелова.— М.: Энергоатомиздат, 1983.— 208 с.
35. Поспелов Г. С. Искусственный интеллект — основа новой информационной технологии // Тр. Междунар. симп. по искусственному интеллекту.— Л.: Наука.— ч. I.— С. 1—23.
36. Глушков В. М. Введение в АСУ.— Киев: Техніка, 1974.— 312 с.
37. Михалевиц В. С., Каныгин Ю. М., Гриценко В. И. Информатика (Общие положения).— Киев, 1983.— 45 с.— (Препр. / АН УССР, Ин-т кибернетики; 83—31).
38. Громов Г. Р. Национальные информационные ресурсы: проблемы промышленной эксплуатации.— М.: Наука, 1984.— 240 с.
39. Дорфман В. Ф. О научных основах развития технологии (на примере эволюции и методологии технических средств обработки информации) // Вопр. философии.— 1985.— × 5.— С. 116—124.
40. Дорфман В. Ф. Принципы технологии двадцатого века и технология информатизации.— М.: Знание, 1987.— 72 с.
41. Данилевский Ю. Г., Петухов И. А., Шибанов В. С.— Л.: Машиностроение, 1988.— 283 с.
42. Поспелов Г. С. Искусственный интеллект. Новая информационная технология // Вестн. АН СССР.— 1983.— № 8.— С. 31—42.
43. Научные основы управления в АСУ ЖТ: учебник для вузов ж.-д. транспорта / В. П. Катаев, М. Ф. Трихунков, И. В. Харланович, Р. М. Царсва.— М.: Транспорт, 1981.— 287 с.
44. АСУ ЖТ. Автоматизированная система управления железнодорожным транспортом.— М.: Транспорт, 1970.— 693 с.
45. Информационные системы в управлении производством / Пер. с англ. под ред. Ю. П. Васильева.— М.: Прогресс, 1973.— 349 с.
46. Мидоу Ч. Анализ информационных систем.— М.: Прогресс, 1977.— 399 с.
47. Ланкастер Ф. Информационно-поисковые системы.— М.: Мир, 1972.— 307 с.
48. Таненбаум Э. Многоуровневая организация ЭВМ.— М.: Мир, 1979.— 548 с.
49. Мамиконов А. Г. Основы построения АСУ: учебник для вузов.— М.: Высш. шк., 1981.— 248 с.
50. Мамиконов А. Г., Пискунов А. Н., Цвиркун А. Д. Модели и методы проектирования информационного обеспечения АСУ.— М.: Статистика, 1978.— 221 с.

51. *Мартин Дж.* Планирование развития автоматизированных систем: / Пер. с англ.— М.: Финансы и статистика, 1984.— 196 с.
52. *Мартин Дж.* Организация без данных в вычислительных системах: / Пер. с англ.— М.: Мир, 1980.— 662 с.
53. *Дейт К.* Введение в системы без данных: Пер. с англ.— М.: Наука, 1980.— 464 с.
54. *Автоматизированные системы управления гибкими технологиями* / В. М. Скурихин, А. А. Павлов, Н. И. Бойченко и др.— Киев: Техніка, 1988.— 166 с.
55. *Информационные системы общего назначения*: Пер. с англ.— М.: Статистика, 1975.— 470 с.
56. *Олле Т. В.* Предложения КОДАСИЛ по управлению базами данных.— М.: Финансы и статистика, 1981.— 285 с.
57. *Белоногов А. А., Кузнецов Б. А.* Языковые средства автоматизированных информационных систем.— М.: Наука, 1983.— 283 с.
58. *Бушев С. Н., Бесфамильный М. С.* Программно-аппаратные методы управления данными.— М.: Наука, 1982.— 239 с.
59. *Михновский С. Д.* Автоматизация проектирования баз данных. Общий анализ проблемы // Управляющие системы и машины.— 1981.— № 4.— С. 35—42.
60. *Ерема-Еременко А. А., Михновский С. Д.* Информационная модель для формирования описания предметной области проектируемой базы данных // Там же.— 1982.— № 5.— С. 84—91.
61. *Скурихин В. И., Малышев Н. Г., Мицук Н. В.* Методология и принципы построения математического обеспечения информационных систем, ориентированных на обработку непредсказуемых запросов пользователей // Там же.— № 6.— С. 68—74.
62. *Бойко В. В., Савинков В. М.* Проектирование информационной базы автоматизированной системы на основе СУБД.— М.: Финансы и статистика, 1982.— 174 с.
63. *Бакаев А. А., Ревенко В. Л., Кузнецов Ю. Н.* Инфологическая модель предметной области задач слежения и контроля за подвижными объектами на железной дороге.— Киев, 1984.— 47 с.— (Препр. / АН УССР. Ин-т кибернетики им. В. М. Глушкова; 84—59).
64. *Ревенко В. Л., Кузнецов Ю. Н., Мельничук В. П.* Основные принципы алгоритмизации в АСК // Экономико-математические модели и технологии обработки данных в планировании и управлении транспортом.— Киев: Ин-т кибернетики им. В. М. Глушкова АН УССР, 1985.— С. 17—22.
65. *Уэлдон Дж. Л.* Администрирование без данных: Пер. с англ.— М.: Финансы и статистика, 1984.— 207 с.
66. *Вольфенгаген В. Э., Кузин Л. Т., Саркисян В. И.* Реляционные методы проектирования баз данных.— Киев: Вища шк., 1979.— 192 с.
67. *Александров В. В., Булкин Г. А., Поляков А. О.* Автоматизированная обработка информации на языке предикатов.— М.: Наука, 1982.— 102 с.
68. *Кроув Т., Эйвисон Д.* Базы в административных информационных системах.— М.: Финансы и статистика, 1983.— 165 с.
69. *Хаббард Дж.* Автоматизированное проектирование без данных.— М.: Мир, 1984.— 291 с.
70. *Соколов А. В.* Информационно-поисковые системы.— М.: Радио и связь, 1981.— 152 с.
71. *Дрибас В. П.* Реляционные базы данных.— Минск: Белорус. ун-т им. В. И. Ленина, 1982.— 192 с.
72. *Стогний А. А., Пасичник В. В.* Реляционные модели без данных.— Киев: Ин-т кибернетики им. В. М. Глушкова АН УССР, 1984.— 281 с.
73. *Флорес И.* Структуры и управление данными: Пер. с англ.— М.: Финансы и статистика, 1982.— 312 с.
74. *Ревенко В. Л., Кузнецов Ю. Н., Мельничук В. П.* Логическая структура баз данных АСК на железной дороге // Модели планирования и управления транспортными системами.— Киев: Ин-т кибернетики им. В. М. Глушкова АН УССР, 1984.— С. 61—69.
75. *Штерн В. С.* Фактографические информационно-поисковые системы: их особенности и проблемы.— М.: НТИ, 1972.— Вып. 3.— С. 2.

76. Александров А. А., Бойко В. В., Вейнеров О. В. Системы управления базами данных для ЕС ЭВМ.— М.: Финансы и статистика, 1984.— 224 с.
77. Овчаров Л. А., Селетков С. Н. Автоматизированные банки данных.— М.: Финансы и статистика, 1982.— 262 с.
78. Кузьмин В. Б. Построение групповых отношений в пространстве четких и нечетких бинарных отношений.— М.: Наука, 1982.— 162 с.
79. Соколов А. В. Информационно-поисковые системы.— М.: Радио и связь, 1981.— 152 с.
80. Кокорева Л. В., Малашихин И. И. Проектирование банков данных.— М.: Наука, 1984.— 256 с.
81. Редько В. Н., Басараб И. А. Базы данных и информационные системы.— М.: Знание, 1987.— 32 с.
82. Афанасьев В. Г. Общество: системность, познание и управление.— М.: Политиздат, 1981.— 432 с.
83. Кременский В. И. Методологические проблемы системного подхода к информатике.— М.: Наука, 1977.— 344 с.
84. Кузьмин В. П. Принципы системности в теории и методологии К. Маркса.— М.: Знание, 1980.— 30 с.
85. Михновский С. Д., Стогний А. А. Вопросы автоматизации проектирования баз данных // Упр. системы и машины.— 1979.— № 6.— С. 29—35.
86. Довнар Н. А., Ярмош Н. А. Методология проектирования АИС конструкторско-технологического назначения.— Минск: Наука и техника, 1986.— 191 с.
87. Динамическая информационная модель перевозочного процесса на речном транспорте / А. А. Бакаев, В. Л. Ревенко, Г. В. Сувак.— Киев, 1984.— 17 с.— (Препр. / АН УССР. Ин-т кибернетики им. В. М. Глушкова; 84—40).
88. Проектирование информационного обеспечения информационно-справочной системы перевозочного процесса на речном транспорте / А. А. Бакаев, В. Л. Ревенко, В. А. Ревин.— Киев, 1986.— 21 с.— (Препр. / АН УССР. Ин-т кибернетики им. В. М. Глушкова. 86—39).
89. Информационная модель перевозочного процесса на речном транспорте / А. А. Бакаев, В. Л. Ревенко, Ревин В. А. и др.— М., 1987.— 79 с.— Дсп. в ВИНТИ 07.10.87×7139—В—87.
90. Бакаев А. А., Ревенко В. Л., Кузнецов Ю. Н., Мельничук В. П. Гибкость общесистемных средств информационных систем транспортного типа // Упр. системы и машины.— 1987.— № 5.— С. 78—83.
91. Зайцев Н. Г. Критический анализ концепций построения баз данных // Там же.— 1983.— № 4.— С. 81—91.
92. Тиори Г., Фрай Дж. Проектирование структур без данных.— М.: Мир, 1985.— 212 с.
93. Поляков В. И. Интеллектуальные системы доступа к данным: (Обзор) // Упр. системы и машины.— 1983.— № 3.— С. 66—80.
94. Куликовский Л. Ф., Мотов В. В. Теоретические основы информационных процессов.— М.: Высш. шк., 1987.— 248 с.
95. Калинин Л. А. Методы и средства интеграции неоднородных баз данных.— М.: Наука, 1984.— 424 с.
96. Циципинский Ю. Е. Программные средства и организация данных в информационных системах.— М.: Наука, 1979.— 228 с.
97. Леонг-Конг Б., Плагман Б. Системы словарей-справочников данных.— М.: Финансы и статистика, 1986.— 311 с.
98. Зайцев Н. Г. Принципы информационного обеспечения в системах переработки информации и управления.— Киев: Наук. думка, 1976.— 180 с.
99. Федорус В. Г., Черненко В. М. Системы автоматизированного проектирования. Кн. 3. Информационное и прикладное программное обеспечение.— Минск: Высш. шк., 1988.— 157 с.
100. Мамиконов А. Г., Кульба В. В., Цвиркун А. Д., Косяченко С. А. Проектирование подсистем и звеньев автоматизированных систем управления.— М.: Высш. шк., 1975.— 248 с.
101. Мамиконов А. Г., Кульба В. В., Шелков А. Б. Достоверность, защита и резервирование информации в АСУ.— М.: Энергоатомиздат, 1986.— 304 с.
102. Оптимизация структур данных в АСУ / А. Г. Мамиконов, В. В. Кульба, А. А. Ашилов и др.— М.: Наука, 1988.— 256 с.

103. *Попова Н. М.* Тенденции развития информационного обеспечения ИАСУ на основе современной информационной технологии.— Киев, 1988.— 27 с.— (Препр./АН УССР. Ин-т кибернетики им. В. М. Глушкова, 88—23).
104. *Шихаев К. Н., Пантелеев В. Н., Репьев Ю. М.* Процессы интеграции в АСУ.— М.: Финансы и статистика, 1982.— 224 с.
105. *Кальфа В., Бойченко Е. В., Николаев Н. П.* Основы автоматизации управления производственными процессами.— М.: Сов. радио, 1980.— 360 с.
106. *Жеребин В. М.* Информационное обеспечение АСУ.— М.: Наука, 1975.— 307 с.
107. *Bakajev A. A., Revenko V. L.* Sit pro vymenu in formaci-efertivni prostredek ke zvyuznoukooparaci servizu v ASK.— The High Tatras, 1985.— P. 71—80.
108. *Revenko V. L.* Zakladni problemy projektovani informacni zakladny ASK orientonego na dopravu // Rep. on the 5-th Intern. Conf. "Automated control systems in transport" novem. 1985.— The High Tatras, 1985.— P. 117—123.
109. *Codd E.* Relational Completeness of Data Base Sublanguages // Data Base Systems, Courant Comput. Sci. Sump. Ser.— 1972.— P. 271—273.
110. *Codd E.* Relational Model of Data for Large Shared Data Banks // CACM.— 1970.— 13, N 7.— P. 17—21.
111. *Codd E.* Extending the Data Base Relational Model to Capture more meaning // ACM tras. on Database Syst.— 1979. 4, N 4.— P. 151—159.
112. *ANSI/Xe/SPARC* Study Croup on Data Base Management Systems // Interim. Report. FDT (Bulletin of ACM SIGMOD).— 1975.—7, N 2.— 157 p.
113. *ANSI/X3/SPARC.* DBMS. Framework. Report of the study group on database management systems // Inform. Syst.— 1978.— P. 173—191.
114. *Date C.* Relational Database Concepts // Datamation.— 1970.— 22, N 4.— P. 71—80.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	5
Список принятых сокращений	7
Введение	9
Глава 1. Современное состояние автоматизации информационных процессов на транспорте	16
1.1. Организационное управление как информационный процесс	16
1.2. Краткий аналитический обзор систем автоматизации перевозочного процесса за рубежом и в СССР	19
1.3. Типы и принципы разработки автоматизированных информационных систем	31
Глава 2. Информационная технология — новое средство организационного управления транспортом	39
2.1. Возникновение и развитие информационной технологии	39
2.2. Данные, их структура и классификация	45
2.3. Общие подходы к проектированию информационного обеспечения АИС	53
2.4. Концепция разработки гибкого информационного обеспечения АИС на транспорте	59
2.4.1. Гибкость архитектуры АИС	60
2.4.2. Гибкость базы данных	63
2.4.3. Гибкость системы актуализации данных	64
2.4.4. Средства управления АИС : : :	67
Глава 3. Инфологическая модель предметной области перевозочного процесса на железнодорожном транспорте	69
3.1. Интегрированная обработка данных в АИС	69
3.1.1. Основные модели данных	71
3.1.2. Основные виды информационных отношений	77
3.2. Инфологическая модель перевозочного процесса на железнодорожном транспорте	81
3.2.1. Функциональное описание предметной области	83
3.2.2. Формализованное описание предметной области	89
3.2.3. Структура и описание данных	101
Глава 4. Методы и средства обеспечения гибкости информационного обеспечения АИС	103
4.1. Гибкость системы актуализации данных информационного обеспечения АИС	103
4.2. Гибкость структуры модели данных	110
4.3. Структура модели данных перевозочного процесса	116

4.4. Методы и средства информационного моделирования перевозочного процесса	121
4.5. Системное обеспечение гибкости информационно-логической модели предметной области	126
4.6. Гибкость управления моделью данных	130
Глава 5. Технология реализации системотехнических решений в гибком информационном обеспечении АИС	141
5.1. Методы и алгоритмы реализации функциональных задач	141
5.2. Реализация системотехнических решений АИС контроля и слежения за состоянием подвижных объектов на полигоне железной дороги	148
5.2.1. Реализация М-модели	150
5.2.2. Реализация N-модели	156
5.3. Паспорта функциональной обработки информации	161
Глава 6. Технология эксплуатации разработанного гибкого информационно-программного обеспечения АИС	168
6.1. Назначение и условия применения	168
6.2. Управление процессом обработки данных	169
6.3. Описание технологического процесса обработки данных в АИС	175
6.4. Описание технологического процесса обработки данных об эксплуатационной деятельности железных дорог Украины	182
Заключение	183
Приложения	185
Список литературы	196

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ НА ТРАНСПОРТЕ

Научное издание

Михалевич Владимир Сергеевич
Бакаев Александр Александрович
Гриценко Владимир Ильич
Ревенко Валерий Лукьянович
Кузнецов Юрий Николаевич

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ

Художественный редактор *И. П. Антолюк*
Технический редактор *М. А. Притыкина*