

НОВОСТИ ТЕХНИКИ

УДК 621.391.28

Н. Ф. СЕМЕНЮТА, профессор кафедры "Системы передачи информации", Г. И. ЦУПЛЯКОВА, доцент кафедры "Системы передачи информации", А. Н. СЕМЕНЮТА, доцент кафедры "Микропроцессорная техника и информационно-управляющие системы", Белорусского государственного университета транспорта, г. Гомель

О КОНЦЕПЦИИ ЕДИНОЙ СЕТИ СВЯЗИ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ

Рассматривается концепция поэтапного создания перспективной сети связи транспортной системы с интеграцией служб и некоторые вопросы, связанные с этой концепцией. Создание высокоэффективной телеинформационной и телекоммуникационной среды является важнейшей проблемой для ведомств и предприятий Республики Беларусь. Без ее решения проблематично как построение информационного общества, так и внедрение в сферу транспорта и производства новых информационных технологий. На пороге XXI века именно информация становится стратегическим ресурсом, а наибольший экономический успех сопутствует тем, кто активно использует современные средства телеинформационных и телекоммуникационных технологий.

Постановка задачи. В настоящее время на всех видах транспорта (железнодорожном, автомобильном, воздушном, речном, морском и др.) имеются ведомственные (корпоративные) сети связи, обеспечивающие проводную и радиосвязь со стационарными и подвижными объектами и пунктами. Характерной их особенностью является автономность и использование как оборудования связи общего применения (автоматические телефонные и телеграфные станции, телефонные и телеграфные аппараты, радиостанции и др.), так и специального, предназначенного для организации производственной (технологической) связи. При этом следует отметить, что как оборудование общего применения, так и специальное, как правило, не отвечает современному уровню развития техники связи. Их недостатками являются узкая специализация, отсутствие гибкости и адаптации к изменению требований управления перевозочного процесса, а также к применению нового способа транспортирования информации, получившего название асинхронного режима переноса (АТМ) [16]. С организацией Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь координация работ по планированию развития и управлению всей транспортной системой республики стало реальным фактором. Это в свою очередь требует разработки основных положений и концепции создания и развития единой сети связи транспорта (ЕССТ), а также единой системы информационного обеспечения, определяющих пути ускоренного развития сети связи как основы построения

современного информационного общества и информационного обеспечения всех иерархических уровней управления транспортной системы в целом [1, 2].

В условиях рыночной экономики и высоких капитальных затрат на оборудование связи и высокой стоимости предоставляемых Министерством связи и информатики РБ услуг разработка такой концепции становится особенно актуальной задачей.

Предлагаемый вариант концепции создания и развития ЕССТ является авторской разработкой и предполагает активное ее обсуждение, появление альтернативных предложений и, в конечном итоге, проведение на Белорусской железной дороге, автомобильном и других видах транспорта под общим руководством Министерства транспорта и коммуникаций РБ научно-исследовательской работы по ЕССТ. Исследования должны включать: анализ существующего состояния сетей связи всех видов транспорта, используемого оборудования; информационных потоков и источников их зарождения; существующего трафика и методики его прогнозирования; качественных показателей предоставляемых услуг связи; изучение спроса на используемые и новые виды услуг и связи (телематика) и др.

Важной задачей исследования должно явиться также рассмотрение путей приватизации и коммерциализации транспортных сетей связи, возможности получения дополнительной прибыли от оказания соответствующих услуг другим органи-

зациям и населению РБ. Это в свою очередь связано с необходимостью проведения маркетинговых исследований, анализа конкурентоспособности существующих и перспективных сетей связи и услуг, в том числе и технологических.

Состояние сетей связи транспортной системы. В промышленности и на транспорте связь является одним из основных факторов эффективности управления перевозочным процессом. Это общеизвестное положение теории управления на практике часто не учитывается, а такой важный экономический показатель сетей связи, как коэффициент использования каналов и оборудования вообще игнорируется, что подтверждается как исследованиями авторов [3], так и специалистов Европейского банка реконструкции и развития [4], которые обследовали железнодорожный и другие виды транспорта России, Украины, Республики Беларусь и Казахстана. По их мнению, развитие систем управления транспортом сдерживается отсутствием современных технических средств связи, а для обеспечения необходимой эффективности эксплуатации и обслуживания АСУ существующие системы телефонной и радиосвязи нуждаются в серьезном усовершенствовании.

Общий сетевой ресурс телекоммуникаций любой страны или ведомства (корпорации) составляет первичная сеть узлов и каналов связи, организуемых по воздушным, кабельным, радиорелейным, декаметровым, ультракоротковолновым, а в последние годы и волоконно-оптическим и спутниковым линиям связи. На базе первичных сетей связи создаются вторичные сети: телефонная, телеграфная, передачи данных, радиовещания, телевидения и др. Каналы первичной сети связи на транспорте используются также для организации производственной (технологической) связи, телемеханики, оповещения и др.

Экономическая эффективность общего сетевого ресурса в значительной мере определяется характером его использования. Чем больше раздроблен общий ресурс между ведомствами и организациями, между отдельными видами, тем меньше его эффективность. Это относится в полной мере и к транспортным системам связи. Все транспортные ведомства и организации РБ, как правило, имеют свои производственные первичные и вторичные сети каналов связи, свои или арендованные каналы связи, предназначенные для организации производственной, общеслужебной, а также оперативной связи определенного круга работников, непосредственно участвующих в перевозочном процессе или передаче определенного вида информации. Так, например, на железнодорожном

транспорте для связи на различных иерархических уровнях управления организуются магистральная, дорожная, отделенческая, участковая, местная и внутростанционная связь. В состав отделенческой связи входит более десяти видов оперативно-технологической связи [5]. Причем коэффициент использования оборудования и каналов в большинстве из этих связей мал. Поэтому главная задача развития вторичных сетей связи как на железнодорожном транспорте, так и во всей транспортной системе РБ состоит в создании высокоэффективных ведомственных сетей интегрального обслуживания.

Переход от существующих сетей связи железнодорожного транспорта и других транспортных ведомств РБ к сетям интегрального обслуживания ставит ряд технических и экономических задач, основной из которых является разработка концепции перехода к интегральным сетям в современных условиях рыночной экономики, ограниченных возможностей инвестиций. При этом важно учесть мировой опыт развития сетей связи и переход в промышленно развитых странах к интегральным сетям [6].

Данные статистики свидетельствуют, что среднегодовые темпы прироста телефонных сетей составляют 4–5 %, сетей передачи данных – 20–25 %, локальных сетей – 50 % и более. В глобальной компьютерной сети Internet трафик ежемесячно увеличивается на 20–25 %.

Таким образом, если до последнего времени развитие сетей связи определялось, в основном, потребностями человечества в телефонной связи, то сейчас – потребностями в обмене компьютерной информацией (данными). Считается, что к 2000 году общее количество персональных компьютеров в деловом и домашнем секторах достигнет двух миллионов.

Тенденции и этапы развития сетей связи. В своем развитии сети связи, как и технические средства и их элементные базы, прошли несколько этапов (рисунок 1).

Начало развития сетей связано с появлением телеграфной связи, базирующейся на использовании дискретных (цифровых) сигналов. На этом этапе телеграфная связь начала использоваться впервые как производственная для управления движением поездов.

С изобретением телефонного аппарата (1876 г.) началось развитие телефонных сетей, использующих для передачи сообщений аналоговые (непрерывные) сигналы. Поэтому на *первом этапе* в основном были организованы только аналоговые телефонные сети, которые широко используются, в том числе и на транспорте, до настоящего

времени. Помимо передачи аналоговых телефонных сигналов они применяются для передачи дискретных сигналов (телеграфных, телеуправления, телесигнализации, телеизмерения и др.). На этом этапе появились также первые производственные (оперативно-технологические) системы телеграфной и телефонной связи для управления движением поездов на железнодорожном транспорте.

Второй этап характеризуется созданием выделенных сетей передачи данных (СПД), назначением которых является передача алфавитно-цифровых сообщений для обработки их ЭВМ или уже обработанных ими. На этом этапе появились первые цифровые сети связи с различными уровнями интеграции. На интегральных цифровых сетях (IDN) для передачи речевого аналогового сигнала применяются цифровые телефонные аппараты или к аналоговым телефонным аппаратам добавляется аналого-цифровые преобразователи (АЦП). Основным способом передачи речевых сигналов в цифровой форме является дискретизация исходного аналогового сигнала, его квантование и кодирование на передающей стороне и обратное преобразование в непрерывный сигнал на приемной.

Цифровая связь имеет ряд преимуществ по сравнению с аналоговой: высокая помехозащищенность (что особенно важно для железнодорожного транспорта, где наблюдается повышенный уровень электромагнитных помех); эффективное использование каналов и оборудования сети; возможное изменение скорости передачи; относительно простое взаимодействие с ЭВМ и другим цифровым оконечным оборудованием и т. д. Кроме того, цифровые сети связи более экономичны при строительстве и эксплуатации.

На *третьем этапе* началось создание цифровых сетей интегрального обслуживания (ISDN), которые объединили телефонную сеть и СПД на основе типовых цифровых телефонных каналов и цифровых абонентских линий. Появилась возможность организовать по ISDN связь между видеотерминалами, видеотелефонами и др. Стали резко сокращаться сети телеграфной связи (телекса). Значительно расширились предоставляемые абонентам (пользователям) дополнительные виды обслуживания (ДВО), например, сокращенный набор номера, переадресация вызова, идентификация вызывающего и вызываемого номеров и др.

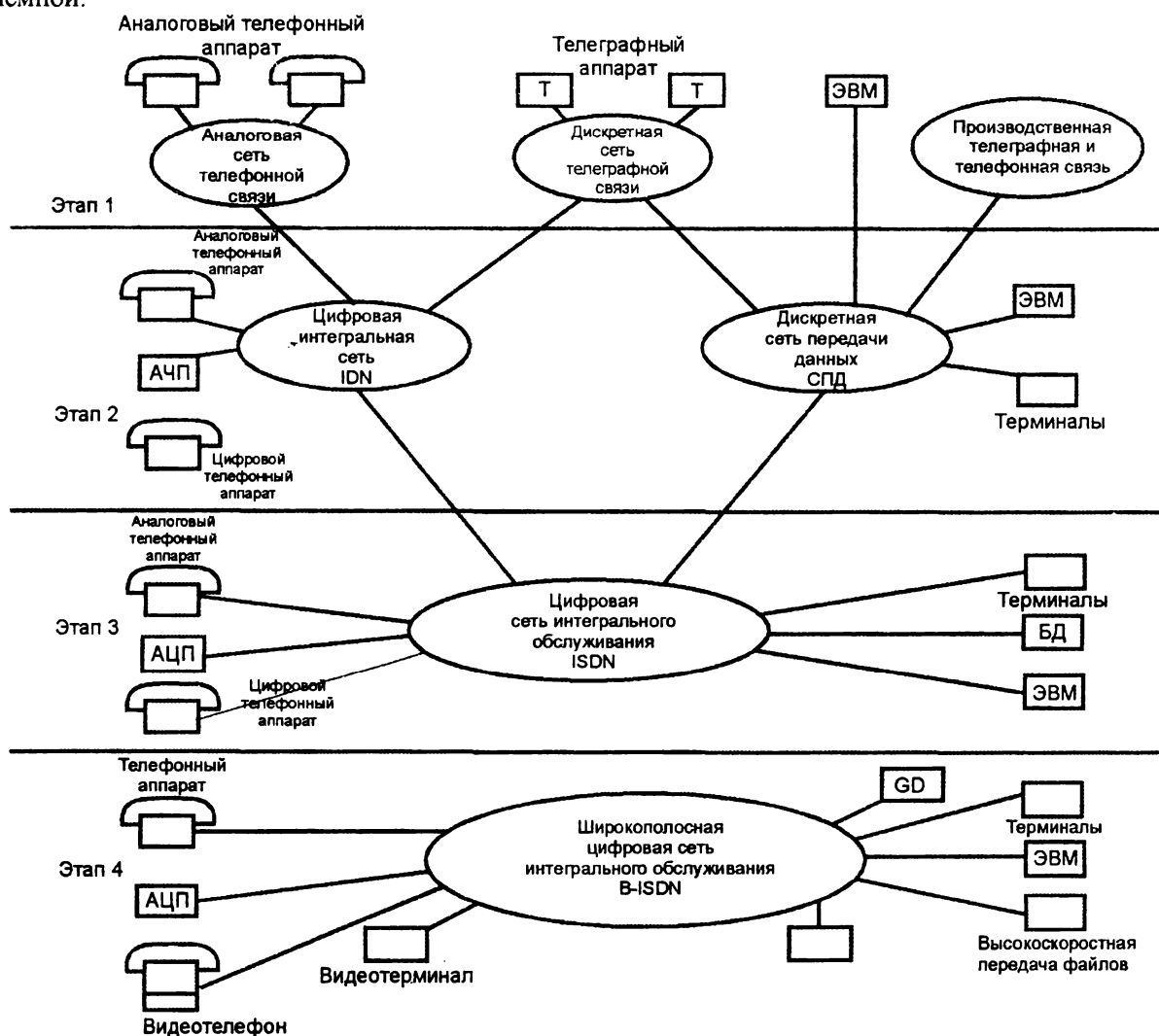


Рисунок 1

Четвертый этап представляет фактически второе поколение ISDN и отличается от третьего этапа началом использования каналов на базе широкополосных цифровых сетей интегрального обслуживания (В-ISDN) на технологии АТМ. Они позволяют передавать не только телефонные сообщения, но и телевизионные программы, данные и файлы, а также организовывать видеоконференции (совещания) и др. В полную силу о себе должны заявить интеллектуальные сети связи. Создание интеллектуальных сетей направлено на "возвращение" в сеть связи интеллекта, ушедшего из нее с заменой телефонных станций с ручным трудом телефонисток на автоматические телефонные станции [7]. Этот этап заключается также в интеграции самого терминального оборудования различных типов в одном устройстве, выполненном на базе персональной ЭВМ, что и послужит, благодаря унификации доступа ко всем видам услуг сети связи, основой для внедрения мультимедиа [14].

Анализ возможностей, которые мультимедиа предоставляет пользователям производственного и квартирного секторов, позволяет сделать вывод, что новая услуга получит большое развитие и превратится в "технология информатизации мирового сообщества XXI века". Технология мультимедиа предоставляет начало третьего поколения интеграции в системе телекоммуникаций [12].

Развитие сетей на всех этапах сопровождалось также трансформацией методов распределения (коммутации) сообщений и доступа к сетям связи. Если на первом этапе единственным методом доступа был протокол аналоговой телефонной сети с коммутацией каналов, то на втором этапе появились протоколы доступа с коммутацией сообщений и пакетов, рекомендованных Международным консультативным комитетом по телефонии и телеграфии (МККТТ), такие как Х.25, Х.28, Х.29 и др. Уровни развития сетей связи различных транспортных ведомств РБ заметно отличаются друг от друга. Наиболее развитые сети имеет Белорусская железная дорога. Уровень развития ее первичных и вторичных сетей связи соответствует первому этапу и началу перехода ко второму. На других предприятиях транспорта еще далеко не пройден даже первый этап. Поэтому многие из них широко используют для передачи телефонных и речевых сообщений (телеграфных, факсимильных, данных, электронной почты и др.) вторичные сети Министерства связи и информатики РБ, на что расходуются значительные денежные средства. В связи с этим возникает вопрос: может быть, есть смысл создать единую сеть связи транспортной системы РБ (ЕССТ) на базе Бе-

лорусской железной дороги и соответствующих инвестиций на развитие ее сети?

Белорусская железная дорога приступила ко второму этапу развития сети связи, т.е. IDN. Наряду с цифровыми системами передачи с импульснокодовой модуляцией (ИКМ-30, ИКМ-120 и др.) появилась первая цифровая станция коммутации MD-110, позволяющая в будущем перейти к IDN, а затем и к ISDN. Однако в целом размах и темпы внедрения оборудования и создания IDN значительно отстают от потребностей и тем более от уровня интеграции цифровых сетей железных дорог России и промышленно развитых стран Европы. Среди причин такого отставания – значительно меньшие по сравнению с другими странами капиталовложения в развитие сетей связи, отсутствие идеологии и стратегии создания IDN железной дороги и других ведомств транспорта, отсутствие перспективных планов развития существующих сетей связи, продолжающееся административно-командное управление подразделениями связи, слабая или практически полная незаинтересованность инженерно-технических работников этих подразделений в результатах своего труда [3, 8].

На железных дорогах Западной Европы процесс перехода к ISDN начался практически во всех странах, в том числе и на железных дорогах и других видах транспорта. Поэтому, учитывая место и роль Белорусской железной дороги в транспортной системе железных дорог Западной Европы и России, где интенсивно внедряются цифровые системы связи и коммутации, важно проводить аналогичные работы согласованно. Только это позволит интегрироваться сетям связи Белорусской железной дороги с сетями связи Западной Европы и России.

Концепция создания единой сети связи транспортной системы. Основой развития связи в мировой практике является переход к цифровым сетям и интеграция служб связи. Цифровые сети связи позволяют примерно вдвое уменьшить затраты на их строительство и в несколько раз – на их эксплуатацию. Сокращаются при этом и трудовые затраты в промышленности на производство цифровой техники связи. Поэтому перспективная сеть связи транспортной системы РБ должна представлять единую сеть связи интегрального обслуживания, объединяющую сеть связи Белорусской железной дороги и других транспортных предприятий РБ, построенных на основе единой концепции и унифицированной номенклатуры технических средств и протоколов взаимодействия. Объединение сетей связи, систем передачи и распределения информации в единый

комплекс, а также служб эксплуатации различных видов связи позволит значительно повысить эффективность и качественные показатели ЕССТ, улучшить оперативное управление транспортом, а также обеспечить экономию капитальных затрат как на создание сети связи, так и на аренду каналов или на передачу сообщений.

Создание ЕССТ должно обеспечить:

- технологические услуги связи, необходимые для управления перевозочным процессом на всех видах транспорта, информационные услуги пассажирам и населению РБ;

- увеличение эффективности использования связных ресурсов всех предприятий транспорта за счет уменьшения ведомственной разобщенности этих ресурсов, применения новейших систем передачи и распределения информации, концентрации и уплотнения потоков информации;

- максимальную унификацию технических средств передачи и приема информации, программного обеспечения путем применения новых принципов организации сетей связи и единых методов передачи информации, включая телеуправление, телесигнализацию и др.;

- повышение надежности и живучести сети связи.

С целью экономии капитальных вложений ISDN должна создаваться поэтапно с использованием имеющегося отечественного и зарубежного оборудования и базироваться на рекомендациях МККТТ и стандартах других международных организаций (ИСО, МЭК, ОСЖД и др.).

Линии и каналы связи. На железнодорожном транспорте основу первичных сетей связи составляют кабельные и в меньшей степени воздушные и радиорелейные линии связи, а также аналоговые системы многоканальной связи типа К-60П, К-24Т и др. Начато использование многоканальных систем типа ИКМ-30, ИКМ-120. Для перехода к ISDN требуется как замена аналоговых многоканальных систем передачи, так и внедрение перспективных линий связи – волоконно-оптических и радио (спутниковых и наземных).

Волоконно-оптические линии связи (ВОЛС) обладают малыми габаритами и массой, высокой помехозащищенностью, большой полосой пропускаемых частот, что позволяет организовать по ним практически неограниченное число каналов с высокой скоростью и верностью передачи и др., т. е. они позволяют полностью решить проблему как организации первичной сети каналов тональной частоты, так и широкополосных каналов В-ISDN видеоконференций, телевидения и др.

Высокая помехозащищенность ВОЛС обеспечивает создание систем железнодорожной автоматики, телемеханики и связи с высокой верностью передачи сообщений (низкой вероятностью опасных отказов и ошибок в принимаемой информации), что позволит значительно повысить безопасность движения поездов, в том числе и на высокоскоростных направлениях движения.

Этапы создания ЕССТ. Значительные капитальные затраты на создание сетей связи Белорусской железной дороги и других транспортных предприятий обуславливают переход к перспективной ЕССТ поэтапно. Исходя из наличия разветвленных сетей телефонной и телеграфной связей Белорусской железной дороги, передачи данных АСУЖТ и оперативно-технологической связи, а также большой потребности транспортных предприятий в услугах передачи данных и документальной информации, сложности создания сетей с интеграцией полного набора услуг связи целесообразно *первый* этап создания ЕССТ начать с интеграции служб передачи данных и документальной связи (телеграфной, факсимильной, электронной почты) при сохранении существующей телефонной связи. На первом этапе требуется также решение задач, связанных с организацией производственной оперативно-технологической и радиосвязи, так как они не отвечают требованиям ЕССТ по качественным и другим параметрам. В этот же период важно приступить к оснащению сетей связи однотипным оборудованием цифровой коммутации и передачи информации.

На *втором* этапе должно начаться преобразование сети связи Белорусской железной дороги и других транспортных предприятий в интегральную по видам (службам) сеть связи – ISDN. Главная цель ISDN – обеспечение доступа абонентам (пользователям) через одну абонентскую линию к различным службам. Этот этап должен привести к расширению интегрального набора услуг для абонентов. В частности должны появиться интегральные многофункциональные абонентские терминалы. Должны быть начаты работы по переводу производственных связей также на цифровые каналы.

На *третьем* этапе за счет введения на узлах сети ISDN коммутации пакетов появится возможность осуществить интеграцию всех служб в рамках ISDN и предоставления требуемым пользователям основных и дополнительных услуг.

Конечная цель решения проблемы ЕССТ – цифровая сеть связи с интеграцией служб ISDN, которая должна удовлетворять требованиям, предъявляемым всеми пользователями и службами связи. Создание такой сети будет происходить в

течение длительного периода времени с большими капитальными затратами. Поэтому необходимо на этот период искать рациональные пути перехода к ISDN с максимальным использованием положений модели взаимодействия открытых систем (OSI) [1].

Заключение. Мало провозгласить основные положения создания IDN, ISDN, B-ISDN и др. Необходимо еще провести тщательный анализ возможности и необходимости их реализации, соответствующие маркетинговые исследования [8]. Важность такого анализа и исследования связана с тем, что реализация концепции требует больших капитальных затрат и инвестиций. Опыт железных дорог России показывает, что инвесторами выступают крупные зарубежные фирмы Siemens, Ericsson, Cisco Systems и др. [17, 18]. Экономическая эффективность при этом определяется двумя факторами – повышением эффективности работы железных дорог за счет реализации новейших информационных технологий управления и предоставлением услуг связи внешним пользователям на коммерческой основе. Предварительная оценка показывает, что дополнительный доход за счет использования резервного ресурса систем и сетей связи и предоставления информационных услуг составит около 60 % от прироста прибыли железных дорог. Расчетный срок окупаемости затрат на информатизацию и развитие телекоммуникаций составит 4-5 лет [17, 18].

Для координации разработки концепции ЕССТ в рамках Белорусской железной дороги и РБ необходимо определить стратегию перехода на цифровую технику связи, создать необходимые программы и начать работы по их реализации. При этом важно не допустить ошибок, связанных с бессистемным развитием сетей без учета долгосрочных перспектив транспортных систем и трафика сетей связи, перспектив систем цифровой передачи информации и коммутации, линий связи и др.

Работы по созданию концепции ЕССТ должны быть максимально согласованы с программой RACE (Research and Development of Advanced Communication in Europe), являющейся основой интегральной цифровой связи в Европе и охватывающей вопросы широкополосных служб связи, спутниковую радиосвязь, радиосвязь с подвижными объектами, стандартизацию новых служб и др. [9, 10].

Изложенная концепция нашла подтверждение в интегральной цифровой сети для предоставления услуг связи на предприятиях энергетического комплекса [11]. До недавнего времени предприятия энергетического комплекса пользовались, как и предприятия транспортного комплекса, многими видами сетей и систем передачи информации. Интегральная сеть связи обладает большим набором услуг связи, снижает стоимость услуг при заданном качестве обслуживания и др.

В заключение отметим, что реализация концепций, связанных с интегральными цифровыми сетями IDN и ISDN, создают предпосылки к переходу к следующему этапу – мультимедиа (мультисреда). Основная особенность мультимедиа заключается в интеграции терминального оборудования различных типов в одном устройстве, выполненном на базе персонального компьютера [12, 13]. Мультимедиа для транспортного комплекса также требует разработки концепций и принципов внедрения интегрального терминального оборудования. Особенно актуальна эта проблема для железнодорожного транспорта, где имеется большое количество терминального оборудования различного назначения, в том числе и автоматизированных рабочих мест на базе персональных компьютеров [17].

Мультимедиа – это ответственный этап технического прогресса, а не какое-то новое изобретение ученых и важно не упустить время и начать практическое ее создание.

Список литературы

1. Нейман В. И. О единой концепции информационного обеспечения перевозок // Железнодорожный транспорт. 1992. № 7. С.23–27.
2. Семенюта Н. Ф., Макриденко Б. А., Семенюта А. Н. Разработать концепцию единой сети связи // Железнодорожный транспорт. 1993. № 9. С.38-39.
3. Концепция развития связи Российской Федерации/ Под ред. В. Б. Булгака, Л. Е. Варакина. М.: Радио и связь, 1995. 224 с.
4. Политика операций по транспорту: Документ Европейского банка реконструкции и развития, 1992. С.8–15.
5. Руководство по проектированию сооружений электро-связи на железных дорогах Союза ССР / Министерство путей сообщения; Гипротрансвязь. Л.: Транспорт, 1982. 110 с.
6. Самойленко С. И. Сети ЭВМ. М.: Наука, 1986. 160 с.
7. Варакин Л. Е. Интеллектуальная сеть: эволюция сетей и услуг связи // Электросвязь. 1992. № 1. С. 10–14.
8. Семенюта Н. Ф. Маркетинговые исследования связи // Автоматика, телемеханика и связь. 1993. № 9. С. 33–35.
9. D'Oultremont P. The RACE programme. The European an route towards integrated broadband communications // Telecommunications policy. 1988. № 2. P. 119-126.
10. Balreuther O. RACE europaische initiative fur die Breitbandkommunikation // Der Ingenieur der deutschen Bundespost. 1988. № 4. P. 165-168.
11. Интегральная цифровая транспортная сеть для предоставления услуг связи на предприятиях энергетического комплекса // Электросвязь, 1996. № 6. С. 44-45.

12. Крупнов А. Е. Мультимедиа в России: концепция, сети, услуги // Электросвязь, 1995. № 5. С. 6-7.

13. Ануфриев И. К., Быструшкин К. Н., Соколов В. М. Заглянем в завтра: информационные технологии 2000 года // Электросвязь. 1995. № 10. С. 11-15.

14. Макриденко Б. А., Семенюта Н. Ф., Семенюта А. Н. Автоматизированные рабочие места дистанций сигнализации и связи. М.: Транспорт, 1994. 80 с.

15. Лазарев В. Г. Интеллектуальные цифровые сети. Справочник / Под ред. Н. А. Кузнецова. М.: Финансы и статистика, 1996. 224 с.

Получено 17. 01. 97

N. F. Semeniouta, G. I. Schuplyakova, A. N. Semeniouta. Conception of united telecommunication network for transport system.

Conception of stage development of perspective telecommunication network for transport system is considered. Problems of implementation of the conception also are discussed.

Вестник Белорусского государственного университета транспорта: Наука и транспорт. 1998. № 1

УДК 629. 4. 027 : 629. 439

А. В. ЗАВОРОТНЫЙ, доцент кафедры "Техническая физика и теоретическая механика",
З. Г. ЕФРЕМОВА зав. кафедрой "Техническая физика и теоретическая механика", Белорусского государственного университета транспорта, г. Гомель

ДИНАМИКА ЭЛЕМЕНТОВ ВАГОНА НА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ПОДВЕСКЕ ПРИ АВАРИЙНОЙ ПОСАДКЕ НА ПУТЬ

Освещены вопросы динамического взаимодействия экипажа на электромагнитной подвеске, оснащенного опорно-посадочными устройствами (ОПУ), и пути при его аварийной посадке. На основании исследования математической модели однотележного вагона с учетом изгибных колебаний балки направляющего пути определены динамические напряжения в ее сечениях, а также максимальные силы начального удара взаимодействия лыжи и направляющей балки в зависимости от параметров упруго-вязких связей элементов опорно-посадочных устройств. Приведены графики, иллюстрирующие изменение ударных динамических сил взаимодействия вагона и пути для различных типов ОПУ и зазоров левитации.

В настоящее время новым техническим достижением современной науки стал экологически чистый высокоскоростной пассажирский транспорт на электромагнитной подвеске с линейным тяговым электроприводом. Такой транспорт рассчитан на перемещение с высокими скоростями вдоль направляющих пути при обеспечении надежности, плавности и комфортабельности движения.

Одним из опасных условий движения такого транспорта является его аварийная посадка на путь в момент обесточивания электромагнитов. С целью обеспечения безопасности пассажиров и сохранности транспортного средства при его движении в указанном режиме целесообразно применять в ходовой части вагона специальные опорно-посадочные устройства (ОПУ), управляемые гидравликой. В нижней контактной части ОПУ имеются лыжи, которые опускаются и поднимаются по определенной программе. При отключении электрического тока (режим остановки или ава-

16. Назаров А. Н., Симонов М. В. АТМ: технологии высокоскоростных сетей. М.: ЭКО-ТРЕНДЗ, 1998. 234 с.

17. Информационные технологии на железнодорожном транспорте: Материалы Первой Междунар. науч.-практ. конф. СПб., 1996. 428 с.

18. Информационные технологии на железнодорожном транспорте: Вторая Междунар. науч.-практ. конф. СПб., 1997. 302 с.

рийной посадки) вагон падает и через опорно-посадочные устройства взаимодействует с направляющими пути. В связи с этим представляет практический интерес исследование влияния параметров упруго-вязких связей опорно-посадочных устройств (ОПУ) на динамику системы "вагон-ОПУ-путь" в аварийном режиме [1].

Рассмотрим аварийную посадку на путь однотележного вагона, вызванную обесточиванием электромагнитов подвеса в момент его стоянки. Для составления математической модели воспользуемся расчетной схемой, представленной на рисунке 1, при следующих допущениях:

- кузов вагона, тележка, электромагниты и лыжи считаются абсолютно твердыми телами;
- галопирование лыж и электромагнитов отсутствует;
- все электромагниты подвеса объединены в две эквивалентные группы;
- в упруго-вязких связях кузова, электромагнитов и лыж с тележкой установлены пружины,